

REGIONE SICILIANA
PROVINCIA DI PALERMO
COMUNE DI PALERMO

COMMITTENTE: PARROCCHIA S.
GAETANO M. SS DEL
DIVINO AMORE

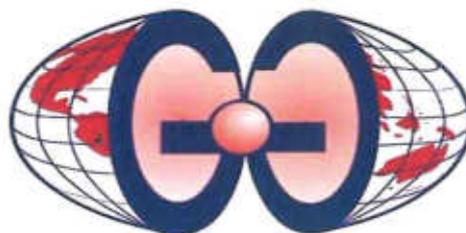
LAVORI: INDAGINI GEOGNOSTICHE A
CAROTAGGIO CONTINUO, PRELIEVO DI
CAMPIONI, INDAGINI GEOFISICHE
RELATIVE AL PROGETTO PER LA
COSTRUZIONE DEL NUOVO
COMPRESSO PARROCCHIALE DI SAN
GAETANO - M. SS. DEL DIVINO AMORE.



IMPRESA:



GLOBALGEO S. r. l.
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito
Tel/Fax: 0918996120
Email: info@globalgeo.it



Globalgeo S.r.l.

ELENCO ELABORATI:

1. *Colonne Litostratigrafiche*
2. *Documentazione Fotografica*
3. *Prove di Laboratorio*
4. *Indagini Geofisiche*



<i>Prot. n.</i>	<i>Data</i>	<i>Responsabile emissione</i>	<i>La Ditta</i>	<i>La Committenza</i>
<i>07/2013</i>	<i>25/10/2013</i>			



Globalgeo S.r.l.

Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)

P. Iva 05489270826

ISE Cert
UNI EN ISO 9001 Ed. 2008

PEGASO S.p.A.
ORGANISMO DI ATTESTAZIONE
OS21 III OG3 II OGI II

PROVINCIA DI PALEMRO COMUNE DI PALERMO

Indagini Geognostiche a carotaggio continuo, prelievo di campioni e indagini geofisiche, relativi al progetto per la costruzione del nuovo compresso parrocchiale di San Gaetano – M. SS. del Divino Amore a Brancaccio nel Comune di Palermo

1. PREMESSA

In riferimento al lavoro di cui in epigrafe sono state affidate dalla **Parrocchia San Gaetano – M. SS. Del Divino Amore** una campagna di Indagini Geognostiche costituita da: *Sondaggi Geognostici a carotaggio continuo, prelievo di campioni e indagini geofisiche*. L'intervento si è sviluppato nel modo seguente (Cfr. Allegato "A"):

- **N° 3 Sondaggi Geognostici:** mediante perforazione a Distruzione di Nucleo, per un Totale complessivo di 40,00 metri di perforazione;
- **Prelievo di campioni:** n° 2
- **Indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (tromini) :** n° 2

I lavori eseguiti, consistono in sondaggi geognostici ad avanzamento verticale ed a carotaggio continuo con uso di **Carotiere Semplice Tipo T2**.

Vengono di seguito riportati in dettaglio i dati emersi nel corso dei lavori, le caratteristiche dei mezzi impiegati.

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22 - c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)

Tel./Fax: 0918996120 - Cell. 3333427445 - Email - info@globalgeo.it info@pec.globalgeo.it

Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 - Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Pasta Elettronica
CERTIFICATA



Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)

Globalgeo S.r.l. P. Iva 05489270826

ISE Cert
UNI EN ISO 9001 Ed. 2008

PEGASO S.p.A.
ORGANISMO DI ATTESTAZIONE
OS21 III OG3 II OGI II

2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

Al fine di procedere alla ricostruzione della stratigrafia di dettaglio e dell'assetto profondo della zona di progetto, nonché per accertare la presenza di falda acquifera nei terreni interessati e la caratterizzazione geotecnica del substrato interessato dalle opere di progetto, in ottemperanza alle disposizioni riportate nelle Norme Tecniche del D.M. 11/03/88 e s.m., si è eseguita una campagna d'indagini geognostiche.

Sono stati eseguiti complessivamente n° 3 Sondaggi Geognostici, spinti fino alla profondità max di 15,00 metri dal p.c.

Dette operazioni sono state eseguite così come da specifica fornita dalla Direzione dei Lavori.

2.1 Attrezzatura utilizzata e metodologia di esecuzione

Le Perforazioni sono state eseguite mediante: "MACCHINA PERFORATRICE HYDRA Mod. JOY 1", e mediante "PERFORATRICE IDRAULICA EGT-MD 700", disposte di centralina integrata, operante a rotazione ed avanzamento oleodinamico, aventi le seguenti caratteristiche:

- MACCHINA PERFORATRICE HYDRA Mod. JOY 1

- Coppia testa di rotazione 250 Kgm;
- Giri testa di rotazione 0 ÷ 360 MIN.;
- Tiro – Spinta 2.000 Kg.

Le Perforazioni sono state eseguite adottando la tecnica della conservazione del nucleo per tutto lo spessore indagato, con l'ausilio di tubi *Carotieri Semplici Tipo T2 con uso di Corone in Vidia*, aventi diametro pari 101,6 mm con Lunghezza di 1,00 metri e 1,50 metri; tutte le manovre sono state eseguite a secco e/o acqua, con l'ausilio di *Aste di Perforazione* di Diametro 76 mm, lunghezza 1,00 metri e 1,50 metri.

- PERFORATRICE IDRAULICA EGT-MD 700:

- Coppia testa di rotazione 1.200 Kgm;
- Giri testa di rotazione 0 ÷ 360 min.;
- Tiro – Spinta 5.000 Kg.

www.globalgeo.it



Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)

P. Iva 05489270826

ISE Cert
UNI EN ISO 9001 Ed. 2008

PEGASO S.p.A.
ORGANISMO DI ATTESTAZIONE
OG1 III OG1 II

ALLEGATO "A"

PROSPETTO SONDAGGI GEOGNOSTICI:

Sondaggio N°	Profondità metri	Cassette catalogatrici	Prelievo campioni
S 1	15,00	2	0
S 2	13,00	2	2
S 3	12,00	2	0
TOTALE	40,00	6	2

RIEPILOGO:

SONDAGGI:	N° 03
PERFORAZIONE A CAROTTAGGIO CONTINUO :	40,00 metri
CASSETTE CATALOGATRICI:	N° 04
PRELIEVO CAMPIONI:	N° 02
INDAGINI GEOFISICHE:	N° 02

L'IMPRESA

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22 - c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
Tel./Fax: 0918996120 - Cell. 3333427445 - Email - info@globalgeo.it info@pec.globalgeo.it
Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 - Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Posta Elettronica
CERTIFICATA



Colonne Litostratigrafiche



Committente <i>Parrocchia S. Gaetano</i>		Profondità raggiunta <i>15,00 metri</i>		Quota P.C.		Data <i>26/07/13</i>					
Indagine <i>Compreso Parrocchiale</i>		Sondaggio <i>S1</i>		Tipo Carotaggio <i>Continuo</i>		Tipo Sonda <i>HYDRA JOY 1</i>					
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. n° Colpi	Pocket kg/cmq	Campioni	Met. Sial	Falda	Piezometro	
		Suoli bruni	0.60	%C=100							
		Terreni residuali, di matrice argillosa colore rosso vinaccia con minuti calcarei sospesi	0.60								
-1		Alternanza di strati di spessore tra 0,50 e 1,0 m circa di calcarenite organogena da debolmente a ben cementata e sabbie da sciolte a moderatamente addensate		%C=100							
-2											
-3											
-4											
-5			7.60								
-6											
-7											
-8											
-9		Sabbie calcaree grossolane, debolmente limose, da sciolte a poco addensate, colore grigio		%C=17							
-10											
-11											
-12					6.20						
-13											
-14											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

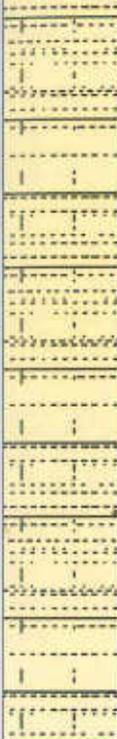
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Carotaggio: Continuo

SPERIMENTATORE

Sonda: HYDRA JOY 1

Committente <i>Parrocchia S. Gaetano</i>		Profondità raggiunta <i>13,00 metri</i>		Quota P.C.		Data <i>27/07/13</i>				
Indagine <i>Compresso Parrocchiale</i>		Sondaggio <i>S2</i>		Tipo Carotaggio <i>Continuo</i>		Tipo Sonda <i>EGT MD-700</i>				
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. n° Colpi	Pocket kg/cmq	Campioni	Met. Sta	Falda	Piezometro
		Terreni residuali, di matrice argillosa colore rosso vinaccia con minuti calcarei sospesi	0.60	%C=100						
-1		Alternanza di strati di spessore tra 0,50 e 1,0 m circa di calcarenite organogena da debolmente a ben cementata e sabbie da sciolte a moderatamente addensate		%C=100						
-2										
-3										
-4			7.20				-4.00 -4.30			
-5										
-6										
-7										
-8		Sabbie calcaree grossolane, debolmente limose, da sciolte a poco addensate, colore grigio					-8.00 -8.30			
-9										
-10			5.20	%C=30						
-11										
-12										

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: Continuo

SPERIMENTATORE Sonda: EGT MD-700

Globalgeo S.r.l.

Via Maria degli Angeli, 22
90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
info@globalgeo.it

Dott. Geol. Salvatore Millonzi

Committente <i>Parrocchia S. Gaetano</i>		Profondità raggiunta <i>12,00 metri</i>		Quota P.C.		Data <i>27/07/13</i>				
Indagine <i>Compresso parrocchiale</i>		Sondaggio <i>S3</i>		Tipo Carotaggio <i>Continuo</i>		Tipo Sonda <i>EGT MD-700</i>				
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. n° Colpi	Pocket kg/cmq	Campioni	Met. Stato	Falda	Piezometro
		Suoli bruni	0.50							
		Terreni residuali, di matrice argillosa colore rosso vinaccia con minuti calcarei sospesi	0.40							
-1		Alternanza di strati di spessore tra 0,50 e 1,0 m circa di calcarenite organogena da debolmente a ben cementata e sabbie da sciolte a moderatamente addensate								
-2										
-3										
-4			7.90							
-5										
-6										
-7										
-8										
-9		Sabbie calcaree grossolane, debolmente limose, da sciolte a poco addensate, colore grigio								
-10			3.20							

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Carotaggio: Continuo

SPERIMENTATORE

Sonda: EGT MD-700



Documentazione Fotografica





Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)

Globalgeo S.r.l. P. Iva 05489270826

Documentazione Fotografica - Sondaggi Geognostici



Lavoro:
**Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano – M. SS.
Divino Amore**

Località:
Brancaccio (PA)

Data:
26/07/2013

Postazione:
**Sondaggio
SI**

**38°05'39,99" N
13°22'52,30" E**



Lavoro:
**Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano – M. SS.
Divino Amore**

Località:
Palermo

Data:
26/07/2013

Sondaggio:
**SI
Cassetta:
n. 1**

da ml. 0,00
a ml. 5,00

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22-c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
Tel/Fax 0918996120 - Cell. 3333427445 - info@globalgeo.it

Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 - Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Globalgeo S.r.l.

*Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)*

P. Iva 05489270826



*Lavoro:
Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano – M. SS.
Divino Amore*

*Località:
Palermo*

*Data:
26/07/2013*

*Sondaggio:
S1
Cassetta:
n. 2*

*da ml. 5,00
a ml. 15,00*

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22-c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
Tel/Fax 0918996120 - Cell. 3333427445 – info@globalgeo.it

Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 – Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Globalgeo S.r.l.

*Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)*

P. Iva 05489270826

Documentazione Fotografica - Sondaggi Geognostici



*Lavoro:
Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano – M. SS.
Divino Amore*

*Località:
Palermo*

*Data:
27/07/2013*

*Postazione:
Sondaggio
S2*

*38°05'39,70" N
13°22'49,51" E*



*Lavoro:
Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano – M. SS.
Divino Amore*

*Località:
Palermo*

*Data:
27/07/2013*

*Sondaggio:
S2
Cassetta:
n. 1*

*da ml. 0,00
a ml. 5,00*

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22-c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
Tel/Fax 0918996120 - Cell. 3333427445 - info@globalgeo.it

Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 – Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Globalgeo S.r.l.

Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)

P. Iva 05489270826



Lavoro:
**Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano - M. SS.
Divino Amore**

Località:
Palermo

Data:
27/07/2013

Sondaggio:
S2
Cassetta:
n. 2

da ml. 5,00
a ml. 13,00

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22-c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
Tel/Fax 0918996120 - Cell. 3333427445 - info@globalgeo.it

Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 - Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)

Globalgeo S.r.l. P. Iva 05489270826

Documentazione Fotografica - Sondaggi Geognostici



Lavoro:
**Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano – M. SS.
Divino Amore**

Località:
Palermo

Data:
27/07/2013

Postazione:
**Sondaggio
S3**

**38°05'41,25" N
13°22'51,94" E**



Lavoro:
**Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Gaetano – M. SS.
Divino Amore**

Località:
Palermo

Data:
27/07/2013

Sondaggio:
S3

Cassetta:
n. 1

da ml. 0,00
a ml. 5,00

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22-c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
Tel/Fax 0918996120 - Cell. 3333427445 - info@globalgeo.it

Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 - Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Globalgeo S.r.l.

*Sede Legale:
Via Maria degli Angeli, 22
Montemaggiore Belsito (PA)*

P. Iva 05489270826



*Lavoro:
Costruzione
complesso
parrocchiale S.
Guetano – M. SS.
Divino Amore*

*Località:
Palermo*

*Data:
27/07/2013*

*Sondaggio:
S3
Cassetta:
n. 2*

*da ml. 5,00
a ml. 12,00*

www.globalgeo.it

Globalgeo S.r.l. - Via Maria degli Angeli, 22-c.a.p. 90020 - Montemaggiore Belsito (PA)
Tel/Fax 0918996120 - Cell. 3333427445 – info@globalgeo.it

Capitale Sociale int. vers. € 80.000,00 – Iscr. R.E.A. Palermo n. 258202



Prove di Laboratorio





S.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di
Geologia Tecnica



Prove di Laboratorio

COMUNE DI PALERMO

Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India
"Bonagia"

COMMITTENTE: *Globalgeo s.r.l.*

27 Settembre 2013

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Carlo Cibella



GEOCIMA s.a.s. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via G. Borremans, 36- 90145 - Palermo
Tel/Fax 091 6824940 – Email: geocimasnc@tiscali.it - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Nel mese di Agosto anno 2013 è pervenuto al laboratorio complessivamente un campione rimaneggiato a disturbo limitato e un campione lapideo entrambi conservati in sacchetti di plastica ermeticamente sigillati.

Dietro indicazione della ditta committente sono state effettuate le seguenti analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che meccanici:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Determinazione del peso specifico dei grani;
- Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità, plasticità e ritiro) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ($\varnothing=0.42$ mm);
- Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ($\varnothing=0,075$ mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD).

• La determinazione del contenuto d'acqua (W_n) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105° .

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

• Il Peso di Volume (γ) è stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento è la BS 1377: 1990

• Il peso specifico è stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200 ($\varnothing=0.075$ mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da 100 cm^3 .

La normativa di riferimento è la ASTM D 854-06.

• I limiti di consistenza (Atterberg) sono stati determinati in accordo alla normativa CNR-UNI 10014 ed alla ASTM D 4318-84.

Il limite di liquidità è stato calcolato mediante la coppa di Casagrande sulla sola frazione di

terra passante al setaccio ASTM N° 40 ($\phi=0.42$ mm); il metodo utilizzato è quello dell'interpolazione dei tre punti.

Il limite di plasticità è stato determinato tramite la manipolazione dello stesso materiale utilizzato per la determinazione del limite di liquidità, sino a quando, creando dei bastoncini aventi diametro di 3 mm, questi si screpolavano o rompevano.

• L'analisi granulometrica è stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI 8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

• La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 99 e circa 299 KN/m² (tra circa 1 e 3 Kg/cm²).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

Nelle pagine seguenti sono stati riportati i seguenti elaborati:

- Tabella riepilogativa delle prove effettuate;
- Certificati delle singole prove ed analisi.
- Certificati delle singole prove sul campione lapideo

Palermo, 27 Settembre 2013

Il Direttore Tecnico del Laboratorio



ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	γ_s	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume	γ	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	KN/m^3
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m^3
Contenuto naturale d'acqua	W_n	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	%
Limite di Liquidità	W_l	%
Limite di Plasticità	W_p	%
Indice di Plasticità	I_p	%
Indice di Consistenza	I_c	-
Indice dei vuoti	e	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e_0	-
Porosità	n	%
Coefficiente di saturazione	S	%
Coazione drenata	c'	KN/m^2
Coazione non drenata	C_u	KN/m^2
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ'	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	Gradi
Tensione tangenziale	τ	KN/m^2
Tensione normale	σ	KN/m^2
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	KN/m^2
Indice di resistenza normalizzato	$I_s (50)$	KN/m^2
Modulo edometrico	E_d	KN/m^2
Indice di compressibilità	A_v	m^2/KN
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	m^2/KN
Coefficiente di consolidazione	C_v	m^2/KN
Coefficiente di permeabilità	K	cm/sec

GEOCIMA sas di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede unica: Via Borremans 36, - 90145 - P.IVA 04405870827
Tel/Fax: 0916824940 - email: geocimasnc@tiscali.it



geocima



ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

COMMITTENTE: Globalgeo s.r.l.

LOCALITA': Comune di Palermo

PROGETTO: Realizzazione di una chiesa in via Fichi D'India - Bonagia

DATA RICEV. CAMPIONI: 18/09/2013

DATA EMISS. CERTIF.: 27/09/2013

N° PROT.: 44/13

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	γ	γ_s	W_n	$W_l - W_p$	Analisi granul.	Taglio CD	Prova di taglio Residuo	Compressione Edometrica	Compressione Triassiale	Prova di permeabilità	E.L.L.
S2	CR1	8.00	*	*	*	*	*	*	*					



COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**

Data ricevimento camp: 18/9/13

Data emissione certificati: 27/9/13

N° verb. accett.: 44/13

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	WI %	Wp %	S %	n %
S2CR1	8.00	18.33	25.85	14.38	27.51	33.93	18.87	90.84	44.37



Certificato n° 5538 del 27/09/13 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**

Data ricevimento camp: 18/9/13

Data esecuz. prova : 18/9/13

N° verb. accett.: 44/13

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input type="checkbox"/> Buone	<input checked="" type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spedimentatore



Certificato n° 5539 del 27/09/13 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**
 PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**
 SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**
 Data ricevimento camp: 18/9/13 Data esecuz. prova : 23/9/13 N° verb. accett.: 44/13

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mmN)
Campione 1	815.52	59.23	1918.47
Campione 2	815.52	59.23	1895.14
Campione 3	815.52	59.23	1890.53

	KN/m ³	
γ_1	18.622	γ medio: 18.333 KN/m³
γ_2	18.227	
γ_3	18.150	

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 8/9/13

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
Campione 1	61.29	2516.68	266.68	27.193
Campione 2	61.88	3151.96	271.14	27.648
Campione 3	60.02	2801.07	271.65	27.700

Wn medio: 27.514 %

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 5540 del 27/09/13 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**

Data ricevimento camp: 18/9/13 Data esecuz. prova : 20/09/13 N° verb. accett.: 44/13

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (mmN)	P2 (mmN)	P3 (mmN)	P4 (mmN)	T (°C)	γ_s KN/m ³
Campione 1	1170.13	1566.51	2585.66	2832.41	28	25.971
Campione 2	1130.61	1572.20	2459.30	2732.58	28	25.722

γ_s medio: 25.846 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
- P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
- P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
- P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 5541 del 27/09/13 Pag. 1/1

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**

Data ricevimento camp: 18/9/13 Data esecuz. prova: 19/09/13 N° verb. accett.: 44/13

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04; UNI
 CEN/TS 17892-12:2005

LIMITE DI LIQUIDITA'

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	122.78	233.69	204.76	15	35.287
Campione 2	122.78	213.78	190.64	25	34.104
Campione 3	126.11	220.85	197.51	33	32.692

WI = 33.932 %

LIMITE DI PLASTICITA'

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wp (%)
Campione 1	206.43	346.37	324.11	18.917
Campione 2	25.30	247.52	212.31	18.825

Wp medio = 18.871 %

Ic = 0.426

Ip = 15.061

LIMITE DI RITIRO

tara capsula (mmN)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (mmN)	P.S.N. (mmN)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 5542 del 27/09/13 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**
 PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**
 SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CRI** PROFONDITA' : **8.00 m**
 Data ricevimento camp: Data esecuz. prova : 20/9/13 N° verb. accett.: 44/13

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005; ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

P.S.N. Totale : 5096.42 mmN
 P.S.N. passante 200 : 4741.22 mmN
 % passante al 200 : 93.03

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
10	21.77	2	99.57
18	32.85	1	99.36
40	59.62	0.425	98.83
60	88.65	0.25	98.26
100	119.84	0.15	97.65
200	355.20	0.075	93.03

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.018	0.0701	48.75
1	1.014	0.0517	34.91
2	1.0125	0.0370	29.72
4	1.0105	0.0263	22.80
8	1.0095	0.0185	19.34
16	1.009	0.0130	17.61
32	1.0085	0.0092	15.88
60	1.0079	0.0068	13.80
120	1.0076	0.0048	12.76
240	1.0073	0.0034	11.72
480	1.0068	0.0024	9.99
1440	1.0062	0.0014	7.92

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 5542 del 27/09/13 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

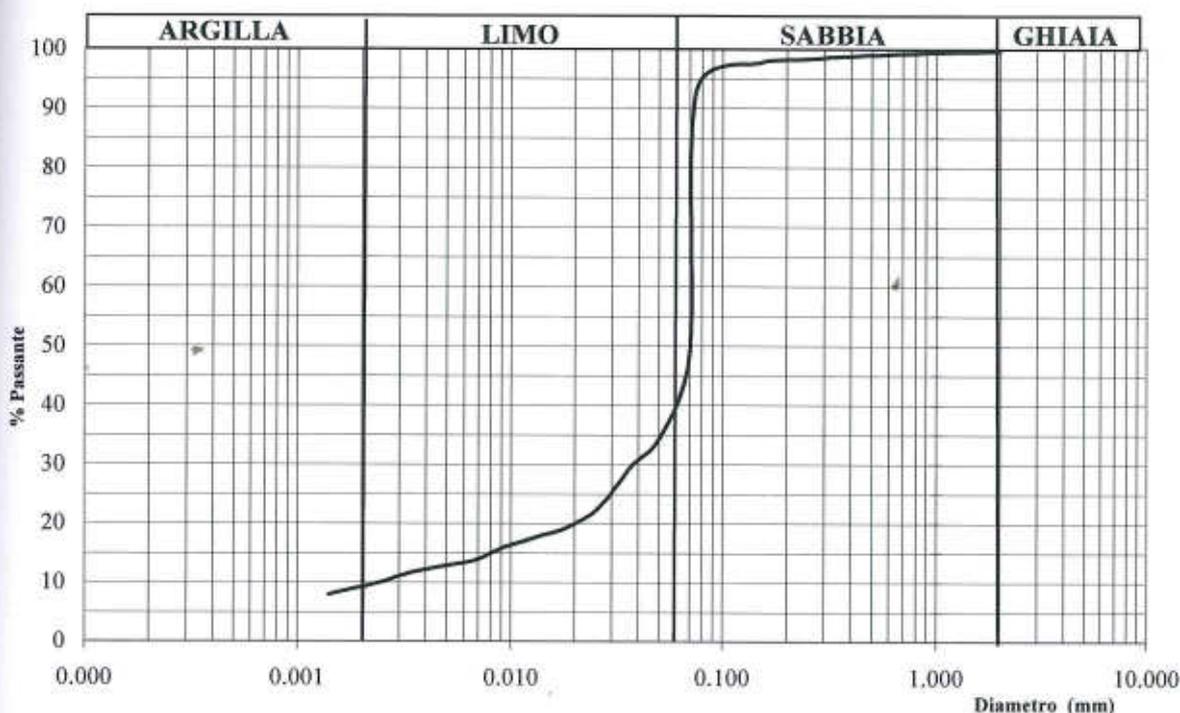
PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**

Data ricevimento camp: Data esecuz. prova : 20/9/13 N° verb. accett.: 44/13

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005; ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 0.43 %
Sabbia: 58.40 %
Limo: 32.05 %
Argilla: 9.12 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 93.03%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **sabbia con limo debolmente argillosa**

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 5543 del 27/09/13 Pag 1/5

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CRI** PROFONDITA' : **8.00 m**

Data ricevimento camp: 18/9/13 Data esecuz. prova : 23/9/13 N° verb. accett.: 44/13

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	59.23	59.23	59.23
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Diametro	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	99.41	199.02	292.35
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.575	0.812	1.244

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.003	0.003	0.003

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	n _i (%)	e _i	W _i (%)	W _r (%)
A	18.62	15.59	77.72	39.67	0.66	19.38	22.30
B	18.22	15.27	73.60	40.92	0.69	19.34	23.53
C	18.14	15.14	73.98	41.42	0.71	19.84	22.84

Il Direttore del laboratorio

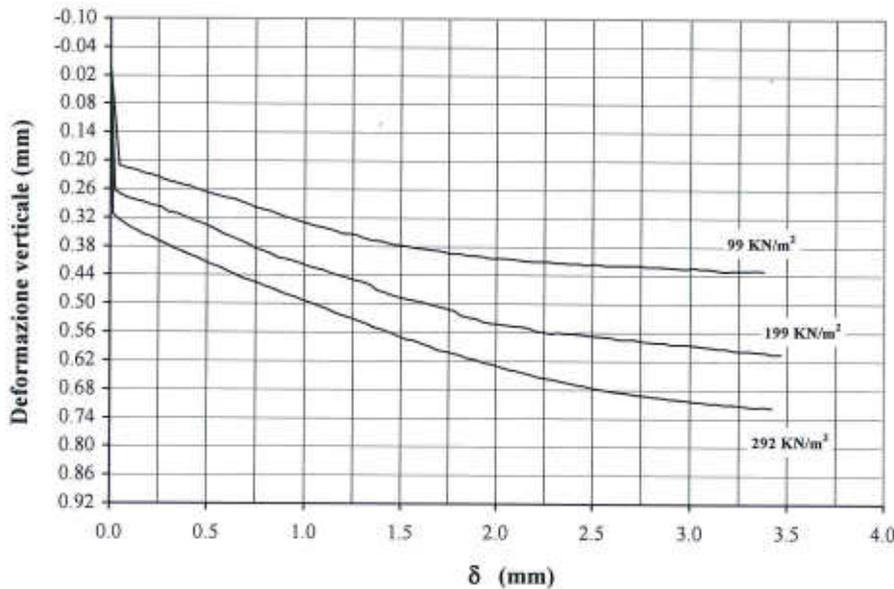
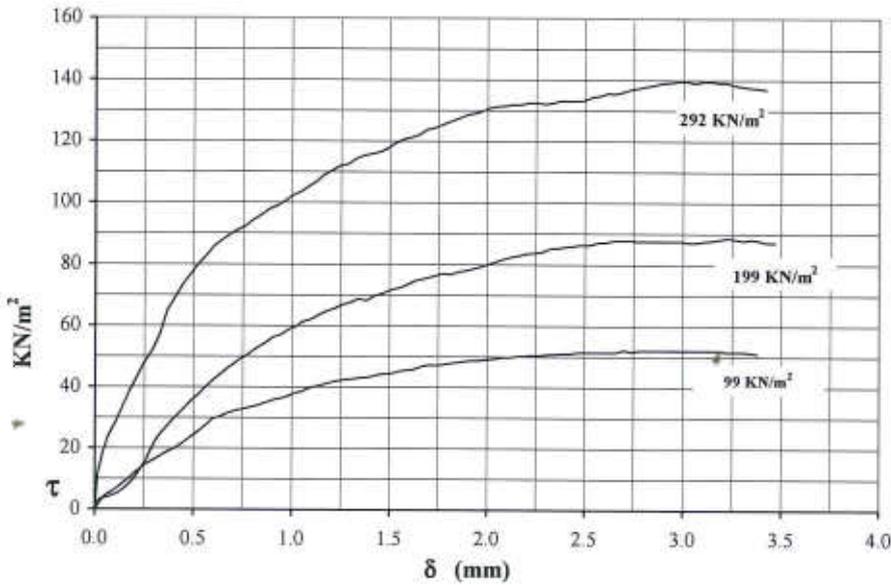
Lo Sperimentatore

Certificato n° 5543 del 27/09/13 Pag 2/5

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**
 PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**
 SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**
 Data ricevimento camp: 18/9/13 Data esecuz. prova : 23/9/13 N° verb. accett.: 44/13

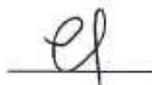
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: I provini sono stati ricostruiti

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato n° 5543 del 27/09/13 Pag 3/5

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**
 PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**
 SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**
 Data ricevimento camp: 18/9/13 Data esecuz. prova : 23/9/13 N° verb. accett.: 44/13

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.211	0.047	4.171	0.263	0.023	3.208	0.312	0.014	11.229
0.216	0.091	6.096	0.275	0.071	4.171	0.323	0.039	18.608
0.22	0.135	8.021	0.281	0.117	5.454	0.33	0.066	23.741
0.226	0.175	10.266	0.287	0.172	8.021	0.341	0.104	28.553
0.229	0.214	12.512	0.293	0.217	11.870	0.347	0.139	33.365
0.235	0.251	14.437	0.298	0.262	16.683	0.355	0.173	38.499
0.241	0.29	15.720	0.308	0.302	21.816	0.361	0.213	43.311
0.245	0.33	17.324	0.311	0.345	25.666	0.369	0.251	47.802
0.251	0.373	18.928	0.318	0.383	28.553	0.377 ^d	0.293	51.973
0.254	0.41	20.212	0.325	0.428	31.440	0.384	0.329	57.106
0.26	0.449	21.816	0.331	0.468	34.007	0.39	0.366	64.806
0.264	0.482	23.420	0.338	0.508	36.574	0.398	0.408	69.297
0.269	0.522	25.345	0.346	0.549	39.140	0.403	0.446	73.468
0.273	0.558	27.270	0.354	0.587	41.707	0.411	0.486	76.676
0.278	0.597	29.516	0.36	0.628	43.632	0.418	0.523	79.885
0.28	0.636	30.478	0.367	0.666	45.877	0.424	0.564	82.772
0.285	0.673	31.440	0.374	0.705	47.482	0.431	0.603	85.659
0.291	0.708	32.082	0.383	0.742	49.406	0.438	0.64	87.584
0.297	0.747	32.724	0.389	0.785	51.011	0.446	0.68	89.509
0.302	0.783	33.365	0.394	0.821	52.615	0.452	0.723	91.113
0.306	0.823	34.007	0.403	0.864	54.219	0.457	0.762	92.397
0.311	0.86	34.649	0.406	0.903	56.144	0.464	0.8	94.321
0.317	0.898	35.611	0.41	0.943	57.106	0.469	0.841	95.926
0.321	0.937	36.253	0.415	0.982	58.710	0.477	0.881	97.850
0.327	0.974	36.894	0.422	1.024	59.994	0.482	0.923	99.134
0.331	1.011	37.857	0.426	1.061	61.277	0.487	0.962	100.417
0.336	1.051	38.499	0.43	1.104	62.239	0.495	1.001	102.342
0.339	1.085	39.461	0.436	1.136	63.523	0.5	1.041	103.304
0.343	1.124	40.103	0.441	1.177	64.806	0.507	1.084	105.229
0.347	1.162	40.744	0.445	1.216	65.448	0.512	1.12	106.833
0.352	1.197	41.386	0.45	1.255	66.731	0.52	1.162	109.079
0.354	1.24	42.028	0.454	1.3	67.693	0.525	1.2	110.363
0.357	1.275	42.348	0.46	1.338	68.656	0.531	1.243	111.967
0.363	1.316	42.669	0.471	1.379	68.335	0.537	1.287	112.608
0.367	1.354	42.990	0.477	1.421	69.618	0.543	1.324	114.212
0.369	1.393	43.311	0.483	1.463	70.581	0.55	1.365	115.175
0.372	1.431	43.953	0.487	1.504	71.543	0.555	1.406	115.816
0.376	1.469	44.273	0.491	1.543	72.185	0.561	1.449	116.458
0.378	1.507	44.594	0.495	1.583	73.147	0.568	1.489	117.741
0.38	1.546	45.236	0.499	1.623	74.431	0.574	1.529	119.346
0.383	1.58	45.557	0.503	1.662	75.072	0.577	1.571	120.629
0.385	1.62	45.877	0.507	1.699	75.714	0.584	1.611	121.270
0.387	1.658	46.519	0.511	1.739	76.355	0.589	1.651	122.233
0.389	1.698	47.161	0.514	1.778	76.997	0.597	1.691	123.837
0.392	1.737	47.161	0.525	1.817	76.676	0.6	1.733	124.479

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 5543 del 27/09/13 Pag 5/5

COMMITTENTE : **Globalgeo s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

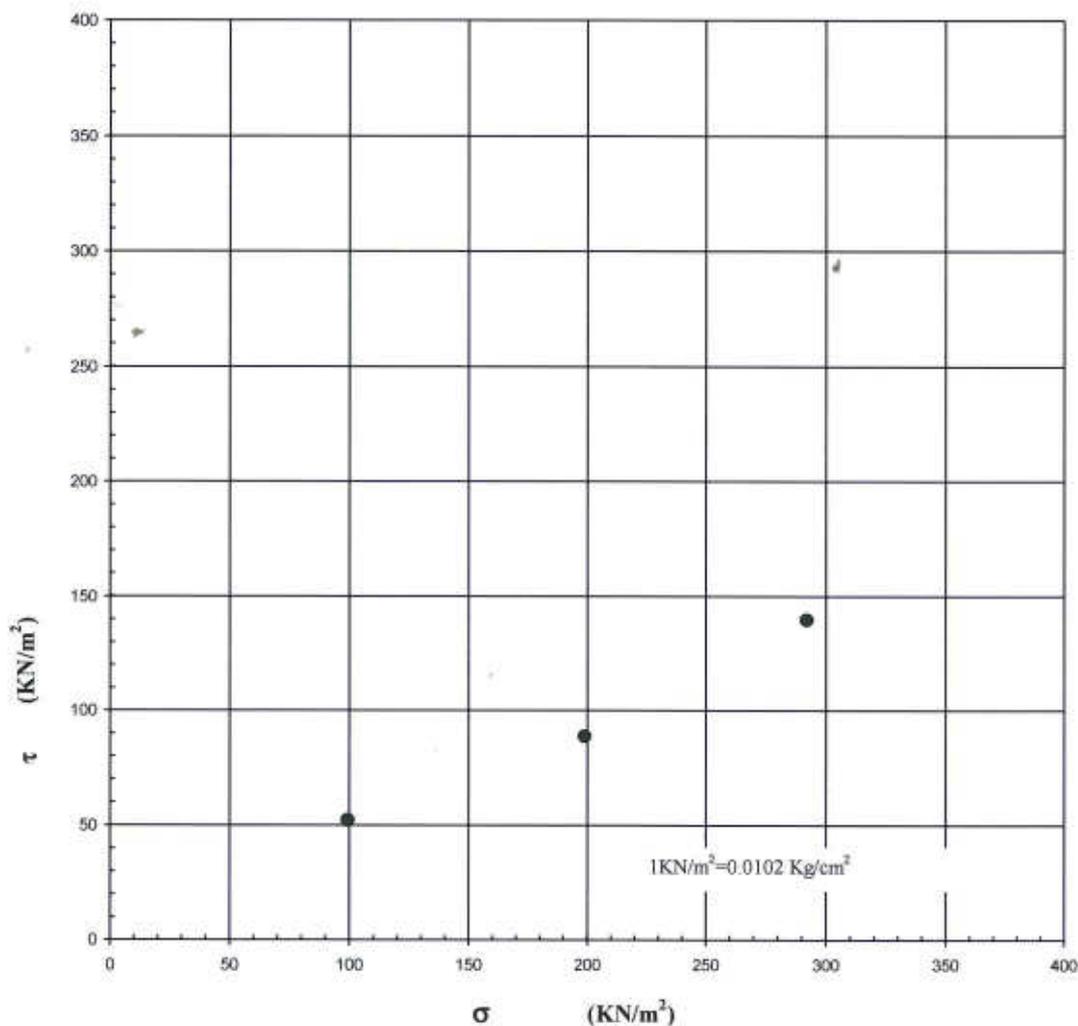
PROGETTO : **Realizzazione di una chiesa in via Fichi d'India - Bonagia**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **8.00 m**

Data ricevimento camp: 18/9/13 Data esecuz. prova : 23/9/13 N° verb. accett.: 44/13

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

LAVORO : Costruzione di una Chiesa in via Fico d'India

LOCALITA' : Palermo

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: GlobalGeo s.r.l.

RICHIEDENTE :, GlobalGeo s.r.l.

VERBALE DI ACCETTAZIONE : n° 345 del 18/09/2013

CERTIFICATI : dal n° 7988 al n° 7990

DATA CERTIFICAZIONE : 24/09/2013

PROVE GEOTECNICHE

Rev. / Alleg.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO
1	24/09/2013	Certificati di prova	A. Cortigiani; V. Malato	M. Rosone

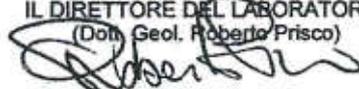
CODIFICA

2013 \ 345 - Globalgeo - 7988-7990

IL RICHIEDENTE:

APPROVAZIONI

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 (Dot. Geol. Roberto Prisco)



In data 18/09/2013 la Ditta GlobalGeo s.r.l. ha consegnato al Laboratorio n° 1 (uno) campione rimaneggiato di roccia (carota) conservato in sacchetto di plastica chiuso con nastro adesivo di carta.

Sul campione descritto sono state effettuate le analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisico-volumetrici che quelli meccanici.

Il programma delle indagini di laboratorio ha previsto la esecuzione delle seguenti prove:

- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume;
- Prova di resistenza a compressione monoassiale tipo DL;

Per l'indicazione delle prove eseguite sui campioni si rimanda alla tabella riepilogativa l'elenco delle analisi e prove richieste.

- Il Peso dell'Unità di Volume (γ) è stato calcolato come rapporto tra la massa ed il volume del provino. Questo è stato ricavato, in seguito a rettifica e spianatura dei provini, mediante misura delle lunghezze a volume noto;
- La Prova di compressione monoassiale è stata eseguita utilizzando una pressa oleodinamica da 250 kN. E' stata eseguita senza determinazione delle deformazioni.

Palermo, 24 Settembre 2013

Il Direttore del Laboratorio
(dott. Roberto Prisco)

ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico del solido	γ_s	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume	γ	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	KN/m^3
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m^3
Contenuto naturale d'acqua	W_n	% - g
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	% - g
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	% - g
Limite di Liquidità	W_L	% - g
Limite di Plasticità	W_p	% - g
Indice di Plasticità	I_p	% - g
Indice di Consistenza	I_c	-
Indice dei vuoti	e	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e_0	-
Porosità	N	%
Coefficiente di saturazione	S	%
Coesione drenata	c'	kN/m^2
Coesione drenata in condizioni residue	C'_{res}	kN/m^2
Coesione non drenata	C_u	kN/m^2
Angolo di resistenza a taglio in condizioni drenate	ϕ'	Gradi
Angolo resistenza a taglio in condizioni residue	ϕ'_{res}	Gradi
Angolo resistenza a taglio in condizioni non drenate	ϕ_u	Gradi
Tensione tangenziale	τ	kN/m^2
Tensione normale	σ	kN/m^2
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	kN/m^2
Indice di resistenza normalizzato	$I_s (50)$	kN/m^2
Modulo edometrico	E_d	kN/m^2
Indice di compressibilità	A_v	m^2/kN
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	m^2/kN
Coefficiente di consolidazione	C_v	m^2/kN
Coefficiente di permeabilità	K	cm/sec

geo.tec[®].s.n.c.

LABORATORIO AUTORIZZATO PER PROVE UFFICIALI

PROVE SULLLE ROCCE E SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
 D.M. n°7350 del 24.07.2012 ai sensi della Legge n°1086/71 art. 20,
 D.M. n°2011 art. 59 e delle Circolari Ministeriali n°7618/STC/2010 e n°7617/STC/2010
 Palermo - Viale della Croce Rossa n° 238 - Tel/Fax: 091.670.38.06
 www.geotecn.c.com ; e-mail: info@geotecn.c.com

RICHIEDENTE :	GlobalGeo s.r.l.		
LAVORO :	Costruzione di una Chiesa in via Fico d'India		
LOCALITA' :	Palermo		
VERBALE DI ACCETTAZIONE n.:	345	del:	18/09/2013
CERTIFICATO n.:	7988	del:	24/09/2013

SCHEDA DI IDENTIFICAZIONE (Norma ASTM D 2488 - 00)

Sigla Campione **S2** Profondità da m. 4.00 a m.

Campionamento eseguito da: GlobalGeo s.r.l.

Procedura di campionamento: Carotaggio continuo

Contenitore: busta in plastica

Data prelievo campione: non fornita

Chiusura contenitore: nastro adesivo

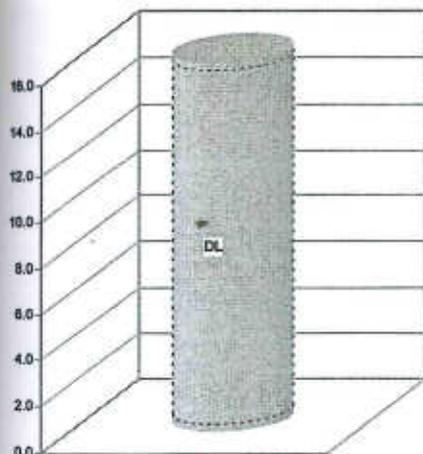
Data esecuzione prova: 18/09/2013

Classe qualità campione: non determinata

Condizioni campione all'apertura: campione integro

Forma campione: cilindrica

diametro cm 8.10 lunghezza cm 16.00



DESCRIZIONE LITOLOGICA

Calcarenite a grana medio-grossa, di colore bianco giallastra,
 presenza di molti vacuoli di piccole dimensioni ed abbondanti
 inclusi litici di piccolissime dimensioni cementati.-

reazione all'HCl: forte

Prove effettuate

Determinazione caratteristiche fisico-volumetriche

Prova di compressione DL

OPERATORE SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Vanessa Malato

Vanessa Malato

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 (Dott. Geol. Roberto Prisco)

Roberto Prisco

geo.tec[®]
 LABORATORIO AUTORIZZATO PER PROVE UFFICIALI

PROVE SULLA ROCCHE E SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
 D.L. 11/2012, D.M. n°7350 del 24.07.2012 ai sensi della Legge n°1086/71 art. 20,
 D.M. 10/09/2011 art. 59 e delle Circolari Ministeriali n°7618/STC/2010 e n°7617/STC/2010
 Viale della Croce Rossa n° 238 - Tel/Fax: 091.670.38.06
 www.geotecinc.com ; e-mail: info@geotecinc.com

RICHIEDENTE :	GlobalGeo s.r.l.		
LAVORO :	Costruzione di una Chiesa in via Fico d'India		
LOCALITA' :	Palermo		
VERBALE DI ACCETTAZIONE n.:	345	del: 18/09/2013	
CERTIFICATO n.:	7988	del: 24/09/2013	

**SCHEDA DI IDENTIFICAZIONE
 (Norma ASTM D 2488 - 00)**

Sigla Campione **S2** Profondità da m. **4.00** a m.

Campionamento eseguito da: **GlobalGeo s.r.l.**

Procedura di campionamento: **Carotaggio continuo**

Contenitore: **busta in plastica** Data prelievo campione: **non fornita**

Chiusura contenitore: **nasiro adesivo** Data esecuzione prova: **18/09/2013**

Classe qualità campione: **non determinata** Condizioni campione all'apertura: **campione integro**

Forma campione: **cilindrica** diametro cm **8.10** lunghezza cm **16.00**



Prove effettuate

- Determinazione caratteristiche fisico-volumetriche
- Prova di compressione DL

SPERIMENTATORE
 Geol. Vanessa Malato

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 (Dot. Geol. Roberto Prisco)

geo.tec[®]

LABORATORIO AUTORIZZATO PER PROVE UFFICIALI

SULLA ROCCE E SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
 D.M. n°7350 del 24.07.2012 ai sensi della Legge n°1086/71 art. 20,
 art. 21 e 22, art. 29 e delle Circolari Ministeriali n°7618/STC/2010 e n°7617/STC/2010
 - Viale della Croce Rossa n° 238 - Tel/Fax: 091.670.38.06
 www.geotecnc.com ; e-mail: info@geotecnc.com

RICHIEDENTE : GlobalGeo s.r.l.

LAVORO : Costruzione di una Chiesa in via Fico d'India

LOCALITA' : Palermo

VERBALE DI ACCETTAZIONE n°345

del: 18/09/2013

CERTIFICATO n.: 7989

del: 24/09/2013

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME MEDIANTE MISURE DI LUNGHEZZA (Norma BS 1377: 1990 - Part.2)

Sigla Campione S2

Profondità da m. 4.00 a m.

Data prova 19/09/13

		Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
campione + tara	[mN]	16170.97					
Peso tara	[mN]	0.00					
Volume campione	[cm ³]	802.056					
Peso dell'unità di volume γ	[kN/m ³]	20.17					

RISULTATI DELLA PROVA

Peso dell'unità di volume	γ	[kN/m ³]	20.17	media dei valori
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	[kN/m ³]	non determinato	
Contenuto d'acqua	w	[%]	non determinato	

Apparecchiatura utilizzata: bilancia elettronica con precisione di 0,01 g
 calibro digitale

OPERATORE
 Geol. Vanessa Malato

Vanessa Malato

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 (Dott. Geol. Roberto Prisco)

Roberto Prisco

geo.tec[®].s.n.c.

LABORATORIO AUTORIZZATO PER PROVE UFFICIALI
 SULLLE ROCCE E SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
 D.M. n°7350 del 24.07.2012 ai sensi della Legge n°1086/71 art. 20,
 art. 59 e delle Circolari Ministeriali n°7618/STC/2010 e n°7617/STC/2010
 Viale della Croce Rossa n° 238 - Tel/Fax: 091.670.38.06
 www.geotecnrc.com - e-mail: info@geotecnrc.com

RICHIEDENTE :	GlobalGeo s.r.l.		
LAVORO :	Costruzione di una Chiesa in via Fico d'India		
LOCALITA' :	Palermo		
VERBALE DI ACCETTAZIONE n.:	345	del: 18/09/2013	
CERTIFICATO n.:	7990	del: 24/09/2013	

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE (DL) (Norme: ASTM D 7012-04; Racc. ISRM)

Sigla Campione S2

Profondità da m. 4.00 a m.

Data prova 24/09/13

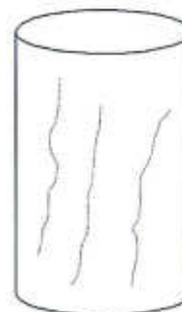
Caratteristiche provino

Sezione provino		circolare
Diametro	(mm)	81.34
Altezza iniziale	(mm)	154.35
Peso dell'unità di volume	(kN/m ³)	20.17

Risultati della prova

Tensione assiale a rottura	(MPa)	14.6
----------------------------	-------	------

Schema di rottura



Note: _____

Apparecchiatura utilizzata: Pressa Oleodinamica da 250 kN della Controls
 Sistema di rilevazione delle misure mediante
 centralina automatizzata della Controls mod. MMC

OPERATORE
 (Geom. Antonio Cortigiani)

Antonio Cortigiani

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 (Dott. Geol. Roberto Prisco)

Roberto Prisco

RICHIEDENTE : GlobalGeo s.r.l.
LAVORO : Costruzione di una Chiesa in via Fico d'India
LOCALITA' : Palermo
VERBALE DI ACCETTAZIONE n.: 345
CERTIFICATO n.: 7990
 del: 18/09/2013
 del: 24/09/2013

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE (DL)
(Norme: ASTM D 7012-04; Racc. ISRM)

Sigla Campione S2

Profondità da m. 4.00 a m.

Data prova 24/09/13

Dati della prova

Durata Prova (sec)	Forza assiale N (kN)	Tensione assiale σ_1 (MPa)
0.00	0.00	0.00
0.30	1.41	0.27
0.50	1.86	0.36
0.80	2.35	0.45
1.10	2.85	0.55
1.30	3.36	0.65
1.60	3.86	0.74
1.90	4.35	0.84
2.10	4.85	0.93
2.40	5.35	1.03
2.70	6.36	1.22
2.90	7.36	1.42
3.20	8.36	1.61
3.50	9.37	1.80
3.80	10.55	2.03
4.00	11.49	2.21
4.30	12.85	2.47
4.60	13.21	2.64
4.80	14.04	2.70
5.10	15.53	2.99
5.40	16.02	3.08
5.60	16.42	3.16
5.90	17.12	3.29
6.20	17.92	3.45
6.40	18.60	3.58
6.70	19.33	3.72
7.00	20.03	3.85
7.20	20.80	4.00
7.50	21.54	4.15
7.80	22.33	4.30
8.00	22.99	4.42
8.30	23.76	4.57
8.60	24.38	4.69
8.90	25.15	4.84
9.10	25.81	4.97
9.40	26.57	5.11
9.70	27.19	5.23
9.90	27.91	5.37
10.20	28.56	5.50
10.50	29.28	5.63
10.70	29.99	5.77
11.00	30.71	5.91
11.30	31.33	6.03
11.50	32.10	6.18
11.80	32.73	6.30
12.10	33.48	6.44
12.40	34.07	6.56
12.60	34.78	6.69
12.90	35.45	6.82
13.20	36.20	6.97
13.40	36.89	7.10
13.70	37.60	7.24
14.00	38.23	7.36
14.20	38.95	7.50
14.50	39.57	7.61
14.80	40.34	7.76
15.00	40.94	7.88
15.30	41.66	8.02
15.60	42.31	8.14
15.80	43.00	8.28
16.10	43.66	8.40
16.40	44.34	8.53
16.60	44.98	8.66
16.90	45.75	8.80
17.20	46.36	8.92
17.40	47.13	9.07

Durata Prova (sec)	Forza assiale N (kN)	Tensione assiale σ_1 (MPa)
17.70	47.73	9.19
18.00	48.47	9.33
18.30	49.14	9.46
18.50	49.83	9.59
18.80	50.52	9.72
19.10	51.21	9.85
19.30	51.84	9.98
19.60	52.61	10.12
19.90	53.19	10.24
20.10	53.97	10.39
20.40	54.63	10.51
20.70	55.36	10.65
20.90	56.06	10.79
21.20	56.74	10.92
21.50	57.40	11.05
21.80	58.14	11.19
22.00	58.75	11.31
22.30	59.55	11.46
22.60	60.17	11.58
22.80	60.93	11.73
23.10	61.63	11.88
23.40	62.35	12.00
23.60	63.07	12.14
23.90	63.81	12.28
24.20	64.45	12.40
24.40	65.26	12.56
24.70	65.87	12.69
25.00	66.64	12.82
25.30	67.29	12.95
25.50	68.00	13.09
25.80	68.71	13.22
26.00	69.15	13.31
26.10	69.41	13.36
26.20	69.59	13.39
26.30	69.85	13.44
26.30	70.04	13.48
26.40	70.38	13.54
26.50	70.57	13.58
26.60	70.84	13.63
26.70	71.02	13.67
26.80	71.28	13.72
26.90	71.45	13.75
27.00	71.72	13.80
27.10	71.91	13.84
27.20	72.21	13.90
27.20	72.42	13.94
27.30	72.70	13.99
27.40	72.85	14.02
27.50	73.10	14.07
27.60	73.27	14.10
27.70	73.53	14.15
27.80	73.71	14.18
27.90	74.02	14.24
28.00	74.23	14.29
28.00	74.51	14.34
28.20	74.68	14.37
28.20	74.93	14.42
28.30	75.19	14.47
28.40	75.37	14.50
28.50	75.64	14.56
28.60	75.84	14.59
28.70	76.03	14.63
28.80	75.96	14.62
28.90	75.70	14.57
28.90	73.28	14.10
29.00	66.57	12.81

LO SPERIMENTATORE
 Geom. Antonio Cortigiani

Antonio Cortigiani

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 (Dott. Geol. Roberto Prisco)

Roberto Prisco

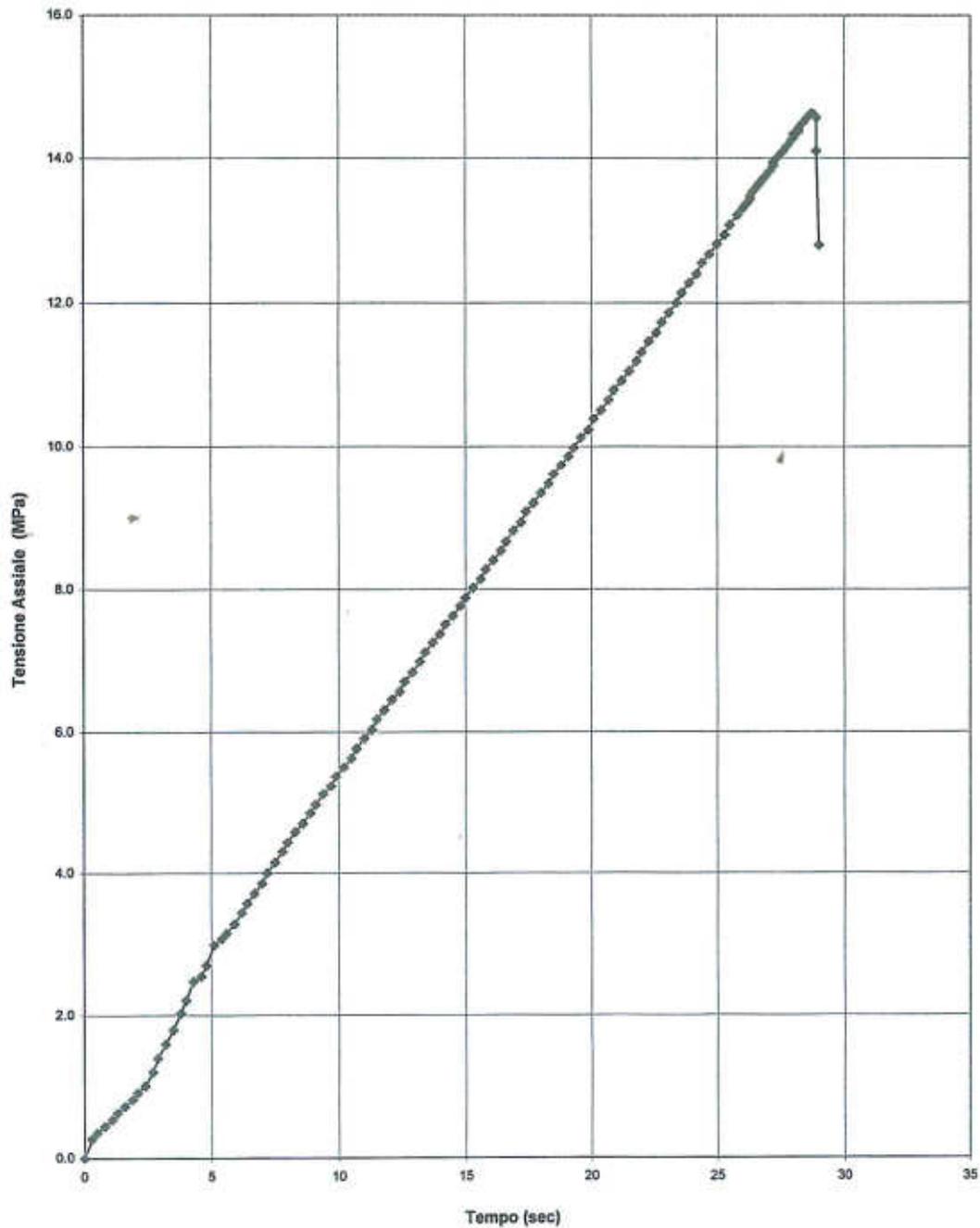
RICHIEDENTE : GlobalGeo s.r.l.
LAVORO : Costruzione di una Chiesa in via Fico d'India
LOCALITA' : Palermo

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE (DL)
(Norme: ASTM D 7012-04; Racc. ISRM)

Sigla Campione S2

Profondità da m. 4.00 a m.

Data prova 24/09/13



Risultati della prova

Tensione assiale a rottura	(MPa)	14.6
----------------------------	-------	------



Indagine Geofisica HVSR



Indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR

Conforme al D.M. 14.01.2008 per l'individuazione della classe del suolo

Lo scopo di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle discontinuità sismiche nonché la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico).

Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio o orizzontali (V_{s30}) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e le componenti del moto verticale (H/V) meglio conosciuto come HVSR.

L'indagine viene resa a supporto della calcolazione strutturale di una struttura in c.a. da adibire a complesso parrocchiale da sorgere in località Brancaccio alla via Fichidindia, a Palermo, per conto della Parrocchia S. Gaetano e M.SS. del Divino Amore di Brancaccio.

1.0 Cenni teorici

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di

questo tipo sono:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Dovranno quindi adottarsi adeguate precauzioni nel concepire strutture che non abbiano la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;

- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;

- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, correlare la stratigrafia (magari già nota) per l'individuazione della profondità del riflettore riconoscibile nella curva H/N. E' comunque possibile risalire alla stratigrafia del terreno correlando le discontinuità rilevate dalla prova con le note formule che correlano la velocità sismica di taglio della roccia (definita in appositi abachi geofisici) con la frequenza rilevata dallo strumento di misura e lo spessore della roccia. E' possibile inoltre calcolare la V_{s30} e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008, a partire dalla base della fondazione.

- la **stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra

0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso; in pratica viene riconosciuto il passaggio di litologia o la discontinuità geologica senza però darne notizia diretta ma offrendo la possibilità dell'interpretazione.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti.

La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento di rilievo dipende:

- 1) dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ,
- 2) dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda),
- 3) dalla risposta dello strumento.

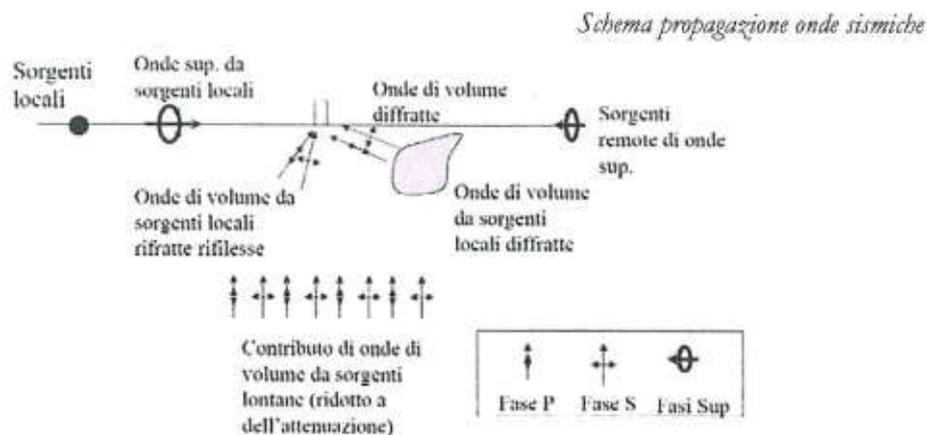
Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

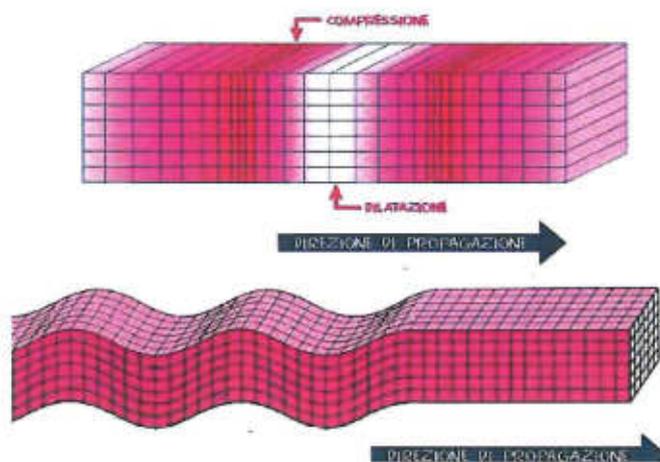
Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre.

Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano

sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.



Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni,⁴ intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartato dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.



Movimenti del terreno associati alle fasi P ed S associate alle onde di volume che si propagano in un mezzo elastico : onde P (sopra) onde S (sotto)

2.0 Strumentazione e metodologia

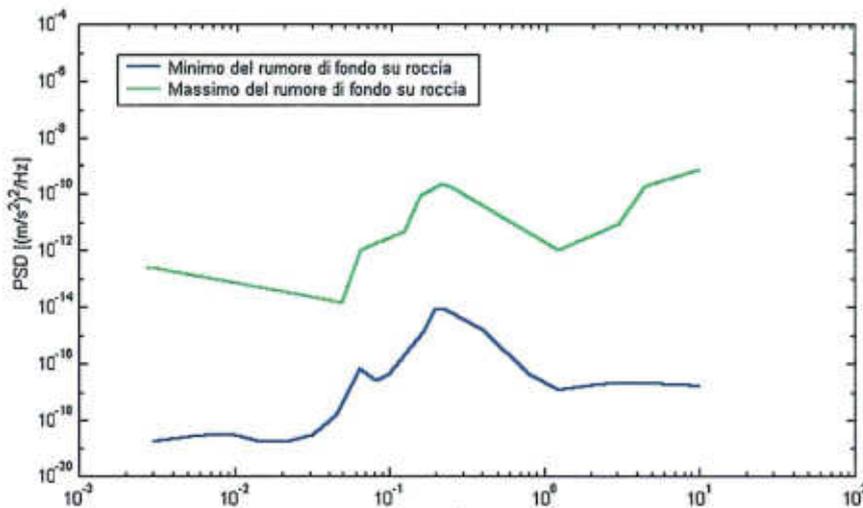
Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello "Tromino" prodotto dalla Micromed s.r.l. di Modigliano Veneto che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione digitale adatti a tali misurazioni. Lo strumento (Tromino, 10 x 7 x 14 cm per 1,1 kg di peso) racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 o di 512 Hz. I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico. Le misure di microtremore ambientale, della durata minima di 16 minuti ma per rispetto delle definizioni del prezziario Regione Sicilia vigente per

l'anno 2009, si spingono fino a 20 minuti di rilievo strumentale, raggiungendo quindi anche profondità di oltre 70-80 m dal p.c.



Apparecchiatura di rilievo "Tromino - Grilla"

Nella figura seguente si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.*



La curva blu rappresenta il rumore di fondo minimo, di riferimento, mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore; i picchi relativi sono misurati a 0.14 e 0.07 Hz e sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

I dati rilevati sono poi convertiti in file ASCII mediante il software "Grilla", fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza. Per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono corretti per offset e trend ma non filtrati così come raccomandato dalla norma DIN 4150-3.

In fase operativa si sono seguite le seguenti operazioni:

1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (circa 20 minuti);
2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno;
3. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti;
4. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale;
5. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

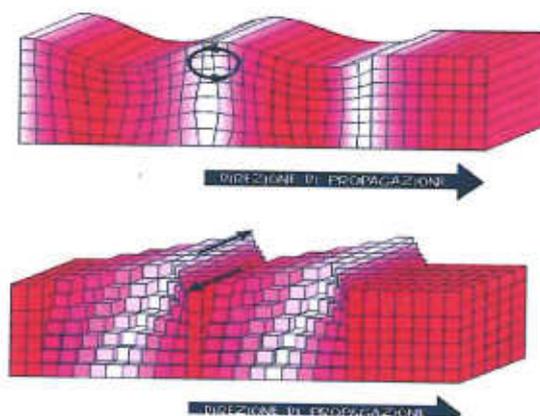
Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde di Rayleigh è necessario invece che:

1. i rapporti HN ottenuti sperimentalmente siano "stabili" ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato, gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti "dominanti";
2. la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno).

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato dal programma per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella d'input), in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi (fondamentale e superiori).

Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde V_s .



Movimento del terreno indotto dal passaggio di onde superficiali: onde Rayleigh (sopra), Love (sotto)

Il complesso delle nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica è stato varato con ordinanza n. 3274 del presidente del Consiglio

dei Ministri del 20 marzo 2003 ed è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'8 maggio e successivamente ripreso dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

Le nuove norme si compongono di quattro argomenti e in particolare in il secondo evidenzia le *norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici*. Come si legge nel documento esplicativo, la principale finalità del corpo delle nuove norme è quella di rinnovare profondamente le norme tecniche per le zone sismiche adottando, in modo omogeneo per tutto il paese, soluzioni coerenti con il sistema di norme già definito a livello europeo (Eurocodice 8). Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di risposta sismica locale. Dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S). Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H / V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie. La rappresentazione di un moto sismico può essere espressa sia nel campo del tempo che delle frequenze. Per capire la procedura per il calcolo del moto sismico in superficie analizziamo un caso semplificato di un deposito di terreno omogeneo di spessore H , poggiante su un basamento roccioso soggetto ad onde di taglio con direzione di propagazione verticale. Se le onde di taglio verticali incidenti sono sinusoidali di frequenza f , l'accelerazione sull'affioramento rigido è una sinusoidale di frequenza f e ampiezza a_{maxr}

mentre la corrispondente accelerazione alla superficie del deposito, anch'essa sinusoidale di frequenza f , ha ampiezza paria ad a_{maxs} . Il rapporto " a_{maxr} / a_{maxs} " prende il nome di *fattore di amplificazione*, A , e dipende dalla frequenza dell'eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento del terreno e dal rapporto $I = (\sigma_b V_b) / (\sigma_s V_s)$ tra l'impedenza sismica della roccia di base $\sigma_b V_b$ e quella del deposito $\sigma_s V_s$. La variazione del fattore di amplificazione con la frequenza definisce la funzione di amplificazione $A(f)$ del deposito. Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle **frequenze naturali** f_n di vibrazione del deposito:

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

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

$$f_1 = 1/T_1 = V_s / 4H$$

E' quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero, a dir poco, gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

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

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. fondamentale di risonanza del sito}$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (Site EffectS Assessment using AMbient Excitations) si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola e array. Esso ha anche fornito dei criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la singnificatività dei picchi HN eventualmente trovati.

Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde Vs è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione [fig. 0.1]:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove:

Vs = valore di velocità delle onde di taglio [mis]

H = profondità alla quale si desidera stimare Vs [m] (30 m in caso di Vs₃₀)

hi = spessore dello strato i – esimo [m]

In via puramente indicativa, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano una serie d'esempi di classificazioni fatte sulla base di semplici misure HN a stazione singola.

TIPO DI SUOLO	Vs min	Vs media	Vs max
Rocce molto dure (es. rocce metamorfiche molto - poco fratturate)	1400	1620	-
Rocce dure (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate).	700	1050	1400
Suoli ghiaiosi e rocce da tenere a dure (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia).	375	540	700
Argille compatte e suoli ghiaiosi-sabbiosi ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose).	200	290	375
Terreni teneri terreni di riporto sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

4.0 Interpretazione delle misure eseguite

L'interpretazione dei rilievi eseguiti consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock geofisico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo. Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si possono ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità [m] dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo. La **frequenza caratteristica di risonanza del sito** risulta generata dalla discontinuità sismica localizzata alle medie frequenze ed è associabile a contatto copertura – roccia.

5.0 Modello sismico locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008):

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E *	<i>Terreni dei sottosuoli C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal seguente studio, si ritiene opportuno inserire il sito in oggetto di studio nella **Categoria B** noto che la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m di terreno al di sotto del piano di posa delle fondazioni V_{s30} (considerato pari a -1,0 dall'ubicazione del rilievo sismico), è stata misurata rispettivamente per i rilievi Tr01 e TR02 in **425 m/sec** e **379 m/sec**, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

IL GEOLOGO

Seguono le stampe dell'interpretazione dei rilievi di microtremoni sismici con il programma "Grilla".

progetto per la realizzazione della chiesa di S Gaetano e M.SS. del Divino Amore
Palermo – Via Fichidindia – loc. Brancaccio
Parrocchia di S Gaetano e M.SS. del Divino Amore

TR01

Strumento: TRZ-0019/01-09

Inizio registrazione: 27/07/13 11:16:34

Fine registrazione: 27/07/13 11:36:34

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00"

Freq. campionamento: 128 Hz

Tipo di lisciamento: Triangular window

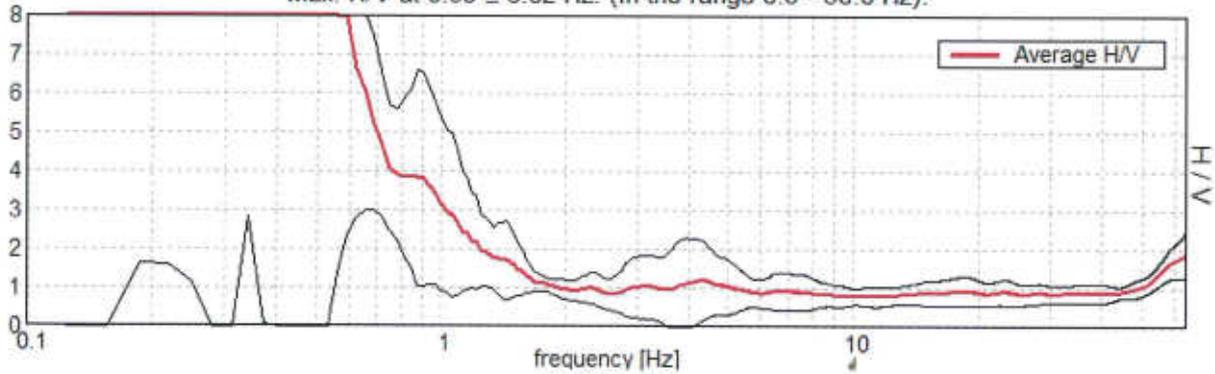
Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Lunghezza finestre: 20 s

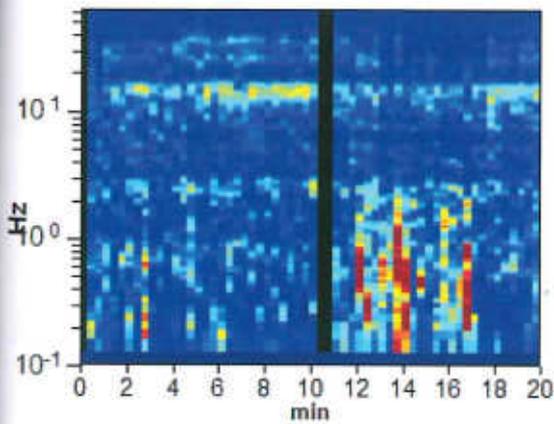
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

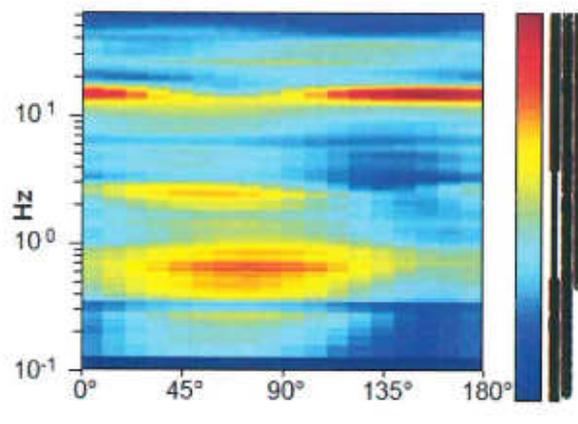
Max. H/V at 0.59 ± 0.02 Hz. (In the range 0.6 - 50.0 Hz).



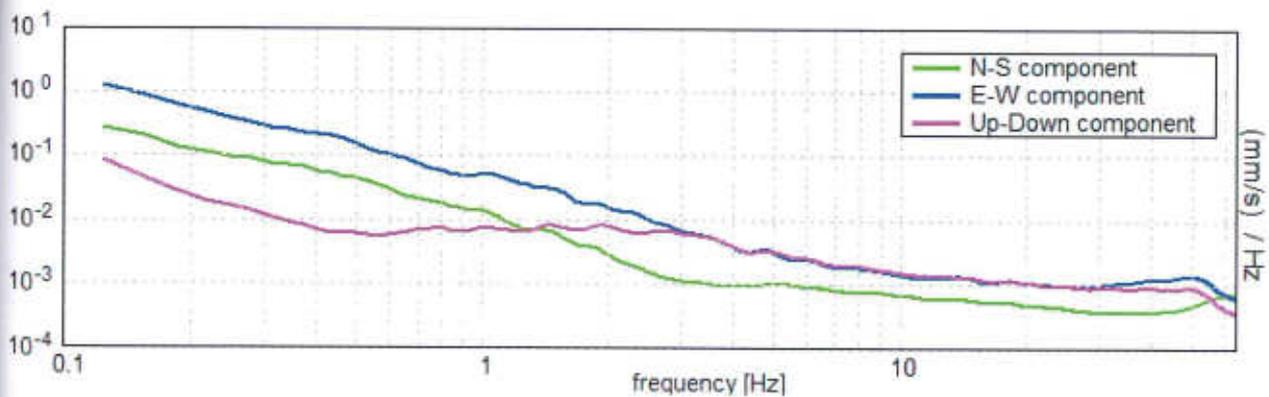
SERIE TEMPORALE H/V



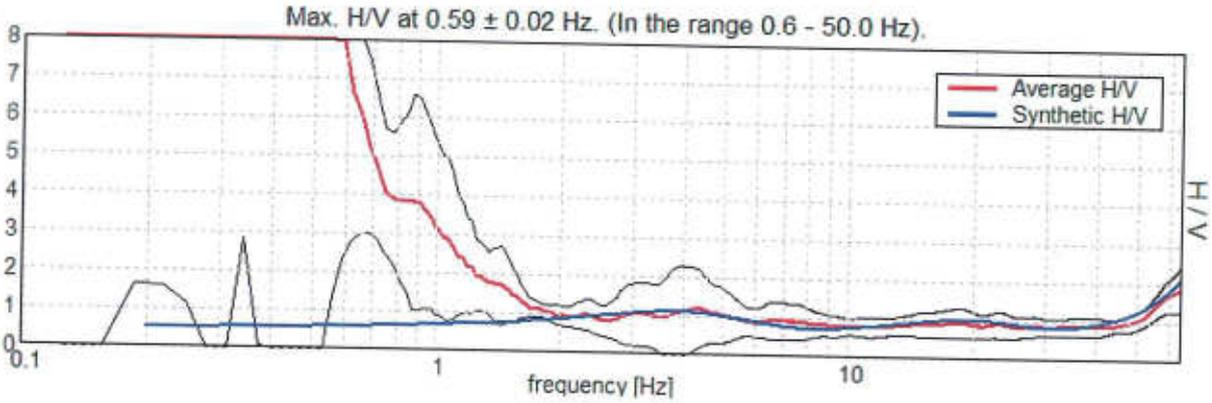
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



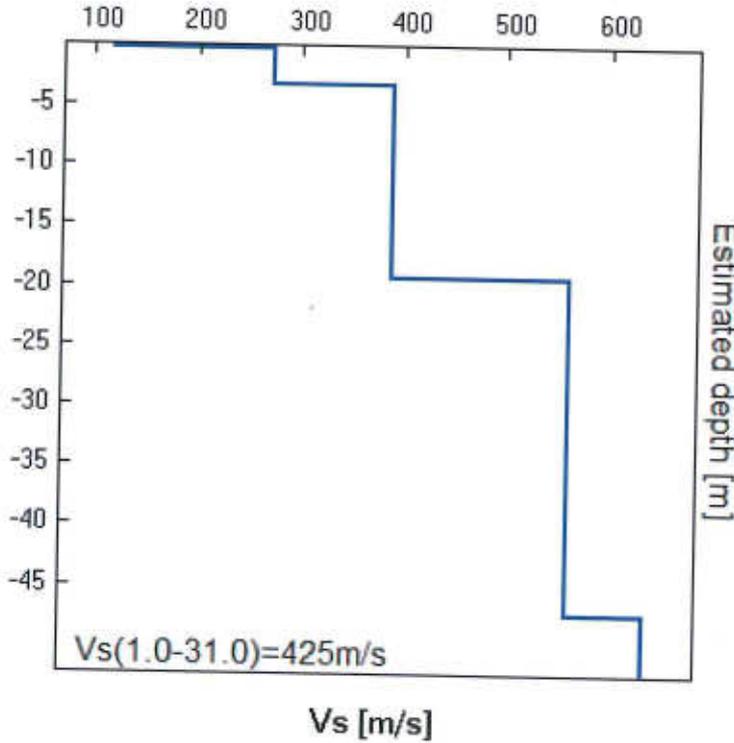
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.40	0.40	120	0.35
3.40	3.00	273	0.35
19.40	16.00	389	0.35
47.40	28.00	562	0.30
inf.	inf.	634	0.30

$V_s(1.0-31.0)=425\text{m/s}$

Categoria del suolo di fondazione ai sensi D.M. 14.01.08 = "B"



secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.59 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.6 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$201.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 30	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$7.94 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01277 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00758 < 0.08906$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$2.2738 < 2.0$	OK	

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

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



L'area di rilievo del microtremore sismico ambientale TR01

Progetto per la realizzazione della chiesa di S Gaetano e M.SS. del Divino Amore
Lermo – Via Fichidindia – loc. Brancaccio
Parrocchia di S Gaetano e M.SS. del Divino Amore

TR02

Documento: TRZ-0019/01-09

Data registrazione: 27/07/13 11:44:08 Fine registrazione: 27/07/13 12:04:09

Canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS non disponibile

durata registrazione: 0h20'00".

freq. campionamento: 128 Hz

tipo di lisciamento: Triangular window

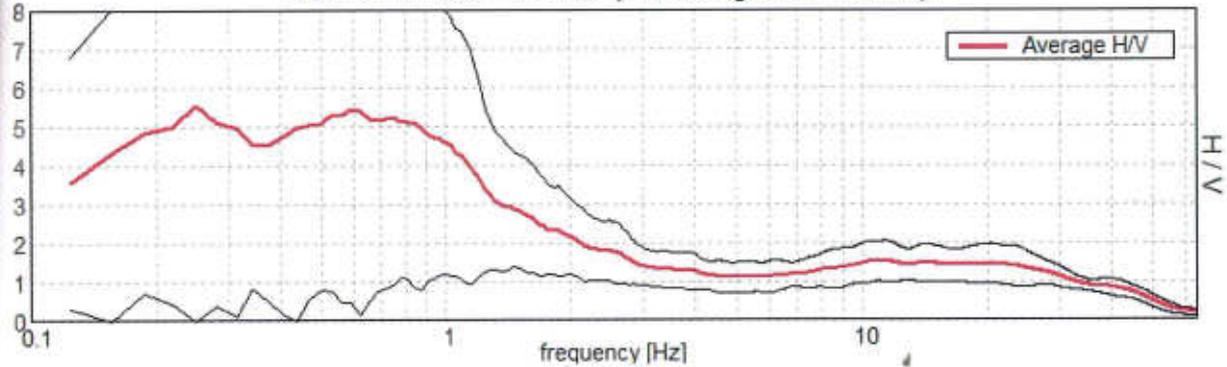
Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Lunghezza finestre: 20 s

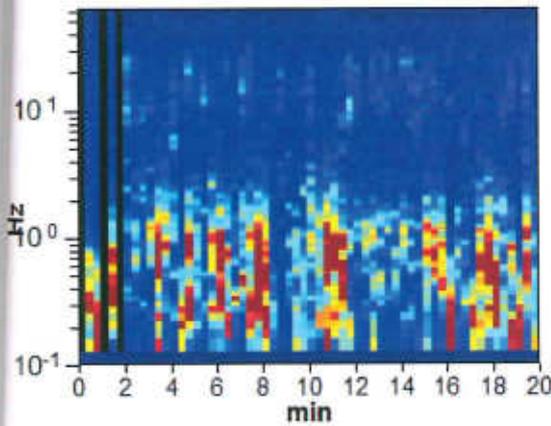
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

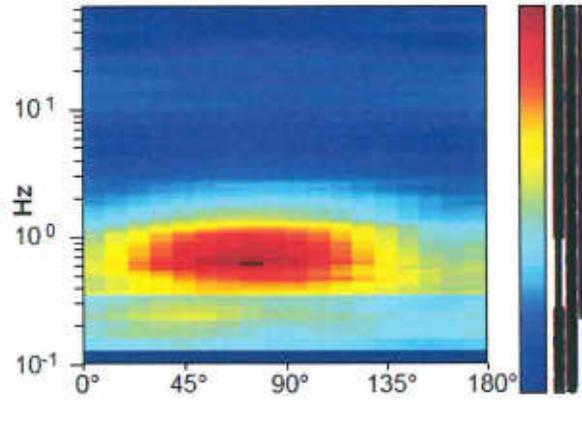
Max. H/V at 0.59 ± 0.04 Hz. (In the range 0.5 - 50.0 Hz).



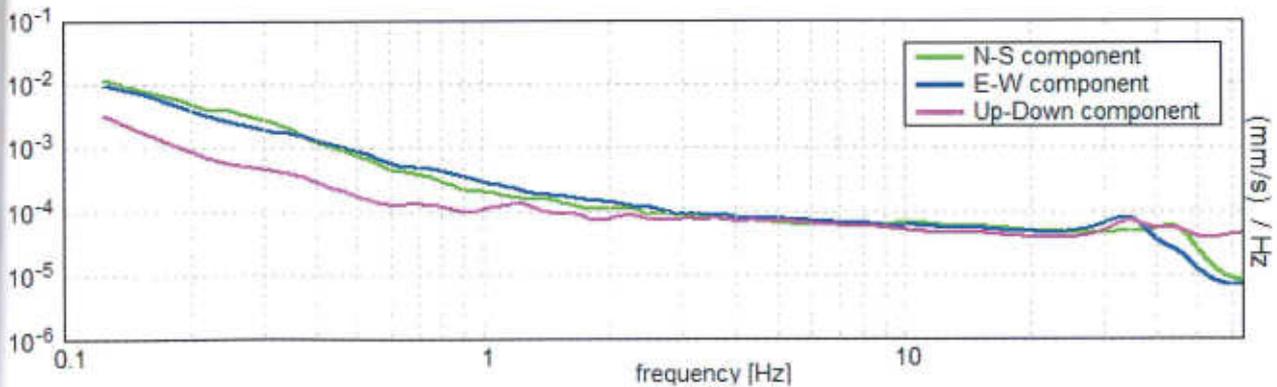
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

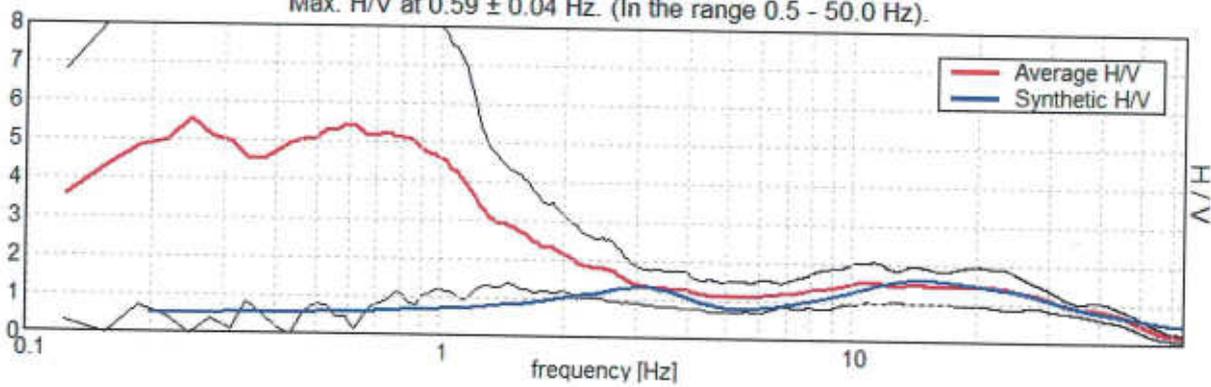


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

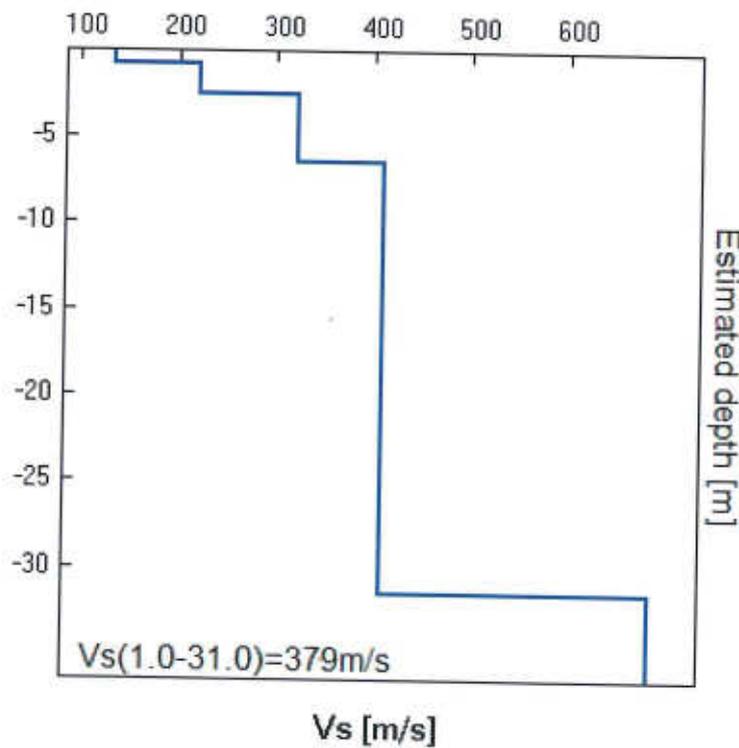
Max. H/V at 0.59 ± 0.04 Hz. (In the range 0.5 - 50.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.85	0.85	136	0.35
2.55	1.70	222	0.35
6.55	4.00	321	0.35
31.55	25.00	410	0.30
inf.	inf.	683	0.30

$Vs(1.0-31.0)=379\text{m/s}$

Categoria del suolo di fondazione ai sensi D.M. 14.01.08 = "B"



Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.59 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.5 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$676.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 30	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.43 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03357 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01993 < 0.08906$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.4646 < 2.0$	OK	

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

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20