

REGIONE CAMPANIA

Provincia di Avellino

COMUNE DI BISACCIA

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico

LOCALITA': Calaggio, Marena, Serro la Croce

INDAGINI GEOGNOSTICHE
PROVE DI LABORATORIO
INDAGINI GEOFISICHE

SONDAGGIO S8
MASW SS 08



COMUNE DI BISACCIA (AV)

COMMITTENTE: ECOENERGIA CALAGGIO S.R.L.

OGGETTO: PROGETTO GENERALE DI UN PARCO
EOLICO

LOCALITA': CALAGGIO - BISACCIA (AV)

**INDAGINE GEOGNOSTICA - PROVE GEOTECNICHE
IN SITO - PROVE DI LABORATORIO - INDAGINE
SISMICA**



REPORT FINALE INDAGINI

- Committente:	ECOENERGIA CALAGGIO s.r.l.	- Data:	17 Settembre 2018
- Lavoro:	Progetto generale di un parco eolico	- Commessa:	W133 - 18
- Località:	"Calaggio" – Bisaccia (AV)		

Spett.le Ecoenergia Calaggio S.r.l.
Dott. Geol. Vincenzo Di Matteo

Sotto la Vs. DD.LL. sono state eseguite nell'area innanzi descritta le seguenti indagini in sito:

N°1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Del tipo a carotaggio continuo per un totale di 32,0 metri di perforazione ripartiti per intervalli di profondità secondo la seguente tabella:

INTERVALLO DI PROFONDITA'	U.M.	QUANTITA'
Perforazione da 0,00 a 20,00 m	metri	20,0
Perforazione da 20,00 a 40,00 m	metri	12,0
TOTALE metri		32,0

La profondità massima investigata è di 32,0 m. Il dettaglio dei quantitativi di perforazione effettuati, delle profondità e della tipologia di perforazione effettuata è riportato nella allegata colonna stratigrafica. Il sondaggio è stato realizzato con le seguenti attrezzature di perforazione:

n.1 perforatrice idraulica marca CMV modello MK 420 D attrezzata con carotiere semplice e doppio, con campionatori tipo Shelby e Mazier ed attrezzatura per il rivestimento del foro di perforazione.

N°4 PROVE S.P.T. (Standard Penetration Test)

Sono state eseguite n°4 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) eseguite nel corso del sondaggio a rotazione. Le prove sono state eseguite utilizzando un meccanismo a sganciamento automatico e campionatore di tipo Raymond a punta aperta o chiusa secondo le disposizioni della DD.LL. Le caratteristiche strumentali sono riportate nel modulo S.P.T. allegato.

N°2 PRELIEVO DI CAMPIONI

Sono stati effettuati nel corso dell'esecuzione del sondaggio a rotazione e prelevati con campionatore a pressione tipo Shelby. I campioni prelevati sono di tipo indisturbato.

N°2 ANALISI DI LABORATORIO

Eseguite sui campioni di terreno indisturbato. Gli esiti delle prove di laboratorio sono riportati nei certificati allegati.

N°1 MISURA DELLA V_{s30} CON LA TECNICA MASW

Con sismografo Marca Geometrics Modello GEODE a 24 canali collegato tramite una PMCIA ad un computer portatile. È stato eseguito uno stendimento sismico di 66 m disponendo i geofoni ad una distanza costante lungo una linea retta.

N°12 MISURE DELLA V_{s30} CON LA TECNICA ReMi (Refraction Microtremor)

Con sismografo Marca Geometrics Modello GEODE a 24 canali collegato tramite una PMCIA ad un computer portatile. È stata eseguita una serie di 12 registrazioni del rumore di fondo; ogni registrazione ha la durata di 30 secondi con intervallo di campionamento di 2 secondi.

Paolisi, 17 Settembre 2018


TECNOGEO S.r.l.
Il Direttore Tecnico
TECNOGEO S.r.l.

RELAZIONE SULLE INDAGINI

Sondaggio geognostico

Del tipo a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale secondo le richieste della DD.LL.. La profondità massima investigata è di 32,0 m.

Il sondaggio è stato realizzato con attrezzatura di perforazione costituita da una perforatrice idraulica marca CMV modello MK 420 D, munita di carotiere semplice e doppio e tubazioni di rivestimento del foro di perforazione.

Esso è stato effettuato con l'utilizzo della tecnica di avanzamento a rotazione.

Il carotaggio continuo del terreno, con carotiere semplice di diametro $\phi = 101$ mm, ha permesso di ricostruire la successione stratigrafica del sito. Le carote di terreno prelevate sono state disposte in adeguate cassette catalogatrici.

Prelievo di campioni

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio a rotazione sono stati prelevati n°2 campioni di terreno di tipo indisturbato con l'ausilio di campionatore a pressione tipo Shelby. I campioni di terreno, prelevati con fustelle a parete sottile in acciaio inossidabile e di diametro di 80 mm sono stati immediatamente sigillati per proteggerli contro perdite di umidità e sono stati inviati prontamente in laboratorio per l'esecuzione di analisi e prove geotecniche.

Misura delle Vs30 con il metodo MASW

Il MASW analizza la proprietà dispersiva del modo fondamentale delle onde Rayleigh che si propagano orizzontalmente lungo la superficie direttamente dal punto di energizzazione ai ricevitori. L'inversione della curva di dispersione fornisce un accurato profilo delle onde di taglio al centro dell'array fino ad una profondità che in genere è $\frac{1}{2}$ della lunghezza d'onda campionata. Il principale vantaggio di questa tecnica è l'approccio multicanale che permette di discriminare il segnale ricercato da altri tipi in base alla coerenza.

Sono stati utilizzati 24 ricevitori a 4,5 Hz collegati ad un sismografo multicanale. Ogni registrazione multicanale consiste di 24 sismogrammi, disposti in ordine e corrispondenti al moto rilevato ad ogni geofono.

La sorgente utilizzata è stata una piccola carica esplosiva e, nell'eseguire le singole energizzazioni, si è atteso un momento di relativo silenzio.

Inoltre, si sono ripetute le energizzazioni più volte, sommando successivamente i segnali ottenuti in modo aritmetico, ottenendo così un aumento del rapporto segnale-rumore.

La sorgente è stata sempre posizionata esternamente all'array, e sempre in asse con esso, prima del primo geofono ad una distanza di circa 10 metri dal primo geofono.

Il metodo della rifrazione dei microtremori (Remi) è un metodo sismico passivo che registra il rumore sismico ambientale per un tempo sufficiente affinché questo mostri alcune regolarità. Se le sorgenti, infatti, sono indipendenti e distribuite attorno al punto di misura in modo statisticamente uniforme, allora la parte 'persistente' del campo d'onda sarà quella associata alle sole caratteristiche comuni a tutti i treni d'onda presenti ossia alle caratteristiche strutturali del terreno. Da questo segnale si estrae così la curva di dispersione delle onde Rayleigh (ossia la variazione della velocità di fase con la frequenza), che dipenderà in maniera sensibile dalla struttura del sottosuolo (spessore degli strati), dalla velocità delle onde S ed in maniera meno sensibile da quella delle onde P e dal peso di volume del terreno.

Tanto dovevasi, distinti saluti

Paolisi, 17 Settembre 2018

Tecnogeo S.r.l.

TECNOGEO S.R.L.

UBICAZIONE INDAGINI

- **Committente:** ECOENERGIA CALAGGIO s.r.l.
- **Lavoro:** Progetto generale di un parco eolico
- **Località:** "Calaggio" – Bisaccia (AV)

- **Data:** 04 Settembre 2018
- **Commessa:** W133 – 18



TECNOGEO S.R.L.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO

COMMITTENTE: ECOENERGIA CALAGGIO S.r.l.		Coordinate: N 41.056555°	SONDAGGIO: S8	CERTIFICATO n°: S073 - 17
PROGETTO: Progetto Generale di un parco eolico		Coordinate: E 15.344888°	Met. di perforazione: Continuo a rotazione	COMMESSA n°: W133-17
LOCALITA' - COMUNE "Calaggio" - Bisaccia (AV)		Quota: 643.0 mt s.l.m.	Diametro foro: 101.0 mm	Inizio / Fine Esecuzione: 04 Settembre 2018
Note:	Tipo Sonda: CMV MK 420 D	Profondità raggiunta: 32.0 m	N° di cassette: 6 N° di foto: 10	Rivestimento: 4.5 metri Falda: Pagina: 1 di 1

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot.	S.P.T.	PocketTest kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Piezom / D-Hole
-0.40		Tereno vegetale Limo argilloso di colore marrone scuro/nerastro, con frustoli vegetali	-0.40							
-1										
-2										
-3		Argilla di colore prevalentemente rossastro, con livelli di colore verdastro e grigio chiaro.								
-4		Presenza diffusa di livelli litoidi calcareo-marnosi.								
-5		Buona consistenza								
-6										
-7					13-14-17			-7.50		
-8					-8.00 PC			-8.00		
-9										
-10										
-11										
-12										
-13										
-14					16 -20- 21					
-15					-15.00 PC					
-16										
-17										
-18										
-19										
-20					39 - >50R			-20.00		
-21					-20.50 PC			-20.50		
-22										
-23										
-24					> 50 - R					
-25					-25.00 PC					
-26										
-27										
-28										
-29										
-30										
-31										
			-32.00							

[Handwritten signature]
TECNOGEO S.r.l.

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, RS-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:Continuo a rotazione
Condizionamento foro:

Sonda:CMV MK 420 D

Ditta Esecutrice: TECNOGEO S.r.l.
Operatore sonda: Geol. Maurizio Gallo
Resp. Tecnico in sito: Geol. Domenico Ferraro

PROVE S.P.T.

SONDAGGIO n° 8

Rif. S

073 -18

COMMESSA: W 133 -18

- Committente:	ECOENERGIA CALAGGIO S.r.l.	- Data:	4 settembre 2018
- Lavoro:	PROGETTO GENERALE DI UN PARCO EOLICO	- Quota terreno:	
- Località:	CALAGGIO - BISACCIA (AV)	- Prof. falda:	

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpe e campionamento	N° COLPI			
		Da metri	A metri		N1	N2	N3	N2 + N3
	2018							

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	P
	senza campione	NP
scarpa chiusa	senza campione	C

1	ST 121	8,00	8,15	C	13			31
		8,15	8,30			14		
		8,30	8,45				17	
2	ST 122	15,00	15,15	C	16			41
		15,15	15,30			20		
		15,30	15,45				21	
3	ST 123	20,50	20,65	C	39			>50 R
		20,65	20,80			>50		
		20,80	20,95				R	
4	ST 124	25,00	25,15	C	> 50			>50 R
		25,15	25,30			R		
		25,30	25,45					
5	ST							
6	ST							
7	ST							
8	ST							
9	ST							
10	ST							

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
Campionatore Raymond	
ϕ esterno	= 50,8 mm
ϕ interno	= 34,9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angolo al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63,5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note



- **SONDAGGIO:** S8
- **Committente:** ECOENERGIA CALAGGIO s.r.l.
- **Lavoro:** Progetto generale di un parco eolico
- **Località:** "Calaggio" – Bisaccia (AV)

- **Certificato:** S073- 18
- **Data:** 04 Settembre 2018
- **Commessa:** W133 - 18



Postazione



Cassetta 1; da m 0,0 a m 5,0



Cassetta 2; da m 5,0 a m 10,0



Cassetta 3; da m 10,0 a m 15,0



Cassetta 4; da m 15,0 a m 20,0



Cassetta 5; da m 20,0 a m 25,0

- **SONDAGGIO:** S8
- **Committente:** ECOENERGIA CALAGGIO s.r.l.
- **Lavoro:** Progetto generale di un parco eolico
- **Località:** "Calaggio" – Bisaccia (AV)

- **Certificato:** S073- 18
- **Data:** 04 Settembre 2018
- **Commessa:** W133 - 18



Cassetta 6; da m 25,0 a m 32,0



Esecuzione SPT



Prelievo campione



Prelievo campione

PROVE DI LABORATORIO

Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)
Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0079/18/L del 10/09/2018

Numero Accettazione : 077/18 del 10/09/2018

Il laboratorio geotecnico prove su terre Soil Project, per conto di Ecoenergia Calaggio, ha effettuato sui campioni S8C1 e S8C2 le seguenti prove:

- Apertura campione
- Caratteristiche fisico – volumetriche
- Analisi granulometria per setacciatura
- Analisi granulometria per sedimentazione
- Limiti di Atterberg
- Prova edometrica
- Prova di taglio diretto (su tre provini)
- Prova triassiale UU



Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 del 12/09/2013



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181666; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

Data Emissione
20/09/2018

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

DATI GENERALI

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)
Impresa	Tecnogeo
Tecnico	

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	X
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	X
G	Prova di taglio diretto	X
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	X
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO		IN TRINCEA		SUPERFICIE	
X					
Mod. sondaggio:					
Rotaz. - carotiere					
Rotaz. doppio carot.					
Percussione					
Spirale					
Campionatore:					
Shelby					
Osterberg					
Mazier					
Carotiere rotativo					
Carotiere doppio rot.					
Cucchiaino					
Altro					

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo				
X				X						
CONSISTENZA		Marrone		Classe campione sfustellato						
Struttura		Omogenea		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		
Tessitura		Fina								
PRESENZA MAT. ORG		DISGREGATO		FESSURAZIONE		ALLUNGAMENTO				
X				X						
BUONA	MEDIO-BUONA	MEDIA	MODESTA	SCARSA	PERSISTENTE	MEDIA	ASSENTE	ACCENTUATO	MODESTO	SCARSO
										X

Note:

Presenza di inclusi calcarei con dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche.

Documentazione fotografica:



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6549 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15e)

Metodo campione

	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	71,54	72,54	108,66	
Peso contenitore+campione umido (g)	200,88	203,88	179,76	
Peso campione umido (g)	129,3	131,3	71,1	
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	40,00	
Peso di volume γ (kN/m ³)	17,617	17,889	17,431	
	MEDIA 17,65			
C.Q. $\Delta\gamma < 2\%$	$\Delta\gamma$ (%)	0,16	1,39	1,21

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,15	26,55	26,38	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	166,55	158,63	150,48	
Peso picnometro + acqua (g)	150,5	142,2	134,3	
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	25,34	25,68	25,36	
	MEDIA 25,46			
C.Q. $\Delta\gamma_s < 1\%$	$\Delta\gamma_s$ (%)	0,47	0,85	0,38

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
	MEDIA		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_s (kN/m ³)	14,3
Indice dei vuoti e	0,78
Porosità n (%)	43,9
Grado di saturazione (Sr) %	78,0
$\gamma_{sat} = \gamma_s + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	18,6
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	8,8

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	49,36	80,50	49,36	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	134,00	183,12	140,14	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	118,10	163,82	122,50	
Peso campione secco (g)	68,74	83,32	73,14	
Contenuto d'acqua w (%)	23,13	23,16	24,12	
	MEDIA 23,47			
C.Q. $\Delta w < 1\%$	Δw (%)	1,45	1,31	2,76

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

Determinazioni n.	Provini	
	1	2
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note



Lo Sperimentatore

o-l p



Direttore del laboratorio

Sabrina De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 181666; cell: 340 6967752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione:	10/09/2018	Cod. Qualità:	0079/18/L del 10/09/18	N° Certificato	6560 del 20/09/18
Data apertura:	10/09/2018	N° ACC.:	077/18 del 10/09/18		

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	36,00	6,72	6,72	93,28
4	4,750	51,96	9,70	16,41	83,59
8	2,360	28,96	5,40	21,82	78,18
10	2,000	22,28	4,16	25,98	74,02
16	1,180	18,20	3,40	29,37	70,63
20	0,850	26,18	4,89	34,26	65,74
30	0,600	12,10	2,26	36,52	63,48
40	0,425	15,98	2,98	39,50	60,50
60	0,250	17,12	3,19	42,69	57,31
80	0,180	15,85	2,96	45,65	54,35
100	0,150	12,90	2,41	48,06	51,94
200	0,075	21,48	4,01	52,07	47,93
FONDO	//	256,62	47,89	99,96	//
TOTALE		535,63	99,96	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	81,24
Peso campione umido (g)	605,5
Peso campione secco (g)	535,86
Peso campione secco lavato (g)	279,24
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	256,62
Responso perdita	0,23

Risultato

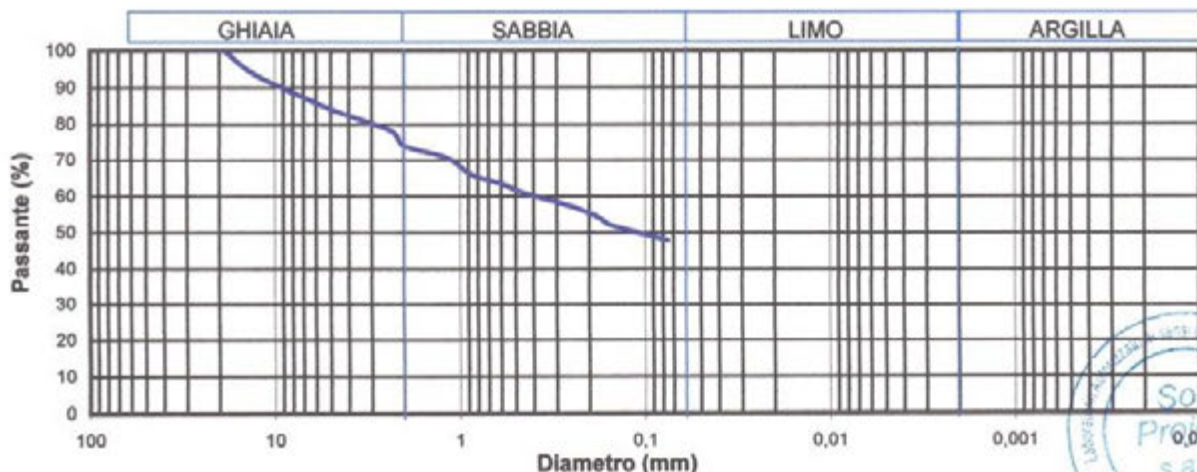
GHIAIA	Grossa	0
	Media	14
27	Fine	27
		13
SABBIA	Grossa	10
	Media	7
33	Fine	33
		16
LIMO/ARGILLA		40

Coefficienti granulometrici

D60	(mm)	Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)	Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)		

Descrizione campione

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6551 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	535,9
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	256,6
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	25,46

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

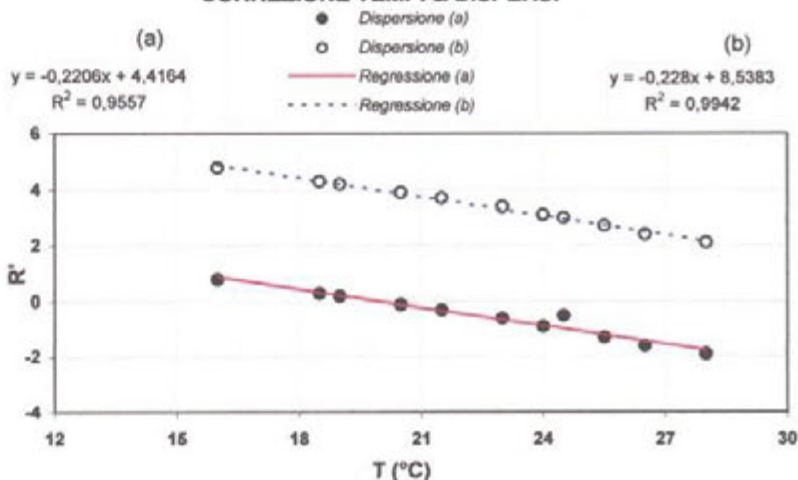
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{sett.}	R' (a)	T (°C)	R _{sett.}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

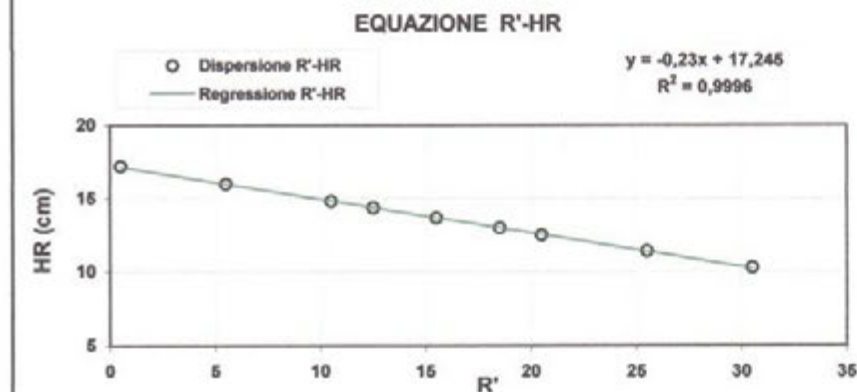
R'(a) = 4,4-0,22 T

R'(b) = 8,5-0,22 T

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)



R _{sett.}	R'	H _i	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H_R = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubantè, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816068; cell: 340 0867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6562 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R _{lett.}	H ₁ (cm)	H _R (cm)	R'	H _R (cm)	C _T	γ _L	η _L	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0595	20,40	39,7
1	20,0	22,5		8,2	23,0	9,55	0,00	0,9982	0,000	0,0428	18,90	36,8
2	20,0	21,0		8,2	21,5	9,895	0,00	0,9982	0,000	0,0308	17,40	33,8
4	20,0	20,0		8,2	20,5	10,125	0,00	0,9982	0,000	0,0221	16,40	31,9
8	20,0	19,0		8,2	19,5	10,355	0,00	0,9982	0,000	0,0158	15,40	30,0
15	20,0	18,0		8,2	18,5	10,585	0,00	0,9982	0,000	0,0116	14,40	28,0
30	20,0	17,0		8,2	17,5	10,8	0,00	0,9982	0,000	0,0083	13,40	26,1
60	20,0	16,0		8,2	16,5	11,045	0,00	0,9982	0,000	0,0059	12,40	24,1
120	20,0	14,5		8,2	15,0	11,39	0,00	0,9982	0,000	0,0043	10,90	21,2
300	20,0	12,0		8,2	12,5	11,965	0,00	0,9982	0,000	0,0028	8,40	16,3
600	20,0	10,5		8,2	11,0	12,31	0,00	0,9982	0,000	0,0020	6,90	13,4
1440	20,0	8,5		8,2	9,0	12,77	0,00	0,9982	0,000	0,0013	4,90	9,5

Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	93,3
4	4,750	83,6
8	2,360	78,2
10	2,000	74,0
16	1,180	70,6
20	0,850	65,7
30	0,600	63,5
40	0,425	60,5
60	0,250	57,3
80	0,180	54,3
100	0,150	51,9
200	0,075	47,9
S	0,0595	39,7
S	0,0428	36,8
S	0,0308	33,8
S	0,0221	31,9
S	0,0158	30,0
S	0,0116	28,0
S	0,0083	26,1
S	0,0059	24,1
S	0,0043	21,2
S	0,0028	16,3
S	0,0020	13,4
S	0,0013	9,5

Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	0,3800
D30 (mm)	0,0160
D10 (mm)	0,0014
Coef. Uniformità (Cu)	271
Coef. Curva (Cc)	0,5

Percentuale passaggio

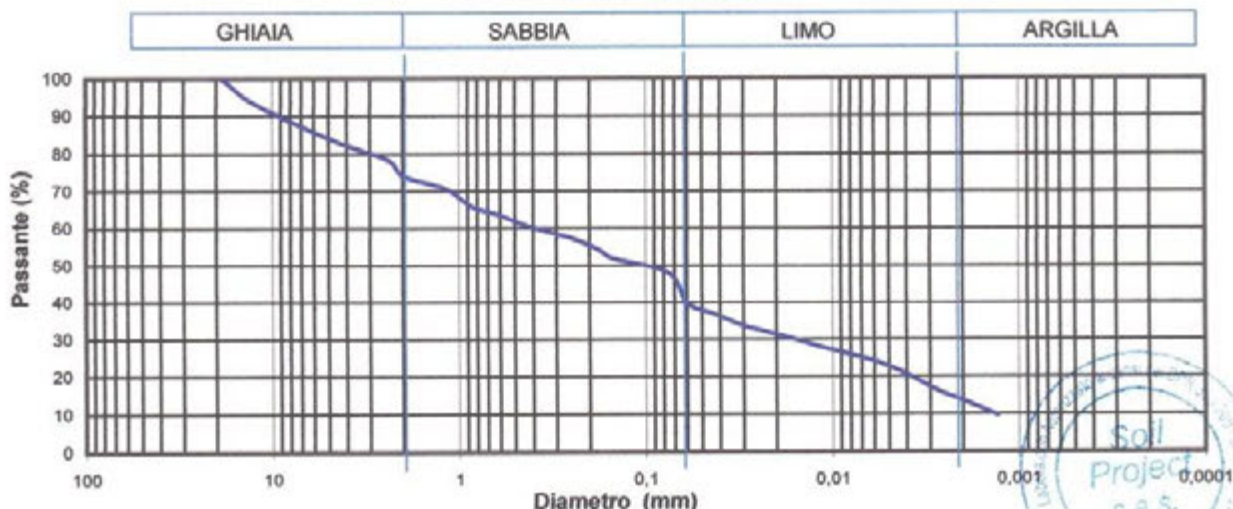
GHIAIA (%)	27
SABBIA (%)	33
LIMO (%)	27
ARGILLA (%)	13

Descrizione campione (AG):

Sabbia con limo con ghiaia argillosa

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Sabine De Luca





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel. 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it
 email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318 ASTM 4943)

MOD L7.05/5c

Data accettazione:	10/09/2018	Cod. Qualità:	0079/18/L del 10/09/18	N° Certificato
Data apertura:	10/09/2018	N° ACC.:	077/18 del 10/09/18	6553 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO W_L

Campione

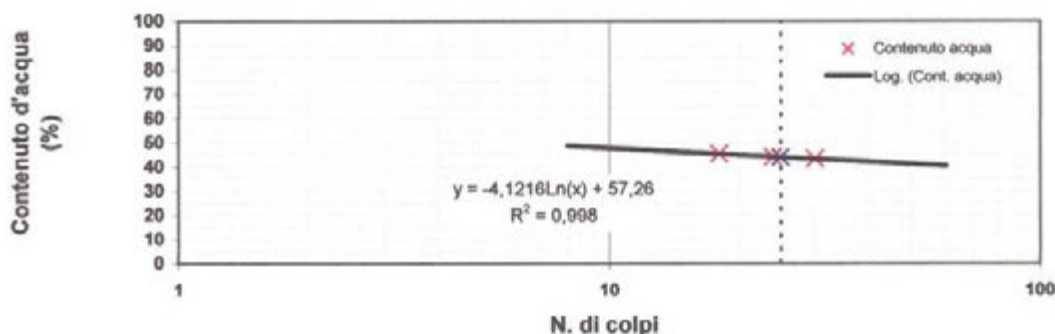
LIMITE LIQUIDO W_L (%)

44

Contenitore n°	Campione		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	A	B	C
Peso contenitore + peso material umido (g)	20,92	20,86	22,70
Peso contenitore + peso material secco (g)	42,64	45,56	44,68
Peso contenitore + peso material secco (g)	36,08	38,00	37,82
N° Colpi	30	24	18
Contenuto d'acqua w (%)	43,3	44,1	45,4

C.Q. $R^2 > 0,95$

LIMITE LIQUIDO W_L



LIMITE PLASTICO W_P (%)

25

DETERMINAZIONE LIMITE PLASTICO W_P

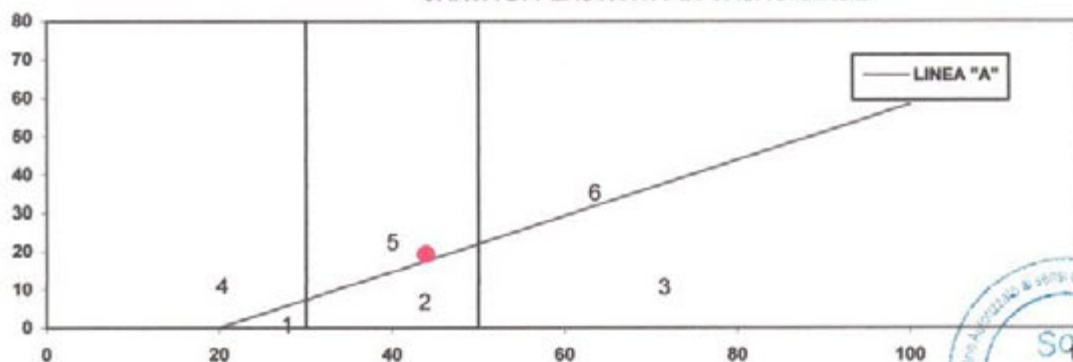
Campione

INDICE DI PLASTICITA' I_p (%)

19

Contenitore n°	Campione		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	D	E	E
Peso contenitore + peso materiale umido (g)	8,02	8,40	9,15
Peso contenitore + peso materiale umido (g)	16,12	16,12	18,68
Peso contenitore + peso materiale secco (g)	14,54	14,58	16,76
Contenuto d'acqua w (%)	24,23	24,92	24,97

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



- 1) Limi non organici di bassa compressibilità
- 2) Limi non organici di media compres. e limi organici
- 3) Limi non organici di alta compressibilità e argille org.

- 4) Argille non organiche di bassa plasticità
- 5) Argille non organiche di media plasticità
- 6) Argille non organiche di alta plasticità

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181666; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/3

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6555 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm ²)	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm ³)	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

Consolidazione

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

Carico verticale kN/m ²	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,085	0,125	0,326
49,03	0,310	0,486	0,670
98,07	1,070	0,963	1,070
196,13		1,660	1,830
294,21			2,390

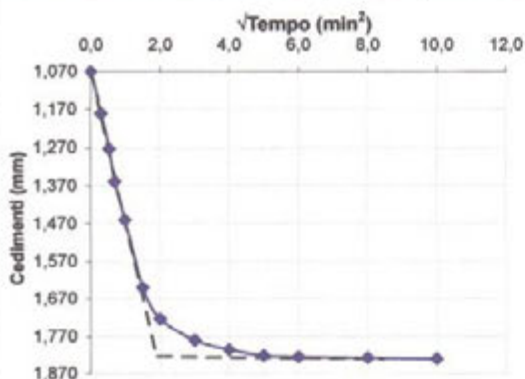
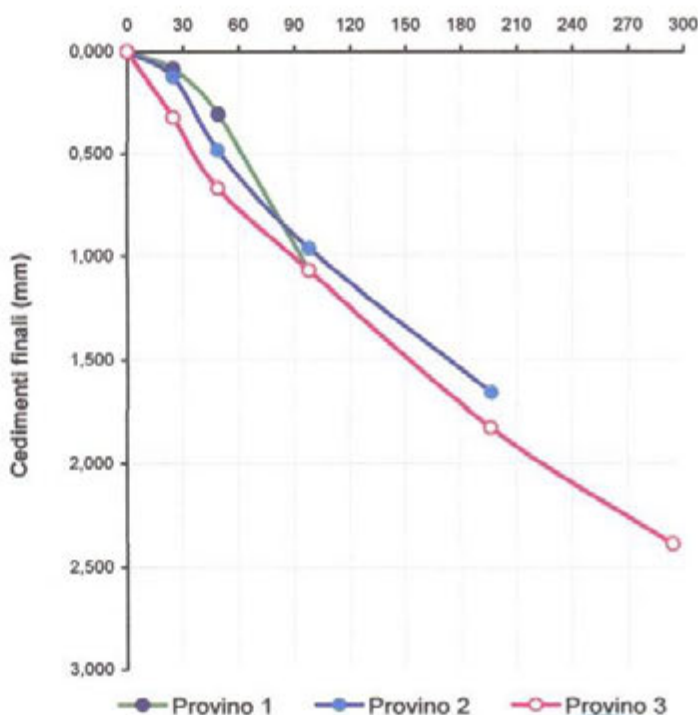
Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3

Gradino di carico verticale da 98,07 kN/m² a 196,13 kN/m²

Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min ²	√t ₁₀₀ min ²
1,070	0,00	0,00	1,89
1,181	0,10	0,32	
1,274	0,30	0,55	
1,359	0,50	0,71	t ₁₀₀ min
1,480	1,00	1,00	3,57
1,640	2,25	1,50	
1,723	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
1,780	9,00	3,00	10
1,805	16,00	4,00	
1,822	25,00	5,00	Spost. Rott. mm
1,825	36,00	6,00	4,00
1,828	64,00	8,00	
1,830	100,00	10,00	

Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore

S. e. pu



Il Direttore del laboratorio

Sebino De Luca





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag 2/3

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6556 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,00	1,11	0,03	0,01	2,90	0,03	0,02	4,31
0,05	0,01	4,44	0,05	0,03	7,26	0,05	0,04	10,78
0,08	0,02	6,67	0,08	0,04	11,61	0,08	0,05	17,25
0,10	0,03	9,44	0,10	0,05	17,42	0,10	0,06	25,88
0,13	0,04	12,50	0,13	0,06	24,67	0,13	0,08	40,56
0,15	0,05	13,89	0,15	0,07	30,48	0,15	0,09	45,29
0,18	0,07	15,56	0,18	0,09	34,83	0,18	0,11	51,76
0,20	0,09	17,22	0,20	0,10	39,19	0,20	0,13	58,23
0,23	0,12	19,72	0,23	0,12	43,54	0,23	0,16	64,70
0,25	0,14	20,83	0,25	0,14	46,44	0,25	0,18	69,02
0,28	0,15	21,39	0,28	0,16	47,89	0,28	0,21	71,17
0,30	0,17	25,00	0,30	0,17	50,80	0,30	0,23	75,49
0,33	0,18	27,78	0,33	0,19	53,70	0,33	0,26	79,80
0,35	0,20	28,33	0,35	0,21	56,60	0,35	0,28	84,12
0,38	0,22	30,00	0,38	0,23	59,50	0,38	0,30	88,43
0,40	0,23	32,78	0,40	0,24	60,95	0,40	0,32	90,59
0,43	0,24	34,44	0,43	0,26	63,86	0,43	0,34	94,90
0,45	0,25	37,50	0,45	0,27	66,78	0,45	0,36	99,21
0,48	0,26	39,17	0,48	0,29	69,68	0,48	0,38	103,53
0,50	0,26	41,11	0,50	0,30	72,56	0,50	0,40	107,84
0,53	0,27	42,22	0,53	0,32	75,47	0,53	0,42	112,15
0,55	0,28	45,56	0,55	0,33	78,37	0,55	0,44	116,47
0,58	0,29	48,06	0,58	0,35	81,27	0,58	0,46	120,78
0,60	0,30	50,00	0,60	0,36	84,18	0,60	0,48	125,09
0,63	0,30	51,67	0,63	0,38	87,08	0,63	0,50	129,41
0,65	0,30	52,78	0,65	0,39	89,98	0,65	0,52	133,72
0,68	0,31	53,61	0,68	0,41	92,88	0,68	0,54	138,04
0,70	0,31	55,83	0,70	0,42	95,79	0,70	0,56	142,35
0,73	0,31	58,61	0,73	0,44	98,69	0,73	0,58	146,66
0,75	0,31	61,22	0,75	0,45	100,56	0,75	0,60	150,98
0,78	0,32	61,22	0,78	0,46	101,59	0,78	0,62	150,98
0,80	0,33	59,72	0,80	0,48	101,59	0,80	0,64	150,98
0,83	0,33	57,78	0,83	0,49	100,56	0,82	0,66	146,66
			0,85	0,51	99,72	0,85	0,68	142,35

Lo Sperimentatore

Sepe



Il Direttore del laboratorio

Sepe





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubanelle, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668, cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione:	10/09/2018	Cod. Qualità:	0079/18/L del 10/09/18	N° Certificato
Data apertura:	10/09/2018	N° ACC.:	077/18 del 10/09/18	6557 del 20/09/18

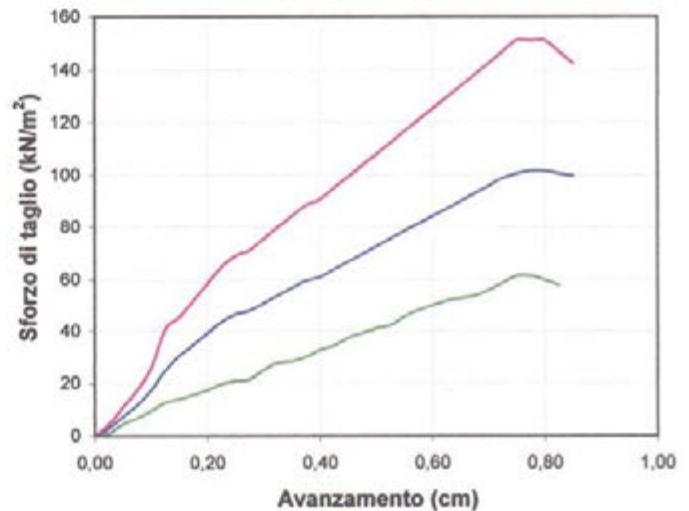
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

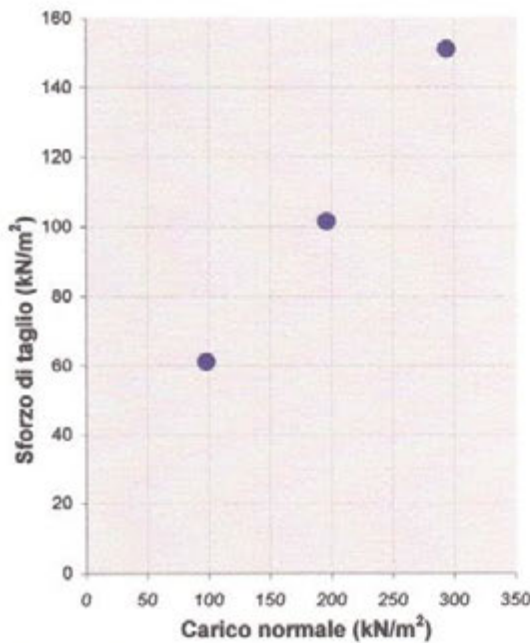
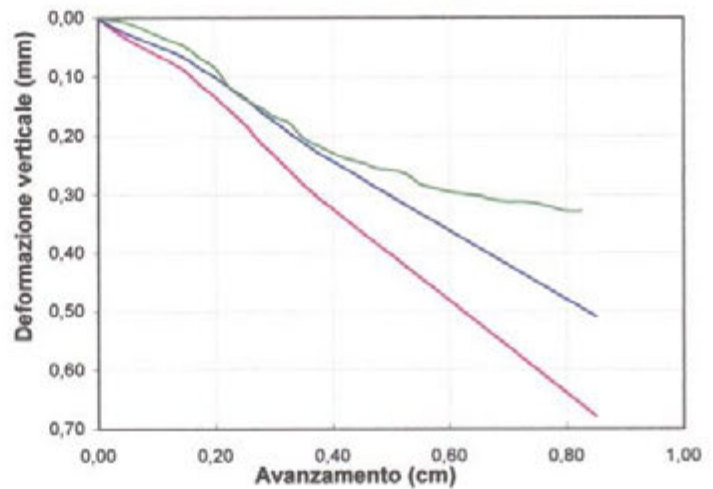
Contenuto d'acqua naturale (%)	23,47
Peso di volume naturale (kN/m ³)	17,65
Peso di volume secco (kN/m ³)	14,29
Indice dei vuoti	0,78
Porosità (%)	43,87
Peso specifico (kN/m ³)	25,46
Grado di saturazione (%)	78
Sezione scatola di taglio (cm ²)	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m ²)	14,84
	Valore angolare (°)	24,60

Lo Sperimentatore

[Handwritten signature]



Il Direttore del laboratorio

[Handwritten signature]





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515290624

pag 1/2

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato:
6558 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Caratteristiche anello edometrico e provino

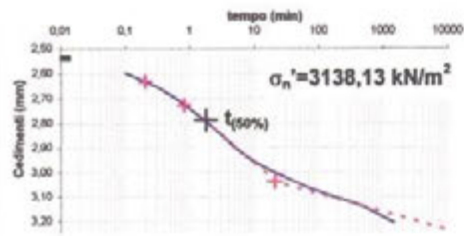
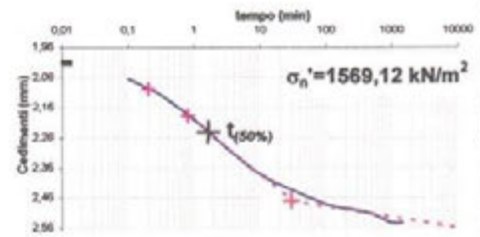
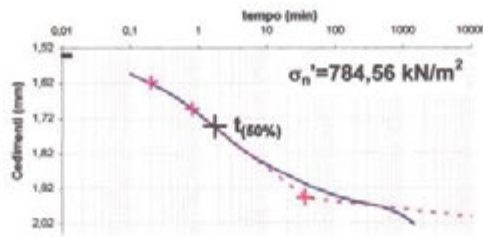
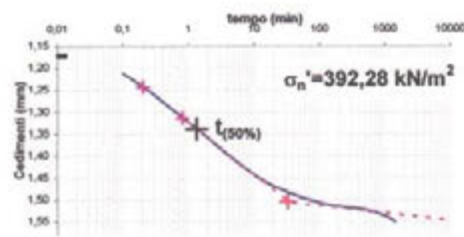
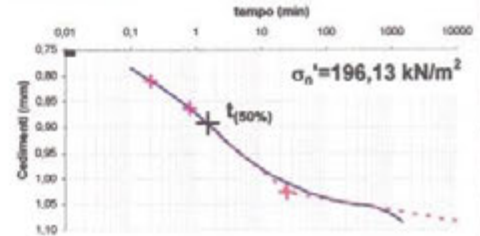
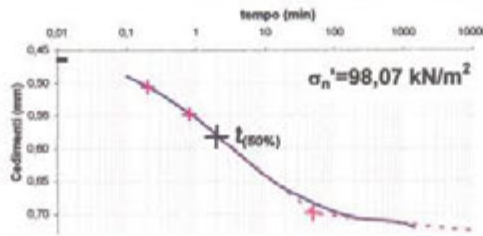
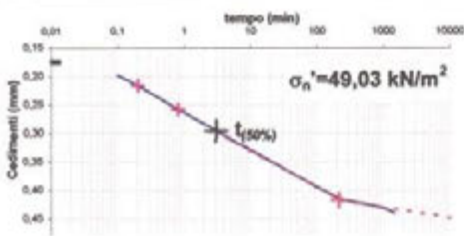
Peso anello (g)	108,66	Altezza (mm)	20,00	Peso provino + anello (g)	179,76
Diametro (mm)	50,00	Area di base (cm ²)	19,62	Peso provino (g)	71,10

Proprietà provino

	INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ		INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ
Peso di vol. sat. (kN/m ³)	14,73	16,14	1,41	Indice dei vuoti	0,78	0,615628124	0,16588
Peso di vol. secco (kN/m ³)	14,29	15,76	1,47	Cont. d'acqua a saturaz (%)	0,03	0,02	0,01

Consolidazione edometrica

Tempi (min)	6"	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 ^h	2 ^h	4 ^h	8 ^h	16 ^h	24 ^h	2H (mm)	
	0,1	0,25	0,5	1	2	4	8	15	30	60	120	240	480	960	1440		
σ'_v (kN/m ²)	Cedimenti (mm)																
Carico	49,03	0,198	0,222	0,243	0,264	0,284	0,303	0,323	0,340	0,360	0,380	0,400	0,417	0,424	0,432	0,441	19,56
	98,07	0,489	0,511	0,532	0,553	0,580	0,605	0,633	0,654	0,672	0,687	0,700	0,707	0,710	0,714	0,721	19,28
	196,13	0,785	0,817	0,844	0,874	0,907	0,942	0,971	0,994	1,013	1,029	1,041	1,049	1,053	1,069	1,084	18,92
	392,28	1,212	1,253	1,288	1,323	1,359	1,396	1,430	1,458	1,480	1,497	1,510	1,517	1,522	1,535	1,549	18,45
	784,53	1,593	1,630	1,665	1,708	1,756	1,804	1,842	1,870	1,899	1,925	1,947	1,962	1,974	1,999	2,023	17,98
Scarico	1569,12	2,066	2,108	2,151	2,201	2,257	2,313	2,366	2,404	2,435	2,463	2,487	2,500	2,514	2,544	2,546	17,45
	3138,13	2,599	2,643	2,686	2,742	2,806	2,875	2,938	2,982	3,019	3,057	3,086	3,111	3,139	3,180	3,205	16,79
	784,53	3,187	3,187	3,187	3,187	3,185	3,185	3,185	3,185	3,182	3,182	3,180	3,180	3,177	3,177	3,177	16,82
	196,13	3,169	3,167	3,167	3,164	3,162	3,162	3,159	3,159	3,157	3,154	3,151	3,151	3,151	3,148	3,146	16,85
	49,03	3,126	3,123	3,123	3,121	3,116	3,113	3,113	3,110	3,108	3,105	3,103	3,100	3,098	3,096	3,093	16,91



σ'_n (kN/m ²)	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50
t _{50%} (min)	3,02	2,00	1,51	1,32	1,71	1,63	1,76	--	--	--
t _{100%} (min)	216,3	49,1	24,8	33,1	36,5	30,0	21,1	--	--	--
h _{D 0%} (mm)	19,83	19,54	19,24	18,83	18,27	17,78	17,22	16,79	16,82	16,85
h _{f 100%} (mm)	19,58	19,30	18,97	18,50	18,05	17,53	16,96	16,82	16,85	16,91
Δh (mm)	0,244	0,235	0,269	0,332	0,221	0,253	0,254	-0,03	-0,03	0,05
e _D	0,782	0,760	0,738	0,714	0,684	0,663	0,640	0,616	0,618	0,621
e _f	0,760	0,738	0,714	0,684	0,663	0,640	0,616	0,618	0,621	0,626

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 2/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18

N° Certificato:

Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

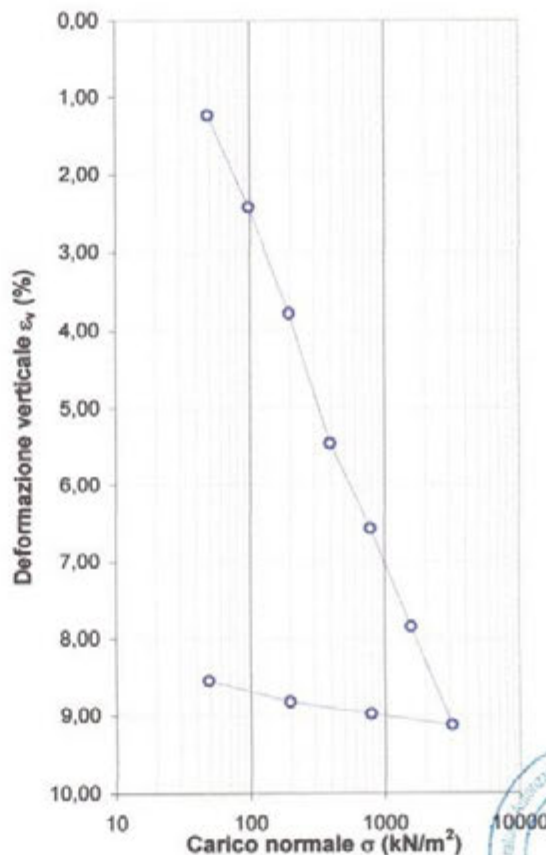
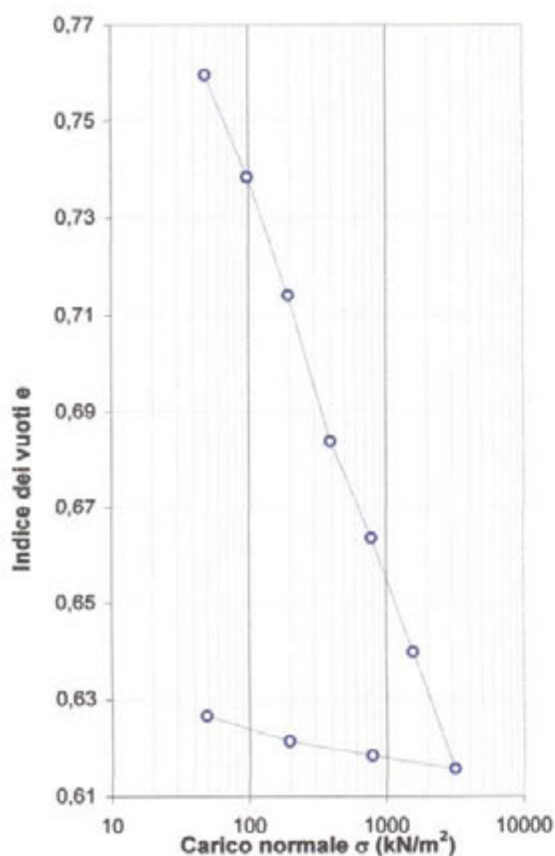
6559 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Caratteristiche di compressibilità edometrica

Carico	Deform. Verticale	Indice dei vuoti	Mod. Edometr.	Indice di Comp.lità	Indice di RI/Compres	Indice di Rigonf.	Ind. Cons second.	Coeff. di Consolid.	Coeff. di Permeab.
σ_n' (kN/m ²)	ϵ_v (%)	e	E_{ed} (kN/m ²)	a_v (kN/m ²) 1	C_r, C_c	C_{ru}	C_α (min) ⁻¹	C_v (cm ² /min)	K (m/min)
49,03	1,23	0,760	3977,37	0,00045	0,005	—	4,50E-01	0,062	1,54E-07
98,07	2,42	0,738	4137,31	0,00043	0,070	—	8,89E-04	0,092	2,17E-07
196,13	3,77	0,714	7227,28	0,00025	0,081	—	2,00E-03	0,117	1,58E-07
392,27	5,45	0,684	11712,87	0,00015	0,100	—	1,72E-03	0,127	1,08E-07
784,53	6,56	0,663	35189,80	0,00005	0,068	—	2,89E-03	0,093	2,59E-08
1569,06	7,84	0,640	61478,62	0,00003	0,079	—	2,78E-03	0,092	1,47E-08
3138,13	9,12	0,616	122473,94	0,00001	0,080	—	5,98E-03	0,079	6,33E-09
784,53	8,98	0,618	—	—	—	0,004	—	—	—
196,13	8,82	0,621	—	—	—	0,005	—	—	—
49,03	8,55	0,626	—	—	—	0,009	—	—	—



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]

**SOIL PROJECT s.a.s.**

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel 0824 160001; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 1/3

REV 1 del 07/01/2013

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE
 NON CONSOLIDATA NON DRENATA (ASTM D4767)**

MOD L7.05/12c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/ del 10/09/18
 Data apertura: 10/09/2018 N° Acc.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
 6560 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (Av)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Caratteristiche iniziali dei provini cilindrici

	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3		Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3		Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3
Peso prov. (g)	178,15	179,12	177,96	Altezza prov. (m)	7,62	7,62	7,62	Diametro prov. (m)	3,81	3,81	3,81

Rottura non drenata - parametri geometrici

Provino 1						Provino 2						Provino 3					
Pressione di cella - σ_c			Back pressure - BP			Pressione di cella - σ_c			Back pressure - BP			Pressione di cella - σ_c			Back pressure - BP		
400 kN/m ²			300 kN/m ²			500 kN/m ²			300 kN/m ²			600 kN/m ²			300 kN/m ²		
$\sigma_3 = 100$ kN/m ²						$\sigma_3 = 200$ kN/m ²						$\sigma_3 = 300$ kN/m ²					
Cedimenti δ	Sezione media A_m	Def. Assiale ϵ_a	Def. Radiale ϵ_r	Var. volume ΔV	Def. Volumetr. ϵ_v	Cedimenti δ	Sezione media A_m	Def. Assiale ϵ_a	Def. Radiale ϵ_r	Var. volume ΔV	Def. Volumetr. ϵ_v	Cedimenti δ	Sezione media A_m	Def. Assiale ϵ_a	Def. Radiale ϵ_r	Var. volume ΔV	Def. Volumetr. ϵ_v
mm	cm ²	%	%	cm ³	%	mm	cm ²	%	%	cm ³	%	mm	cm ²	%	%	cm ³	%
0,00	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00
0,28	11,43	0,28	0,14	0,00	0,00	0,16	11,42	0,21	0,10	0,00	0,00	0,08	11,41	0,10	0,05	0,00	0,00
0,72	11,48	0,72	0,36	0,00	0,00	0,67	11,50	0,87	0,44	0,00	0,00	0,66	11,50	0,87	0,43	0,00	0,00
1,19	11,54	1,19	0,60	0,00	0,00	1,02	11,56	1,34	0,67	0,00	0,00	0,88	11,53	1,16	0,58	0,00	0,00
1,68	11,59	1,68	0,84	0,00	0,00	1,33	11,60	1,75	0,87	0,00	0,00	1,20	11,58	1,57	0,78	0,00	0,00
2,16	11,65	2,16	1,08	0,00	0,00	1,69	11,66	2,21	1,11	0,00	0,00	1,54	11,64	2,02	1,01	0,00	0,00
2,65	11,71	2,65	1,33	0,00	0,00	2,05	11,72	2,70	1,35	0,00	0,00	1,89	11,69	2,49	1,24	0,00	0,00
3,16	11,77	3,16	1,58	0,00	0,00	2,42	11,77	3,18	1,59	0,00	0,00	2,25	11,75	2,96	1,48	0,00	0,00
3,68	11,84	3,68	1,84	0,00	0,00	2,81	11,84	3,69	1,85	0,00	0,00	2,62	11,81	3,44	1,72	0,00	0,00
4,19	11,90	4,19	2,10	0,00	0,00	3,21	11,90	4,21	2,10	0,00	0,00	3,00	11,87	3,94	1,97	0,00	0,00
4,71	11,96	4,71	2,35	0,00	0,00	3,60	11,97	4,73	2,36	0,00	0,00	3,39	11,93	4,45	2,22	0,00	0,00
5,20	12,03	5,20	2,60	0,00	0,00	3,99	12,03	5,23	2,62	0,00	0,00	3,77	11,99	4,94	2,47	0,00	0,00
5,74	12,09	5,74	2,87	0,00	0,00	4,40	12,10	5,77	2,88	0,00	0,00	4,15	12,06	5,45	2,73	0,00	0,00
6,27	12,16	6,27	3,14	0,00	0,00	4,80	12,17	6,30	3,15	0,00	0,00	4,56	12,13	5,98	2,99	0,00	0,00
6,81	12,23	6,81	3,40	0,00	0,00	5,20	12,24	6,83	3,42	0,00	0,00	4,98	12,20	6,53	3,27	0,00	0,00
7,36	12,31	7,36	3,68	0,00	0,00	5,62	12,31	7,37	3,69	0,00	0,00	5,40	12,27	7,08	3,54	0,00	0,00
7,91	12,38	7,91	3,96	0,00	0,00	6,04	12,38	7,92	3,96	0,00	0,00	5,83	12,34	7,65	3,82	0,00	0,00
8,49	12,46	8,49	4,24	0,00	0,00	6,46	12,46	8,48	4,24	0,00	0,00	6,25	12,42	8,20	4,10	0,00	0,00
9,06	12,54	9,06	4,53	0,00	0,00	6,88	12,53	9,04	4,52	0,00	0,00	6,68	12,49	8,76	4,38	0,00	0,00
9,62	12,61	9,62	4,81	0,00	0,00	7,31	12,61	9,60	4,80	0,00	0,00	7,11	12,57	9,33	4,67	0,00	0,00
10,19	12,69	10,19	5,10	0,00	0,00	7,73	12,69	10,15	5,07	0,00	0,00	7,55	12,65	9,90	4,95	0,00	0,00
10,76	12,77	10,76	5,38	0,00	0,00	8,16	12,77	10,71	5,35	0,00	0,00	7,99	12,74	10,49	5,24	0,00	0,00
11,40	12,87	11,40	5,70	0,00	0,00	8,57	12,84	11,25	5,62	0,00	0,00	8,43	12,82	11,07	5,53	0,00	0,00
12,03	12,96	12,03	6,01	0,00	0,00	8,99	12,92	11,80	5,90	0,00	0,00	8,88	12,90	11,65	5,83	0,00	0,00
12,61	13,04	12,61	6,30	0,00	0,00	9,42	13,01	12,36	6,18	0,00	0,00	9,32	12,99	12,24	6,12	0,00	0,00

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

[Handwritten signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel 0824 160001; cell: 346 8554913 - 340 8867752; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01615280624

pag 2/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (ASTM D4767)

MOD L7.05/12c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18 del 10/09/18
 Data apertura: 10/09/2018 N° Acc.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
 6561 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (Av)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Rottura non drenata - parametri meccanici nel piano Morh-Coulomb

Provino 1					Provino 2					Provino 3				
$\sigma_3 = 100 \text{ kN/m}^2$					$\sigma_3 = 200 \text{ kN/m}^2$					$\sigma_3 = 300 \text{ kN/m}^2$				
Carico F	Press. neutra u	Sovrapp. neutra Δu	Tens. tangenz. $\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$	Tens. normale $\sigma = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$	Carico F	Press. neutra u	Sovrapp. neutra Δu	Tens. tangenz. $\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$	Tens. normale $\sigma = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$	Carico F	Press. neutra u	Sovrapp. neutra Δu	Tens. tangenz. $\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$	Tens. normale $\sigma = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$
kN	kPa	kPa	kN/m ²	kN/m ²	kN	kPa	kPa	kN/m ²	kN/m ²	kN	kPa	kPa	kN/m ²	kN/m ²
0,000			0,00	100,00	0,000			0,00	200,00	0,00			0,00	300,00
0,096			42,02	142,02	0,077			33,64	233,64	0,04			16,53	316,53
0,168			73,27	173,27	0,179			77,72	277,72	0,13			55,82	355,82
0,234			101,44	201,44	0,246			106,32	306,32	0,23			100,19	400,19
0,293			126,30	226,30	0,305			131,23	331,23	0,31			134,84	434,84
0,346			148,42	248,42	0,359			153,84	353,84	0,38			162,14	462,14
0,393			167,81	267,81	0,412			175,94	375,94	0,43			184,91	484,91
0,437			185,73	285,73	0,458			194,59	394,59	0,48			204,98	504,98
0,481			203,18	303,18	0,498			210,29	410,29	0,53			222,82	522,82
0,523			219,96	319,96	0,530			222,87	422,87	0,56			237,79	537,79
0,560			234,12	334,12	0,557			232,85	432,85	0,60			251,03	551,03
0,596			247,66	347,66	0,583			242,26	442,26	0,63			261,30	561,30
0,625			258,54	358,54	0,604			249,80	449,80	0,65			269,91	569,91
0,646			265,69	365,69	0,622			255,58	455,58	0,67			275,73	575,73
0,660			269,88	369,88	0,634			259,11	459,11	0,68			279,49	579,49
0,675			274,21	374,21	0,647			262,81	462,81	0,69			280,83	580,83
0,678			273,74	373,74	0,654			264,07	464,07	0,69			279,98	579,98
0,680			272,74	372,74	0,661			265,28	465,28	0,69			278,50	578,50
0,679			270,78	370,78	0,667			265,99	465,99	0,69			275,98	575,98
0,674			267,28	367,28	0,673			266,65	466,65	0,68			270,29	570,29
0,668			263,30	363,30	0,686			270,31	470,31	0,67			264,86	564,86
0,654			256,17	356,17	0,692			271,14	471,14	0,66			257,99	557,99
0,590			229,21	329,21	0,695			270,63	470,63	0,64			247,74	547,74
0,548			211,41	311,41	0,695			268,96	468,96	0,62			239,82	539,82
0,533			204,44	304,44	0,689			264,77	464,77	0,61			234,39	534,39



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Sebn A. Lina



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel 0824 160001; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (ASTM D4767)

MOD L7.05/12c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/ del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° Acc.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6562 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (Av)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	7,50-8,00
Tecnico		Note	

Rottura non drenata - diagramma a rottura e proiezione degli stress nel piano Mohr-Coulomb

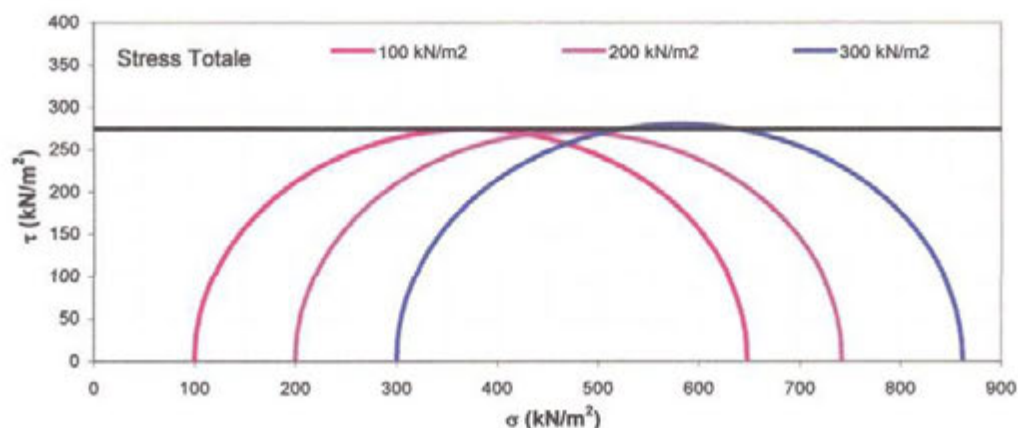
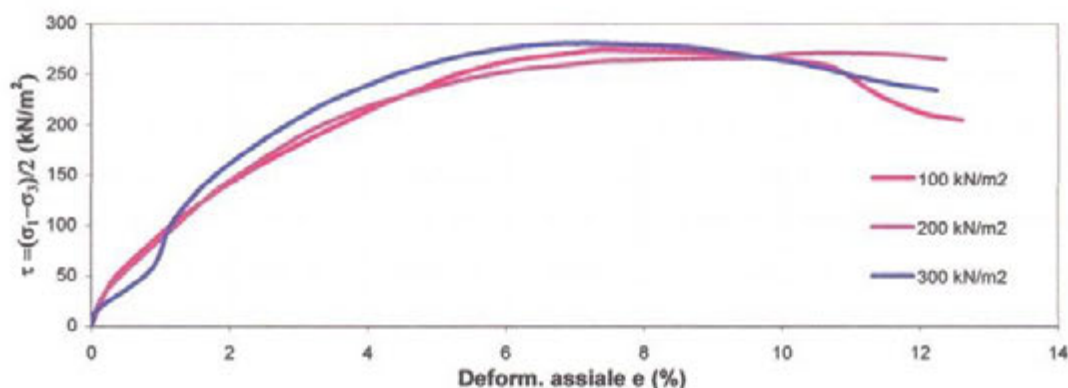


Foto Provino 1



Foto Provino 2



Foto Provino 3



Caratteristiche di resistenza - Involupi di rottura

Valore di Resistenza Non Drenata medio d'involuppo C_u (kN/m²) = 275,00



Lo Sperimentatore

[Firma]



Il Direttore del Laboratorio

[Firma]

**SOIL PROJECT s.a.s.**Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013**APERTURA CAMPIONE**

MOD L7.05/1c

Data accettazione: **10/09/2018** Cod. Qualità: **0079/18/L del 10/09/18**
Data apertura: **10/09/2018** N° ACC.: **077/18 del 10/09/18**Data Emissione
20/09/2018

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

DATI GENERALI

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)
Impresa	Tecnogeo
Tecnico	

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	X
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	
G	Prova di taglio diretto	X
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	X
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

		IN FORO	IN TRINCEA	SUPERFICIE	
		X			Mod. sondaggio:
					Rotaz. - carotiere X
					Rotaz. doppio carot.
					Percussione
					Spirale
					Campionatore:
Data Prelievo	04/09/2018				Shelby X
N. Sondaggio	S8				Osterberg
Prof. Sondaggio (m)					Mazier
N. Campione	C2				Carotiere rotativo
Prof. Campione (m)	20,00-20,50				Carotiere doppio rot.
Diametro campione (mm)	80				Cucchiario
Altezza campione (mm)	500				Altro

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo		
CONSISTENZA		Colore	Marrone rossastro	Classe campione sfustellato				
X		Struttura	Omogenea	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
		Tessitura	Fina					
		PRESENZA MAT. ORG		FESSURAZIONE		ALLUNGAMENTO		
BUONA			X					
MEDIO-BUONA				NON DISGREGATO			ACCENTUATO	
MEDIA				PERSISTENTE			MODESTO	
MODESTA					MEDIA			SCARSO
SCARSA					ASSENTE			X
	ALTA							
	MEDIA							
	SCARSA							
	DISGREGATO							

Note:

Presenza di inclusi calcarei marnosi con dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche.

Documentazione fotografica:

Lo Sperimentatore



Direttore del laboratorio





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6563 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T16/e)

Metodo campione

	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	71,54	72,54	53,64	
Peso contenitore+campione umido (g)	205,33	206,33	186,33	
Peso campione umido (g)	133,8	133,8	132,7	
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume γ (kN/m ³)	18,223	18,223	18,073	
	MEDIA 18,17			
C.Q. $\Delta\gamma(\%)$	$\Delta\gamma(\%)$	0,27	0,27	0,55

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

	1	2	3
Determinazioni			
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco(g)	26,27	26,16	26,55	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	160,85	162,32	180,23	
Peso picnometro + acqua (g)	144,3	145,9	163,6	
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,40	26,23	26,14	
	MEDIA 26,26			
C.Q. $\Delta\gamma_s(\%)$	$\Delta\gamma_s(\%)$	0,53	0,09	0,44

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
	MEDIA		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	15,2
Indice dei vuoti e	0,73
Porosità n (%)	42,1
Grado di saturazione (Sr) %	71,8
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	19,3
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ' (kN/m ³)	9,5

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	195,20	195,32	195,14	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	312,66	334,92	327,90	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	293,50	312,30	306,14	
Peso campione secco (g)	98,30	116,98	111,00	
Contenuto d'acqua w (%)	19,49	19,34	19,60	
	MEDIA 19,48			
C.Q. $\Delta w(\%)$	$\Delta w(\%)$	0,07	0,72	0,65

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

	Provini	
	1	2
Determinazioni n.		
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668, cell: 340 8867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data eccettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6564 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	25,48	2,78	2,78	97,22
1/2"	12,500	38,22	4,17	6,94	93,06
4	4,750	89,04	9,70	16,65	83,35
8	2,360	50,63	5,52	22,16	77,84
10	2,000	29,48	3,21	25,38	74,62
16	1,180	28,52	3,11	28,48	71,52
20	0,850	39,20	4,27	32,76	67,24
30	0,600	19,64	2,14	34,90	65,10
40	0,425	27,82	3,03	37,93	62,07
60	0,250	28,16	3,07	41,00	59,00
80	0,180	24,00	2,62	43,61	56,39
100	0,150	17,64	1,92	45,54	54,46
200	0,075	27,80	3,03	48,58	51,44
FONDO	//	471,50	51,38	99,95	//
TOTALE		917,13	99,95	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	77,94
Peso campione umido (g)	1039,7
Peso campione secco (g)	917,60
Peso campione secco lavato (g)	446,10
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	471,50
Responso perdita	0,47

Risultato

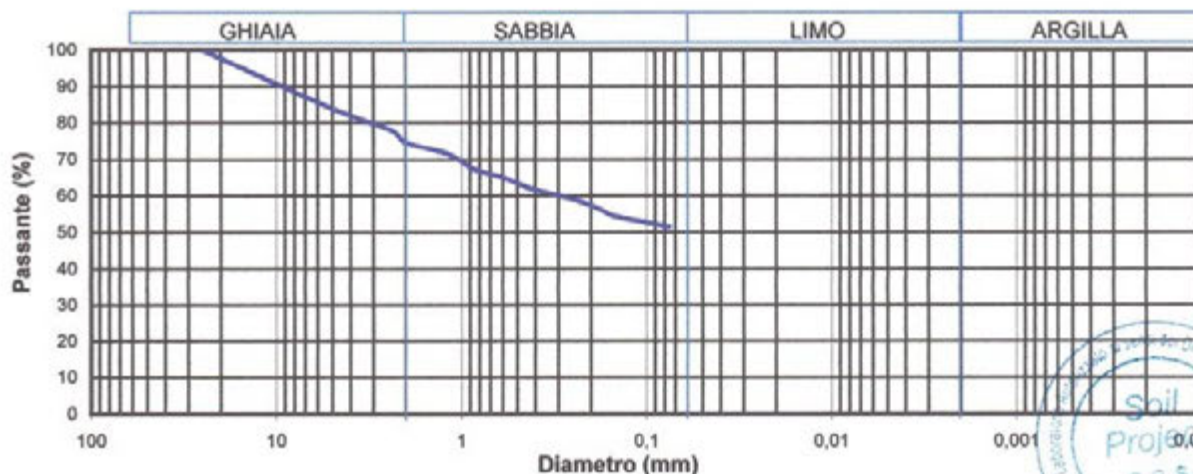
GHIAIA	Grossa	3
	Media	11
25	Fine	25
	Grossa	10
SABBIA	Media	8
	Fine	28
28	Grossa	10
	Fine	28
LIMO/ARGILLA		47

Descrizione campione

Coefficienti granulometrici

D60	(mm)		Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)		Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)			

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE
(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6565 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	917,6
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	471,5
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,26

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

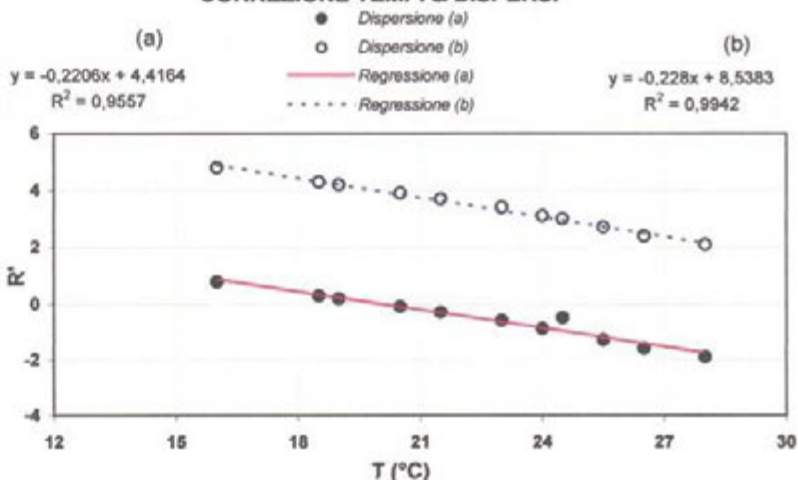
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{net}	R' (a)	T (°C)	R _{net}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

R'(a) = 4,4-0,22 T

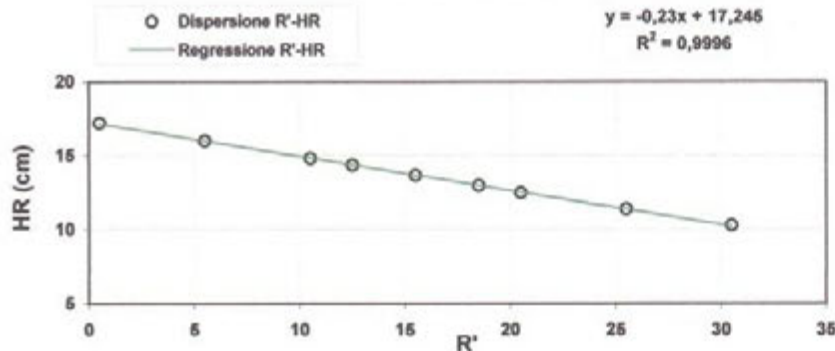
R'(b) = 8,5-0,22 T

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-HR



R _{net}	R'	H ₁	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H_R = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore

[Handwritten signature]



Il Direttore del laboratorio

[Handwritten signature]



**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione:	10/09/2018	Cod. Qualità:	0079/18/L del 10/09/18	N° Certificato
Data apertura:	10/09/2018	N° ACC.:	077/18 del 10/09/18	6566 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R _{lett.}	H ₁ (cm)	H _R (cm)	R'	H _R (cm)	C _T	γ _L	η _L	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0566	22,40	45,9
1	20,0	24,5		8,2	25,0	9,09	0,00	0,9982	0,000	0,0408	20,90	42,8
2	20,0	23,0		8,2	23,5	9,435	0,00	0,9982	0,000	0,0294	19,40	39,7
4	20,0	21,5		8,2	22,0	9,78	0,00	0,9982	0,000	0,0211	17,90	36,7
8	20,0	20,5		8,2	21,0	10,01	0,00	0,9982	0,000	0,0151	16,90	34,6
15	20,0	19,5		8,2	20,0	10,24	0,00	0,9982	0,000	0,0112	15,90	32,6
30	20,0	18,5		8,2	19,0	10,5	0,00	0,9982	0,000	0,0080	14,90	30,5
60	20,0	17,0		8,2	17,5	10,815	0,00	0,9982	0,000	0,0057	13,40	27,4
120	20,0	15,5		8,2	16,0	11,16	0,00	0,9982	0,000	0,0041	11,90	24,4
300	20,0	12,0		8,2	12,5	11,965	0,00	0,9982	0,000	0,0027	8,40	17,2
600	20,0	10,5		8,2	11,0	12,31	0,00	0,9982	0,000	0,0019	6,90	14,1
1440	20,0	9,0		8,2	9,5	12,655	0,00	0,9982	0,000	0,0013	5,40	11,1

Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	97,2
1/2"	12,50	93,1
4	4,750	83,4
8	2,360	77,8
10	2,000	74,6
16	1,180	71,5
20	0,850	67,2
30	0,600	65,1
40	0,425	62,1
60	0,250	59,0
80	0,180	56,4
100	0,150	54,5
200	0,075	51,4
S	0,0566	45,9
S	0,0408	42,8
S	0,0294	39,7
S	0,0211	36,7
S	0,0151	34,6
S	0,0112	32,6
S	0,0080	30,5
S	0,0057	27,4
S	0,0041	24,4
S	0,0027	17,2
S	0,0019	14,1
S	0,0013	11,1

Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	
D30 (mm)	
D10 (mm)	

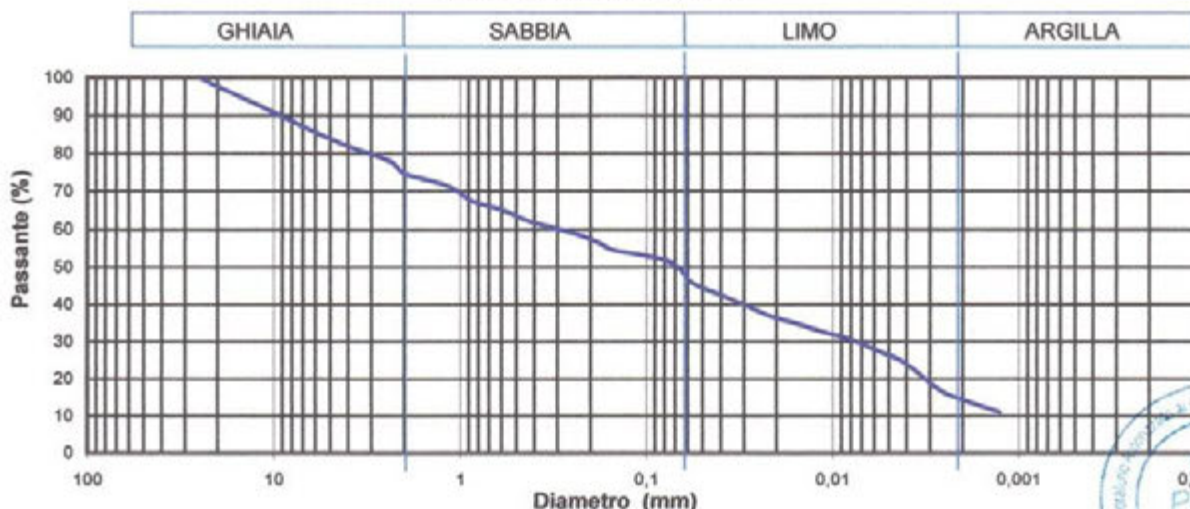
Coef. Uniformità (Cu) Coef. Curva (Cc) **Percentuale passaggio**

GHIAIA (%)	14
SABBIA (%)	33
LIMO (%)	28
ARGILLA (%)	25

Descrizione campione (AGI):

Limo con sabbia con ghiaia argilloso

Note

CURVA GRANULOMETRICA

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.L. 01515280624

pag 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318 ASTM 4943)

MOD L7.05/5c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
 Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
 6567 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO W_L

Campione

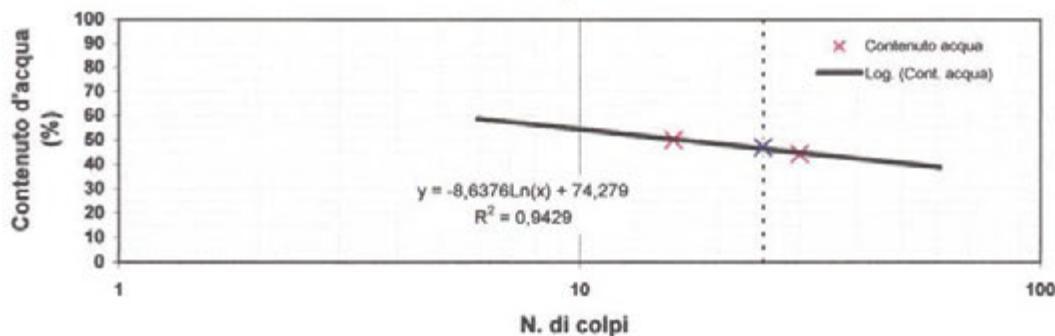
LIMITE LIQUIDO W_L (%)

47

	Campione		
	1	2	3
Contenitore n°	A	B	C
Peso contenitore (g)	19,56	22,63	20,63
Peso contenitore + peso material umido (g)	40,56	45,63	41,85
Peso contenitore + peso material secco (g)	33,55	38,25	35,33
N° Colpi	16	25	30
Contenuto d'acqua w (%)	50,1	47,2	44,4

C.Q. $R^2 > 0,95$

LIMITE LIQUIDO W_L



LIMITE PLASTICO W_p (%)

21

DETERMINAZIONE LIMITE PLASTICO W_p

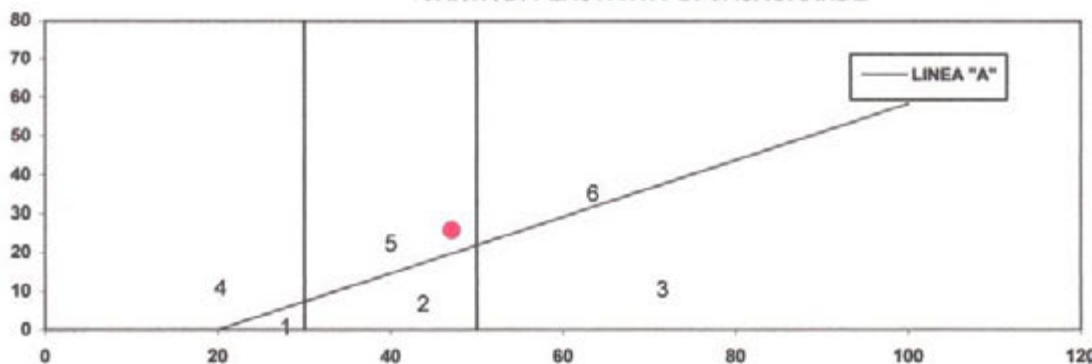
Campione

INDICE DI PLASTICITA' I_p (%)

26

	Campione		
	D	E	E
Contenitore n°	2,12	9,15	8,42
Peso contenitore (g)	15,83	19,85	19,00
Peso contenitore + peso materiale umido (g)	13,25	17,96	17,13
Contenuto d'acqua w (%)	21,38	21,45	21,47

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



- 1) Limi non organici di bassa compressibilità
- 2) Limi non organici di media compres. e limi organici
- 3) Limi non organici di alta compressibilità e argille org.

- 4) Argille non organiche di bassa plasticità
- 5) Argille non organiche di media plasticità
- 6) Argille non organiche di alta plasticità

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318 ASTM 4943)

MOD L7.05/5c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
 Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6568 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

INDICI CARATTERISTICI

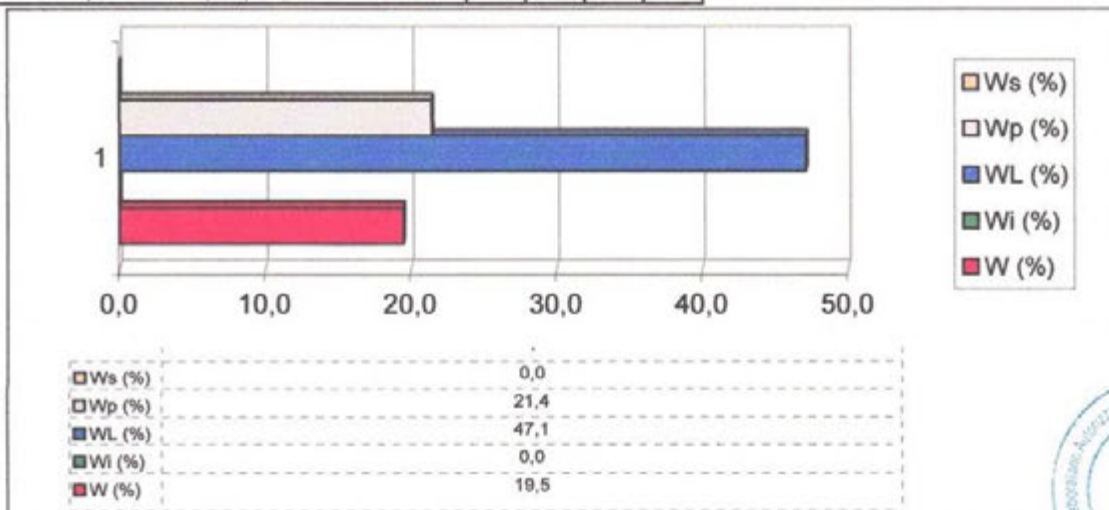
% Campione < 0,002 mm 25

Contenuto d'acqua (%) 19,5

Indice plasticità I _p (%) 25,7	Indice di consistenza I _c 1,08	Indice di attività I _a 1,027	
Non plastico (0-5) 	Fluidico (<0) 	Inattivo (<0,75) X	
Poco plastico (5-15) 	Fluido-plastico (0-0,25) 	Norm. Attivo (0,75-1,25) 	
Plastico (15-40) X	Molle-plastico (0,25-0,50) 	Attivo (>1,25) 	
Molto plastico (>40) 	Plastico (0,50-0,75) 		
	Solido-plastico (0,75-1,0) 		
	Solido-plastico (>1) X		

DET LIMITE DI RITIRO W_s

	Campione		
	1	2	
Capsula in monel n°	1	2	Contenuto d'acq. iniz. W _i (%)
Peso capsula (g)			Limite di ritiro W _s (%)
Peso capsula + peso mercurio (g)			Coefficiente di ritiro R _s
Peso specifico mercurio (g/cm ³)			Ritiro di volume V _s
Volume capsula in monel (cm ³)		Media 	
Peso capsula + peso materiale umido (g)			
Peso capsula + peso materiale secco (g)			
Volume campione secco (cm ³)		Media 	



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

[Signature]
[Signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag.1/3

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6569 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm ²)	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm ³)	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

Consolidazione

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

Carico verticale kN/m ²	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,060	0,125	0,170
49,03	0,340	0,419	0,440
98,07	1,050	0,876	0,790
196,13		1,560	1,200
294,21			1,960

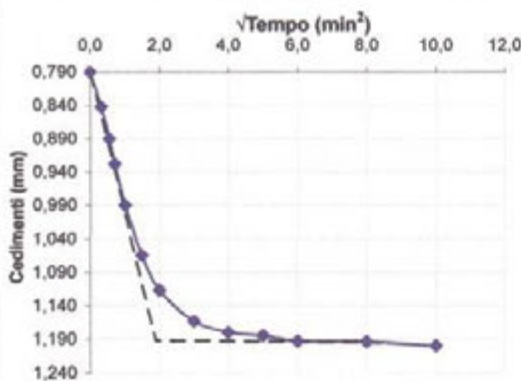
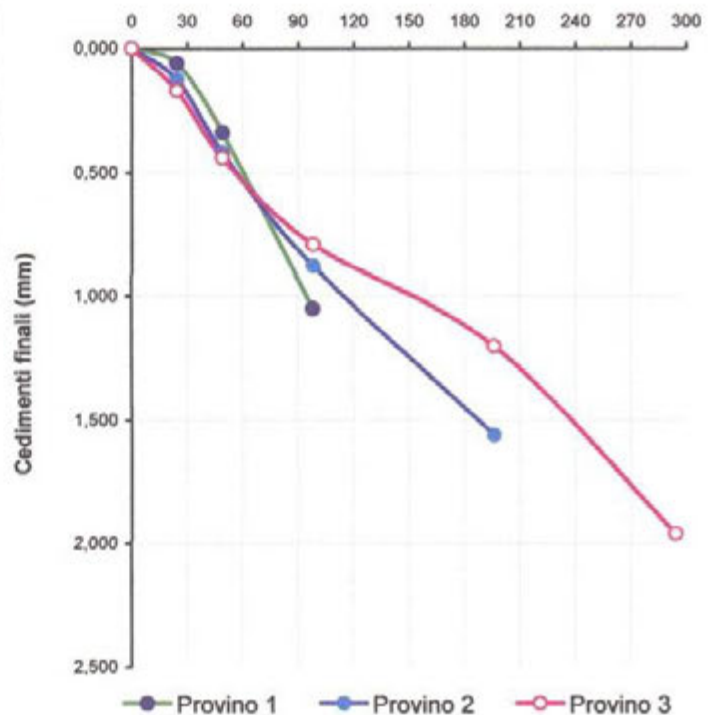
Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3

Gradino di carico verticale da 98,07 kN/m² a 196,13 kN/m²

Cedimento mm	Tempo min	$\sqrt{\text{Tempo}}$ min ²	$\sqrt{t_{100}}$ min ²
0,790	0,00	0,00	1,89
0,842	0,10	0,32	
0,890	0,30	0,55	
0,928	0,50	0,71	
0,990	1,00	1,00	3,57
1,065	2,25	1,50	
1,117	4,00	2,00	
1,163	9,00	3,00	
1,180	16,00	4,00	
1,185	25,00	5,00	
1,193	36,00	6,00	
1,194	64,00	8,00	
1,200	100,00	10,00	

Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore

[Handwritten signature]



Il Direttore del laboratorio

[Handwritten signature]





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel. 0824 1810668; cell. 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag 2/3

Rev. 1
del 07/01/2013

MOD L7.05/6C

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° ACC.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6570 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,01	4,17	0,03	0,00	14,17	0,03	0,07	24,17
0,05	0,01	8,06	0,05	0,02	23,61	0,05	0,23	37,50
0,08	0,03	12,22	0,08	0,04	34,44	0,08	0,36	58,89
0,10	0,04	16,39	0,10	0,07	44,44	0,10	0,44	71,11
0,13	0,05	23,33	0,13	0,11	52,78	0,13	0,49	79,72
0,15	0,06	28,33	0,15	0,15	60,28	0,15	0,54	91,39
0,18	0,07	32,22	0,18	0,20	67,78	0,18	0,57	100,00
0,20	0,08	35,28	0,20	0,23	75,83	0,20	0,59	105,56
0,23	0,09	39,44	0,23	0,26	83,06	0,23	0,61	110,83
0,25	0,09	41,67	0,25	0,28	88,61	0,25	0,63	115,28
0,28	0,10	45,28	0,28	0,30	92,50	0,28	0,63	117,50
0,30	0,11	47,22	0,30	0,32	95,83	0,30	0,63	121,11
0,33	0,12	48,33	0,33	0,34	99,23	0,33	0,63	123,61
0,35	0,12	50,83	0,35	0,35	100,17	0,35	0,63	126,39
0,38	0,12	52,78	0,38	0,36	101,12	0,38	0,63	126,67
0,40	0,13	53,61	0,40	0,37	101,12	0,40	0,62	128,33
0,43	0,13	55,28	0,43	0,38	102,06	0,43	0,62	129,44
0,45	0,13	56,39	0,45	0,38	103,01	0,45	0,61	131,67
0,48	0,13	57,78	0,48	0,39	103,01	0,48	0,61	133,33
0,50	0,13	59,17	0,50	0,40	103,01	0,50	0,61	135,56
0,53	0,14	61,11	0,53	0,41	103,95	0,53	0,61	137,22
0,55	0,14	62,48	0,55	0,41	104,90	0,55	0,61	139,44
0,58	0,14	61,66	0,58	0,42	104,90	0,58	0,61	143,06
0,60	0,14	60,84	0,60	0,42	104,90	0,60	0,61	144,17
0,63	0,15	60,02	0,63	0,42	104,90	0,63	0,61	146,01
0,65	0,15	58,33	0,65	0,43	103,95	0,65	0,61	146,01
0,68	0,15	56,39	0,68	0,43	103,01	0,68	0,60	144,93
0,70	0,15	54,72	0,70	0,44	102,06	0,70	0,60	143,85
			0,73	0,44	101,12	0,73	0,60	142,76
						0,75	0,60	141,68

Lo Sperimentatore

[Handwritten signature]



Il Direttore del laboratorio

[Handwritten signature]
Soil Project s.a.s.
Autorizzazione n° 7255 del 12/09/2013



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6967752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione:	10/09/2018	Cod. Qualità:	0079/18/L del 10/09/18	N° Certificato
Data apertura:	10/09/2018	N° ACC.:	077/18 del 10/09/18	6571 del 20/09/18

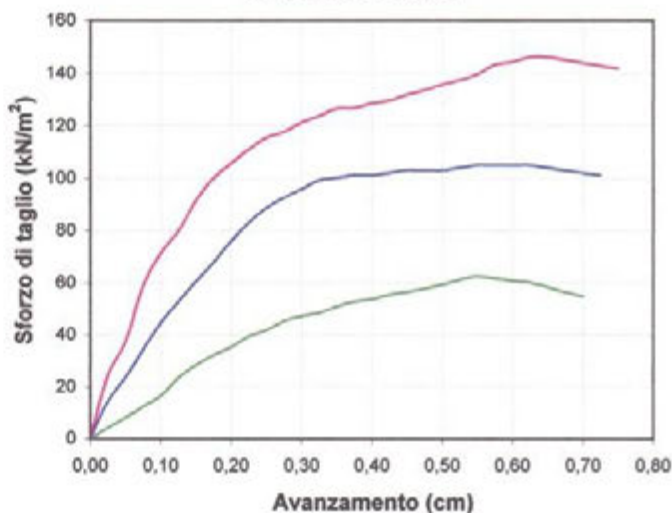
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio Srl	N. Sondaggio	S8
Opera/cant.	Progetto generale di un parco eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	"Calaggio" - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

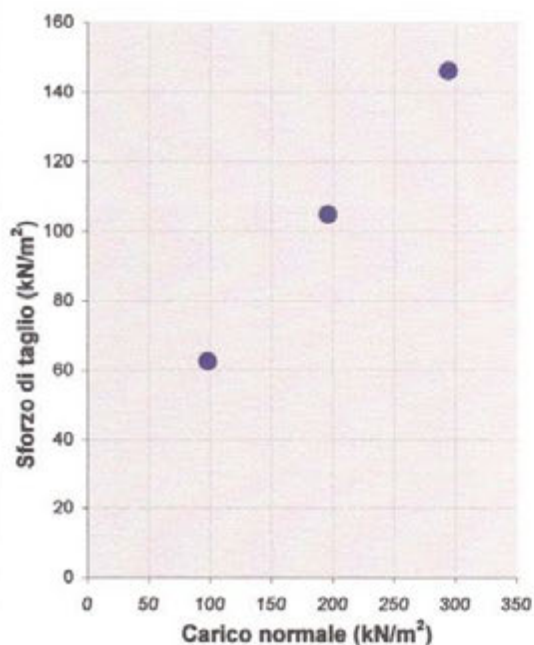
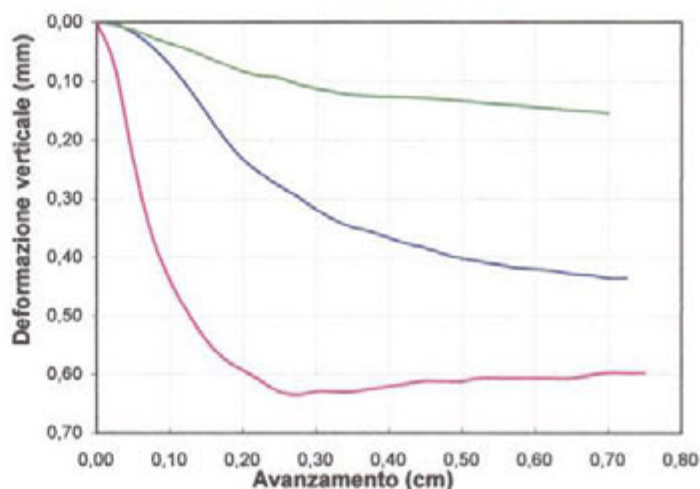
Contenuto d'acqua naturale (%)	19,48
Peso di volume naturale (kN/m ³)	18,17
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,21
Indice dei vuoti	0,73
Porosità (%)	42,07
Peso specifico (kN/m ³)	26,26
Grado di saturazione (%)	72
Sezione scatola di taglio (cm ²)	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m ²)	20,22
	Valore angolare (°)	23,35

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel 0824 160001; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 1/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (ASTM D4767)

MOD L7.05/12c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° Acc.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6572 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

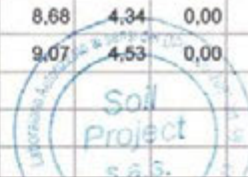
Richiedente	Ecoenergia Calaggio S.r.l.	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Progetto generale di un Parco Eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. Calaggio - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	20,00-20,60
Tecnico		Note	

Caratteristiche iniziali dei provini cilindrici

	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3		Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3		Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3		
Peso prov. (g)	175,50	175,20	172,90		Altezza prov. (m)	7,6	7,6	7,61		Diametro prov. (m)	3,79	3,81	3,81

Rottura non drenata - parametri geometrici

Provino 1						Provino 2						Provino 3					
Pressione di cella - σ_c			Back pressure - BP			Pressione di cella - σ_c			Back pressure - BP			Pressione di cella - σ_c			Back pressure - BP		
600 kN/m ²			300 kN/m ²			700 kN/m ²			300 kN/m ²			800 kN/m ²			300 kN/m ²		
$\sigma_3 = 300$ kN/m ²						$\sigma_3 = 400$ kN/m ²						$\sigma_3 = 500$ kN/m ²					
Cedimenti δ	Sezione media A_m	Def. Assiale ϵ_a	Def. Radiale ϵ_r	Var. volume ΔV	Def. Volumetr. ϵ_v	Cedimenti δ	Sezione media A_m	Def. Assiale ϵ_a	Def. Radiale ϵ_r	Var. volume ΔV	Def. Volumetr. ϵ_v	Cedimenti δ	Sezione media A_m	Def. Assiale ϵ_a	Def. Radiale ϵ_r	Var. volume ΔV	Def. Volumetr. ϵ_v
mm	cm ²	%	%	cm ³	%	mm	cm ²	%	%	cm ³	%	mm	cm ²	%	%	cm ³	%
0,00	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00
0,11	11,41	0,11	0,06	0,00	0,00	0,10	11,41	0,13	0,06	0,00	0,00	0,19	11,43	0,26	0,13	0,00	0,00
0,45	11,45	0,45	0,22	0,00	0,00	0,41	11,46	0,54	0,27	0,00	0,00	0,39	11,46	0,51	0,26	0,00	0,00
0,93	11,51	0,93	0,47	0,00	0,00	0,63	11,50	0,83	0,41	0,00	0,00	0,66	11,50	0,87	0,43	0,00	0,00
1,34	11,56	1,34	0,67	0,00	0,00	0,82	11,52	1,08	0,54	0,00	0,00	0,89	11,53	1,16	0,58	0,00	0,00
1,78	11,61	1,78	0,89	0,00	0,00	1,04	11,56	1,36	0,68	0,00	0,00	1,13	11,57	1,48	0,74	0,00	0,00
2,24	11,66	2,24	1,12	0,00	0,00	1,26	11,59	1,66	0,83	0,00	0,00	1,38	11,61	1,81	0,91	0,00	0,00
2,73	11,72	2,73	1,37	0,00	0,00	1,49	11,63	1,96	0,98	0,00	0,00	1,64	11,65	2,16	1,08	0,00	0,00
3,25	11,78	3,25	1,63	0,00	0,00	1,73	11,67	2,27	1,14	0,00	0,00	1,89	11,69	2,49	1,24	0,00	0,00
3,77	11,85	3,77	1,89	0,00	0,00	1,97	11,70	2,59	1,30	0,00	0,00	2,15	11,73	2,83	1,42	0,00	0,00
4,30	11,91	4,30	2,15	0,00	0,00	2,21	11,74	2,91	1,46	0,00	0,00	2,42	11,77	3,18	1,59	0,00	0,00
4,83	11,98	4,83	2,42	0,00	0,00	2,45	11,78	3,22	1,61	0,00	0,00	2,68	11,82	3,53	1,77	0,00	0,00
5,38	12,05	5,38	2,69	0,00	0,00	2,70	11,82	3,55	1,78	0,00	0,00	2,96	11,86	3,90	1,95	0,00	0,00
5,94	12,12	5,94	2,97	0,00	0,00	2,95	11,86	3,88	1,94	0,00	0,00	3,24	11,91	4,26	2,13	0,00	0,00
6,52	12,20	6,52	3,26	0,00	0,00	3,20	11,90	4,21	2,10	0,00	0,00	3,79	12,00	4,99	2,49	0,00	0,00
7,11	12,27	7,11	3,55	0,00	0,00	3,45	11,94	4,54	2,27	0,00	0,00	4,36	12,09	5,73	2,87	0,00	0,00
7,70	12,35	7,70	3,85	0,00	0,00	3,71	11,98	4,88	2,44	0,00	0,00	4,92	12,19	6,47	3,24	0,00	0,00
							12,03	5,22	2,61	0,00	0,00	5,47	12,28	7,20	3,60	0,00	0,00
							12,07	5,56	2,78	0,00	0,00	6,03	12,38	7,93	3,97	0,00	0,00
							12,12	5,91	2,96	0,00	0,00	6,31	12,43	8,30	4,15	0,00	0,00
							12,16	6,25	3,12	0,00	0,00	6,60	12,48	8,68	4,34	0,00	0,00
							12,20	6,59	3,30	0,00	0,00	6,89	12,54	9,07	4,53	0,00	0,00
							12,25	6,93	3,46	0,00	0,00						



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel 0824 180001; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (ASTM D4767)

MOD L7.05/12c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
 Data apertura: 10/09/2018 N° Acc.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
 8573 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio S.r.l.	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Progetto generale di un Parco Eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. Calaggio - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

Rottura non drenata - parametri meccanici nel piano Mohr-Coulomb

Provino 1					Provino 2					Provino 3				
$\sigma_3 = 300 \text{ kN/m}^2$					$\sigma_3 = 400 \text{ kN/m}^2$					$\sigma_3 = 500 \text{ kN/m}^2$				
Carico F	Press. neutra u	Sovrapr. neutra. Δu	Tens. tangenz. $\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$	Tens. normale $\sigma = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$	Carico F	Press. neutra u	Sovrapr. neutra. Δu	Tens. tangenz. $\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$	Tens. normale $\sigma = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$	Carico F	Press. neutra u	Sovrapr. neutra. Δu	Tens. tangenz. $\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$	Tens. normale $\sigma = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$
kN	kPa	kPa	kN/m ²	kN/m ²	kN	kPa	kPa	kN/m ²	kN/m ²	kN	kPa	kPa	kN/m ²	kN/m ²
0,000			0,00	300,00	0,000			0,00	400,00	0,00			0,00	500,00
0,089			38,79	338,79	0,076			33,49	433,49	0,08			35,00	535,00
0,175			76,45	376,45	0,178			77,58	477,58	0,14			61,04	561,04
0,293			127,45	427,45	0,244			106,32	506,32	0,22			94,96	594,96
0,387			167,34	467,34	0,303			131,44	531,44	0,30			131,34	631,34
0,466			200,60	500,60	0,357			154,37	554,37	0,37			158,34	658,34
0,529			226,88	526,88	0,410			176,89	576,89	0,42			181,70	681,70
0,577			246,21	546,21	0,456			196,03	596,03	0,47			200,98	700,98
0,617			261,66	561,66	0,495			212,28	612,28	0,51			218,55	718,55
0,647			273,08	573,08	0,528			226,45	626,45	0,55			232,78	732,78
0,668			280,55	580,55	0,554			236,06	636,06	0,58			244,86	744,86
0,683			284,99	584,99	0,580			246,12	646,12	0,60			255,48	755,48
0,690			286,46	586,46	0,601			254,35	654,35	0,62			262,61	762,61
0,690			284,77	584,77	0,619			260,82	660,82	0,64			268,34	768,34
0,676			277,09	577,09	0,631			265,03	665,03	0,67			277,86	777,86
0,656			267,31	567,31	0,644			269,44	669,44	0,68			282,52	782,52
0,640			259,12	559,12	0,650			271,39	671,39	0,70			286,42	786,42
0,000			0,00	300,00	0,657			273,30	673,30	0,71			289,41	789,41
0,000			0,00	300,00	0,672			278,32	678,32	0,73			293,80	793,80
0,000			0,00	300,00	0,677			279,24	679,24	0,73			294,57	794,57
0,000			0,00	300,00	0,682			280,58	680,58	0,73			292,69	792,69
					0,692			283,42	683,42	0,73			289,97	789,97
					0,692			282,34	682,34					
					0,000			0,00	400,00					
					0,000			0,00	400,00					





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel 0824 160001; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (ASTM D4767)

MOD L7.05/12c

Data accettazione: 10/09/2018 Cod. Qualità: 0079/18/L del 10/09/18
Data apertura: 10/09/2018 N° Acc.: 077/18 del 10/09/18

N° Certificato
6574 del 20/09/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Ecoenergia Calaggio S.r.l.	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Progetto generale di un Parco Eolico	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. Calaggio - Bisaccia (AV)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	20,00-20,50
Tecnico		Note	

Rottura non drenata - diagramma a rottura e proiezione degli stress nel piano Mohr-Coulomb

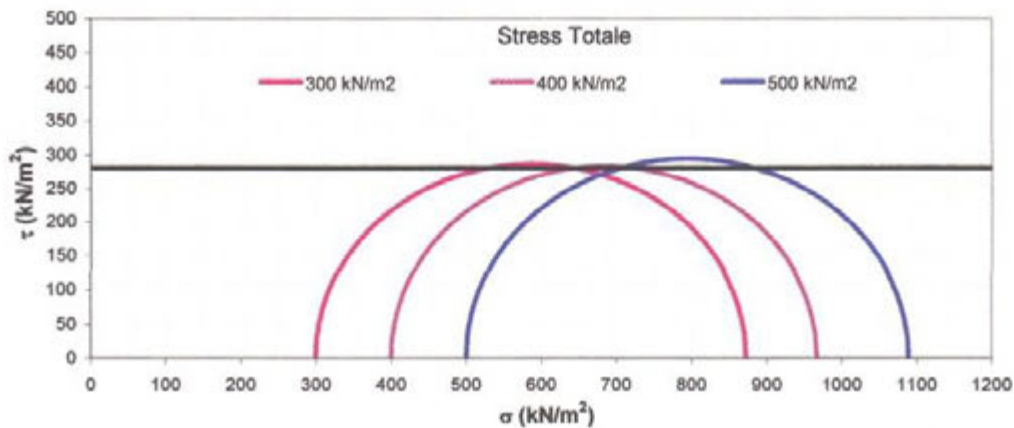
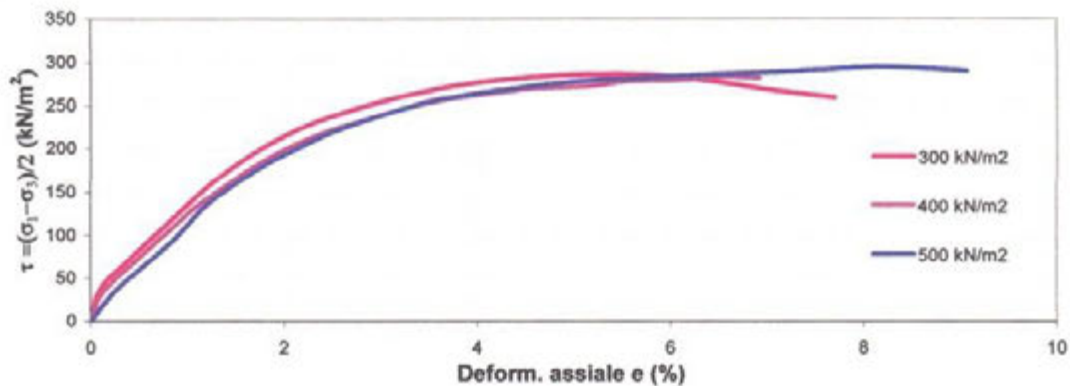


Foto Provino 1



Foto Provino 2



Foto Provino 3



Caratteristiche di resistenza - Involuppi di rottura

Valore di Resistenza Non Drenata medio d'involuppo C_u (kN/m²) = 281,00



Lo Sperimentatore

[Handwritten signature]



Il Direttore del laboratorio

[Handwritten signature]

INDAGINE SISMICA

Descrizione delle Indagini Sismiche

- committente:	Ecoenergia Calaggio S.r.l.	- data:	04/09/2018
- lavoro:	Progetto generale di un parco eolico	- Commessa:	W133
- località:	Loc. Calaggio - Bisaccia (AV)	- Rif:	GM094
- note:			

PREMESSA

Nell'area oggetto di indagine sono state effettuate una indagine con la metodologia dei microtremori, con sorgente attiva, MASW, e una con sorgente passiva, Remi (refraction microtremor), lungo la stessa linea. Queste indagini serviranno per determinare il profilo delle onde S e P fino a 30 metri dal Pc e per avere informazioni sullo stato fisico dei terreni.

Con i microtremori, dall'analisi del modo fondamentale delle onde di Rayleigh, si ottiene la curva di dispersione che sarà una funzione della velocità delle onde S e P e del peso naturale del terreno investigato. Si è utilizzato lo stesso array di 24 geofoni a 8 Hz, cambiando solo il tempo di campionamento, la lunghezza della registrazione.

Il peso di volume naturale utilizzato nell'inversione della curva di dispersione è quello ricavato dalla relazione proposta da Ludwig et al (1970) che correla le onde P al peso naturale del terreno.

Le indagini eseguite hanno le seguenti caratteristiche:

REMI						
Stend	Numero geofoni	N° registrazioni	Lunghezza (m)	Intervallo geof. (m)	Intervallo campion. msec	Lunghezza registrazione sec
micro SS8	24	1	46.0	2.0	2.0	30

MASW							
Stend	Numero sorgenti	Numero geofoni	Lunghez (m)	Intervallo geof. (m)	Intervallo campion. msec	Off1 (m)	Lungh registr msec
MASWSS8	1	24	56.0	2.0	1.0	10.0	1000

GENERALITA' INDAGINI SISMICHE

Nella prospezione sismica si registrano le vibrazioni meccaniche prodotte o da una sorgente, di cui si conosce la posizione (metodo attivo), o naturalmente presenti nel sottosuolo (metodo passivo).

Queste vibrazioni, dette onde sismiche, si possono raggruppare in due classi principali:

- Onde di corpo, che si propagano all'interno dei materiali (onde longitudinali, V_p , e trasversali, V_s) e
- Onde di superficie che si propagano solo vicino alle discontinuità (onde di Rayleigh e Love).

Si propagano in tutte le direzioni e passano rapidamente da un mezzo ad un altro dando origine ai fenomeni della rifrazione, della riflessione, della trasformazione, della dissipazione e della dispersione in frequenza della velocità delle onde Rayleigh.

L'osservazione di questi fenomeni mediante un sismografo collegato a dei geofoni ed una sorgente sismica (per i metodi attivi), può fornire utili informazioni sulla stratigrafia.

La sorgente (per i metodi attivi) è o una massa battente o una carica esplosiva

I geofoni sono dei sensori che ricevono l'energia sismica. Possono essere o dei velocimetri o degli accelerometri, ad un solo sensore assiale (orizzontale o verticale) oppure triassiale, che trasformano il movimento del suolo in voltaggio elettrico.

Il sismografo registra il voltaggio inviato dai geofoni come una sequenza temporale su uno o più canali.

Apparecchiatura utilizzata

L'apparecchiatura utilizzata è data dai moduli sismici chiamati "Geode™" della Geometrics collegati tramite una PCMCIA ad un computer portatile. Il Geode è controllato dal computer ad esso collegato con un software chiamato Geode Operative Software (GOS). Ad un singolo **geode**, per una indagine, possono essere collegati fino a 24 "geofoni", ossia rilevatori delle vibrazioni indotte nel sottosuolo. Il geode è controllato da un software chiamato Single Geode Operative Software (SGOS).



L'apparecchiatura è dotata di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria e consente la visione in simultanea dei dati sullo schermo del computer. Si può, inoltre, manipolare il segnale con appositi di filtri, verificare il livello di rumori generati da sorgenti estranee (vento, rumori naturali, mezzi meccanici, ecc.) e scegliere l'amplificazione più idonea del segnale.

L'energizzazione è fornita da una piccola carica esplosiva o da una massa battente.

La misura del tempo di energizzazione T_0 , vale a dire il momento in cui parte il treno d'onda, è ottenuto mediante un interruttore di starting posto nell'immediata prossimità del punto di energizzazione.

I ricettori sono costituiti da geofoni verticali a 8 Hz, il cui principio di funzionamento è rappresentato da una bobina ed un magnete oscillante coassiali, equipaggiati con dispositivi meccanici per la eliminazione dei moti composti.

DESCRIZIONE INDAGINE SISMICA REFRACTION MICROTREMOR (ReMi)

Generalità sul metodo ReMi

La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso dei microtremori prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J. Louie presso la Nevada University. Il software commerciale (ReMi®) che supporta questo tipo di elaborazione è stato prodotto dalla Optim LLC (Reno, Nevada, USA).

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo) disposta sul terreno con array lineare, da 12 a 48 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termine di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale. L'uso di un simografo digitale con elevata dinamica consente di dimezzare la frequenza utile campionabile rispetto a quella nominale dei geofoni impiegati.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico p-f.



In questa immagine risaltano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, ed è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo, da quelle riconducibili ad altri modi e tipi di onde (onde di Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

A questo punto l'operatore, in maniera arbitraria ed in base all'esperienza, esegue un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o 1/velocità di fase) per alcune frequenze. Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto 1D.

È possibile, inoltre, creare un modello 2D analizzando le tracce di gruppi di geofoni lungo un allineamento. Per ogni gruppo si ricava un modello 1D che possono essere uniti per creare un modello 2D. Il modello 2D può permettere di individuare variazioni laterali di velocità delle onde di taglio, zone isolate a bassa velocità, l'andamento del bedrock e discontinuità verticali tipo faglie.

Operazioni di campagna

Le metodiche analitiche del sistema rendono possibile operare in ambienti fortemente "inquinati" da rumore urbano e industriale tanto che ogni sito si presta ad essere studiato a patto che ci sia la possibilità di gestire in "sicurezza" uno stendimento complessivo di 50-200 mI.'

Osservate le comuni precauzioni che si adottano in qualsiasi campagna sismica (accoppiamento e verticalità dei geofoni, ad es.) si stabilisce la distanza intergeofonica (che sarà funzionale al target e compatibile con l'area disponibile), si impostano i parametri di acquisizione, intervallo di campionamento

(sample rate, che varia da 2 a 4 ms) e tempo di registrazione (record length, da 15 a 30 s), ripetendo le misure dalle 4 alle 6 volte.

La spaziatura geofonica rappresenta una sorta di filtro in frequenza per il segnale che può arrivare da tutte le direzioni. E' quindi implicito che maggiore è la spaziatura minore è la frequenza del segnale utile campionabile e di conseguenza maggiore è la profondità di investigazione. Questo fattore diventa interessante, e fondamentale, qualora l'oggetto dell'indagine sia la modellazione profonda, mentre può essere trascurabile se la finalità della misura è la definizione del profilo sismico verticale relativo a poche decine di metri.

DESCRIZIONE INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Il MASW analizza la proprietà dispersiva del modo fondamentale delle onde Rayleigh che si propagano orizzontalmente lungo la superficie direttamente dal punto di energizzazione ai ricevitori. L'inversione della curva di dispersione fornisce un accurato profilo delle onde di taglio al centro dell'array fino ad una profondità che in genere è $\frac{1}{2}$ della lunghezza d'onda campionata. Il principale vantaggio di questa tecnica è l'approccio multicanale che permette di discriminare il segnale ricercato da altri tipi in base alla coerenza.

Si sono utilizzati 24 ricevitori a 8.0 Hz collegati ad un sismografo multicanale. Ogni registrazione multicanale consiste di 24 sismogrammi, disposti in ordine e corrispondenti al moto rilevato ad ogni geofono

La sorgente utilizzata è stata una piccola carica esplosiva e, nell'eseguire le singole energizzazioni, si è atteso un momento di relativo silenzio.

Inoltre, si sono ripetute le energizzazioni più volte, sommando successivamente i segnali ottenuti in modo aritmetico, ottenendo così un aumento del rapporto segnale-rumore.

Per ogni registrazione si sono eseguite 3 energizzazioni.

La sorgente è stata sempre posizionata esternamente all'array, e sempre in asse con esso, prima del primo geofono ad una distanza che è stata circa il 10 % dell'array ossia 3 metri dal primo geofono.

Non si sono ripetute le energizzazione anche all'altro estremo dell'array, cioè vicino all'ultimo geofono.

Per un sistema perfetto a strati piani e paralleli questa metodologia non avrebbe nessuna utilità aggiuntiva in fase di analisi, in quanto il sistema sarebbe esattamente simmetrico al caso dell'energizzazione standard (cioè fatta in corrispondenza del primo geofono). Infatti i nuovi dati, a parte il rumore, dovrebbero contenere esattamente lo stesso segnale utile presente negli altri dati.

Sfortunatamente, sarà quasi impossibile trovare un sistema perfetto, cioè sarà sempre presente una minima variazione stratigrafica lungo l'array. La variabilità delle curve velocità di fase-frequenza ottenute assemblando diverse combinazioni di battute indica l'incertezza nella misura e quindi della procedura di inversione.

Acquisiti i dati si procede eseguendo una trasformata bidimensionale frequenza-velocità di fase che permette di individuare il modo fondamentale delle onde di Rayleigh e, quindi, di estrarre la curva di dispersione; l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale

delle Vs (profilo 1-D), al centro del profilo, si ottiene ricercando il modello, con assegnata velocità delle onde P e peso di volume naturale, che meglio fitta la curva di dispersione. E' necessario sottolineare che, in tutti i codici che simulano la propagazione delle onde di superficie, i parametri Vp e densità sono estremamente poco influenti ai fini del modello. Ne consegue che:

In nessun caso si può ritenere che il modello dia profili di Vp e densità.

Questo, sottolineiamo ancora, vale per qualsiasi codice basato sulle onde di superficie. L'implicazione diretta è che i valori di Vp e densità da introdurre nel codice possono essere praticamente qualsiasi, seppur ragionevoli, pertanto, per le Vp sono stati ricavati i valori sulla base delle Vs secondo la relazione di Kitsunezaki (1990) che è:

1. Sopra il livello dell'acqua

$$V_p = 2 * V_s$$

2. Sotto il livello dell'acqua

$$V_p = 1.11 * V_s + 1290$$

Il peso di volume naturale utilizzato nell'inversione della curva di dispersione è quello ricavato dalla relazione proposta da Ludwig et al (1970) che correla le onde P al peso naturale del terreno

Il modello - *opportunamente applicato* - può invece essere considerato uno stimatore del profilo di Vs con errori confrontabili a quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità.

Risultati della campagna di indagini effettuata combinando MASW e ReMi

Scopo della presente campagna di indagini geofisiche è stato quello di investigare i terreni per le profondità di interesse geotecnico al fine di fornire una caratterizzazione sismica degli stessi. L'indagine effettuata ha permesso di ricostruire le **velocità medie delle onde di taglio** nel sottosuolo fino ad una profondità di 30 m circa.

I risultati sono sintetizzati nell'allegato chiamato Surface Wave Analysis dove sono rappresentati:

- La geometria dei geofoni a 8 Hz
- Il grafici frequenza - lentezza (inverso della Velocità di fase) rappresentante la trasformata bidimensionale per il ReMi
- la curva della dispersione in frequenza della velocità di fase per il modo fondamentale delle onde Rayleigh per il MASW
- il picking della curva della dispersione in frequenza della velocità di fase per il modo fondamentale delle onde Rayleigh sia per il MASW che per il Remi
- Il picking in formato numerico delle due curve di dispersione
- Il confronto fra il picking del MASW e del ReMi
- Il picking in formato numerico risultante dall'unione delle due curve di dispersione
- Le curve di dispersione sperimentale e teorica
- Il modello e il risultato del calcolo della Vs₃₀

Stima dei parametri elastici dinamici e rigidità sismica

Misurando le V_p con il metodo della rifrazione e le velocità delle onde di taglio S con il metodo ReMi e utilizzando la densità bifase del mezzo (ρ), data dal rapporto fra il peso di volume e l'accelerazione di gravità (g), si ottengono i parametri elastici dinamici dalle seguenti formule:

1. Coefficiente di Poisson

$$v = \frac{\left[0.5 * \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right]}{\left[\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right]}$$

2. Modulo di deformazione a taglio dei terreni

$$G = \rho * V_s^2$$

3. Modulo di compressibilità volumetrico

$$K = \rho * \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

4. Modulo di Young

$$E = \rho * V_s^2 \frac{3 \cdot V_p^2 - 4 \cdot V_s^2}{V_p^2 - V_s^2}$$

Stima dei parametri elastici statici.

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni ($< 10^{-4}$) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

Nelle misure di laboratorio il rapporto E_d/E_s (E_d modulo di young o elastico dinamico – E_s modulo di young o elastico statico) è comunemente 2.0 [Cheng and Johnston, 1981], ma per misure in sito questo rapporto varia fra 1.5 e 9.1 [Gudmundsson, 1990; Link, 1968].

Le correlazioni empiriche da noi proposte vanno comunque sempre provate.

Rzhevsky e Novic hanno proposto la seguente relazione:

$$E_{din} = 8.3 E_{stat} + 0.97 \quad E_{stat} = (E_{din} - 0.97) / 8.3$$

Massarch (1984) ha proposto la seguente relazione per passare dal modulo di taglio dinamico a quello statico:

$$G_{stat} = R * G$$

dove R è un parametro che è 0.15 per le sabbie mediamente dense dai due parametri si ricavano gli altri parametri elastici statici

1. Modulo di Poisson

$$v = (E - 2G) * (2G)$$

2. Modulo di compressibilità volumetrico

$$K = G * E / [3(3G - E)]$$

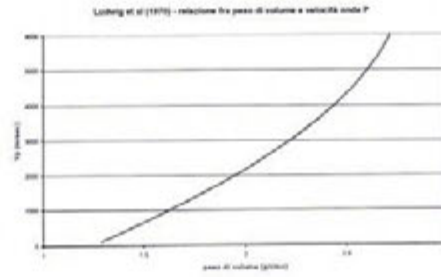
3. Modulo edometrico

$$E_{ed} = G * (4G - E) * (3G - E)$$

4. Modulo di carico su piastra

$$M_e = 16G^2 / [\pi(4G - E)]$$

E' inoltre possibile correlare le velocità delle onde longitudinali al peso specifico naturale dei terreni con la relazione di Ludwig et al (1970).



Paolisi, 12 settembre 2018

Tecnogeo Srl
IL RESPONSABILE DELL'INDAGINE
GEOL. MAURIZIO GALLO



RISULTATI SONDAGGIO SISMICO SS8 (Surface Wave Analysis)

INTERPRETAZIONE

profondità, m	Peso naturale g/cc	Vp, m/s	Vs, m/s
0.00 - 3.48	1.60	365.7	182.8
3.48 - 5.40	1.80	662.5	331.3
5.40 - 30.00	2.00	1563.4	781.7

$$V_{s_h} = 30 / \sum_1^n h_i / V_i = 532.9 \text{ m/sec}$$



Surface Wave Analysis

MASW 08 - ReMi 08

- committente: Ecoenergia Calaggio S.r.l.
- lavoro: Progetto generale di un parco eolico
- località: Loc. Calaggio - Bisaccia (AV)
- note: In corrispondenza della turbina BS8

- data: 04/09/2018
- Commessa: W133
- Rif: GM094

POSIZIONE DELLE SORGENTI LUNGO IL PROFILO

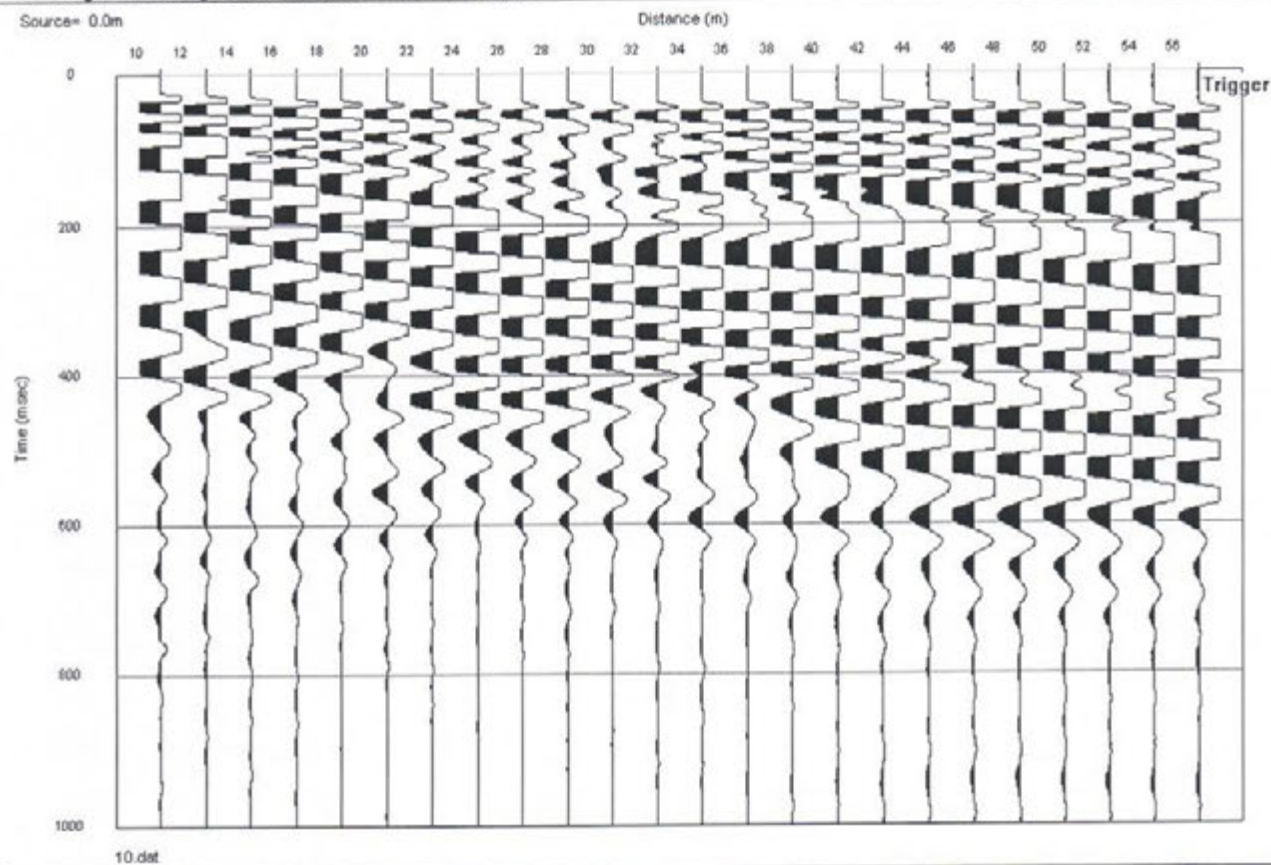
SORGENTE	S1	S2		
DISTANZA (m)	0.00	66.0		
Quote (m)	0.00	1.00		

GEOFONI	DISTANZE (m)	QUOTE (m)	MASW		REMI	
			Tempo registrazione msec	Intervallo campionamento ms	Tempo registrazione sec	Intervallo campionamento ms
G1	10.0	0.24	1000	1	30	2
G2	12.0	0.29				
G3	14.0	0.33				
G4	16.0	0.38			Numero registrazioni	Registrazioni usate
G5	18.0	0.43			12	12
G6	20.0	0.48				
G7	22.0	0.52				
G8	24.0	0.57				
G9	26.0	0.62				
G10	28.0	0.67				
G11	30.0	0.71				
G12	32.0	0.76				
G13	34.0	0.81				
G14	36.0	0.86				
G15	38.0	0.90				
G16	40.0	0.95				
G17	42.0	1.00				
G18	44.0	1.00				
G19	46.0	1.00				
G20	48.0	1.00				
G21	50.0	1.00				
G22	52.0	1.00				
G23	54.0	1.00				
G24	56.0	1.00				

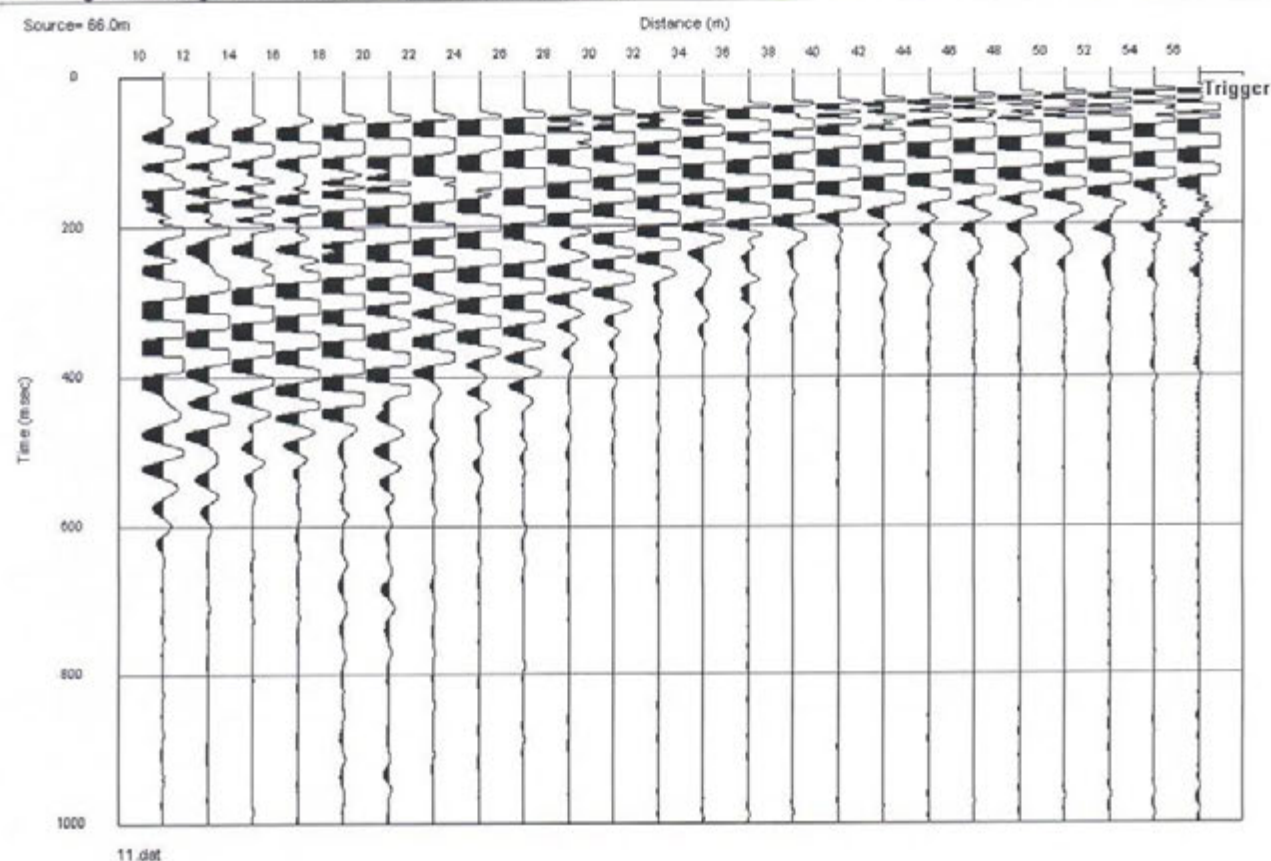
Surface Wave Analysis

MASW 08 - ReMi 08

Sismogrammi registrati a sinistra dell'array per il MASW



Sismogrammi registrati a destra dell'array per il MASW



Surface Wave Analysis

MASW 08 - ReMi 08

Diagramma lentezza(inverso velocità fase)-frequenza con picking della curva di dispersione sperimentale per il MASW con sorgente a sinistra

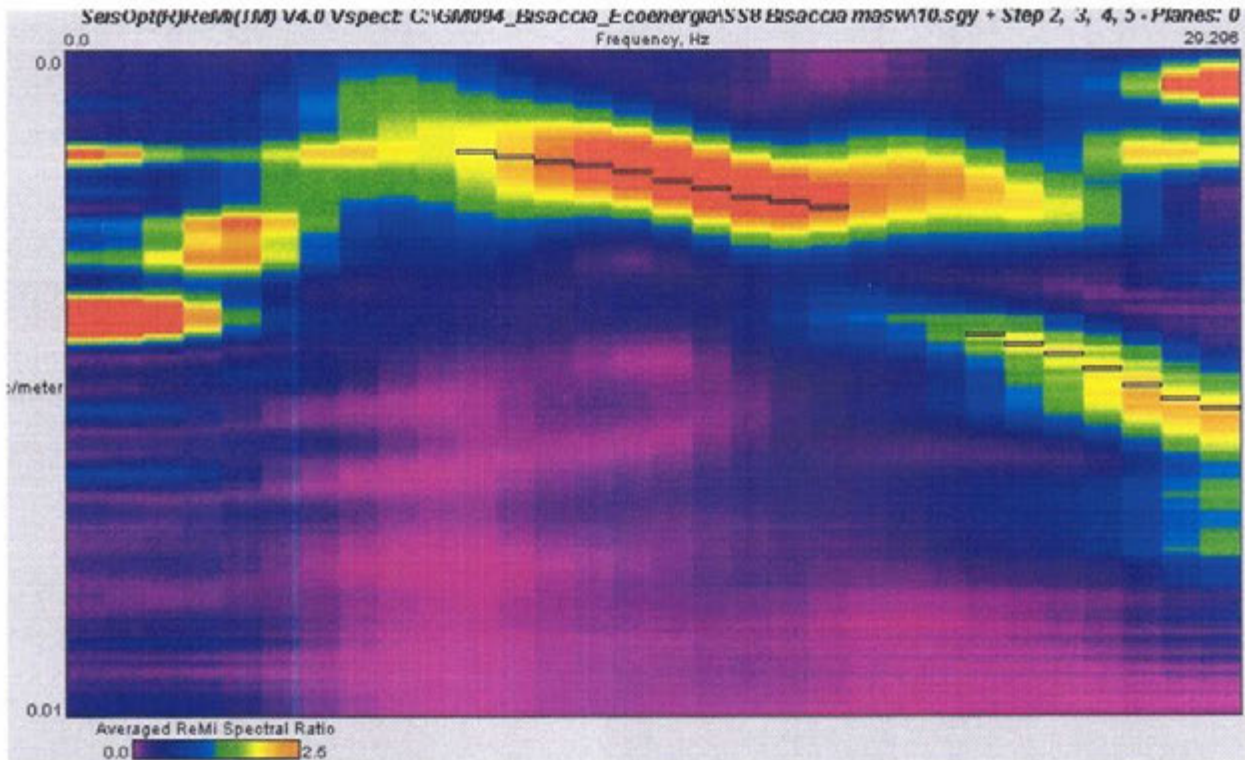
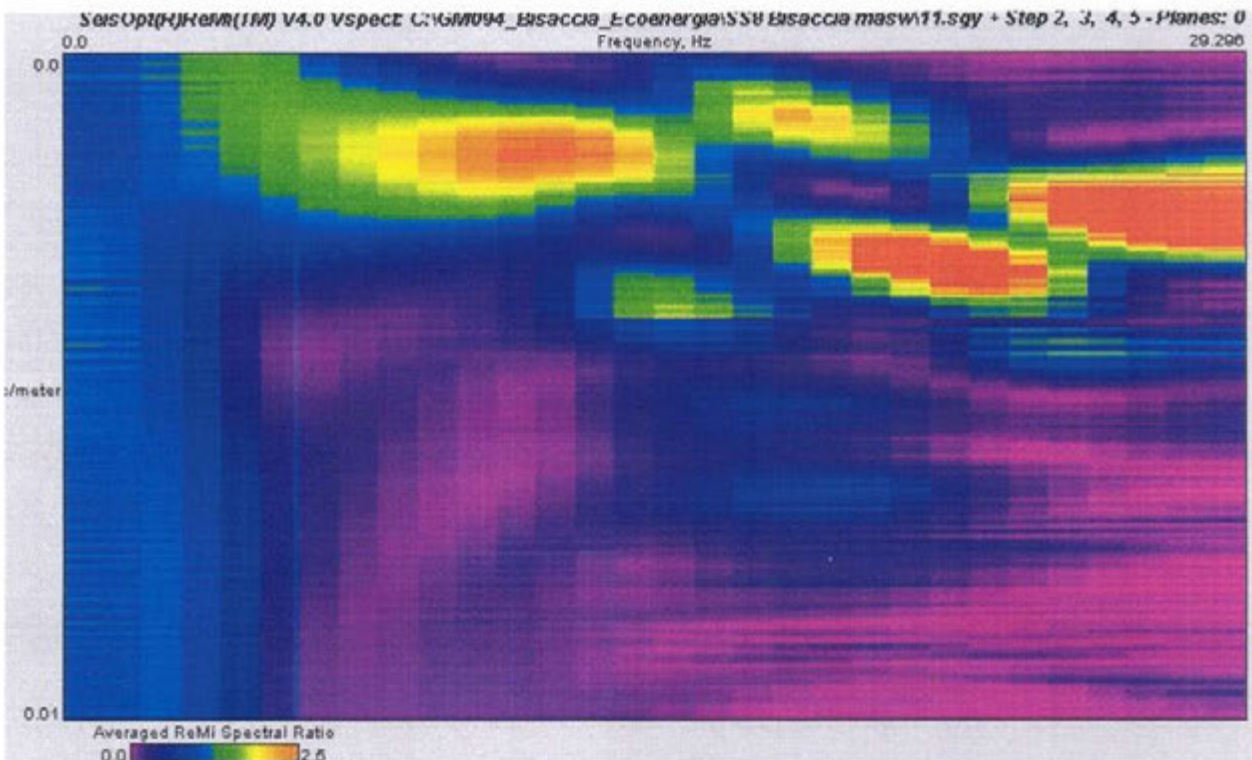


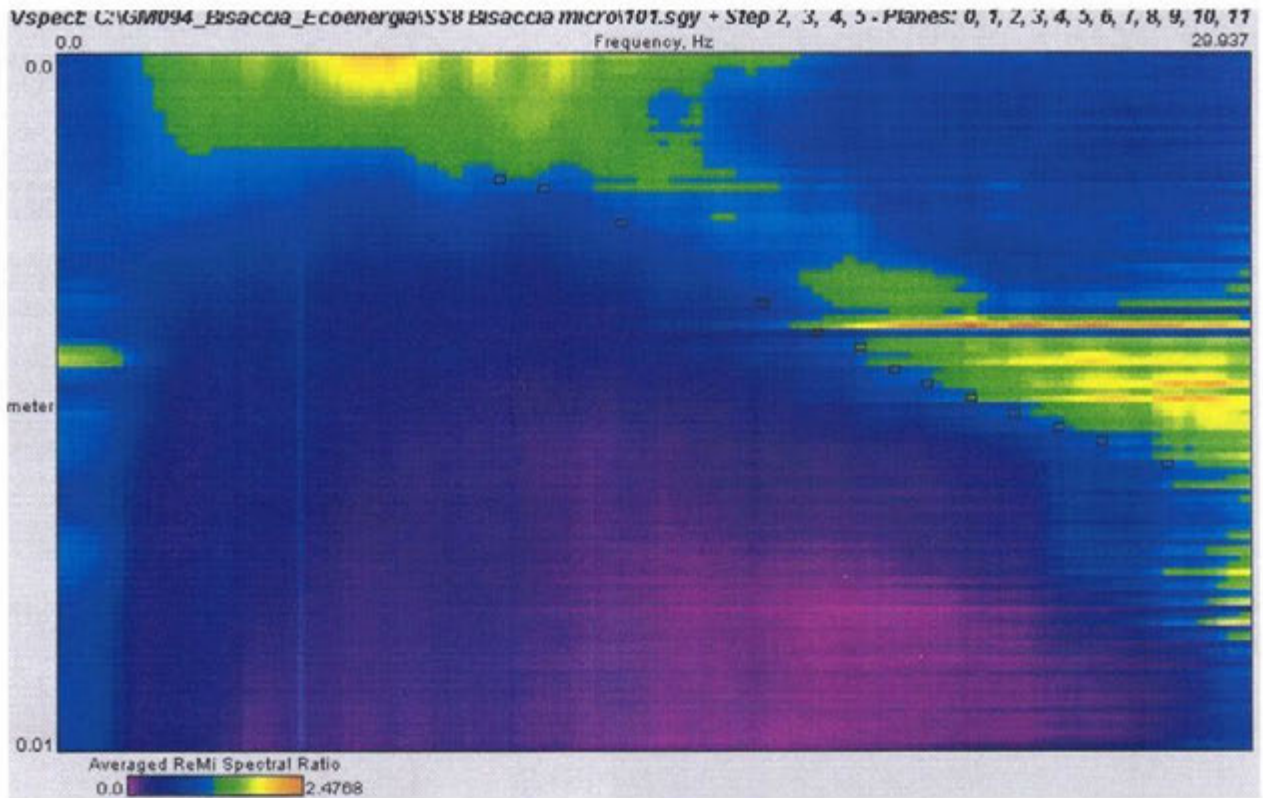
Diagramma lentezza(inverso velocità fase)-frequenza con picking della curva di dispersione sperimentale per il MASW con sorgente a destra



Surface Wave Analysis

MASW 08 - ReMi 08

Diagramma lentezza(inverso velocità fase)-frequenza con picking della curva di dispersione sperimentale per il ReMi



Surface Wave Analysis

MASW 08 - ReMi 08

Curva di dispersione sperimentale MASW

SS1	
frequenza, Hz	Velocità di fase,
9.7656	675.6757
10.742	641.0256
11.718	609.7561
12.695	591.7160
13.671	558.6592
14.648	526.3158
15.624	492.6108
16.601	462.9630
17.578	448.4305
18.554	432.9004
22.46	235.8491
23.437	228.8330
24.414	220.7506
25.39	210.0840
26.367	200.0000
27.343	192.3077
28.32	186.5672

Curva di dispersione sperimentale MASW

SS2	
frequenza, Hz	Velocità di fase,
9.7656	689.6552
10.742	675.6757
11.718	662.2517
12.695	641.0256
13.671	621.1180
22.46	462.9630
23.437	442.4779
24.414	432.9004
25.39	418.4100
26.367	413.2231
27.343	404.8583
28.32	396.8254

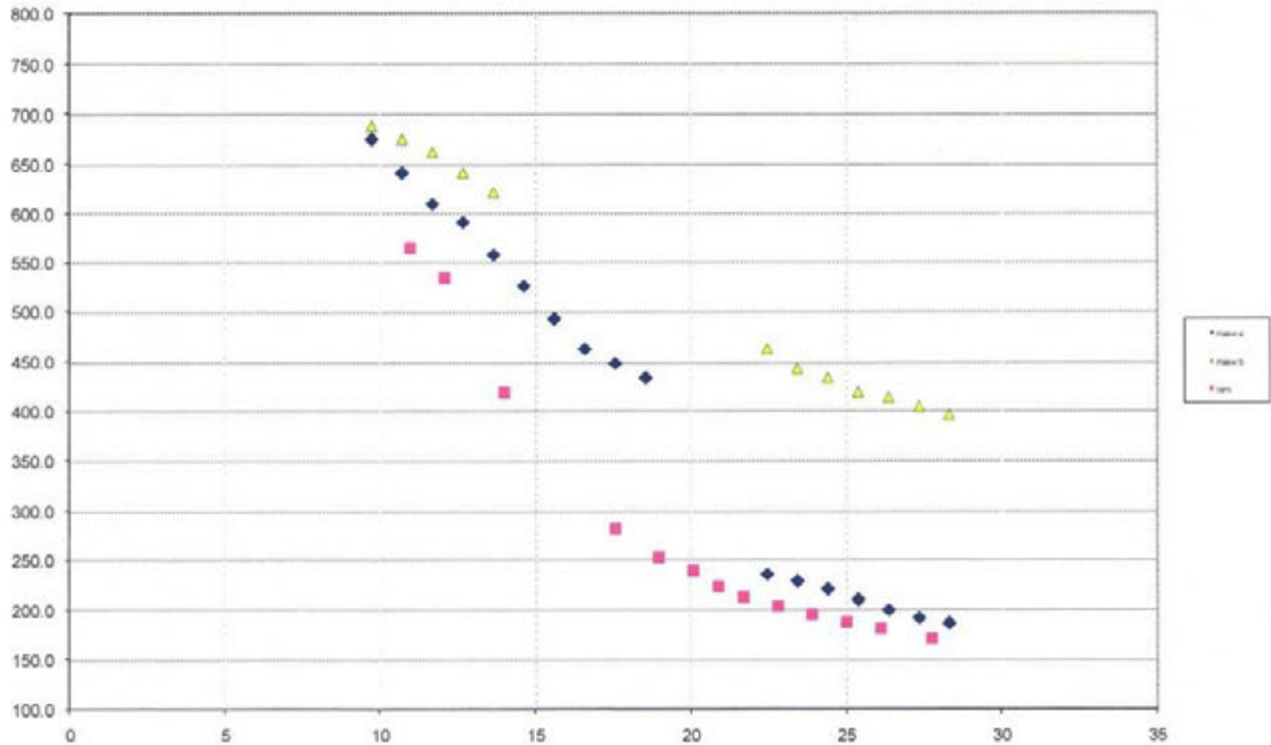
Curva di dispersione sperimentale ReMi

SS1	
frequenza, Hz	Velocità di fase,
10.986	564.9718
12.084	534.7594
14.007	418.4100
17.578	282.4859
18.951	253.1646
20.05	240.3846
20.874	223.7136
21.697	213.6752
22.796	204.4990
23.895	196.0784
24.993	188.3239
26.092	181.1594
27.74	171.5266

Surface Wave Analysis

MASW 08 - ReMi 08

Confronto fra Curva di dispersione sperimentale MASW (con sorgente a destra e a sinistra) e REMI



Curva di dispersione sperimentale MASW - ReMi

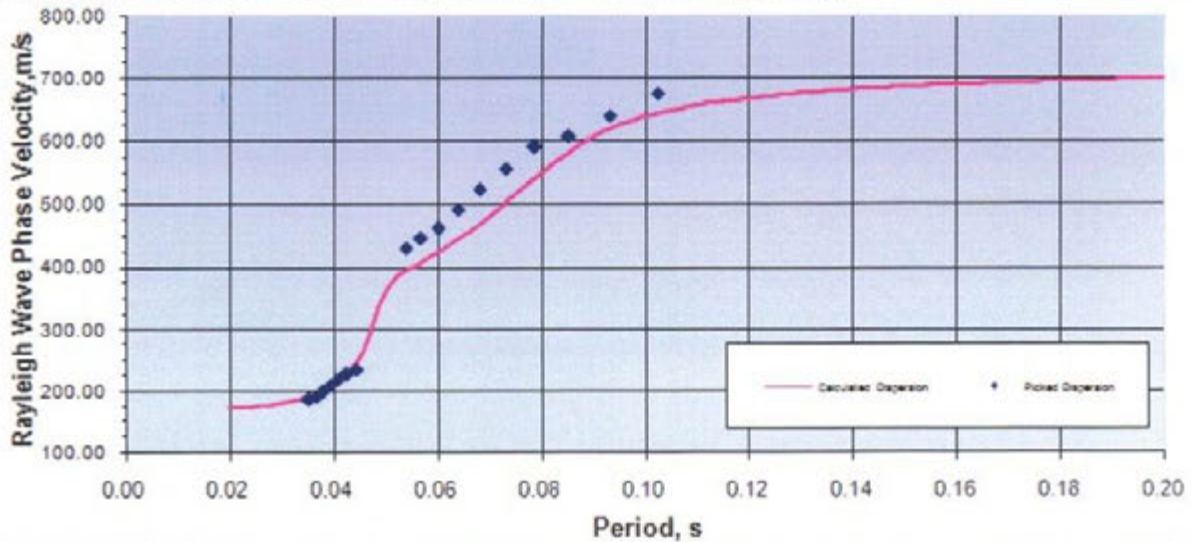
SS01

frequenza, Hz	Velocità di fase, m/s	frequenza, Hz	Velocità di fase, m/s
9.7656	675.6757	18.554	432.9004
10.742	641.0256	22.46	235.8491
11.718	609.7561	23.437	228.8330
12.695	591.7160	24.414	220.7506
13.671	558.6592	25.39	210.0840
14.648	526.3158	26.367	200.0000
15.624	492.6108	27.343	192.3077
16.601	462.9630	28.32	186.5672
17.578	448.4305		

Surface Wave Analysis

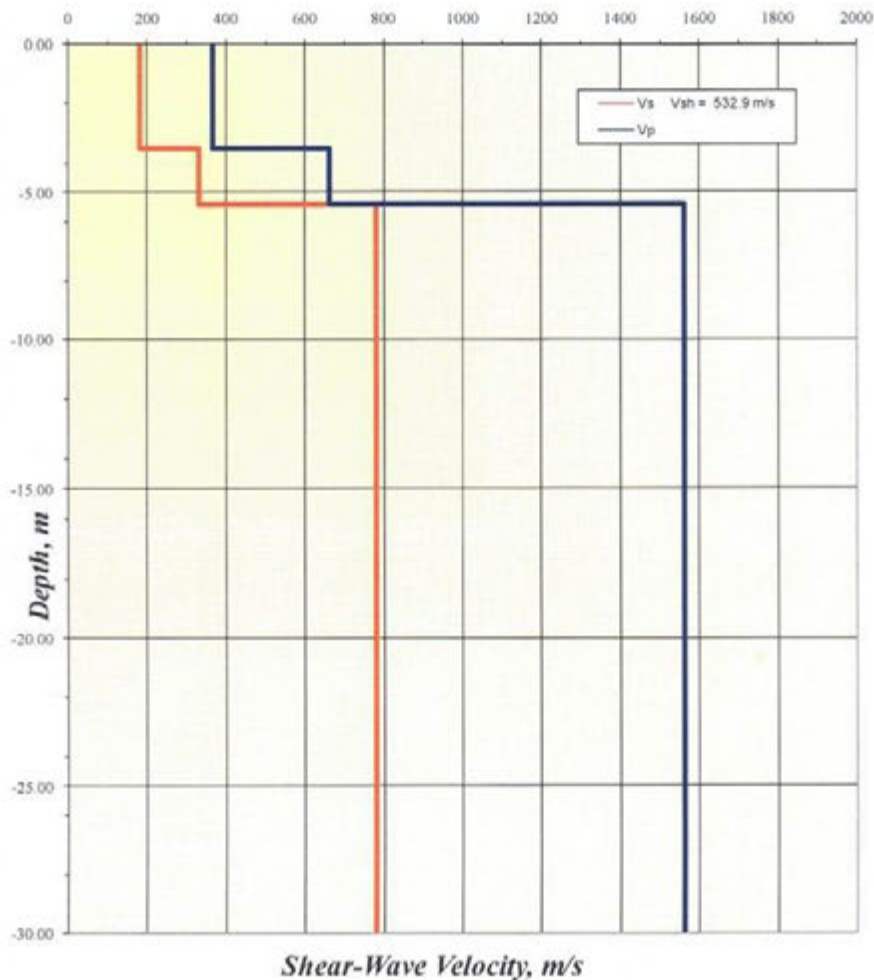
MASW 08 - ReMi 08

Curva di dispersione teorica e sperimentale (velocità di fase-periodo)



MODELLO DEL SOTTOSUOLO con indicazione delle P e delle S - RMS = 31.602 m/sec

Vs Model



Surface Wave Analysis

MASW 08 - ReMi 08

INTERPRETAZIONE

profondità, m	Peso naturale g/cc	Vp, m/s	Vs, m/s
0.00 - 3.48	1.60	365.7	182.8
3.48 - 5.40	1.80	662.5	331.3
5.40 - 30.00	2.00	1563.4	781.7

$$V_{s_h} = 30 / \sum_1^n h_i / V_i = 532.9 \text{ m/sec}$$



INDAGINE SISMICA

- **Committente:** ECOENERGIA CALAGGIO s.r.l.
- **Lavoro:** Progetto generale di un parco eolico
- **Località:** "Calaggio" – Bisaccia (AV)

- **Data:** 04 Settembre 2018
- **Commessa:** W133 – 18

