

AMG Energia SpA



Città di Palermo

LAVORI DI RINNOVAMENTO E RISTRUTTURAZIONE  
DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE  
ALL'INTERNO DEL QUADRILATERO  
SCIUTI - LAZIO - LIBERTA' - PATERNO'

PROGETTO ESECUTIVO

<i>Elaborato:</i> TAV. 15	<i>Oggetto:</i> Perizia geologica
<i>Scala:</i> ---	
<i>Data:</i> Maggio 2012	

*Gruppo di Progettazione:*

*AMG Energia SpA - Direzione Energia*

*- Ing. Vincenzo Gagliardo*

*- Per. Ind. Francesco Graziano*

*- Ing. Daniele Tringali*

*- Ing. Germana Poma*

*- Ing. Walter Morgano*

*Coord. sicurezza in fase di progettazione:*

*- Ing. Salvatore Luparello*

*Relazione Geologica:*

*Dott. Geologo Antonio Gallo*

*Responsabile Unico del Procedimento:*

*Esp. Perito Elet. Bartolomeo Di Giovanni*



AMG Energia SpA

## Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo

### STUDIO GEOLOGICO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE AMG SpA  
ing. Vincenzo Gagliardo  
per. ind. ing. Eureka Francesco Graziano  
ing. Daniele Tringali  
ing. Germana Poma

CONSULENTE GEOLOGO  
dott. geol. Antonio Gallo



#### COMPOSIZIONE DELLO STUDIO

1. RELAZIONE
2. CERTIFICATI DELLE INDAGINI SISMICHE
3. CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Progetto	Directory GEOLOGIA	Sub-Directory	File	Scala varie	Elaborato varie
Quarta					
Terza					
Seconda					
Prima	07/05/2012				
Revisione	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Autorizzazione

Questo documento e' di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza autorizzazione scritta.

RESP. GRUPPO PROGETTAZIONE

ing. Vincenzo Gagliardo

<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b><i>pagina 1 di 63</i></b>
---	---	---

## Sommario

1. Premessa	pag. 2
2. Inquadramento geografico ed opere da realizzare	pag. 4
3. Lineamenti di geologia generale e considerazioni litostratigrafiche	pag. 6
4. Lineamenti geomorfologici ed idrografia superficiale	pag.11
5. Lineamenti di idrogeologia	pag.15
6. Considerazioni litotecniche, macrozonazione e microzonazione sismica dei terreni di fondazione	pag.17
7. Conclusioni	pag.30
8. Allegati	pag.32

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 2 di 63
--	---	---



AMG Energia SpA

## RELAZIONE GEOLOGICA

Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno  
del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo

### 1. Premessa

Nell'ambito del progetto tendente ad ottenere i relativi pareri in merito all'intervento di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo di cui all'oggetto, l'A.M.G. Energia S.p.A. ha conferito allo scrivente l'incarico di redigere il presente studio geologico, il quale costituisce parte integrante del progetto stesso.

Da ciò, appare chiaro che, il presente elaborato, costituisce parte integrante del progetto generale ed avrà per scopo quello di esaminare, in relazione alle opere da realizzare, le norme riportate nel D.M. 14/01/2008, "Norme Tecniche per le Costruzioni" e nella successiva "Circolare del Ministero delle Infrastrutture" n°617 del 02/02/2009 e nel D.A.R.T.A. n°298/41 del 04/07/2000 e successivo decreto di aggiornamento D.D.G. A.R.T.A. n°721 del 30/06/2004, "Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del fiume Oreto e dell'area compresa fra il fiume Oreto e Punta Raisi", approvato con D.P.R.S. n.91 del 27/03/07 e succ. modifiche ed integrazioni (aggiornamento 2010).

Per la redazione del presente studio, lo scrivente ha intrattenuto continui e proficui rapporti con il gruppo di progettazione dell'Azienda ed in particolare con l'ing. Vincenzo Gagliardo, con il quale si sono discusse, programmate ed eseguite le differenti fasi di lavoro che hanno portato, al termine, alla stesura della presente.

In particolare, il presente studio è stato articolato:

- sui dati riportati nel Piano Regolatore Generale e nelle Carte di Dettaglio;
- sull'analisi dei dati stratigrafici in possesso dello scrivente, presenti in letteratura tecnica e reperiti presso gli uffici comunali;
- nella realizzazione di dieci indagini sismiche consistenti nella misurazione del microtremore sismico ambientale per la determinazione della Vs30 ("velocità media ponderata delle onde di taglio nei primi 30

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 3 di 63
--	---	---

m") necessaria per la definizione della "categoria di suolo" richiesta dalla normativa vigente (N.T.C. 2008) distribuite nell'area di intervento e l'individuazione di picchi di risonanza.

Si precisa che, in considerazione della vastità dell'area di intervento, dell'elevato numero e costo delle indagini dirette (trivellazioni e scavi a pozzo) che si sarebbero dovute progettare e fare eseguire, della tipologia progettuale di intervento consistente per lo più nell'installazione di pali di illuminazione con base costituita da un plinto di dimensioni massime di 1 m<sup>2</sup> e trincee per la posa in opera di cavidotti di alimentazione della profondità massima di un metro dall'odierno p.c., essendo abbastanza nota la successione stratigrafica dell'area cittadina in questione (vedi indagini in sito consultate) ed essendo per lo più superficiali gli interventi da eseguire, concordemente alla Stazione appaltante ed al gruppo di progettazione si sono omesse tali indagini.

Per quanto riguarda i dati geologici generali, la letteratura tecnica specializzata consultata è stata: "Carta geologica dei Monti di Palermo", in scala 1:50.000, redatta da R. Catalano et alii, a cura del C.N.R. e dell'Ente Minerario Siciliano, il "Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento (redatto dal sottoscritto per la fase di massima nell'anno 2006 ed in essere per la fase operativa, il Nuovo P.R.G. del comune di Palermo e "Il sottosuolo di Palermo" redatti dal dott. geol. P. Todaro.

Inoltre, al fine di definire la successione sismostratigrafica del sito in studio, sono state condotte dieci indagini di sismica passiva con tromografo elettronico digitale TROMINO®, ottenute dall'analisi spettrale delle componenti vibrazionali del terreno, ossia attraverso "l'analisi dei rumori", e la definizione della "categoria di suolo", delle "frequenze di risonanza" e, quindi, la loro reazione in caso di eventi sismici, così come previsto nel D.M. 14/01/2008 e successiva Circolare.

La restituzione dei dati, con relativa interpretazione del "profilo sismico", avvenuta attraverso il software "Grilla" è riportata in allegato alla presente e commentata nel relativo paragrafo.

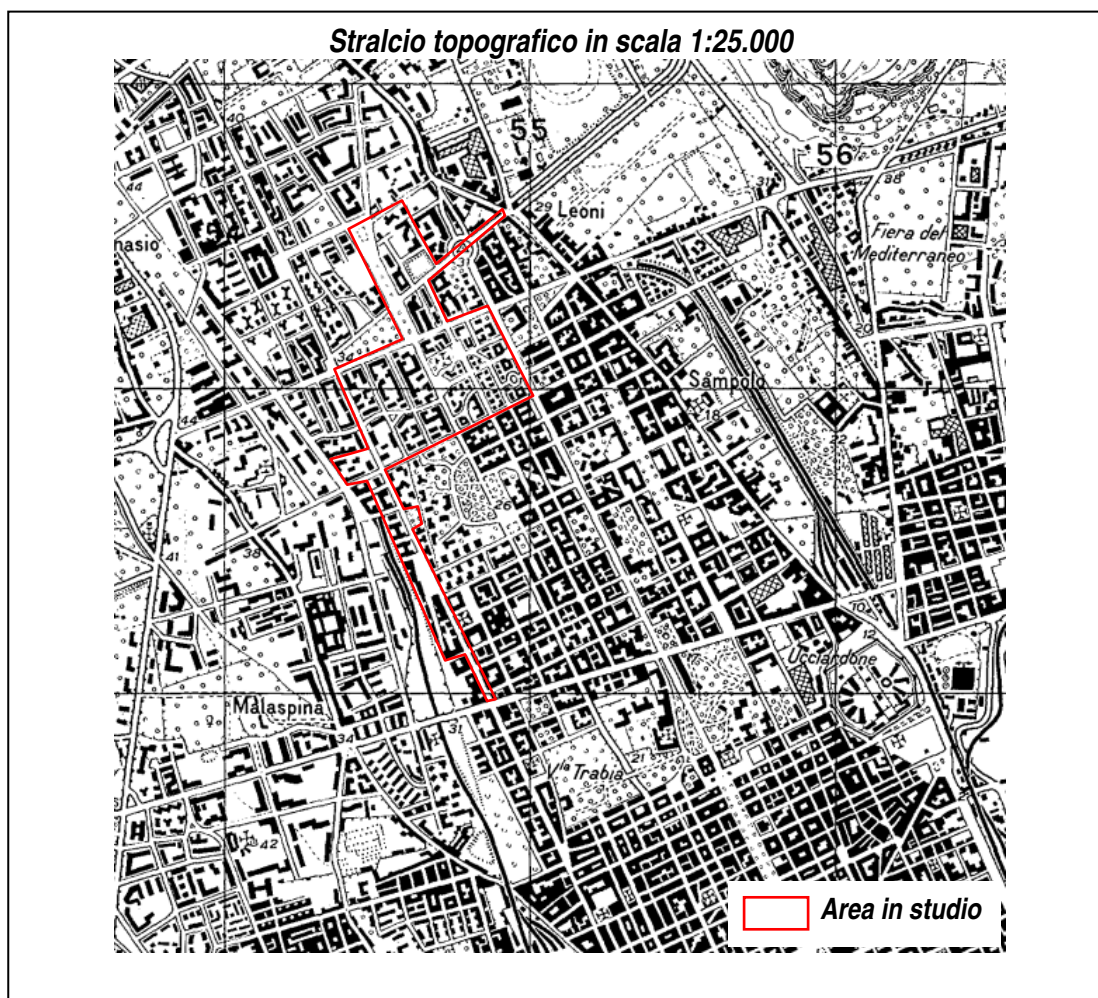
Sarà compito del Progettista, sulla scorta dei dati di seguito riportati effettuare le verifiche e le scelte progettuali così come previsto dalle norme vigenti (parere del Consiglio di Stato n°154 del 02.06.1994 e C.6.2.2.5 Circolare N.T.C. n°617/2009).

Risultano allegati ed inclusi nella presente relazione i seguenti elaborati grafici:

- stralcio topografico in scala 1:25.000;
- carta geologica e geomorfologica in scala 1: 5.000 con ubicazione delle indagini geognostiche consultate e delle indagini sismiche eseguite;
- documentazione fotografica;
- certificati delle indagini sismiche.

## 2. Inquadramento geografico ed opere realizzate

Il quadrilatero cittadino oggetto del presente studio, interessa parte della tavoletta "Palermo", Foglio n°249, quadrante II, orientamento N.E., redatta dall'I.G.M.I. in scala 1:25.000.



In particolare, il settore oggetto dello studio è compreso nella zona settentrionale dell'abitato di Palermo che nell'ultimo trentennio ha subito un'intensa opera di urbanizzazione, con la realizzazione di numerosi edifici a più piani f.t., con carichi di incidenza sui terreni di fondazione molto superiori a quelli previsti in oggetto.

Si tratta di una porzione dell'ampia piana costiera che si apre sul mare a forma di mezzaluna, elevantesi dal livello del mare fino a qualche centinaio di metri, con un andamento NW-SE parallelamente alla

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b>  <b><i>pagina 5 di 63</i></b>
--	---	---

linea di costa, la quale appare delimitata verso l'interno da rilievi carbonatici triassici che spiccano improvvisamente dalla piana con una netta rottura di pendenza.

Complessivamente i terreni presenti nella Piana di Palermo e nei monti che la circondano hanno raggiunto il loro attuale assetto geomorfologico in seguito a vicissitudini geologiche e ad una morfogenesi di epoca plioquaternaria, di cui si dirà in seguito.

Relativamente alle indicazioni di progetto, si riporta di seguito una breve sintesi della relazione tecnica, rimandando per i dettagli tecnici alle tavole ed elaborati progettuali.

Caratteristica peculiare delle odierne progettazioni è la trasformazione del sistema di alimentazione da "serie" a "derivazione" e l'adozione di tecnologie innovative per la diminuzione e la razionalizzazione dei consumi energetici degli stessi impianti.

In quest'ambito si inquadra il presente progetto definitivo relativo al quadrilatero Sciuti Lazio Libertà Notarbartolo, comprendente i punti luce attualmente alimentati dalle cabina serie denominate Rose e Pecoraro, le quali interessano n°273 punti luce esistenti e n°285 nuovi punti luce.

Gli interventi prevedono l'adozione di moderne e più armoniche componentistiche che meglio di quelle presenti si adatteranno alla tipologia ed al tenore abitativo delle aree interessate dal presente progetto.

Per quanto riguarda i vincoli urbanistici, si può affermare che dall'esame dello stralcio di piano regolatore della zona interessata è emerso che la stessa non è sottoposta a vincoli di natura particolare.

Le fasi salienti degli interventi, nelle linee generali, sono:

1. scavi ed interventi edili per l'esecuzione di cavidotti, pozzetti e blocchi di fondazione;
2. installazione dei pali, delle armature stradali e dei quadri elettrici;
3. collocazione dei cavi elettrici e relativi collegamenti con successiva attivazione dei circuiti;
4. dismissione degli impianti esistenti con recupero, ove possibile, della componentistica ancora utilizzabile ai fini della manutenzione.

La tipologia delle lavorazioni effettuate non prevede grosse movimentazioni di materiale scavato e la profondità d'interesse sarà circa un metro dall'odierno piano campagna/stradale.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 6 di 63
--	---	---

### 3. Lineamenti di geologia generale e considerazioni litostratigrafiche

I caratteri geologici e litologici generali dell'area oggetto delle osservazioni saranno di seguito riportati allo scopo di mettere in evidenza gli aspetti di maggiore importanza quali la natura, la giacitura e la struttura dei litotipi presenti.

L'inizio della evoluzione geomorfologica può farsi risalire alla fine del Pliocene, momento in cui inizia l'emersione dell'edificio a falde, impilate dalla precedente tettonica compressiva mio-pliocenica.

Alla fine della fase compressiva pliocenica si instaura un regime tettonico distensivo, caratterizzato da faglie ad alto angolo, che hanno determinato l'altitudine dei rilievi e l'andamento morfologico dei versanti.

Nel prequaternario il tetto del substrato argilloso-marnoso era alquanto irregolare, quale risultato della tettonica plicativa e disgiuntiva pliocenica, che ha dato luogo a nette rotture di pendenza e gradini morfologici e solcato ed eroso da numerosi torrenti che traevano origine dai circostanti rilievi montuosi.

Successivamente, con la trasgressione quaternaria si genera l'ambiente deposizionale delle calcareniti e sabbie, di acque basse e agitate (ambiente neritico infralittorale), con condizioni comunque mutevoli, che si riflettono nella varietà delle litofacies, in dipendenza del regime delle correnti apportatrici di materiali sciolti di differente granulometria, della irregolarità morfologica della formazione di base argillo-marnosa e del regime dei paleofiumi.

Alla fine del Pleistocene medio l'importante fase distensiva della neotettonica avrebbe portato a termine l'emersione dei rilievi che circondano la Piana ed il mare avrebbe modellato la piana costiera, cosicché, dopo l'ultima emersione, i dintorni di Palermo avrebbero assunto l'assetto morfologico attuale.

Nell'ambiente continentale successivamente si viene a sviluppare la rete idrografica che si viene ad incassare nel deposito calcarenitico.

Sulla base di un rilevamento geologico ampiamente esteso e dai dati desunti dalla letteratura tecnica specializzata citata in premessa è stato possibile ricostruire la successione dei terreni nell'ambito del territorio studiato, con particolare riferimento al quadrilatero Sciuti Lazio Libertà Notarbartolo oggetto dell'intervento.

Dall'analisi dei sondaggi meccanici analizzati e di seguito commentati, la serie litostratigrafica in sito si compone dall'alto verso il basso dei seguenti litotipi:

1. terreni di riporto;
2. sabbie limose e limi sabbiosi variamente addensati con intercalazioni di sabbie e ghiaie, livelli di arenarie calcaree, biocalcareni quaternarie, variante cementate.



Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 7 di 63
--	---	---

I “terreni di riporto” appaiono costituiti - a tratti - da depositi continentali recenti frammisti a terre rosse residuali oltre a sfabbricidi accumulati lì nel tempo.

Tale orizzonte è sempre presente, con “potenze” molto variabili in relazione alla superficie topografica originaria, ai livellamenti e/o scavi che si sono succeduti nel tempo.

Dall'analisi dei dati litostratigrafici riportati nella presente, lo spessore di tale orizzonte areati varia, in maniera del tutto casuale da 0,50 m nella zona di ad oltre i 3,00 m.

Le “sabbie limose e limi sabbiosi variamente addensati con intercalazioni di sabbie e ghiaie, livelli di arenarie calcaree, biocalcareni quaternarie, variante cementate”, rappresentano il letto del citato orizzonte areato e sono costituite anch'esse da uno spessore variabile, il quale diminuisce andando dalla costa verso le pendici mesozoiche poste verso Sud.

Questo complesso geologico appare essere composto per lo più da numerose eteropie di facies, che nella successione stratigrafica presentano sequenze litologiche ritmiche, cicliche e talora casuali.

Tali depositi, come detto, sono il prodotto sia delle variazioni glacio-eustatiche del Pleistocene medio-superiore, sia di movimenti orogenetici legati alle fasi neotettoniche, le quali hanno condizionato le fasi di sedimentazione, differenziando i diversi apporti; è, infatti, facile riscontrare variazioni granulometriche sia in senso orizzontale, sia verticale.

Al contrario, dove la sedimentazione è avvenuta in maniera tranquilla, senza i disturbi prima detti, si ha una certa omogeneità nella struttura dei litotipi descritti, con una certa omogeneità strutturale di questi.

Le calcareniti, difatti, si possono presentare da grossolane, a cavernose a ben cementate; talora, invece, a grana fine, ricche di sabbia quarzosa ed in tal caso appaiono come vere e proprie arenarie.

Sovente si presentano in grossi banchi, talora in strati sottili con intercalazioni di straterelli siltitici e presentano variazioni cromatiche che spaziano dal biancastro al giallastro.

In generale, la copertura quaternaria può essere divisa in due litofacies principali trovantesi distintamente nella parte settentrionale della città ed in quella meridionale.

Le prime, costituite da quelle poste più a Nord della città (zona di Monte Pellegrino, Via dei Cantieri, Villa Sperlinga), si presentano biancastre, granulometricamente omogenee, a prevalente contenuto calcitico e con rari livelli argilloso-sabbiosi; sovente risultano tenere e con inclusi noduli più cementati, i quali appaiono avere una distribuzione irregolare e densità varia.

Per circa il 50% risultano costituite da un minuto tritume di fossili a guscio calcareo (lamellibranchi, briozoi, gasteropodi, foraminiferi, ecc.) legato da una matrice calcarea e raramente silicea.

A volte, in corrispondenza dei giunti di stratificazione si hanno sottili strati più cementati che con molta probabilità sono dovuti alla circolazione di acqua vadosa, che seguendo le vie preferenziali di minore resistenza (giunti), solubilizzano i gusci calcarei depositandoli sotto forma cristallina.

In generale, si può notare in tale complesso una isorientazione dei clasti calcitici a spigoli vivi.

Le seconde, trovatesi nella parte meridionale della città, oltre che nella parte Nord-Ovest (Viale Regione Siciliana, Via Uditore, ecc.) si presentano con variazioni laterali e verticali e con notevoli intercalazioni argilloso-sabbiose.

Il colore varia da giallastro a bianco sporco, con cemento calcitico e siliceo, sovente a grana grossa e con sottili livelli arenacei.

Bisogna specificare che in tutto il complesso calcarenitico è sovente, come già detto, una variabilità granulometrica legata all'alternanza continua delle condizioni di sedimentazione, dovuta ad un regime di correnti apportatrici di fanghiglie e al prevalere, talora, di quelle altre che hanno permesso la sedimentazione calcarenitica o sabbiosa o ghiaiosa.

In generale, quindi, l'ambiente di sedimentazione di tali materiali doveva essere di acque basse ed agitate (ambiente neritico-infralitorale), dove le correnti rimaneggiano di continuo il materiale deposto, producendo varie laminazioni ed apportando nuovo materiale ghiaioso e sabbioso.

Inoltre, l'azione delle descritte correnti marine ha favorito il trasporto dei gusci dei molluschi che si sono così accumulati in livelli caratteristici o in nidi e ha favorito e potenziato la minuziosa triturazione dei molti molluschi che arrivavano in quel ambiente deposizionale.

Circa lo spessore di tale deposito quaternario, da quanto riportato in letteratura tecnica, questi non risulta inferire ai 30 metri dal piano campagna.

Infine, laddove viene investigato il bedrock (-20 e -45 m dal p.c. rispettivamente nei sondaggi S.M.12 e S.M.2), questi risulta costituito principalmente dalle argilliti della Formazione geologica nota come Flysch Numidico (Oligocene- Miocene) all'interno delle quali è sovente presenta arenaria quarzosa in banchi decimetrici.

Nel dettaglio, si riportano di seguito le schematizzazioni delle stratigrafie consultate e riportate in carta geologica.

La nomenclatura adottata la sigla S.M. seguita da un numero che ne indica non l'ordine temporale di esecuzione il quale risulta essere del tutto casuale. Nel dettaglio si ha:

<b>SM1</b>	0,0	-	0,5	m	riporto (R)
	0,5	-	21,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)

<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <hr/> <b><i>pagina 9 di 63</i></b>
---	---	---

<b>SM2</b>	0,0	-	0,7	m	riporto (R)
	0,7	-	22,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
	22,0	-	45,0	m	sabbia (S)
	45,0	-	47,0	m	argilla (FN)
<b>SM3</b>	0,0	-	3,0	m	riporto (R)
	3,0	-	9,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
<b>SM4</b>	0,0	-	1,0	m	riporto (R)
	1,0	-	5,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
<b>SM5</b>	0,0	-	2,0	m	riporto (R)
	2,0	-	4,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
<b>SM6</b>	0,0	-	2,0	m	riporto (R)
	2,0	-	4,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
<b>SM7</b>	0,0	-	5,0	m	riporto (R)
	5,0	-	8,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
<b>SM8</b>	0,0	-	1,0	m	riporto (R)
	1,0	-	24,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
	24,0	-	37,0	m	sabbia (S)
<b>SM9</b>	0,0	-	1,8	m	riporto (R)
	1,8	-	15,1	m	calcarenite variamente cementata (CL)
	15,1	-	20,0	m	sabbia (S)
<b>SM10</b>	0,0	-	2,0	m	riporto (R)
	2,0	-	20,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
<b>SM11</b>	0,0	-	1,5	m	riporto (R)

	1,5	-	20,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
<b>SM12</b>	0,0	-	20,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
	20,0	-	21,0	m	argilla (FN)
<b>SM13</b>	0,0	-	2,7	m	riporto (R)
	2,7	-	13,7	m	calcarenite variamente cementata (CL)
	13,7	-	16,0	m	sabbia (S)
<b>SM14</b>	0,0	-	2,2	m	riporto (R)
	2,2	-	15,0	m	calcarenite variamente cementata (CL)
	15,0	-	18,0	m	sabbia (S) e limo sabbioso (LS)

Dall'analisi dei dati stratigrafici fin qui riportati è possibile definire che è presente con una certa continuità uno spessore di "terreno areato" (terreni di riporto), generalmente di riporto posto sui litotipi afferenti al pleistocene superiore, i quali, difatti, costituiscono in bedrock delle opere di interesse in considerazione del fatto che l'intervento proposto interesserà profondità massime di interesse di un metro dall'odierno p.c..

Inoltre, i litotipi pleistocenici risultano disposti su un bedrock geologico costituito dai litotipi alla Formazione del Flysch Numidico, la quale è rinvenibile a varie quote (in considerazione dell'originaria superficie di deposizione/erosione) ma comunque non inferiore a 20 m dall'odierno p.c.

Da tutto ciò, appare abbastanza intuitivo che risulta alquanto improbabile poter definire lo spessore di terreno areato presente in un determinato settore, come pure la sua assenza, in quanto tale variabile risulta legata sia all'originaria superficie di erosione pleistocenica, sia ai livellamenti antropici succedutesi nel tempo per dare vita all'odierno assetto cittadino.

Tuttavia, è possibile affermare che tale incertezza - in relazione alle opere da realizzare - non risulta pregiudizievole per una corretta definizione del progetto, a patto che si tengano vengano cautelativamente presi in considerazione come terreni di fondazione dei pali da installare i "terreni areati" e che si inserisca una percentuale di scavo in roccia arenacea mediamente cementata, di natura calcarenitica, ipotizzabile in un 30% degli scavi totali, così come sarà detto più adeguatamente nell'opportuno paragrafo.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 11 di 63
--	---	--

#### 4. Lineamenti geomorfologici ed idrografia superficiale

A scala macroscopica, il quadrilatero cittadino oggetto di studio interessa la vasta spianata denominata "Piana di Palermo", che si estende fino alla linea di costa e risulta essere contornata alle spalle da rilievi carbonatici triassici, noti in letteratura come "Monti di Palermo".

I morfotipi che costituiscono il substrato dell'area in studio, oltre che quelli interessanti quasi l'intera piana, sono legati all'azione geomorfologica del mare del Pleistocene medio-superiore che ha ripetutamente invaso quest'area, lasciando come tracce evidenti la grande spianata quaternaria.

Tale spianata è il prodotto dei vari abbassamenti eustatici del livello marino avvenuti, come già detto, nel Pleistocene e dei movimenti orogenetici a cui è stata sottoposta l'area in studio in tempi successivi.

In seno ai litotipi pleistocenici, caratteristici dell'area in studio, è possibile rinvenire, nella parte più superficiale, delle "tasche" di erosione riempite da paleosuoli ("terre rosse"), di colore dal rosso cupo al vinaccio, le quali sono apparse evidenti in alcune sezioni artificiali di scavo prossime al settore di interesse.

Nel complesso, bisogna precisare che, in considerazione del fatto che l'area è fortemente urbanizzata, non si è potuto indagare direttamente l'andamento della superficie topografica originaria e le evoluzioni morfogenetiche subite dalla stessa.

La morfologia della Piana di Palermo, caratterizzata da una generale regolarità con pendenza dell'ordine dei 10-15°, rappresenta il risultato sia dell'azione del mare quaternario che di quella dei corsi d'acqua che la incidevano più o meno profondamente.

Ciò non di meno, dai sopralluoghi effettuati e dalla consultazione della letteratura tecnica specializzata già citata in premessa, si è rilevato un ambiente morfologico abbastanza tranquillo ed un'attività morfogenetica da nulla a molto ridotta, riconducibile, laddove non sono presenti opere di urbanizzazione, a localizzati fenomeni di erosione causata dall'acqua piovana battente.

Dal punto di vista idrografico, gli elementi che hanno lasciato tracce morfologiche nel vecchio tessuto urbano di Palermo – oggi quasi totalmente ricolmate - sono le antiche vallate dei "Fiumi Kemonia e Papireto", e quella attuale del "Fiume Oreto" che costituisce ancora un elemento vivo nella idrografia della piana.

Il "Kemonia", detto anche "Fiume del Maltempo", lambiva l'attuale via Roma, attraverso un breve percorso che oggi coincide con le vie Castro, Ponticello, Calderai. La sua vallata doveva avere un'ampiezza notevole, ma il suo sviluppo longitudinale era molto breve.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 12 di 63
--	---	--

Il “Papireto”, o “Fiume della Conceria”, aveva origine nella grande depressione di Denisinni ed arrivava al mare attraverso la depressione ancora oggi identificabile nel centro storico nelle Piazze San Cosimo, Monte di Pietà, S. Onofrio, Caracciolo.

Ancora una serie di canali attraversano la Piana, tra i più importanti dei quali il “Canale Passo di Rigano”, rinterrato in epoca recente che dalle pendici di “S. Martino delle Scale” attraversa le borgate di Boccadifalco, Passo di Rigano, Uditore e, più a valle, attraversa la parte nord della città, per scaricare direttamente al di fuori del Molo Nord del Porto, dopo avere attraversato Piazza Ucciardone.

Altro canale importante che attraversa la Piana di Palermo è il “Canale Boccadifalco”, costruito dopo l'alluvione del Febbraio 1931 a protezione della città, il quale scarica le acque del “Vallone Paradiso” e del “Vadduneddu” direttamente nel “Fiume Oreto”, all'altezza del “Ponte Corleone”.

Da qui, la configurazione della rete idrografica attuale nella Piana è il risultato delle numerose modificazioni naturali ed artificiali avvenute anche in tempi recenti a seguito di opere di bonifica.

Un elemento geomorfologico molto importante che interessa la Piana di Palermo ed in particolar modo il centro cittadino è la diffusa presenza di cavità naturali ed artificiali nel sottosuolo, che condizionano notevolmente il comportamento dei terreni di fondazione.

Le cavità naturali, di varie dimensioni e forma, si sono prodotte nel tempo dal lungo fluire di acque sotterranee nella formazione calcarenitica e presentano una distribuzione irregolare.

Nella maggior parte dei casi tali cavità hanno forma lenticolare e si sono originate a causa delle acque circolanti che asportavano localmente gli intervalli sabbiosi della formazione lasciando i vuoti tra un bancone e l'altro di calcarenite ben cementata.

Tra le numerose cavità naturali di Palermo alcune hanno un'origine carsica. Per esempio lungo la circonvallazione, nei pressi di S. Lorenzo, si localizza una vasta rete di meandri e grotte carsiche, non ancora del tutto esplorate, che si sviluppano per centinaia di metri a cavallo della nuova circonvallazione in prossimità di “Villa Malatacca”.

Tra le cavità antropiche sono da citare i “qanat”, ossia antichi acquedotti del periodo arabo, scavati secondo lunghe gallerie debolmente inclinate, larghe non più di 40 cm ed alte circa 3-4 m, poste a profondità tale da intercettare la falda idrica; tali gallerie avevano la funzione di convogliare le acque dalle campagne verso la città.

Altre cavità antropiche nel sottosuolo di Palermo sono date da antiche cave di pietra in galleria (“muchate”) risalenti al periodo arabo.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b>pagina 13 di 63</b>
--	---	---

Tali cave iniziavano con lo scavo di una grande fossa di servizio e dal fondo di essa si penetrava nel sottosuolo attraverso gallerie orizzontali, le cui volte sono sostenute da pilastri quadrangolari, seguendo l'andamento degli strati calcarenitici idonei.

Oggi si rinviene un labirinto di lunghe gallerie disposte su uno o due livelli e le acque di falda rappresentano il limite massimo dello sfruttamento.

I dati oggi disponibili consentono di delimitare alcune zone in città dove esse sono maggiormente diffuse e, precisamente, nella zona settentrionale tra "Monte Pellegrino", via "E. Restivo" e "P.zza Ucciardone". Altre sono localizzate nella "Zona Oreo", le quali si sviluppano tra "Corso Tukory" e "Via Monfenera" fino a raggiungere il cimitero di "S. Spirito".

Infine, pare che altre cave siano diffuse nella zona compresa tra "Via P.pe di Palagonia" e "Via Leonardo da Vinci".

Esistono, inoltre, altri tipi di cavità sono riscontrabili nel sottosuolo di Palermo, quali pozzi a pianta circolare o quadrata o ancora rettangolare, cavità a imbuto, le quali, con una stretta imboccatura a pozzo, lunga qualche metro, si allargano in un'ampia cavità sotterranea a forma di imbuto rovescio, in genere di forma circolare e diametro pari a diversi metri, cavità cilindriche a pozzo o caverne.

Si tratta per tutte di cavità di natura antropica il cui utilizzo è attribuibile a svariate funzioni quali pozzi idrici, granai, zone di estrazione di materiali per l'edilizia o altro ancora, così come le cavità interessanti le antiche aree cimiteriali della necropoli punica, consistente in centinaia di camere sepolcrali rinvenute nel sottosuolo cittadino su ambo i lati di "Corso Calatafimi", tra "Piazza Indipendenza" e "Via Cuba". Si tratta di piccole camere ipogeiche isolate, alte mediamente 1,65 m, a pianta quadrata o rettangolare.

In conclusione, gli innumerevoli studi condotti sulla Piana di Palermo, con in primis il Piano Regolatore cittadino, hanno permesso solo di contraddistinguere alcune aree ove è probabile rinvenire cavità sotterranee antropiche assimilabili ai "qanat", alle "muchate" e alle antiche sepolture, mentre per quanto riguarda tutte le altre cavità antropiche è possibile affermare che il loro rinvenimento è stato spesso dovuto a circostanze del tutto casuali.

Da qui se ne deduce che, in considerazione della vasta presenza di cavità nel sottosuolo cittadino, per poter affermare con esattezza ove siano ubicate le cavità e poterne definire le geometrie spaziali e la profondità di rinvenimento, si dovrebbe condurre uno studio geognostico e sismico molto esteso interessante l'intero tessuto urbano, oltre a rilevamenti speleologici di dettaglio, che, ovviamente, in considerazione della vastità del territorio e per il fatto che lo stesso risulta fortemente urbanizzato avrebbero costi molto elevati.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b>pagina 14 di 63</b>
--	---	---

Si precisa, che l'ubicazione delle indagini sismiche eseguite è stata operata in quei settori – non edificati – e presunti critici per la forte presenza di cavità sotterranee. Tutti i sondaggi eseguiti hanno mostrato non risentire di eventuali cavità sotterranee, tranne il SS10 eseguito nei pressi di Piazza Leoni che ha evidenziato la presenza di una cavità a pochi metri dal p.c.; di ciò si dirà più precisamente in seguito allorché saranno analizzate le curve dei rilievi effettuati.

In conclusione, è possibile affermare che in virtù della tipologia delle opere da realizzare, visti i litotipi che costituiscono la sede naturale delle cavità, i limitati carichi in fondazione e l'incidenza superficiale che le opere eserciteranno sui terreni di fondazione, gran parte delle suddette opere non interferirà con le cavità presenti nel sottosuolo, le quali - laddove presenti (tranne per rare eccezioni) - mostrano, comunque, una zona di calotta di spessore di alcuni metri, capace di dissipare senza alcuna difficoltà i carichi trasmessi.

Nella tavola tematica redatta ("Carta Geologica e Geomorfologica") è riportata con una campitura quadrettata l'area interessata da "potenziali cedimenti del suolo e crolli delle volte per la presenza di cavità antropiche presenti nel sottosuolo", la quale è riferita alle indicazioni presenti nel Piano Regolatore cittadino.

Infine, come si può osservare l'area campita ed interessata da "possibili cavità" riguarda unicamente una parte dell'area di progetto e precisamente quella compresa tra la zona di Viale Campania e la Via Principe di Paternò, escludendo dalla stessa alcuni settori più occidentali.

Per maggiori dettagli si rimanda alla cartografia tematica citata ed allegata alla presente.



Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 15 di 63
--	---	--

## 5. Lineamenti di idrogeologia

Com'è noto, la "permeabilità" delle rocce è uno dei fattori principali di condizionamento della circolazione delle acque in sottosuolo; in tal senso, assumono rilevante importanza la litologia, i fenomeni di alterazione superficiale ed in grande i movimenti tettonici, fattori che appaiono essere in stretta correlazione con le proprietà idrogeologiche delle differenti Formazioni rilevate in un determinato territorio.

Pertanto, in relazione ai suddetti fattori ed in considerazione della intrinseca "permeabilità" dei litotipi presenti, cioè dell'attitudine che hanno gli stessi nel lasciarsi attraversare dalle acque di infiltrazione efficace, è possibile classificare le rocce in differenti raggruppamenti:

- rocce impermeabili, nelle quali non hanno luogo percettibili movimenti d'acqua per mancanza di meati sufficientemente ampi attraverso i quali possono passare, in condizioni naturali di pressione, le acque di infiltrazione;
- rocce permeabili, nelle quali l'acqua di infiltrazione può muoversi o attraverso i meati esistenti fra i granuli che compongono la struttura della roccia (permeabilità per porosità e/o primaria), o attraverso le fessure e fratture che interrompono la compagine della roccia (permeabilità per fessurazione e fratturazione e/o secondaria).

Inoltre, in alcuni litotipi si manifesta una permeabilità "mista", dovuta al fatto che rocce aventi una permeabilità primaria, sottoposte a particolari genesi, acquistano anche quella secondaria.

I litotipi affioranti nell'area di interesse e quelli presenti in un ampio intorno, sono rappresentati, come detto, dal complesso pleistocenico caratterizzato da alternanze di sabbie limose e limi sabbiosi variamente addensati con intercalazioni di sabbie e ghiaie, livelli di arenarie calcaree, biocalcareni quaternarie, variante cementate.

Questi presentano un buon grado di permeabilità primaria, variabile da valori medi ad elevati, la quale tende a ridursi laddove si rinvengono le intercalazioni di materiale pelitico.

La presenza di detto materiale pelitico, oltre alle variazioni granulometriche orizzontali e verticali (eteropie di facies) all'interno di tale Formazione, fanno sì che il coefficiente di trasmissività - in alcuni tratti - appare avere valori variabili in un range ampio e, così, la circolazione idrica risulta alquanto articolata.

In generale, però, tale Formazione, a scala macroscopica, può essere definita "omogenea ed isotropa", per cui i valori di permeabilità che saranno di seguito riportati potranno essere considerati validi per tutto il litotipo.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b>pagina 16 di 63</b>
--	---	---

Per il fatto che tali litotipi presentano valori di permeabilità variabili in un ampio spettro - con valori da medi ad elevati - e considerati i bassi valori di pendenza della piana quaternaria, che fanno aumentare notevolmente il tempo di corrivazione delle acque superficiali, si rinvergono, con notevole frequenza, circolazioni più o meno sviluppate di acqua nel sottosuolo dove i depositi assumono modesti spessori, e accumuli consistenti ("falde freatiche") dove questi presentano spessori maggiori.

L'alimentazione di detta falda, la quale è sovente presente tra i dieci e quindici metri dal p.c., rappresentata nella cartografia tematica allegata alla presente con le isofreatiche, è dovuta, oltre che alle acque proprie di infiltrazione efficace, anche agli scoli dei massicci carbonatici triassici presenti nelle zone poste a Sud.

Circa i parametri ed il grado di permeabilità, possono essere utilizzati valori, in ordine di grandezza, provenienti da analisi effettuate su campioni di analoga facies petrografica, integrati con valori desumibili dalla consultazione della letteratura tecnica specializzata; tali ordini di grandezza risultano spaziare nel range caratteristico di  $10^{-1}$  -  $10^{-3}$  cm/s.

Si precisa che in considerazione della tipologia di opere da realizzare e della profondità di rinvenimento della falda freatica, si escludono interferenze tra la suddetta falda e le opere stesse.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 17 di 63
--	---	--

## 6. Considerazioni litotecniche, macrozonazione e microzonazione sismica dei terreni di fondazione

La successione dei terreni che caratterizzano il quadrante cittadino di cui al presente studio, da quanto rilevato dalle indagini dirette ed indirette consultate ed effettuate (già descritta nei precedenti paragrafi), è costituita da un variabile spessore di “terreni di riporto” (“di copertura”) sovrastante i litotipi riferibili al “Complesso pleistocenico”, costituiti da alternanze di “sabbie limose e limi sabbiosi variamente addensati con intercalazioni di sabbie e ghiaie, livelli di arenarie calcaree, biocalcareni quaternarie, variante cementate”.

La variabilità degli spessori dei “terreni di copertura” dipende principalmente dall’originario andamento della superficie di deposizione su cui questi oggi si trovano adagiati e dai livellamenti che sono stati effettuati nel tempo al fine di definire l’odierna superficie cittadina. Da qui, ovviamente, l’incertezza nel poter definire univocamente lo spessore dei terreni di copertura, il quale sarà stimato attraverso triangolazioni di piccole aree poste tra sondaggi vicini.

Pertanto, considerata la natura dei terreni costituenti la successione litostratigrafica, sia per quanto attiene i cosiddetti terreni di copertura (antropici) sia per i depositi plio-pleistocenici (sedimentati in ambiente continentale o di transizione), a causa della complessità sedimentologica, della variabilità del grado di addensamento, consistenza e cementazione, non è possibile definire una parametrizzazione meccanica unitaria, ma piuttosto si dovrà necessariamente classificarli in un range.

In seguito, il Progettista, in base alle sue conoscenze e alle scelte di elaborazione dei dati (trattazione probabilistica o statistica) effettuerà le opportune scelte progettuali così come prescritto al C.6.2.2.5 Circolare N.T.C. n°617/2009.

Nelle linee generali si distinguono le seguenti Unità litotecniche:

- terreni di copertura:
  - depositi di copertura recenti ed attuali, costituiti da terreni di riporto e/o limi residuali. Solitamente si presentano come sabbia limosa e limo sabbioso di colore bruno-nerastro o giallo-rossastro con inclusi ghiaia a spigoli vivi, frammenti di laterizi e sfabbricidi e contenuto organico;
- litotipi di substrato:
  - sabbia a grana medio fina, sovente limosa, di colore da biancastro a giallo ocra, talora debolmente cementata o addensata, contenente noduli calcarenitici e/o sottili livelli di calcarenite ben cementata e calcarenite bioclastica a grana media e/o granulare, a zone vacuolare, di colore giallastro e biancastro, con grado di cementazione variabile, e/o a noduli ben cementati, da ben cementata e

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b>pagina 18 di 63</b>
--	---	---

lapidea a debolmente cementata, tenera e talora friabile, in strati di spessore centimetrico e decimetrico alternati a subordinati e sottili livelli sabbiosi.

Possiamo quindi dedurre come sia ardua una classificazione univoca per i terreni di riporto, in quanto questa dipende puntualmente dai materiali li depositati, addensati, ecc, mentre facendo riferimento al sistema di classificazione proposto dall'AGI (Associazione Geotecnica Italiana, 1977) l'unità litotecnica di substrato può essere inquadrata come una roccia "strutturalmente complessa", ove sia la composizione granulometria, sia la cementazione e l'addensamento, sia i sistemi fratturativi e fessurativi presenti ne condizionano il comportamento.

Da ciò, per quanto riguarda i "terreni di substrato", pur essendo presenti materiali che da un punto di vista geotecnico si presentano da "coerenti" a "scarsamente coerenti" a "sciolti", si suggerisce, ai fini della definizione del modello geomeccanico del sottosuolo, di utilizzare soltanto il terzo raggruppamento. In generale, come detto, tale complesso è costituito di "rocce esogene" (sedimentarie) di natura meccanica (rocce clastiche), provenienti dal disfacimento di Formazioni calcaree, dolomitiche, arenacee ed in parte da Formazioni argillose fortemente preconsolidate.

L'arrotondamento degli elementi grossolani non è uniforme; ciò è dovuto alla composizione mineralogica della roccia dalla quale il materiale ha tratto origine, ed ai successivi processi di trasporto e deposito.

Da qui, l'arrotondamento risulta strettamente legato alla durata e alla modalità con le quali i materiali in questione sono stati trasportati dal punto di origine al luogo in cui si trovano attualmente.

Per avere utili indicazioni sul comportamento meccanico di tali materiali si è fatto riferimento ai risultati delle sperimentazioni eseguite in materiali simili riportati nella letteratura tecnica specializzata e su prove fatte eseguire dallo scrivente su materiali similari.

Le ricerche effettuate si riferiscono all'esecuzione di prove di laboratorio su campioni ed a prove e misure in sito su rocce sciolte a grana grossa di varia origine (depositi fluviali, glaciali, conglomeratici ecc.).

Da tali studi appare evidente che il comportamento meccanico di tali materiali dipende principalmente dalla loro composizione granulometrica, dalla forma e natura dei grani, dalla tessitura del deposito, dall'indice di addensamento ( $D_r$ ) e dal contenuto d'acqua. In particolare le prove di rottura per compressione triassiale hanno fornito valori dell'angolo di attrito che hanno raggiunto anche i  $37^\circ$  in funzione del grado di addensamento ( $D_r$ ), mentre la coesione è risultata avere valori molto scarsi e prossimi alla mezza tonnellata per metro quadrato.

Con riferimento ai risultati delle citate sperimentazioni, tenuto conto dell'eterogeneità dei depositi e del loro grado di addensamento, è possibile ricostruire un quadro dei range di variazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei suddetti materiali :

Unità	Litotipo	Parametri fisico-meccanici			
		$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	$c'$ t/m <sup>2</sup>	$\phi'$ (°)	$E$ t/m <sup>2</sup>
Terreni di copertura	riporto e terreno colluviale	1,8-1,9	0	17-21	0,5 - 2
Terreni di substrato	sabbia limosa e sabbia	1,8-2,0	0-2	24-32	3 - 4
Terreni di substrato	arenaria variamente cementata	2,0-2,1	1-8	27-34	4 - 8

Si precisa che i dati su riportati sono la sintesi di risultanze di dati provenienti dall'analisi dei dati di letteratura e di prove sperimentali su campioni di roccia di analoga facies petrografica.

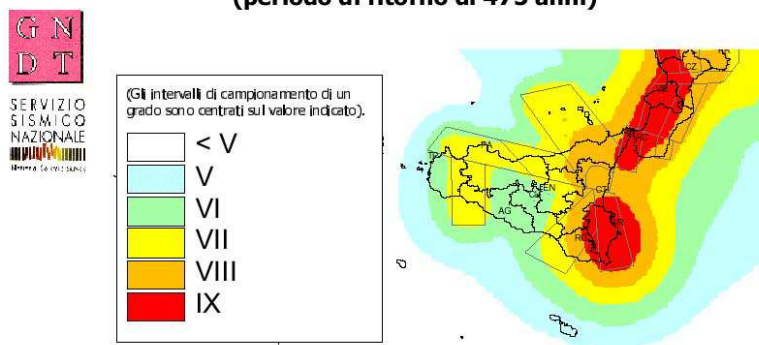
Il Progettista sulla scorta delle proprie esperienze e dei dati in suo possesso opererà la migliore scelta così come previsto dalla normativa vigente citata in precedenza.

Da uno studio relativo alla "macrozonazione sismica" della regione Calabro - Siciliana, basato sull'analisi storica dei terremoti registrati dal 1783 al 1973, si evince che il territorio comunale di "Palermo" ricade in una zona caratterizzata da intensità macrosismica (riferita alla scala Mercalli Modificata M.C.S.) compresa tra il VI ed il VII grado:

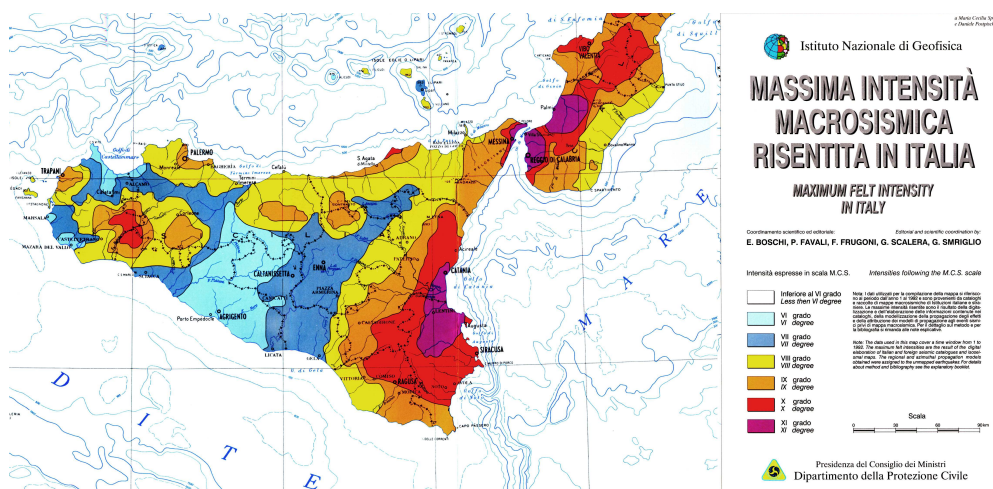
## CARTE DI PERICOLOSITA' SISMICA 1999

D. Albarello, V. Bosì, F. Bramerini, A. Lucantoni, G. Naso, L. Peruzza, A. Rebez, F. Sabetta, D. Slejko

**Valori di intensità MCS**  
**con una probabilità di superamento del 10 % in 50 anni**  
**(periodo di ritorno di 475 anni)**



Di seguito si riportano la scheda relativa alla macrozonazione sismica di Sicilia e Calabria e la scheda relativa alla relazione terremoti % E Imax misurato nella scala M.C.S..



L'OPCM n°3274 del 20.03.03 riclassifica il territorio nazionale in quattro zone sismiche, a seconda della probabilità ed intensità dell'evento sismico, riferite ai valori di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello "spettro di risposta elastica ag". Ciascuna zona è individuata secondo valori di "accelerazione di picco orizzontale del suolo ag", con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. In tale quadro, il territorio del Comune di "Castronovo di Sicilia" ricade in "zona sismica 2" con valori di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello "spettro di risposta elastica pari a 0,25 g".

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 recante "Norme tecniche per le costruzioni" l'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite, viene definita partendo dalla "pericolosità sismica" di base del sito di costruzione e non più riferendosi ad una "zona sismica territoriale".

In dettaglio, si riporta la Deliberazione della Regione Sicilia n°408/2003, a seguito del recepimento dell'Ordinanza P.C.M. n°3274/2003, nella quale il comune di "Palermo" risulta caratterizzato dalla seguente classificazione sismica:

Categoria secondo la classificazione sismica precedente (ante 1984)	Classificazione sismica secondo L'O.P.C.M. n°3274/2003	Nuova classificazione sismica della Regione Sicilia
II	2	2

Da ciò, ai sensi della nuova normativa (D.M. 14 gennaio 2008) la "pericolosità sismica" è intesa come accelerazione massima orizzontale ag in condizioni di campo libero su suolo rigido (di "Categoria di sottosuolo A"; NTC, cap. 3.2.2), con superficie topografica orizzontale, ma è definita anche in termini di ordinate dello "spettro di risposta elastico in accelerazione Se (T)" ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel "periodo di riferimento PVR", come definite nelle NTC cap.3.2.1, nel "periodo di riferimento VR", come definito nel cap. 2.4.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 21 di 63
--	---	--

Ai fini delle NTC le “forme spettrali” sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel “periodo di riferimento PVR”, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale: “ag - accelerazione orizzontale massima” al sito; “Fo - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale”; “T\*C - periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale”.

In particolare alla città di Palermo in tempi storici questa è stata ripetutamente interessata da sismi che hanno causato talvolta danni alle strutture abitate più vecchie e fatiscenti ed i cui epicentri sono collegati alle aree sismogenetiche del Belice, della Catena Costiera Siliciana (Madonie e Nebrodi) e del Tirreno meridionale.

I terremoti storici più significativi, che hanno arrecato forti risentimenti e danni alla città di Palermo, risalgono al 1726 (più distruttivo - VIII-IX grado MCS) 1693, 1726, 1823, 1940, 1968 e 2002.

Ad esclusione degli eventi del 1693 e del 1968, derivanti dalle aree sismogenetiche, rispettivamente, del catanese e del Belice, gli altri quattro eventi sono collegati ad una fascia di sismicità crostale orientata parallelamente alla costa settentrionale della Sicilia, localizzata tra la fascia costiera ed il Tirreno Meridionale.

In virtù di quanto previsto in normativa, per quanto attiene la “microzonazione sismica” si è passati alla esecuzione di un’indagine geofisica programmata che di seguito viene descritta per metodologia utilizzata e analisi dei risultati al fine di poter definire la presenza di particolari rifrattori e la “Categoria di suolo”.

Relativamente all’indagine eseguita, questa è stata realizzata avvalendosi del metodo sismico che utilizza l’acquisizione del “rumore sismico” di fondo (“noise”) come funzione di eccitazione.

Dai primi studi di “Kanaï” (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l’informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito.

Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell’uso è quella dei “rapporti spettrali” tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (“Horizontal to Vertical Spectral Ratio”, HVSR o H/V), proposta da “Nogoshi e Igarashi” (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della “frequenza fondamentale di risonanza” del sottosuolo (“Field e Jacob”, 1993; “Lachet e Bard”, 1994; “Lermo e Chavez-Garcia”, 1993, 1994; “Bard”, 1998; “Ibsvon Seht e Wohlenberg”, 1999; “Fah et al.”, 2001; solo per citarne alcune).

La “frequenza fondamentale di risonanza” (fr) dello strato i-esimo relativa alle onde S è pari a:

$$f_r = V_{si\text{-esimo}}/4H \quad (1)$$

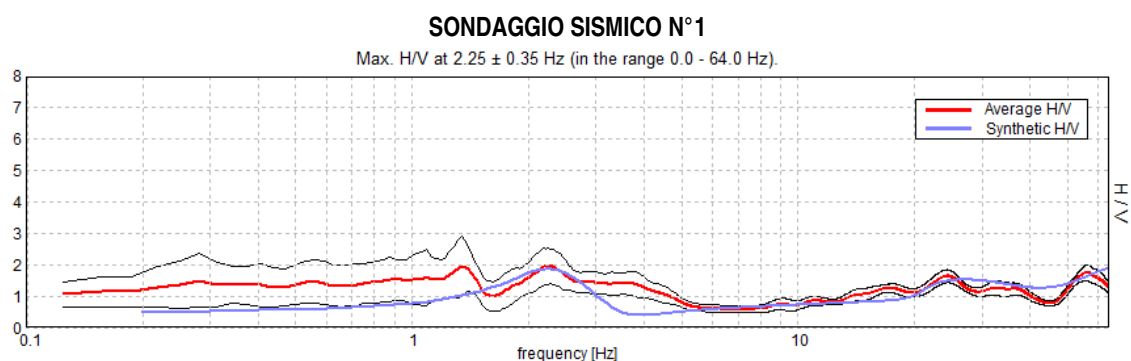
L’analisi H/V permette pertanto di identificare i “contrast di impedenza” tra strati, la successiva determinazione della velocità delle “onde S” fino a profondità notevoli (ben oltre i 100 m di profondità) e

strettamente dipendenti dallo spazio temporale di acquisizione; quindi l'elaborazione del Vs30, avviene attraverso una formulazione specifica adottando come punto di partenza la relazione (1) sopra riportata.

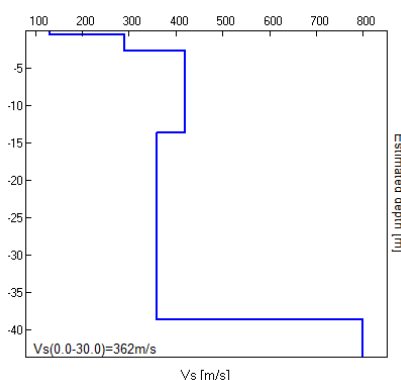
Le misure di "microtremore ambientale" sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato per l'acquisizione del "rumore sismico".

Lo strumento (Tromino®, Micromed SpA, 10 x 7 x 14 cm per 1 kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz e per una finestra temporale di 20 minuti.

Il fitting delle tracce eseguite (sotto riportate) ha permesso di localizzare le seguenti discontinuità sismostratigrafiche:

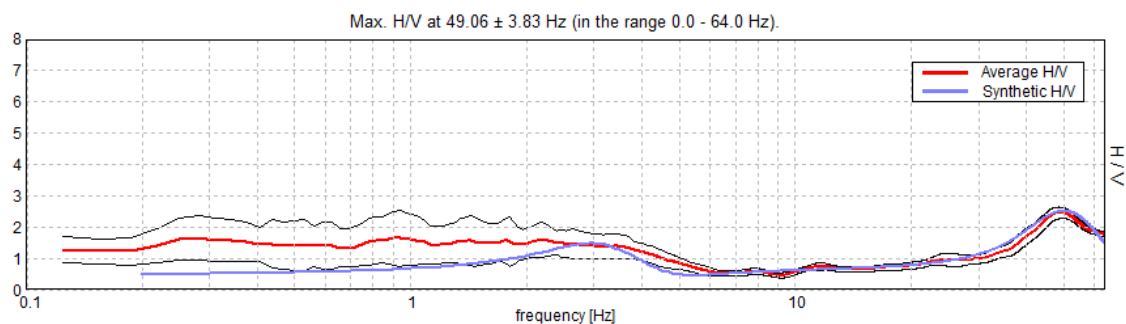


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.50	0.50	130
2.60	2.10	290
13.60	11.00	420
38.60	25.00	360
inf.	inf.	800

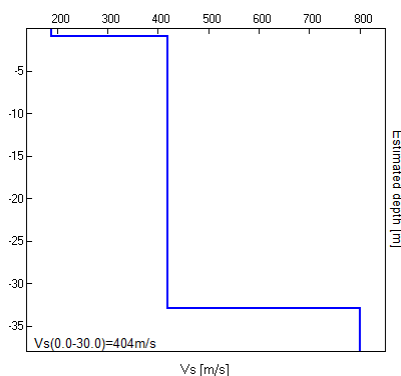


## SONDAGGIO SISMICO N°2

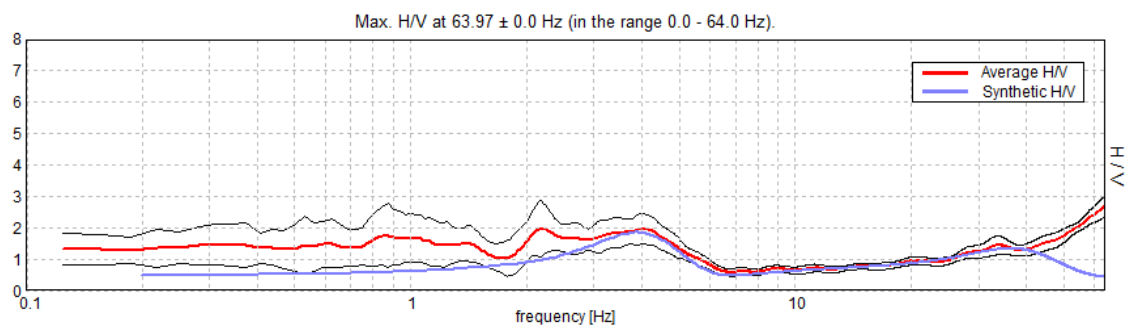




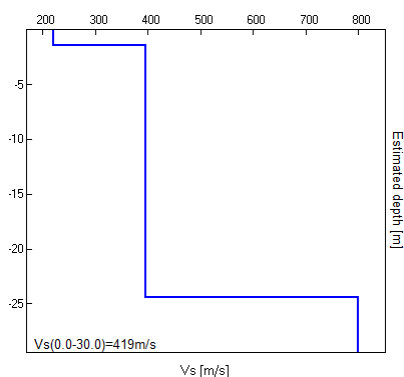
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.95	0.95	190
32.95	32.00	420
inf.	inf.	800



### SONDAGGIO SISMICO N°3

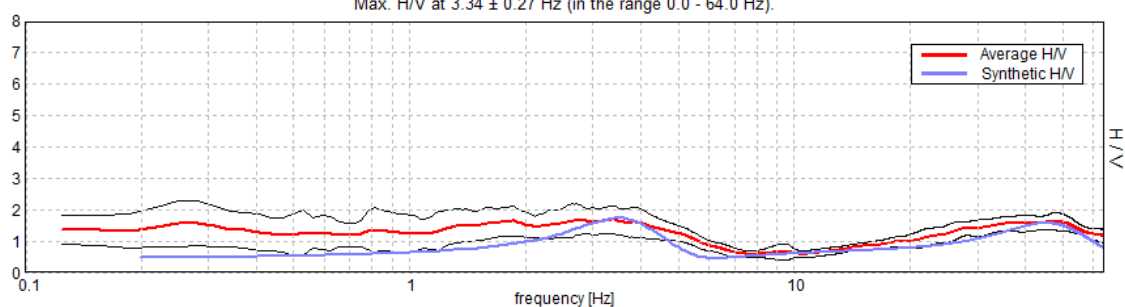


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.40	1.40	220
24.40	23.00	395
inf.	inf.	800

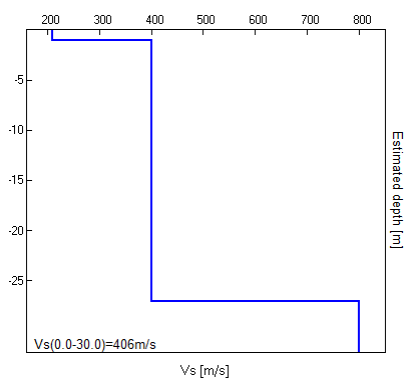


#### SONDAGGIO SISMICO N°4

Max. H/V at  $3.34 \pm 0.27$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

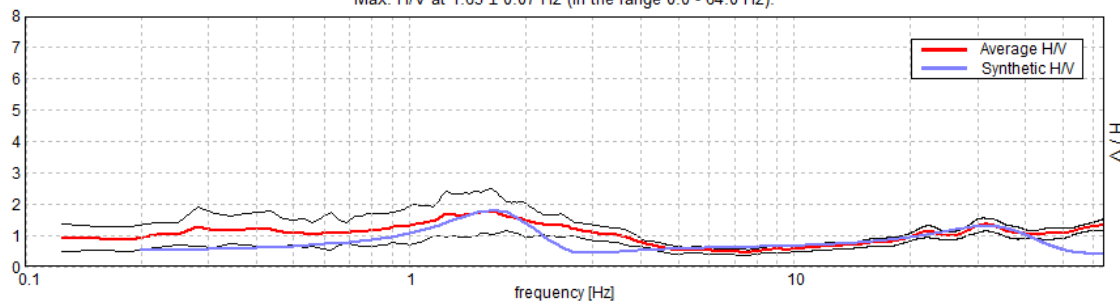


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.10	1.10	210
27.10	26.00	400
inf.	inf.	800

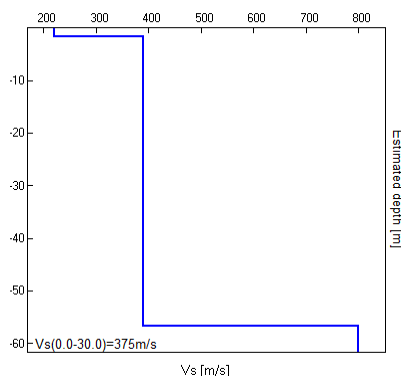


### SONDAGGIO SISMICO N°5

Max. H/V at  $1.63 \pm 0.07$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

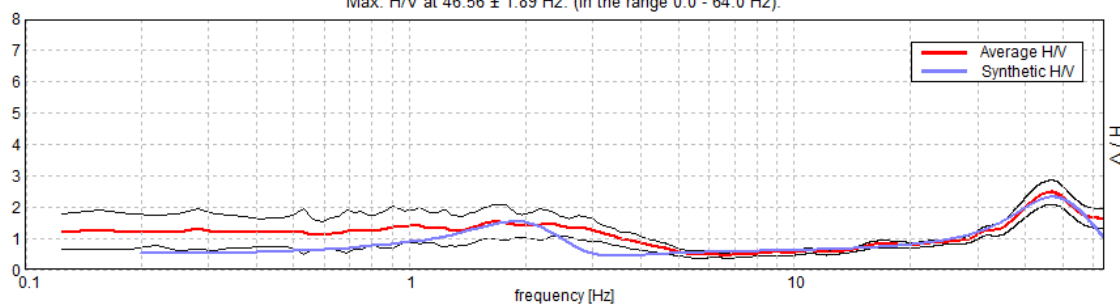


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.60	1.60	220
56.60	55.00	390
inf.	inf.	800

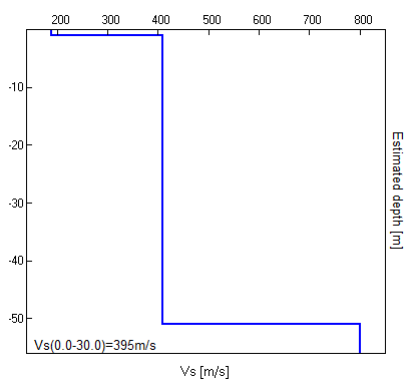


### SONDAGGIO SISMICO N°6

Max. H/V at  $46.56 \pm 1.89$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

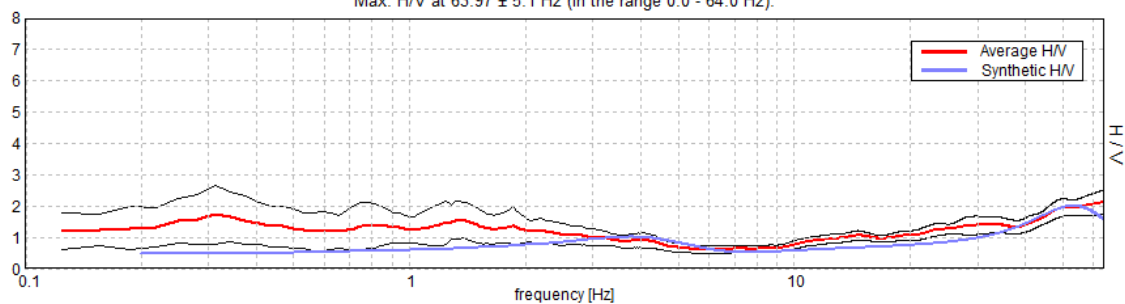


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.00	1.00	190
51.00	50.00	410
inf.	inf.	800

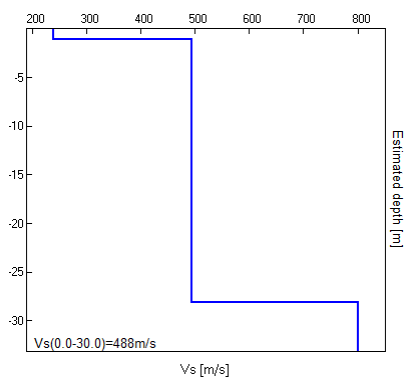


### SONDAGGIO SISMICO N°7

Max. H/V at 63.97  $\pm$  5.1 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

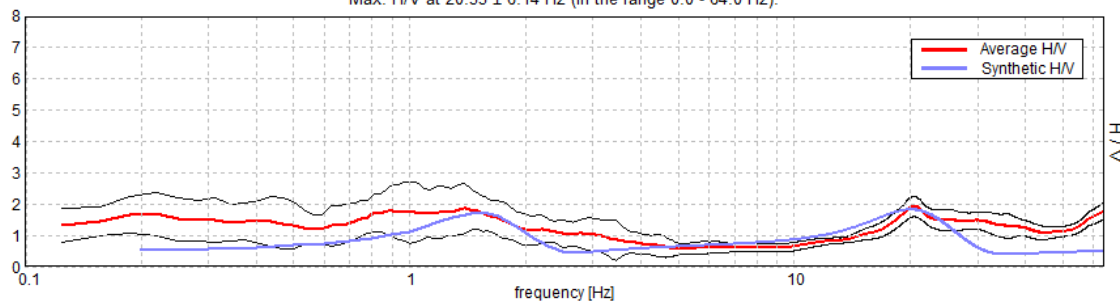


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.10	1.10	240
28.10	27.00	495
inf.	inf.	800

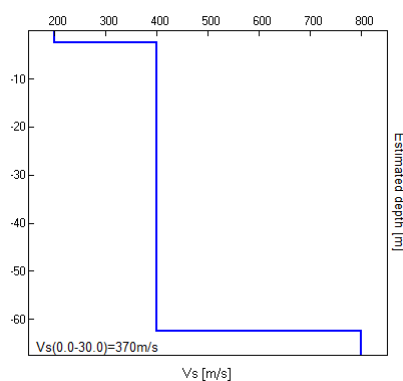


### SONDAGGIO SISMICO N°8

Max. H/V at 20.53  $\pm$  6.14 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

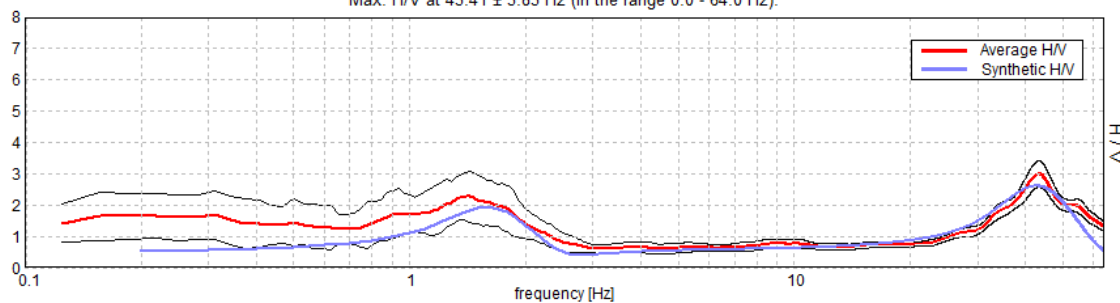


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
2.40	2.40	200
62.40	60.00	400
inf.	inf.	800

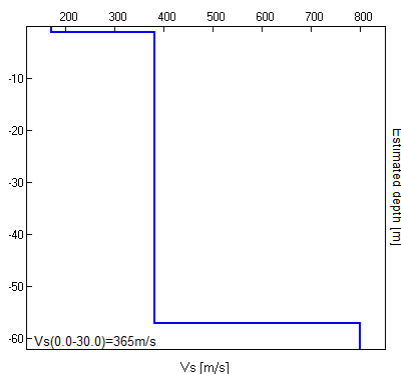


### SONDAGGIO SISMICO N°9

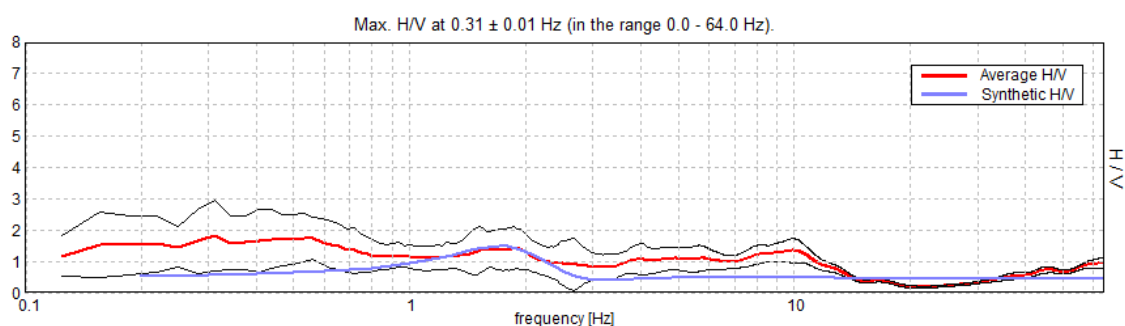
Max. H/V at 43.41  $\pm$  3.83 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



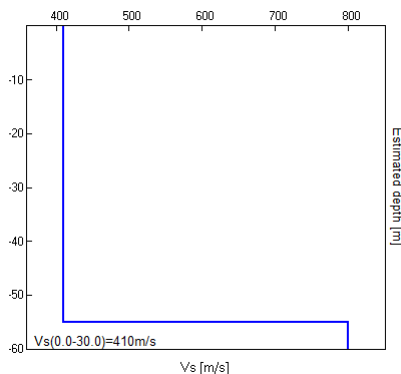
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.00	1.00	170
57.00	56.00	380
inf.	inf.	800



### SONDAGGIO SISMICO N° 10



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
55.00	55.00	410
inf.	inf.	800



Avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio per singola traccia e per singolo “settore” è stato possibile determinare il valore di Vs30 (“velocità media ponderata delle onde di taglio nei primi 30 m”) attraverso la seguente espressione:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove “hi” e “Vi” indicano lo “spessore” (in m) e la “velocità delle onde di taglio” dello strato i-esimo (in m/sec), per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri superiori, si sono ottenuti i “valori medi ponderati” della “velocità delle onde di taglio” pari a:

▪ Sondaggio Sismico n° 1	Vs30 = 362 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 2	Vs30 = 404 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 3	Vs30 = 419 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 4	Vs30 = 406 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 5	Vs30 = 375 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 6	Vs30 = 395 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 7	Vs30 = 488 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 8	Vs30 = 370 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 9	Vs30 = 365 m/s;	Categoria: tipo B
▪ Sondaggio Sismico n° 10	Vs30 = / m/s;	Categoria: tipo /

Si precisa che l'andamento della curva del sondaggio SS10, per i campi di frequenza superiori a 10, fa supporre la presenza di una cavità a pochi metri dal p.c..

Infine, riferendosi alla tabella riportata nel Testo unitario riguardante le “Norme tecniche per le costruzioni”, (“D.M. del 14 gennaio 2008”), la “Categoria di suolo” caratterizzante il lotto in studio è del “tipo B” - “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti” con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs 30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Per la definizione dei parametri di amplificazione topografica relativi alle condizioni plano-altimetriche del sito in studio è possibile definire il “coefficiente di amplificazione topografica” pari alla “Categoria T1”, adottando la classificazione proposta nel D.M. e di seguito proposta:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST

mentre per quanto riguarda lo “spettro di risposta elastica in accelerazione” della componente verticale ed orizzontale è definito per le differenti “categorie sismiche” secondo quanto riportato nelle N.T.C. 2008.

Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 30 di 63
--	---	--

## 7. Conclusioni

Le risultanze degli studi effettuati inducono ad affermare che il substrato in oggetto è costituito dai "sedimenti pleistocenici" che compongono una parte della vasta piana palermitana ed i cui valori di pendenza risultano molto ridotti in direzione Nord-Est i quali risultano ricoperti da un modesto spessore di terreni di riporto, variabile sia realmente che verticalmente, così come descritto dettagliatamente nella presente alla quale si rimanda.

Dal punto di vista litostratigrafica, nella fattispecie, per l'area in studio è possibile affermare che è presente con una certa continuità uno spessore di "terreno areato" (terreni di riporto), posto in discontinuità e discordanza sui litotipi afferenti al pleistocene superiore, i quali, difatti, costituiscono in bedrock delle opere di interesse in considerazione del fatto che l'intervento proposto interesserà, come descritto, profondità modeste.

Inoltre, i litotipi pleistocenici risultano disposti su un bedrock geologico costituito dai litotipi alla Formazione del Flysch Numidico, il quale è rinvenibile a varie quote (in considerazione dell'originaria superficie di deposizione/erosione) ma comunque non inferiore a 20 m dall'odierno p.c. tali litotipi risultano costituiti da frequenti alternanze cicliche, ritmiche e talora casuali (eteropie di facies) di "sabbie limose e limi sabbiosi variamente addensati con intercalazioni di sabbie e ghiaie, livelli di arenarie calcaree, biocalcareni quaternarie, variante cementate".

Da quanto potuto rilevare dalla consultazione della letteratura tecnica specializzata, dai dati riportati nel "Piano Regolatore Generale" e da dati in possesso dello scrivente e citati nella presente e viste le condizioni idrogeologiche dei terreni presenti, sono da escludersi interferenze tra la falda freatica presente nel complesso pleistocenico e le opere di cui al progetto,

Dal punto di vista geomorfologico, visti gli studi condotti sulla Piana di Palermo, con in primis il Piano Regolatore cittadino, è possibile affermare che soltanto una parte dell'area oggetto dello studio, contraddistinta in cartografia, risulta interessata dalla probabile presenza di cavità sotterranee antropiche assimilabili ai "qanat", alle "muchate e alle antiche cave di arenarie calcaree.

La presenza di dette cavità, in virtù della tipologia delle opere da realizzare, dei litotipi che costituiscono la sede naturale delle cavità e delle calotte, dei limitati carichi in fondazione che le opere eserciteranno sui terreni, in massima parte, non interferirà con le opere da realizzare.

Ciò risulta avvalorato dal fatto che sia le indagini sismiche eseguite, operate in quei settori presunti critici per la forte presenza di cavità sotterranee, sia nei molteplici sondaggi analizzati si sono riscontrate cavità sotterranee, escluso il SS10 (eseguito nei pressi di Piazza Leoni) che ha evidenziato la presenza di una cavità a



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b>pagina 31 di 63</b>
---	---	---

pochi metri dal p.c., la quale può essere messa in relazione con l'antica cava presenti tra l'area del sondaggio e Piazza don Bosco.

Per maggiori dettagli si rimanda a quanto riportato nella presente e nella cartografia tematica citata ed allegata.

Inoltre, in considerazione del fatto che gli interventi progettati interesseranno scavi di profondità non superiore al metro dall'odierno p.c., i terreni interessati saranno costituiti prevalentemente da terreni di riporto areati e solo limitatamente da arenarie calcaree moderatamente cementate.

Pertanto, al fine del computo del costo degli scavi, si consiglia, ai fini cautelativi, di optare per una ripartizione del 75% di scavi in terreni di riporto di qualsiasi natura e per un 25% in terreni calcarenitici da scarsamente a moderatamente cementati, mentre per il calcolo dei terreni di fondazione dei plinti dei pali di illuminazione, si dovrà fare esclusivamente riferimento a terreni di fondazione di tipo areato.

Pertanto, analizzate le condizioni planoaltimetriche, geomorfologiche, idrografiche, idrogeologiche e sismiche dei litotipi presenti, le opere descritte in progetto, le finalità della presente e viste le direttive riportate D.M. 14/01/2008, "Norme Tecniche per le Costruzioni" e nel D.A.R.T.A. n°298/41 del 04/07/2000 e successivi decreti di aggiornamento D.D.G. A.R.T.A. n°721 del 30/06/2004 DPRS n.91 del 27/03/07 e per gli aspetti trattati, si esprime parere favorevole.



Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b><i>pagina 32 di 63</i></b>
--	---	--

## 8. Allegati

## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0001

Instrument: TEP-0058/01-10

Start recording: 12/04/12 15:31:05

End recording: 12/04/12 15:51:06

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 78% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

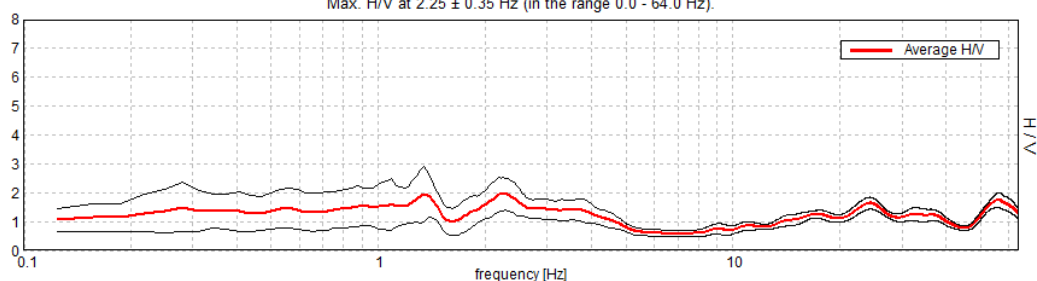
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

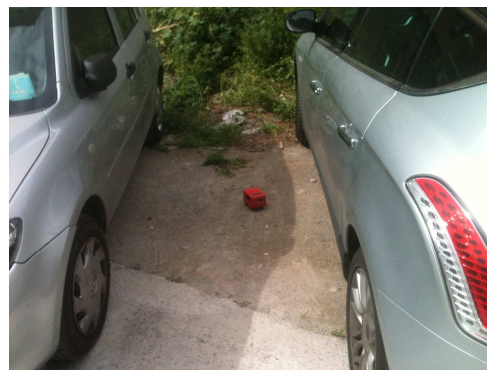
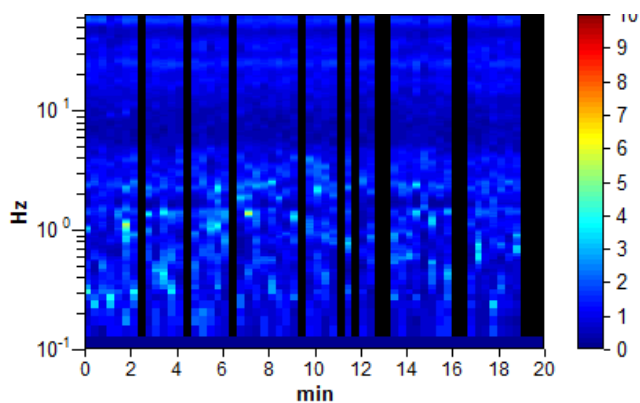
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

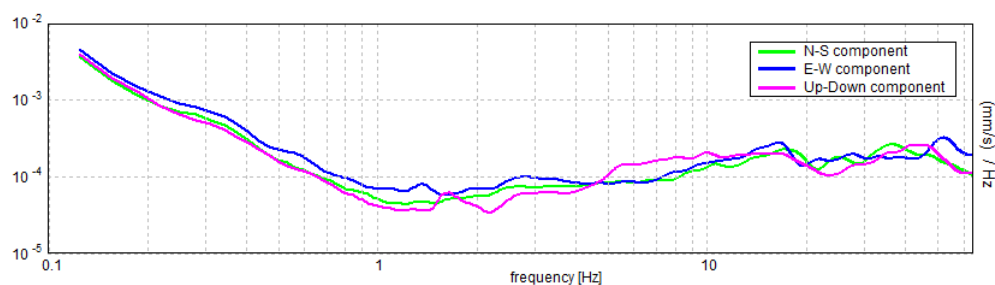
Max. H/V at  $2.25 \pm 0.35$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

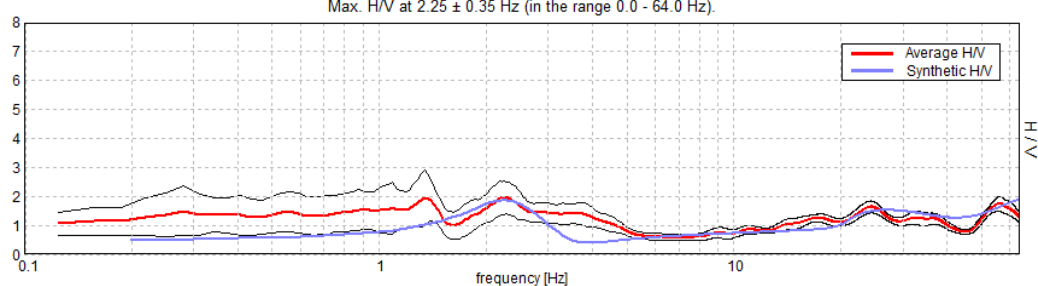


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



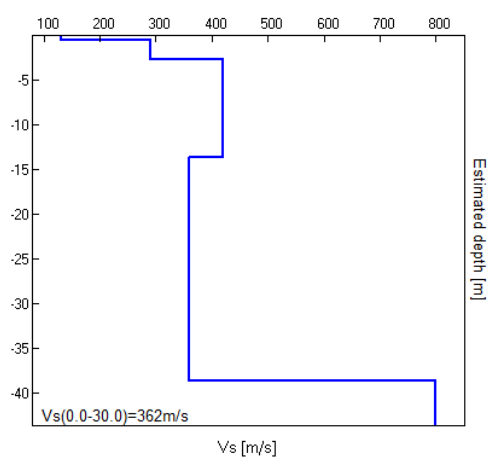
### EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $2.25 \pm 0.35$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	130	0.35
2.60	2.10	290	0.35
13.60	11.00	420	0.35
38.60	25.00	360	0.35
inf.	inf.	800	0.35

$V_s(0.0-30.0)=362\text{m/s}$



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 35 di 63
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at <math>2.25 \pm 0.35</math> Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
--

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$2.25 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2115.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 109 times	<b>OK</b>	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.688 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.15 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07551  < 0.05$		
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.16989 < 0.1125$		
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.281 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

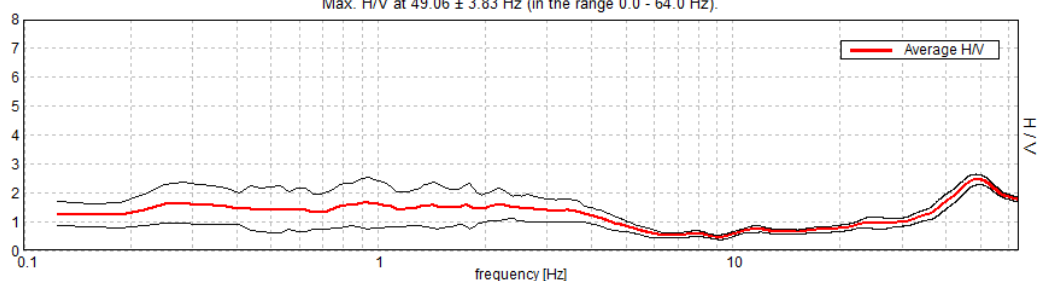
## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0002

Instrument: TEP-0058/01-10  
 Start recording: 12/04/12 16:00:52 End recording: 12/04/12 16:20:52  
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 GPS data not available

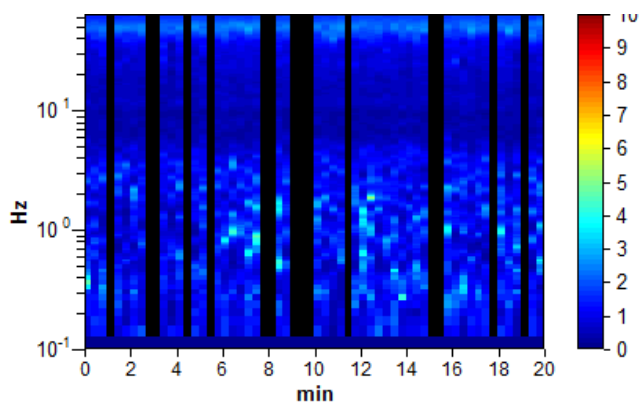
Trace length: 0h20'00". Analyzed 75% trace (manual window selection)  
 Sampling rate: 128 Hz  
 Window size: 20 s  
 Smoothing type: Triangular window  
 Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

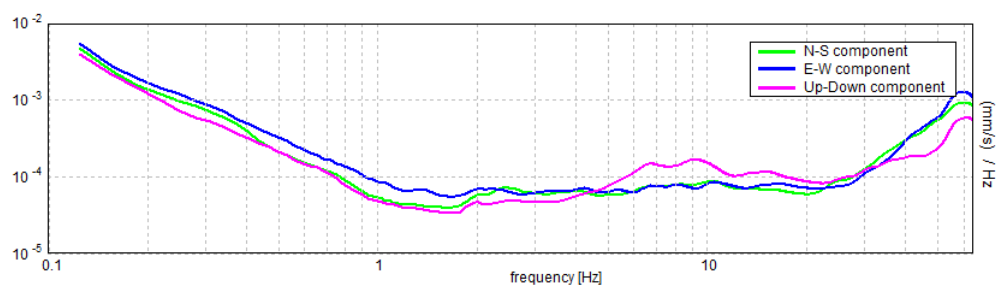
Max. H/V at  $49.06 \pm 3.83$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



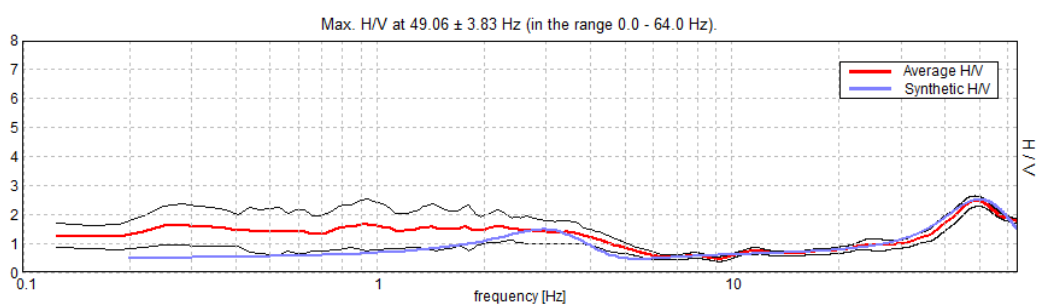
### H/V TIME HISTORY



# SINGLE COMPONENT SPECTRA

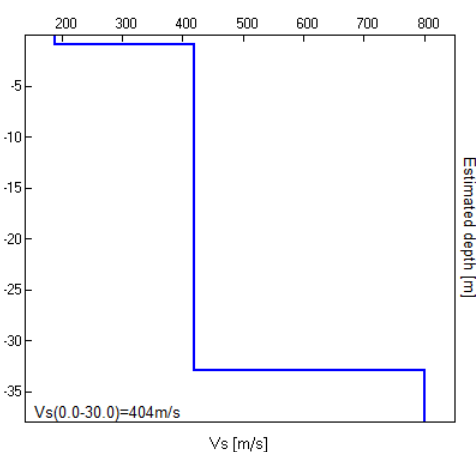


## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.95	0.95	190	0.35
32.95	32.00	420	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=404m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 49.06 ± 3.83 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).
---

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	49.06 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	44156.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1264 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	35.063 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.46 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03824  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$1.87639 < 2.45313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.0881 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0003

Instrument: TEP-0058/01-10

Start recording: 12/04/12 16:26:44

End recording: 12/04/12 16:46:45

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00".

Analyzed 72% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

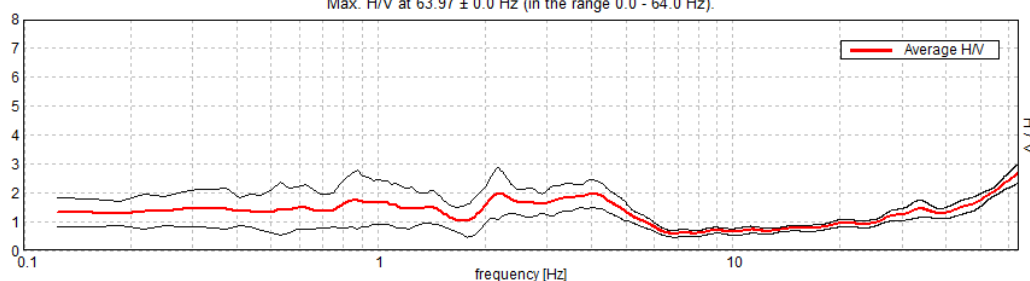
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

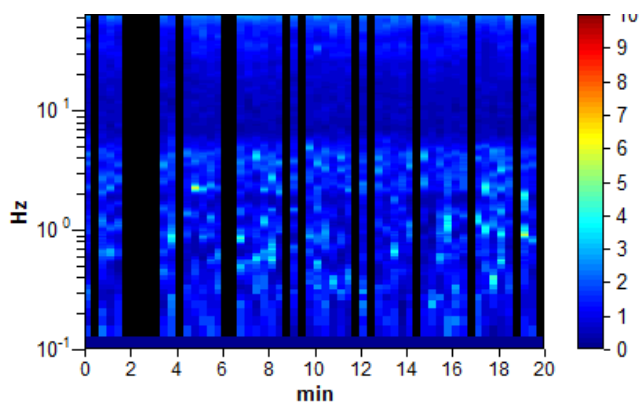
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

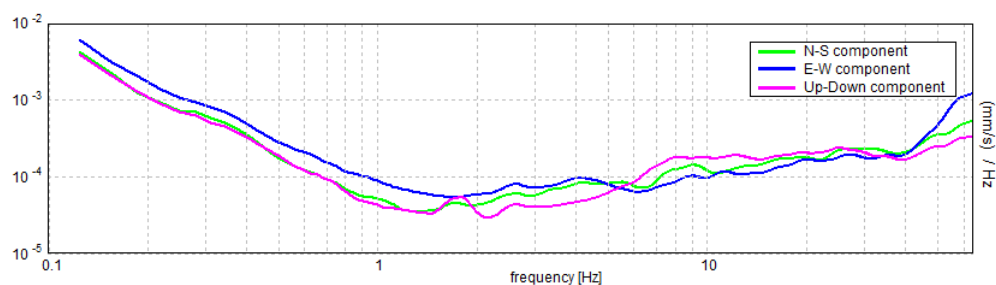
Max. H/V at  $63.97 \pm 0.0$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

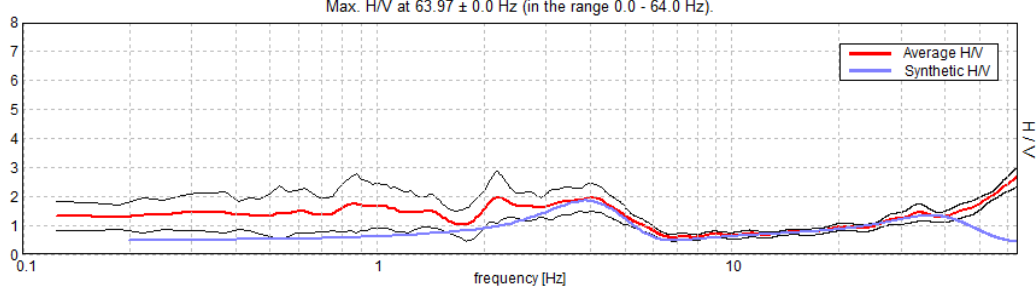


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



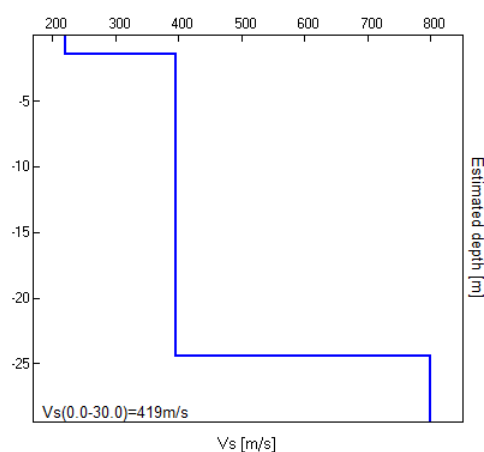
### EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 63.97 ± 0.0 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.40	1.40	220	0.35
24.40	23.00	395	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=419m/s



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 41 di 63
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at 63.97 ± 0.0 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
---

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	63.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	55013.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1026 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	41.125 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.69 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.0 < 3.19844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.1561 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

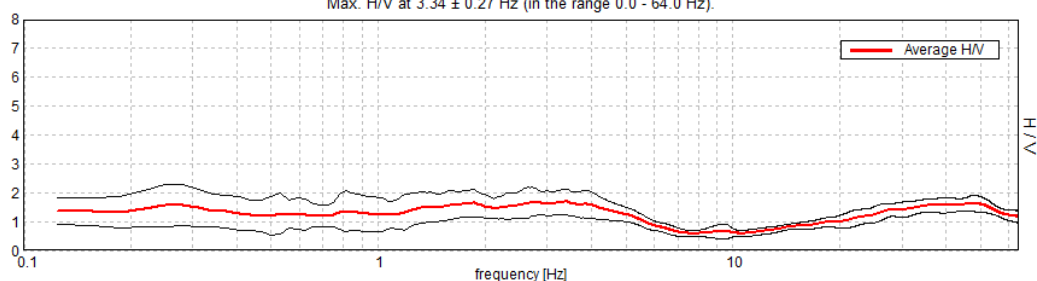
## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0004

Instrument: TEP-0058/01-10  
 Start recording: 12/04/12 16:49:49 End recording: 12/04/12 17:09:50  
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 GPS data not available

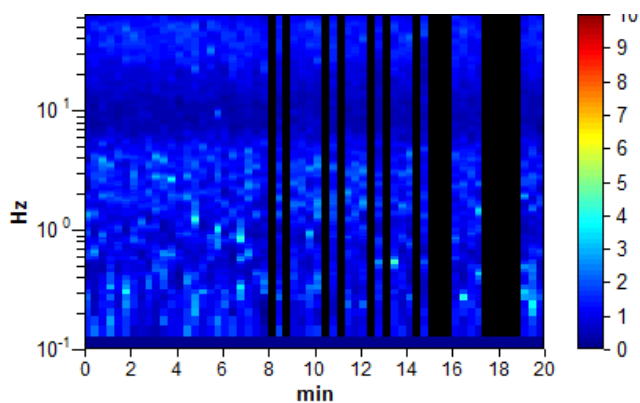
Trace length: 0h20'00". Analyzed 75% trace (manual window selection)  
 Sampling rate: 128 Hz  
 Window size: 20 s  
 Smoothing type: Triangular window  
 Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

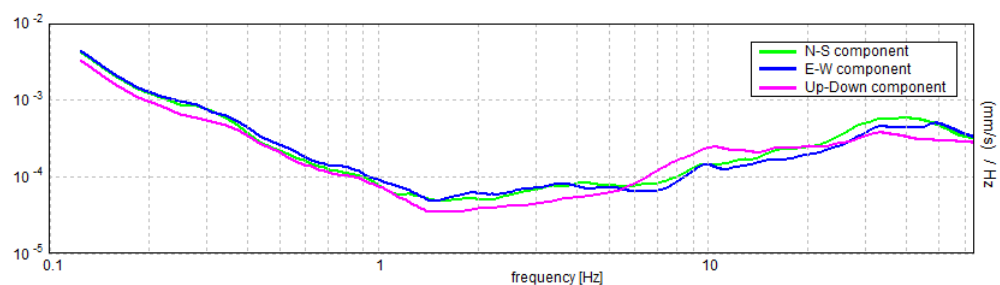
Max. H/V at 3.34 ± 0.27 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

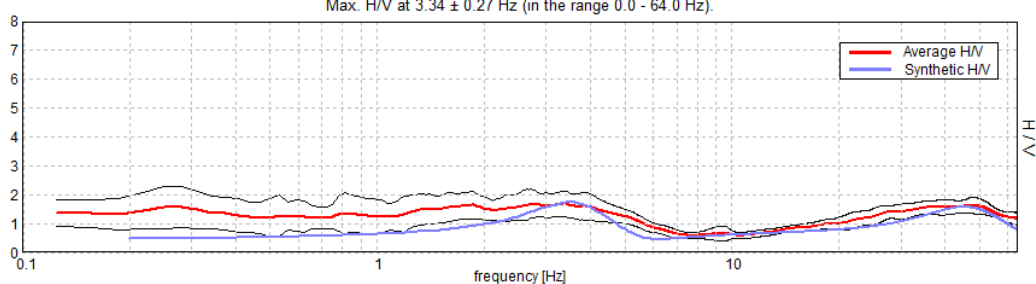


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



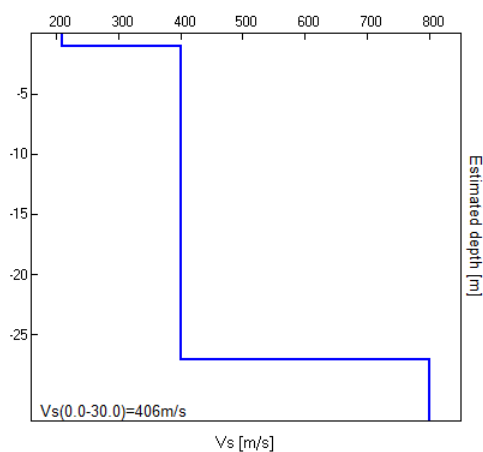
## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $3.34 \pm 0.27$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	210	0.35
27.10	26.00	400	0.35
inf.	inf.	800	0.35

$V_s(0.0-30.0)=406\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 3.34 ± 0.27 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).
--

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.34 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3009.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 162 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.68 > 2		
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03911  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.13076 < 0.16719$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.2166 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0005

Instrument: TEP-0058/01-10

Start recording: 12/04/12 17:17:12

End recording: 12/04/12 17:37:12

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 65% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

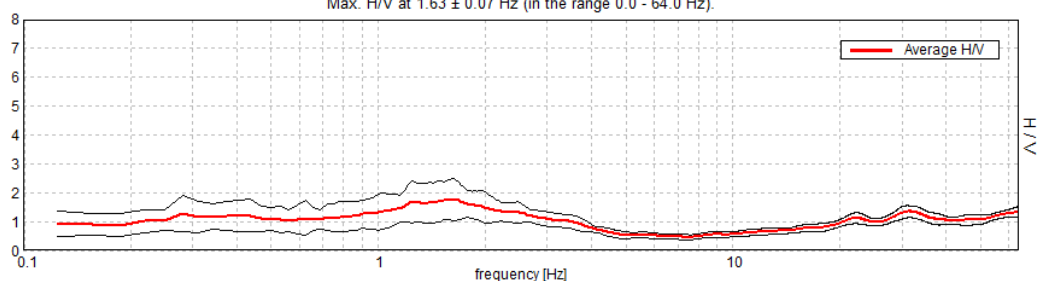
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

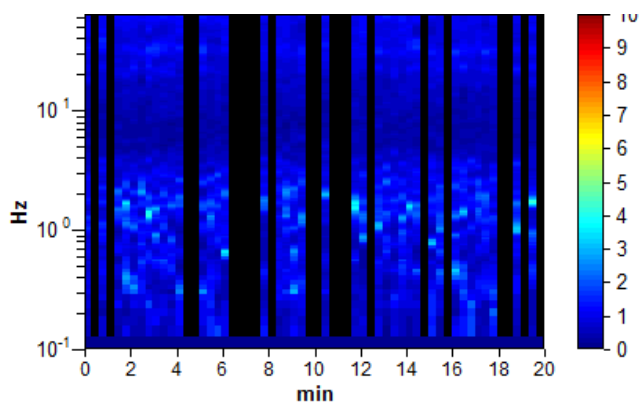
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

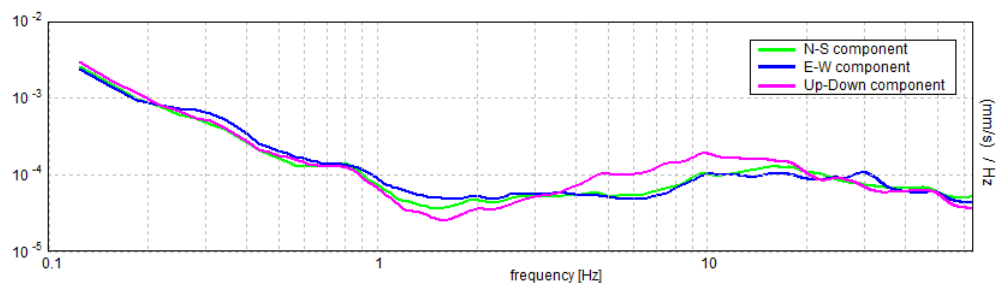
Max. H/V at  $1.63 \pm 0.07$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



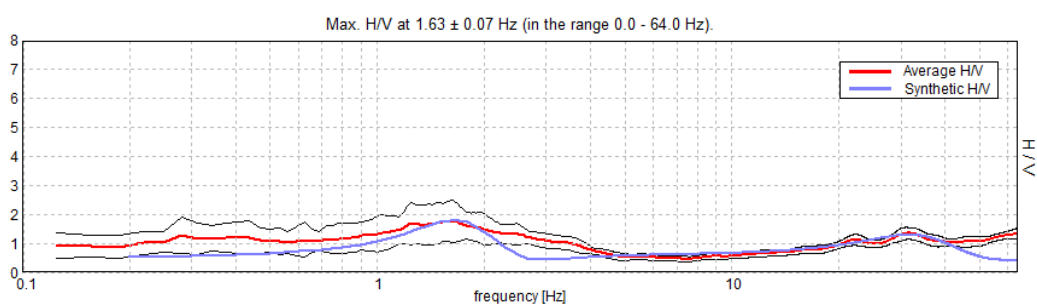
### H/V TIME HISTORY



# SINGLE COMPONENT SPECTRA

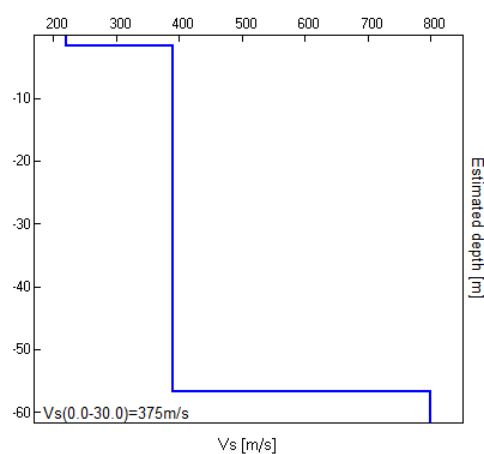


## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.60	1.60	220	0.35
56.60	55.00	390	0.35
inf.	inf.	800	0.35

$V_s(0.0-30.0)=375\text{m/s}$





<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 47 di 63
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at <math>1.63 \pm 0.07</math> Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
--

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.63 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1267.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 79 times	<b>OK</b>	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.781 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$1.76 > 2$		
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02196  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.03569 < 0.1625$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.3508 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0006

Instrument: TEP-0058/01-10

Start recording: 12/04/12 17:42:01

End recording: 12/04/12 18:02:02

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 83% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

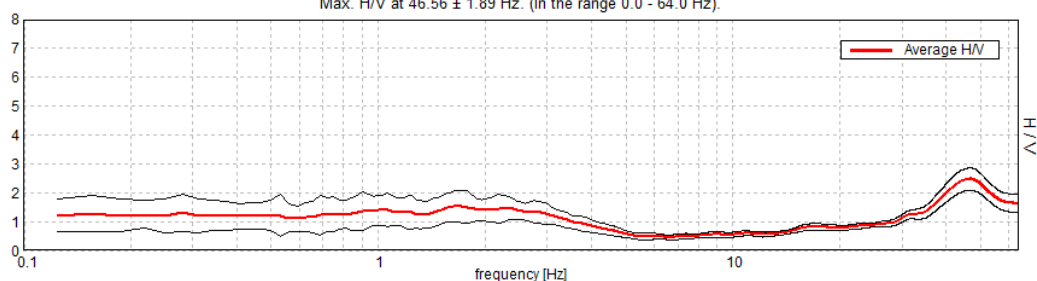
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

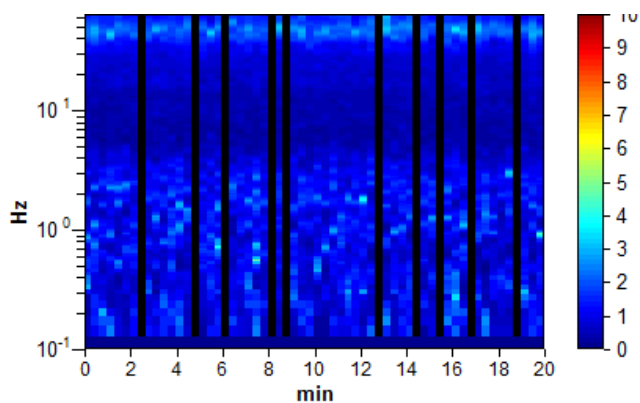
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

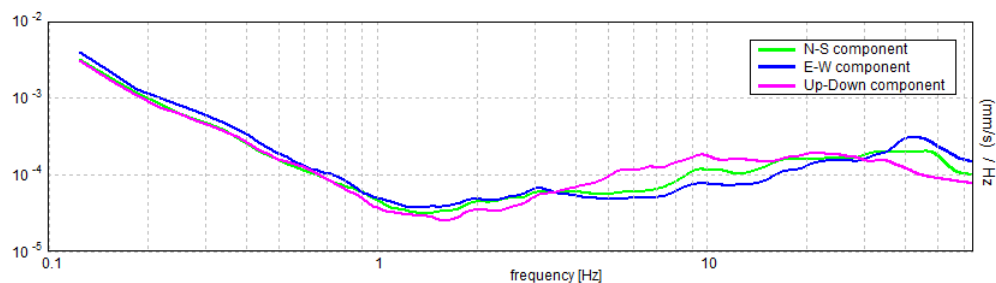
Max. H/V at  $46.56 \pm 1.89$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

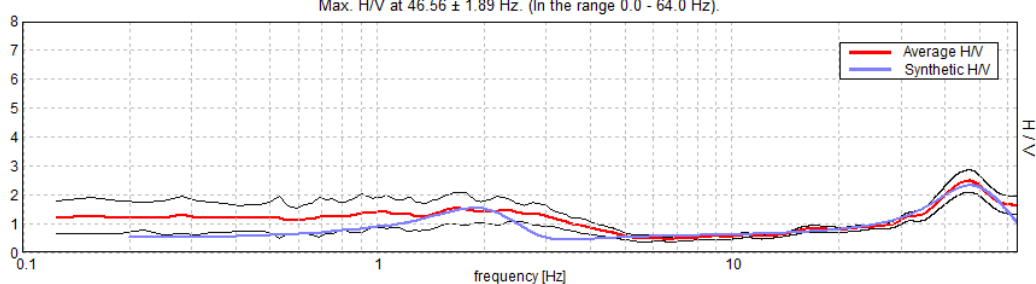


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



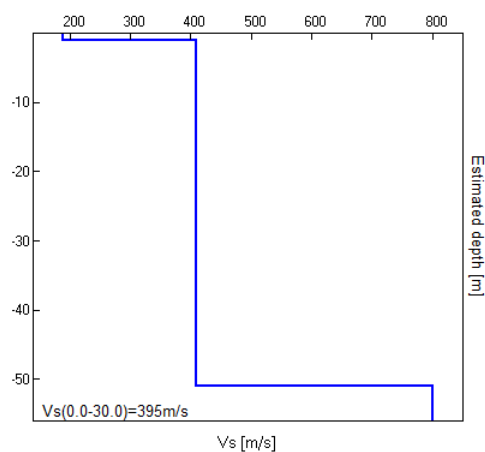
## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 46.56 ± 1.89 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	190	0.35
51.00	50.00	410	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=395m/s



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 50 di 63
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at 46.56 ± 1.89 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
--

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	46.56 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	46562.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1304 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	31.5 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.48 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02004  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.93308 < 2.32813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.1889 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

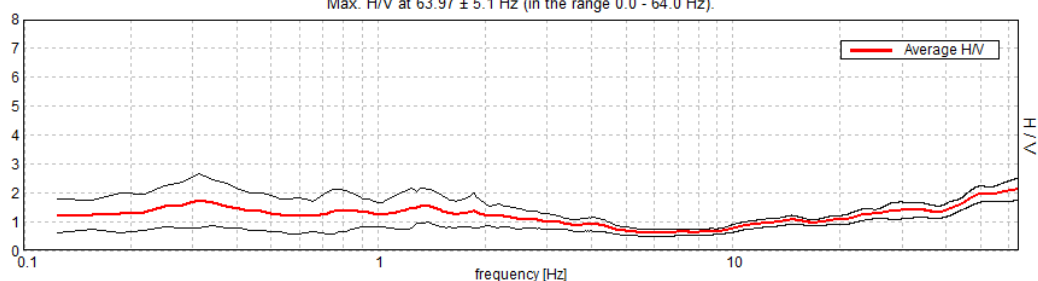
## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0007

Instrument: TEP-0058/01-10  
 Start recording: 12/04/12 18:06:23 End recording: 12/04/12 18:26:23  
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 GPS data not available

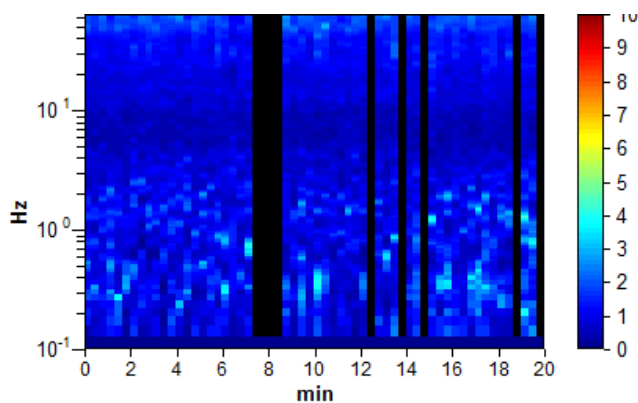
Trace length: 0h20'00". Analyzed 85% trace (manual window selection)  
 Sampling rate: 128 Hz  
 Window size: 20 s  
 Smoothing type: Triangular window  
 Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

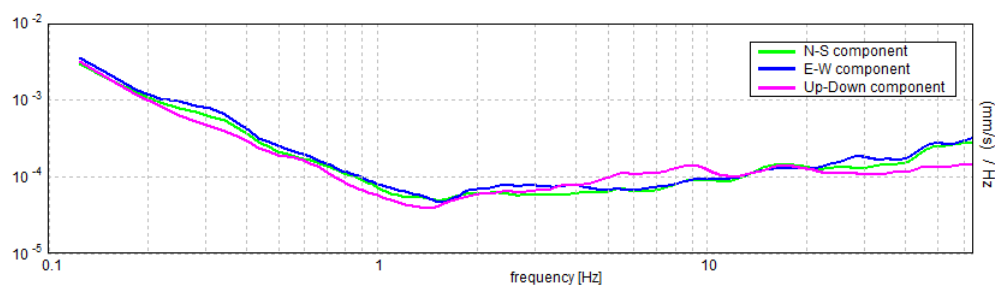
Max. H/V at  $63.97 \pm 5.1$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

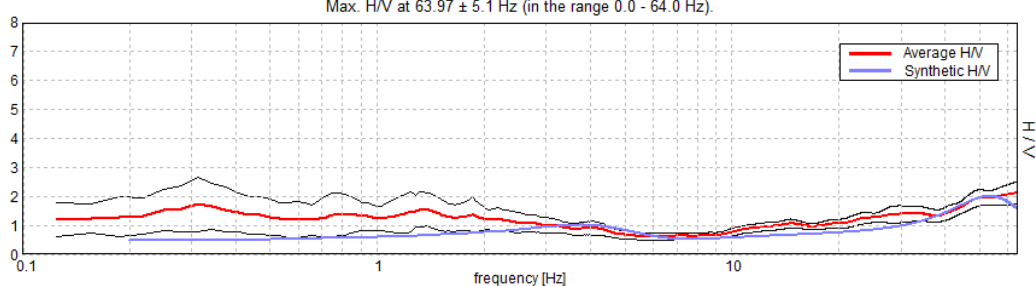


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



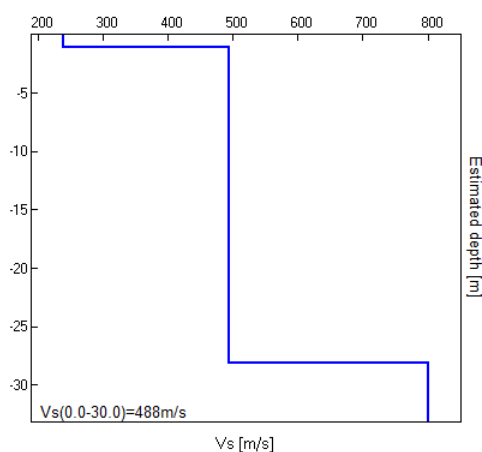
### EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $63.97 \pm 5.1$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	240	0.35
28.10	27.00	495	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=488m/s



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 53 di 63
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at 63.97 ± 5.1 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
---

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	63.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	65248.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1026 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	20.625 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.13 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0393  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	2.51417 < 3.19844	OK	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	0.1911 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0008

Instrument: TEP-0058/01-10

Start recording: 13/04/12 12:56:21

End recording: 13/04/12 13:16:22

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 63% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

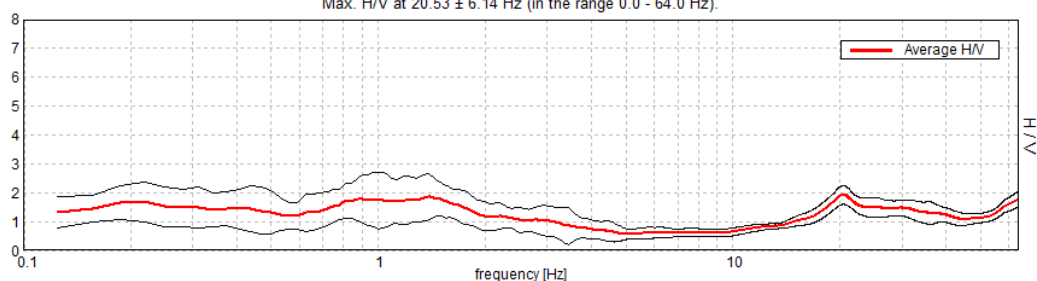
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

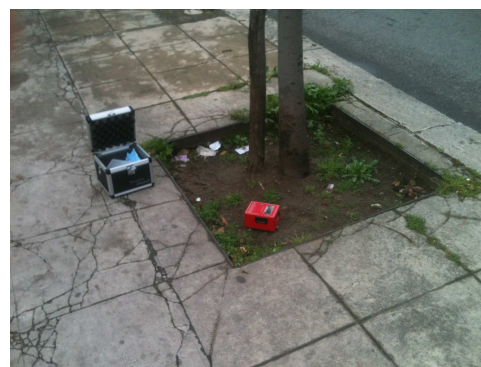
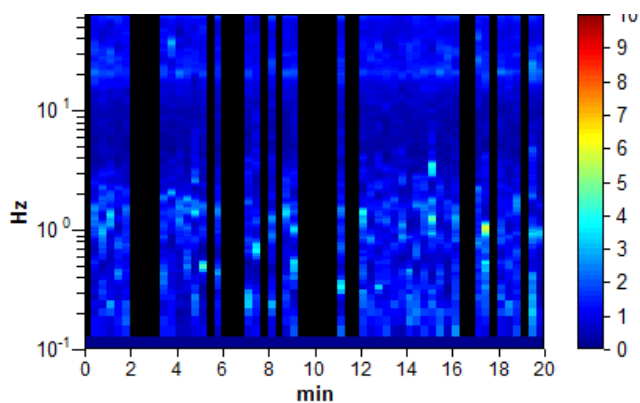
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at  $20.53 \pm 6.14$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

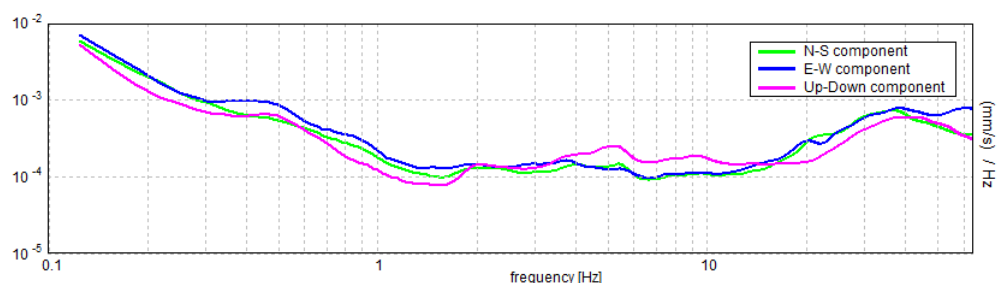


### H/V TIME HISTORY



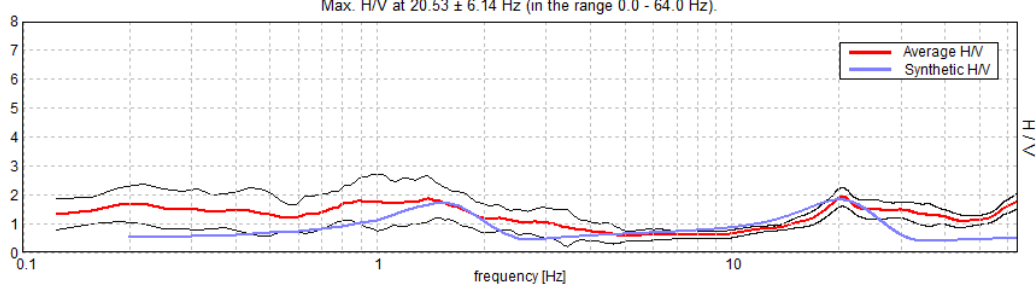


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



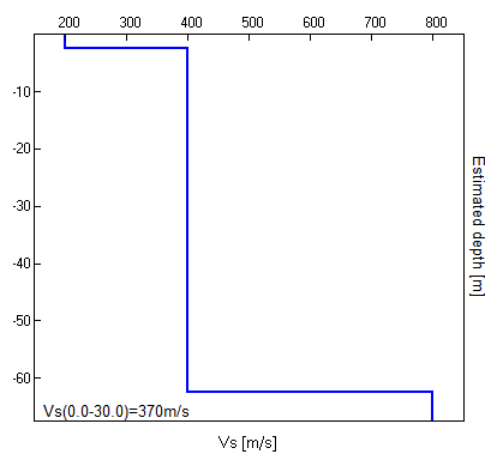
## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 20.53 ± 6.14 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.40	2.40	200	0.35
62.40	60.00	400	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=370m/s



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 56 di 63
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at 20.53 ± 6.14 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
--

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	20.53 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	15603.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 986 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	14.625 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.02 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14547  < 0.05$		
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$2.98674 < 1.02656$		
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.156 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0009

Instrument: TEP-0058/01-10

Start recording: 13/04/12 13:23:41

End recording: 13/04/12 13:43:42

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

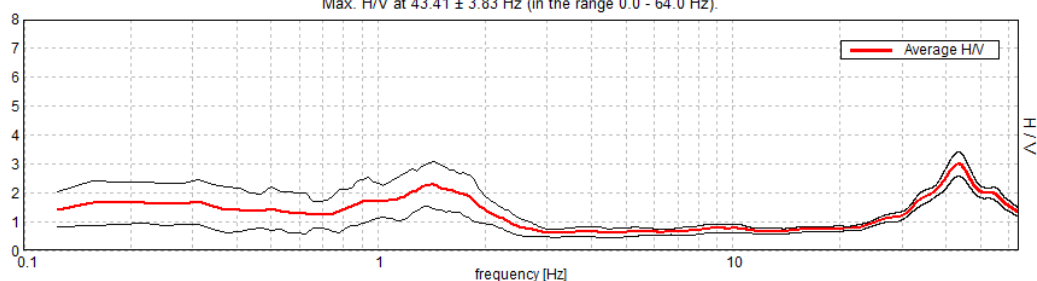
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

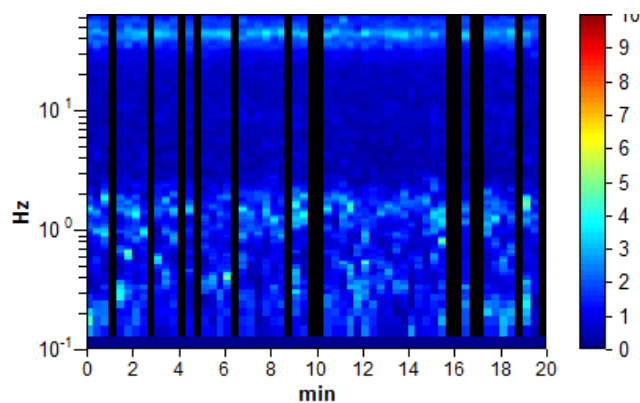
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

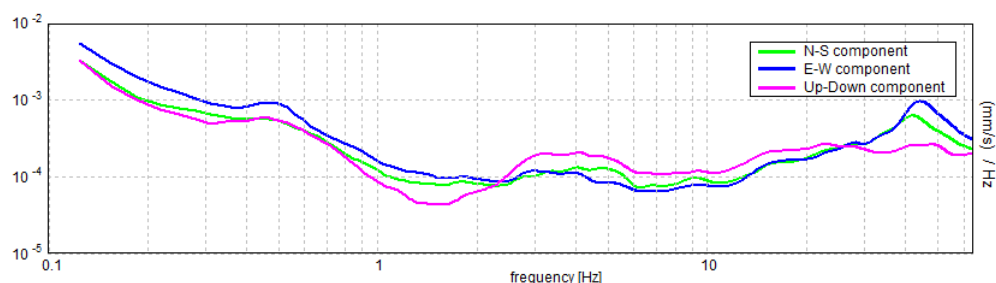
Max. H/V at  $43.41 \pm 3.83$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

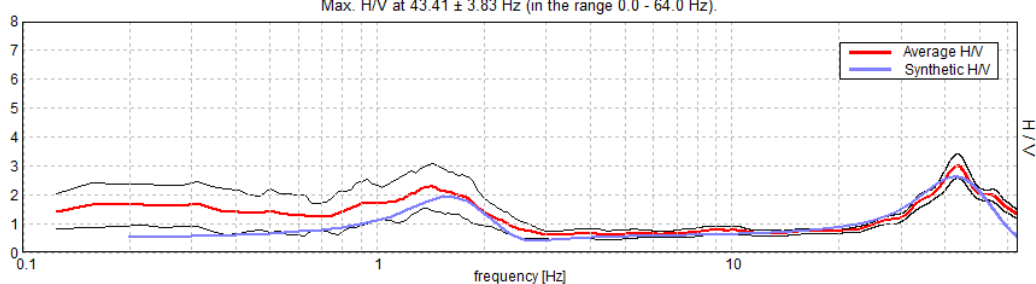


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



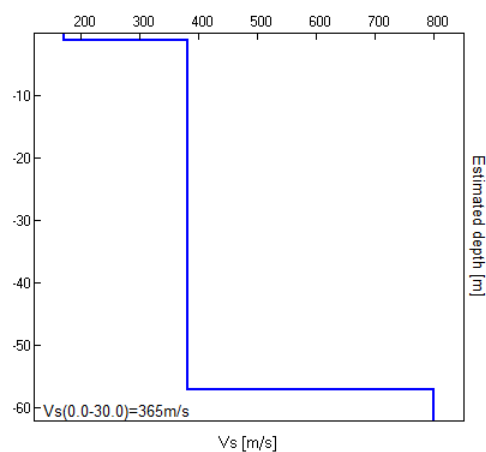
## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $43.41 \pm 3.83$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	170	0.35
57.00	56.00	380	0.35
inf.	inf.	800	0.35

$V_s(0.0-30.0)=365\text{m/s}$



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	<b>REDATTORE:</b> <b>dott. geol. A. Gallo</b> <b>pagina 59 di 63</b>
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at 43.41 ± 3.83 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
--

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	43.41 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	39933.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1354 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	32.063 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	60.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.99 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04333  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$1.88084 < 2.17031$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.2061 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

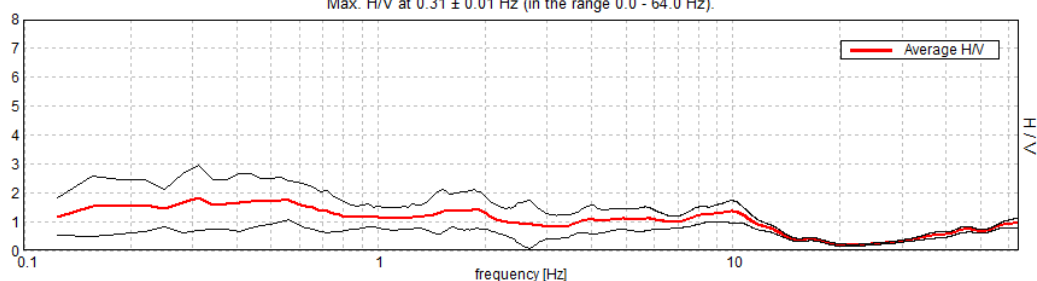
## PALERMO, AMG ENERGIA SPA 0010

Instrument: TEP-0058/01-10  
Start recording: 13/04/12 13:49:28      End recording: 13/04/12 14:09:29  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

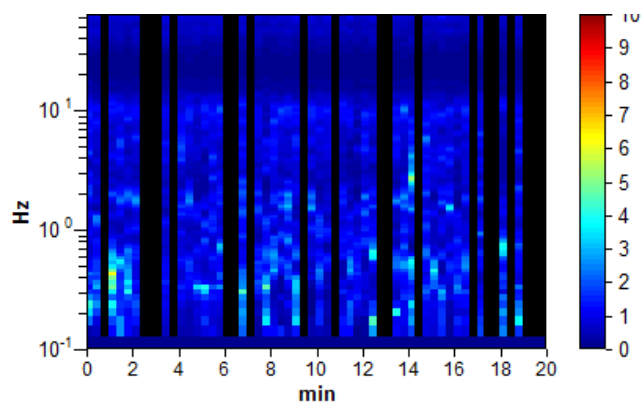
Trace length: 0h20'00".      Analyzed 67% trace (manual window selection)  
Sampling rate: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing type: Triangular window  
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

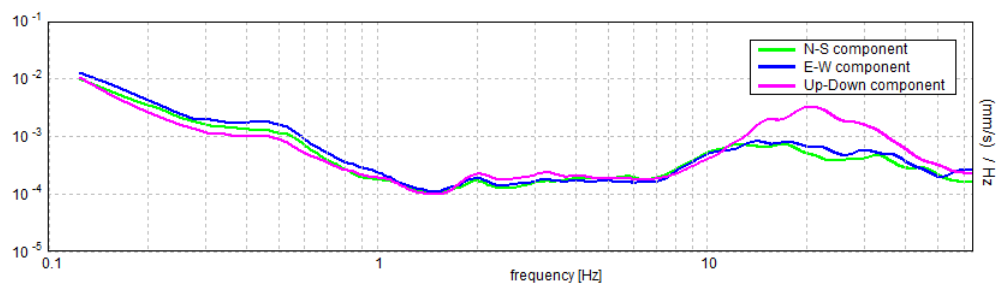
Max. H/V at  $0.31 \pm 0.01$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

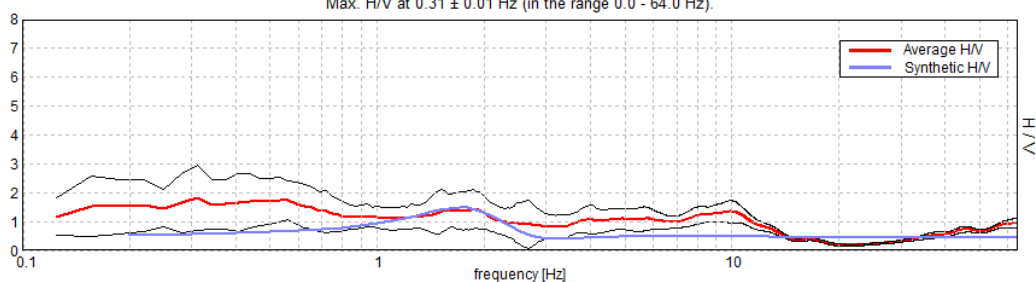


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



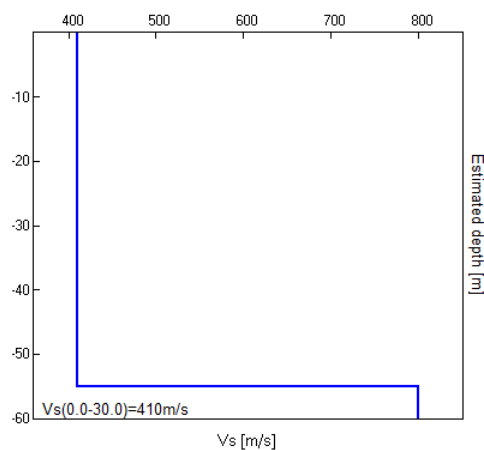
## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $0.31 \pm 0.01$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
55.00	55.00	410	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=410m/s



<b>Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo</b> Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 62 di 63
---	---	--

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the [Grilla](#) manual before interpreting the following tables.]

<b>Max. H/V at <math>0.31 \pm 0.01</math> Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>
--

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.50$		
$n_c(f_0) > 200$	$250.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 16 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.83 > 2$		
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0225  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.00703 < 0.0625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.5498 < 2.5$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$

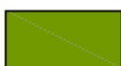
Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



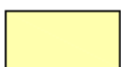
Piazza Don Bosco, 6 - 90143 Palermo Telefax. 091.5501073 cell. 347.3696336 - E mail geogallo@tin.it www.terrAttiva.it	Lavori di rinnovamento e ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione all'interno del quadrilatero Sciuti-Lazio-Libertà-Notarbartolo	REDATTORE: <b>dott. geol. A. Gallo</b> pagina 63 di 63
--	---	--

## CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:5.000

### LEGENDA



Terreni di riporto a colmamento delle antiche depressioni fluviali



Calcarenite macrofossilifera, vacuolare, di colore biancastro e giallastro, variamente cementata, con stratificazione suborizzontale in livelli centimetrici e decimetrici alternati a livelli sabbiosi, passante a calcarenite con noduli cementati frammisti a sabbia



Area con potenziali cedimenti del suolo e crolli di volte per la presenza di cavità antropiche nel sottosuolo  
 Pericolosità di grado non determinabile (P.R.G. PA)



Isofreatiche



Sondaggi sismici



Sondaggi meccanici



CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA – SCALA 1:5000

