

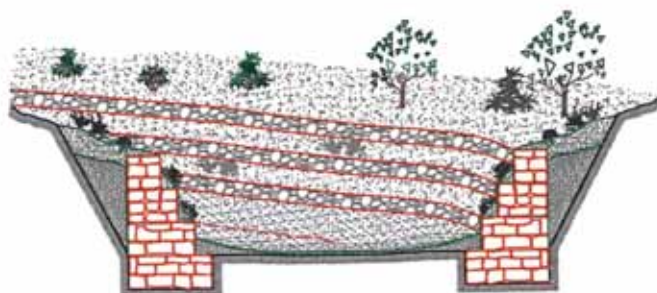


## UFFICIO DEL COMMISSARIO STRAORDINARIO DELEGATO

"per la realizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico  
nella Regione Siciliana previsti nell'Accordo di Programma siglato il 30.03.2010"  
OPCM10 dicembre 2010 ed ex OPCM 09luglio 2010, n.3886 art.1



# COMUNE DI SINAGRA



## PROGETTO ESECUTIVO

*INTERVENTO APQ ME121 - DRENAGGI E GABBIONI IN CDA MULINAZZO*  
Mitigazione del rischio idrogeologico dell'area in c/da Mulinazzo  
interessata dall'evento alluvionale del 25 - 26 maggio 2001

*INDAGINI GEOGNOSTICHE*

*ALL.*

*2a.1*

*Rapp.*

*DATA*

*PROGETTISTA*  
*(Ing. Francesco Cappotto)*

*CONSULENTE STRUTTURALE*  
*(Ing. Guglielmo Carlo Cardaci)*

*R.U.P.*  
*(Ing. Giuseppe La Placa)*

COMMITTENTE - PURCHASER

**COMUNE DI SINAGRA**

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

**INDAGINI GEOGNOSTICHE**

LOCALITA' - LOCATION

**SINAGRA**

OGGETTO - SUBJECT

**MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25 - 26 MAGGIO 2001 « GABBIONI E DRENAGGI» - ME 21/A**



DATA INDAGINE - SURVEY DATE

**25 Ottobre 2012**

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE

**07 Novembre 2012**

DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY

**13 Novembre 2012**



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

Servizio Tecnico Centrale

Laboratorio concessionario indagini geognostiche e prove in sito

D.P.R. n. 380/2001

**SINCERT**

**ISE CERT**

Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2008

						N° VERBALE ACCETTAZIONE	
						92/12	
						N° DOCUMENTO	
						92/12	
	<b>EMISSIONE - ISSUE</b>	<b>13/11/2012</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott.ssa Geol. Marzia Mancuso</b>	SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET
	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE TECNICO	DIRETTORE CANTIERE	DIRETTORE DEI LAVORI	<b>N.A.</b>	<b>0/02</b>
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINI DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES		
					SOSTITUITO DA - REPLACES		

## 1.0 PREMESSA

---

Su incarico del Comune di Sinagra è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche relative al progetto di MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25 - 26 MAGGIO 2001 « GABBIONI E DRENAGGI» - ME 21/A - SINAGRA.

L'ubicazione, la denominazione, il numero, la profondità e le modalità tecnico-esecutive delle indagini sono stati indicati dal Direttore dei Lavori Dott.ssa Geol. Marzia Mancuso.

L'indagine è stata articolata nelle seguenti fasi:

Sondaggi a carotaggio – Prove in sito e installazione strumentazione geotecnica

### (Report 92/12 – A)

- Esecuzione di n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo:

Denominazione sondaggio	Profondità (ml)
<i>S 1</i>	<i>15,00</i>
<i>S 2</i>	<i>15,00</i>

- Prelievo di n. 4 campioni indisturbati;
- Esecuzione di n. 14 Prove SPT;
- Messa in opera di tubo piezometrico in corrispondenza del sondaggio:

Denominazione sondaggio	Profondità (ml)
<i>S 1</i>	<i>15,00</i>

- Messa in opera di tubo inclinometrico in corrispondenza del sondaggio:

Denominazione sondaggio	Profondità (ml)
<i>S 2</i>	<i>15,00</i>

- Monitoraggio piezometrico;

### Indagine Geofisica (Report 92/12 – B):

- Esecuzione di n. 02 prove sismiche MASW;
- Esecuzione di n. 02 profili sismici a rifrazione.

### Monitoraggio inclinometrico (Report 92/12 – C)



Analisi e Prove di laboratorio (Report 92/12 – D):

<i>n. 4 apertura campioni</i>
<i>n. 4 contenuto d'acqua</i>
<i>n. 4 peso di volume</i>
<i>n. 4 peso specifico dei grani</i>
<i>n. 3 analisi granulometrica mediante setacciatura</i>
<i>n. 1 analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione</i>

*S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl*  
**Il Direttore di Laboratorio**  
**Dott. Geol. Corrado Zocco**

*S.G.M. s.r.l.*  
SOCIETÀ GEOGNOSTICA MEDITERRANEA







COMMITTENTE - PURCHASER

**COMUNE DI SINAGRA**

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

**SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO E PROVE IN SITO**

LOCALITA' - LOCATION

**SINAGRA**

OGGETTO - SUBJECT

**MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25 - 26 MAGGIO 2001 « GABBIONI E DRENAGGI» - ME 21/A**



DATA INDAGINE - SURVEY DATE

**25 Ottobre 2012**

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE

**31 Ottobre 2012**

DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY

**13 Novembre 2012**



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*  
 Servizio Tecnico Centrale

**Laboratorio concessionario indagini geognostiche e prove in sito**  
 D.P.R. n. 380/2001

**SINCERT**

**ISE CERT**

Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità  
 Certificato UNI EN ISO 9001:2008

						N° VERBALE ACCETTAZIONE	
						92/12	
						N° DOCUMENTO	
						92/12 - A	
	<b>EMMISSIONE - ISSUE</b>	<b>13/11/2012</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott.ssa Geol. Marzia Mancuso</b>	SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET
	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE TECNICO	DIRETTORE CANTIERE	DIRETTORE DEI LAVORI	<b>N.A.</b>	<b>0/14</b>
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES		
					SOSTITUITO DA - REPLACES		

## 1.0 MODALITÀ ESECUTIVE

---

### 1.1 Sondaggio meccanico a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo per complessivi metri lineari **30,00**

Per l'esecuzione delle perforazioni è stata utilizzata una sonda oleodinamica CMV 420 assemblata su cingoli, con le seguenti caratteristiche:

- coppia massima 420 Kgm
- velocità di rotazione 45:470 rpm
- tiro/spinta 3000 Kg



La perforazione è stata eseguita con l'ausilio di carotieri semplici in acciaio con diametro  $\varnothing$  127 - 101 mm con l'ausilio di fluido di circolazione.

Si è sempre provveduto a rivestire il foro con diametro di 127 mm per evitare restringimenti o franamenti.

Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in legno, con scomparti divisorii e coperchio, con l'indicazione della denominazione del sondaggio, del numero della cassetta.

Sono state utilizzate complessivamente n. **6** cassette catalogatrici.

E' stato installato in corrispondenza del sondaggio S2 un tubo inclinometrico per una profondità complessiva di **15 ml** corredato di pozzetto protettivo.

E' stato installato un piezometro a tubo aperto in corrispondenza del sondaggio S1, per una profondità di **15,00 ml** corredato di pozzetto protettivo.

Sono stati prelevati n. **4** campioni con utilizzo di campionatore "Shelby".

Le successioni litostratigrafiche riscontrate nel corso dei sondaggi sono riportate nei certificati in allegato.

### 1.2 Prove S.P.T. (Standard Penetration Test)

Sono state eseguite n. **14** prove S.P.T. facendo riferimento a "Standard" esistenti: ASTM 1586, "Penetration Test an Split Barrel Sampling of Soil".

Le caratteristiche strumentali possono essere così riassunte:



- campionatore  $\varnothing$  50.8 - 35.0 mm;
- L utile = 630 mm munito di valvola a sfera alla sommità;
- massa battente di peso 63.5 kg con altezza di caduta di 76.2 cm;
- aste collegate al campionatore aventi peso per metro lineare 11.50 kg/m;
- la caduta libera del maglio viene comandata da un particolare dispositivo di sganciamento automatico che lo libera all'altezza voluta;
- fra testa di battuta in sommità alle aste e il piano campagna è stato installato un centratore di guida ad irrigidimento delle aste stesse;
- la differenza tra il diametro esterno delle aste ed il diametro interno della tubazione metallica provvisoria di rivestimento è di 60 mm;
- come utensile di penetrazione, in funzione della granulometria grossolana presente, è stata utilizzata una punta conica  $\varnothing$  51 mm, ed angolo 60°.

La prova consiste nell'infiggere nel terreno, alla base del sondaggio la punta conica o il campionatore per tre tratti consecutivi ciascuno di 15 cm, rilevando il numero di colpi (N) necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm.

Il valore NSPT è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il 2 e il 3 tratto.

Prima di eseguire la prova viene controllata, con adeguato scandaglio, la quota del foro confrontandola con quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente fatta. L'avvenuto affondamento della punta per peso proprio e delle aste fa parte integrante dei 45 cm complessivi di infissione.

Sono riportati nei certificati allegati i parametri geotecnici.

### 1.3 Rilievo piezometrico

In corrispondenza del sondaggio S.1 è stato eseguito un monitoraggio del livello piezometrico tramite freatimetro mod. PASI .

Le letture eseguite sono riportate nei certificati allegati.

Catania, li 13 Novembre 2012

S.G.M. Società Geognostica Mediterranea s.r.l.

Direttore di Laboratorio

Dott. Geol. Corrado Zocco

S.G.M. s.r.l.  
SOCIETÀ GEOGNOSTICA MEDITERRANEA



## LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	A r	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)
- 9) Vane test (kg/cm<sup>2</sup>)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N<sub>spt</sub>
- 13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Profondità della base dello strato (m)
- 15) Descrizione della litologia dello strato



*She = Shelby*  
*Den = Denison*  
*Ost = Osterberg*  
*Maz = Mazier*  
*Crp = Craps*  
*nk3 = NK3*  
*Ind = Indisturbato*  
*Dis = Disturbato*  
*SDi = Semi disturbato*  
*SPT = SPT*

# STRATIGRAFIA - 1

Riferimento: Comune di Sinagra	Sondaggio: 1
Località: C.da Mulinazzo - Sinagra	Quota:
Impresa esecutrice: SGM srl	Data: Ottobre 2012
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella CMV 420 - Perforazione a carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1	Sabbie mediamente addensate di colore bruno giallastro con sparsi elementi litici centimetrici di natura metamorfica					10-7-7	14			
				2							24-22-22	44		
				3		1) Ind - < 2.40 2.70							3.0	
				4	Metamorfiti di basso grado (micascisti) a consistenza argillosa di colore bruno con sparsi noduli litoidi di quarzo					24-26-26	52			
				5							18-21-24	45		
				6									7.0	
				7	Metamorfiti di basso grado (micascisti) a consistenza argillosa di colore grigio azzurro con sparsi noduli litoidi di quarzo									
				8							26-50/4cm	Rif		
				9										
				10	2) Ind - < 10.50 10.80									
				11							26-34-50/12cm	Rif		
				12										
				13										
				14										
				15						31-30-29	59		15.5	

Cassette catalogatrici. 3 - pozzetto protettivo



Verbale di Accettazione n. 92/12 del 25/10/2012  
Certificato di prova n. 176/12 del 13/11/2012

S.G.M. S.r.l.  
Direttore di Laboratorio  
(Dott. Geol. Corrado Zocco)



Sondaggio n. 1

Messa in sicurezza dell'area in C.da Mulinazzo - Sinagra



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m

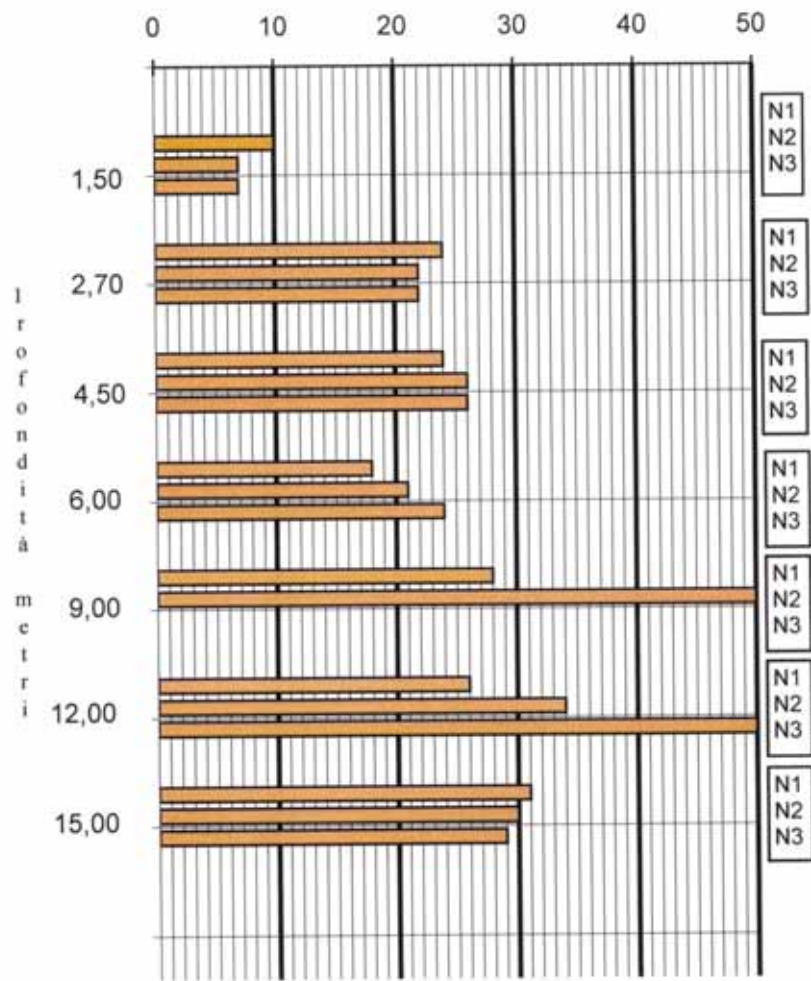


Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 15.00 m

## ISTOGRAMMA PENETROMETRICO



Punta aperta	Punta chiusa
x	
x	
x	
x	
x	
x	
x	

Peso massa battente: **Kg 63,50**

Altezza caduta: **mm 762**

Peso per metro lineare aste: **Kg 11,50**

Campionatore Raymond:  $\phi$  est: **mm 51,00** -  $\phi$  int: **mm 35,00**

<b>SONDAGGIO N.1</b>	DATA: Ottobre 2012
<b>PROGETTO:</b>	Messa in sicurezza
<b>COMMITTENTE:</b>	Comune di Sinagra
<b>LOCALITA':</b>	C.da Mulinazzo - Sinagra

**SGM** S.r.l.  
Società geognostica mediterranea  
Via Umberto, 196  
Catania

Verbale di accettazione  
n. 92/12 del 25/10/2012

Certificato n 175/12- SPT del 13/11/2012

Il Direttore di Laboratorio

S.G.M. S.r.l.  
SOCIETÀ GEOGNOSTICA MEDITERRANEA



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	14	1,95	14	Schultze & Menzenbach (1961)	59,63
Strato 2	44	3,15	44	Schultze & Menzenbach (1961)	63,56
Strato 3	52	4,95	52	Schultze & Menzenbach (1961)	63,14
Strato 4	45	6,45	45	Schultze & Menzenbach (1961)	61,74
Strato 5	100	9,45	100	Schultze & Menzenbach (1961)	63,37
Strato 6	84	12,45	84	Schultze & Menzenbach (1961)	62,48
Strato 7	59	15,45	59	Schultze & Menzenbach (1961)	60,61

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	14	1,95	14	De Mello	28,94
Strato 2	44	3,15	44	De Mello	33,21
Strato 3	52	4,95	52	De Mello	33,77
Strato 4	45	6,45	45	De Mello	33,16
Strato 5	100	9,45	100	De Mello	35,82
Strato 6	84	12,45	84	De Mello	35,15
Strato 7	59	15,45	59	De Mello	33,79

## Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	14	1,95	14	Menzenbach e Malcev	87,56
Strato 2	44	3,15	44	Menzenbach e Malcev	193,76
Strato 3	52	4,95	52	Menzenbach e Malcev	222,08
Strato 4	45	6,45	45	Menzenbach e Malcev	197,3
Strato 5	100	9,45	100	Menzenbach e Malcev	392,0
Strato 6	84	12,45	84	Menzenbach e Malcev	335,36
Strato 7	59	15,45	59	Menzenbach e Malcev	246,86

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	14	1,95	14	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	44	3,15	44	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 3	52	4,95	52	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 4	45	6,45	45	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	100	9,45	100	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 6	84	12,45	84	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 7	59	15,45	59	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	14	1,95	14		205,79
Strato 2	44	3,15	44		364,83
Strato 3	52	4,95	52		396,61
Strato 4	45	6,45	45		368,95
Strato 5	100	9,45	100		550
Strato 6	84	12,45	84		504,08
Strato 7	59	15,45	59		422,46

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	14	1,95	14	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	44	3,15	44	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 3	52	4,95	52	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 4	45	6,45	45	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 5	100	9,45	100	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 6	84	12,45	84	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 7	59	15,45	59	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	14	1,95	14	Navfac 1971-1982	2,93
Strato 2	44	3,15	44	Navfac 1971-1982	7,39
Strato 3	52	4,95	52	Navfac 1971-1982	8,47
Strato 4	45	6,45	45	Navfac 1971-1982	7,51
Strato 5	100	9,45	100	Navfac 1971-1982	11,93
Strato 6	84	12,45	84	Navfac 1971-1982	11,93
Strato 7	59	15,45	59	Navfac 1971-1982	9,70



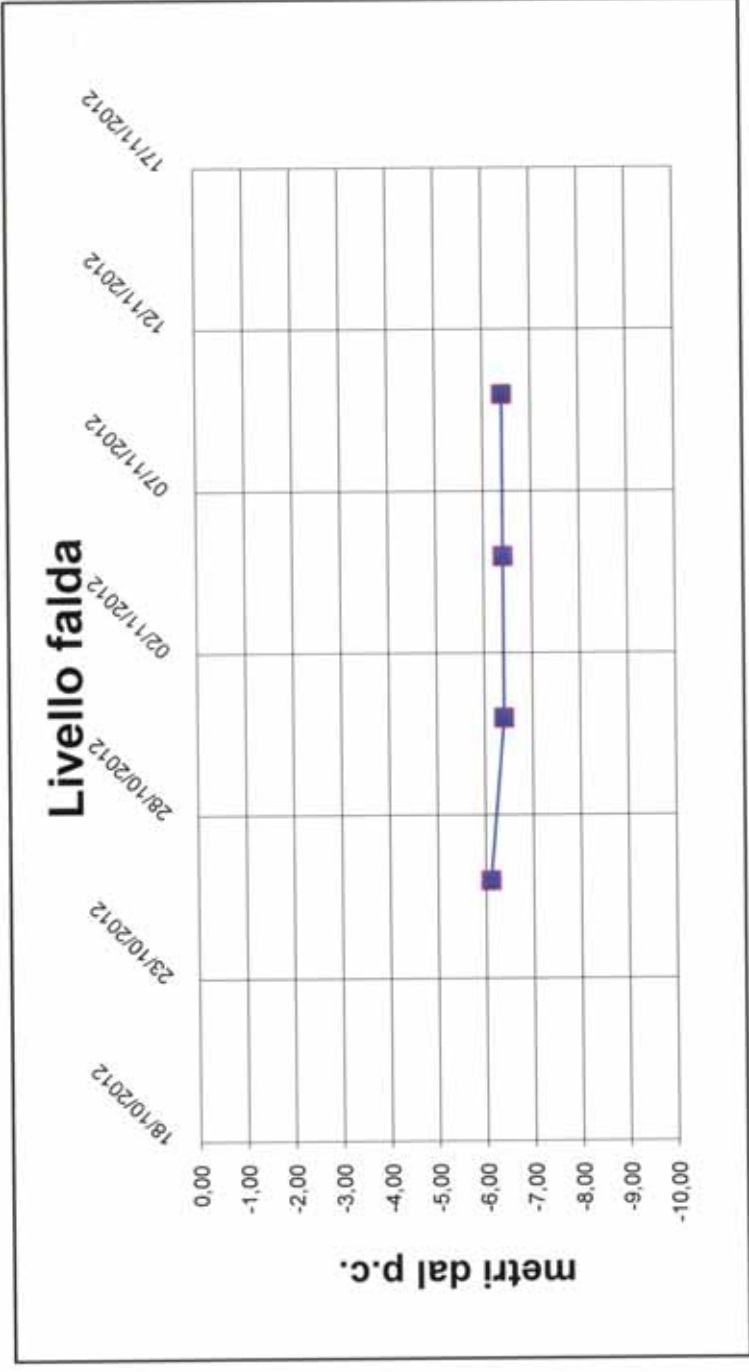
**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	14	1,95	14	Robertson 1983	28,00
Strato 2	44	3,15	44	Robertson 1983	88,00
Strato 3	52	4,95	52	Robertson 1983	104,00
Strato 4	45	6,45	45	Robertson 1983	90,00
Strato 5	100	9,45	100	Robertson 1983	200,00
Strato 6	84	12,45	84	Robertson 1983	168,00
Strato 7	59	15,45	59	Robertson 1983	118,00

<b>SONDAGGIO S I</b>	Piezometro a tubo aperto - profondità: 15,00 m - Profondità foro: 15,50 m	
<b>LOCALITA':</b>	Sinagra - ME	
<b>COMMITTENTE:</b>	Comune di Sinagra	

**S.G.M. s.r.l.**  
 Società Geognostica Meccanica  
 Via Umberto, 196  
 95129 - CATANIA  
 TEL: 095/854989

Giorno	m dal p.c.
26/10/2012	-6,10
31/10/2012	-6,40
05/11/2012	-6,40
10/11/2012	-6,40



Verbale di accettazione n. 92/12 del 25/10/2012	Certificato di prova n. 175/12 - piez. del 13/11/2012	 Il direttore di laboratorio
--	--	---

# STRATIGRAFIA - 2

Riferimento: Comune di Sinagra	Sondaggio: 2
Località: C.da Mulinazzo - Sinagra	Quota:
Impresa esecutrice: SGM srl	Data: Ottobre 2012
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella CMV 420 - Perforazione a carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 — 100	S.P.T.		RQD % 0 — 100	prof. m	DESCRIZIONE	
											S.P.T.	N				
					1	Sabbie mediamente addensate di colore bruno giallastro con sparsi elementi litici centimetrici di natura metamorfica						11-9-10	19			
					2											
					3		1) Ind < 2,50 2,85						23-23-25	48	3,1	
					4	Metamorfiti di basso grado (micascisti) a consistenza argillosa di colore bruno con sparsi noduli litoidi di quarzo										
					5								23-25-26	51		
					6	Metamorfiti di basso grado (micascisti) a consistenza argillosa di colore grigio azzurro con sparsi noduli litoidi di quarzo										
					7											
					8											
					9	2) Ind < 9,00 9,30							29-28-50/10cm Rif			
					10											
					11											
					12								27-31-30	61		
					13											
					14											
					15								30-32-34	66		
														15,5		

Cassette catalogatrici. 3 - Foro attrezzato con tubo inclinometrico e pozzetto protettivo



Verbale di Accettazione n. 92/12 del 26/10/2012  
Certificato di prova n. 176/12 del 13/11/2012

S.G.M. S.r.l.  
Direttore di Laboratorio  
(Dott. Geol. Corrado Zocco)



Sondaggio n. 2

Messa in sicurezza dell'area in C.da Mulinazzo - Sinagra



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m

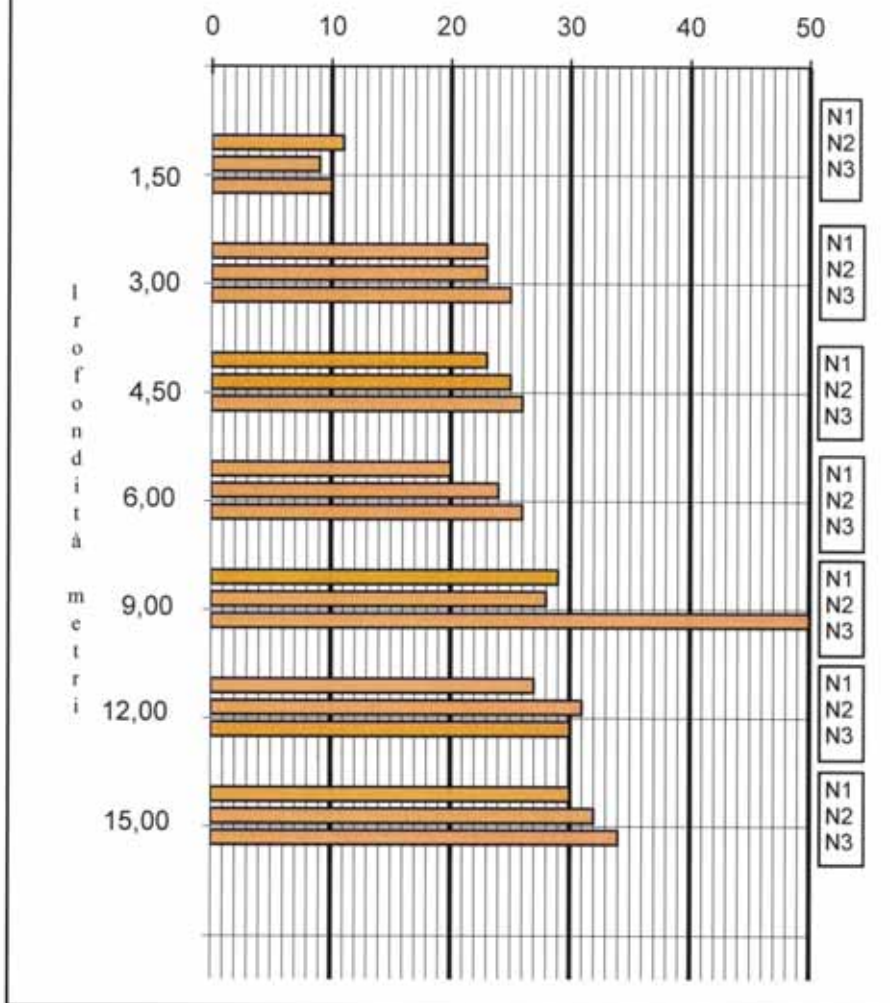


Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 15.00 m

## ISTOGRAMMA PENETROMETRICO



Punta aperta	Punta chiusa
x	
x	
x	
x	
x	
x	
x	

Peso massa battente: **Kg 63,50**

Altezza caduta: **mm 762**

Peso per metro lineare aste: **Kg 11,50**

Campionatore Raymond:  $\phi$  est: **mm 51,00** -  $\phi$  int: **mm 35,00**

<b>SONDAGGIO N.2</b>	DATA: Ottobre 2012
<b>PROGETTO:</b>	Messa in sicurezza
<b>COMMITTENTE:</b>	Comune di Sinagra
<b>LOCALITA':</b>	C.da Mulinazzo - Sinagra



Verbale di accettazione n. 92/12 del 25/10/2012	Certificato n 176/12- SPT del 13/11/2012	Il Direttore di Laboratorio S.G.M. S.r.l. SOCIETÀ' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
---	--	---

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	19	1,95	19	Schultze & Menzenbach (1961)	61,03
Strato 2	48	3,45	48	Schultze & Menzenbach (1961)	63,72
Strato 3	51	4,95	51	Schultze & Menzenbach (1961)	63,05
Strato 4	50	6,45	50	Schultze & Menzenbach (1961)	62,24
Strato 5	78	9,45	78	Schultze & Menzenbach (1961)	63,04
Strato 6	61	12,45	61	Schultze & Menzenbach (1961)	61,36
Strato 7	66	15,45	66	Schultze & Menzenbach (1961)	61,11

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	19	1,95	19	De Mello	30,09
Strato 2	48	3,45	48	De Mello	33,53
Strato 3	51	4,95	51	De Mello	33,7
Strato 4	50	6,45	50	De Mello	33,56
Strato 5	78	9,45	78	De Mello	35,06
Strato 6	61	12,45	61	De Mello	34,04
Strato 7	66	15,45	66	De Mello	34,2

## Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	19	1,95	19	Menzenbach e Malcev	105,26
Strato 2	48	3,45	48	Menzenbach e Malcev	207,92
Strato 3	51	4,95	51	Menzenbach e Malcev	218,54
Strato 4	50	6,45	50	Menzenbach e Malcev	215,0
Strato 5	78	9,45	78	Menzenbach e Malcev	314,12
Strato 6	61	12,45	61	Menzenbach e Malcev	253,94
Strato 7	66	15,45	66	Menzenbach e Malcev	271,64



**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	19	1,95	19	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	48	3,45	48	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 3	51	4,95	51	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 4	50	6,45	50	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	78	9,45	78	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 6	61	12,45	61	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 7	66	15,45	66	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	19	1,95	19		239,74
Strato 2	48	3,45	48		381,05
Strato 3	51	4,95	51		392,78
Strato 4	50	6,45	50		388,91
Strato 5	78	9,45	78		485,75
Strato 6	61	12,45	61		429,56
Strato 7	66	15,45	66		446,82

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	19	1,95	19	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	48	3,45	48	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 3	51	4,95	51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 4	50	6,45	50	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 5	78	9,45	78	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 6	61	12,45	61	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 7	66	15,45	66	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	19	1,95	19	Navfac 1971-1982	3,87
Strato 2	48	3,45	48	Navfac 1971-1982	7,90
Strato 3	51	4,95	51	Navfac 1971-1982	8,32
Strato 4	50	6,45	50	Navfac 1971-1982	8,18
Strato 5	78	9,45	78	Navfac 1971-1982	11,93
Strato 6	61	12,45	61	Navfac 1971-1982	10,14
Strato 7	66	15,45	66	Navfac 1971-1982	11,45

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	19	1,95	19	Robertson 1983	38,00
Strato 2	48	3,45	48	Robertson 1983	96,00
Strato 3	51	4,95	51	Robertson 1983	102,00
Strato 4	50	6,45	50	Robertson 1983	100,00
Strato 5	78	9,45	78	Robertson 1983	156,00
Strato 6	61	12,45	61	Robertson 1983	122,00
Strato 7	66	15,45	66	Robertson 1983	132,00

<b>COMUNE DI SINAGRA</b>		
<b>INDAGINE GEOFISICA</b>		
<b>SINAGRA</b>		
<b>MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25 - 26 MAGGIO 2001 « GABBIONI E DRENAGGI» - ME 21/A</b>		
		
DATA INDAGINE - SURVEY DATE <b>25 Ottobre 2012</b>	DATA FINE REPORT - REPORT END DATE <b>31 Ottobre 2012</b>	DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY <b>13 Novembre 2012</b>



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*  
**Servizio Tecnico Centrale**  
**Laboratorio concessionato indagini geognostiche e prove in sito**  
 D.P.R. n. 380/2001



					N° VERBALE ACCETTAZIONE	<b>92/12</b>
<b>EMMISSIONE - ISSUE</b>	<b>13/11/2012</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott.ssa Geol. Marzia Mancuso</b>	N° DOCUMENTO	<b>92/12 - B</b>
DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE TECNICO	DIRETTORE CANTIERE	DIRETTORE DEI LAVORI	SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET
					<b>N.A.</b>	<b>0/16</b>
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES	
					SOSTITUITO DA - REPLACES	



## **1.0 Indagine geofisica**

Sono state eseguite le seguenti indagini in sito:

n° 2 profili sismici con il metodo della sismica a rifrazione

n° 2 prospezione sismica MASW

L'ubicazione delle indagini geognostiche svolte è riportata in specifica planimetria allegata allo studio geologico, mentre i grafici relativi alle indagini geognostiche sono illustrati in apposite schede riepilogative allegate alla presente nota.

### **Profili sismici a rifrazione**

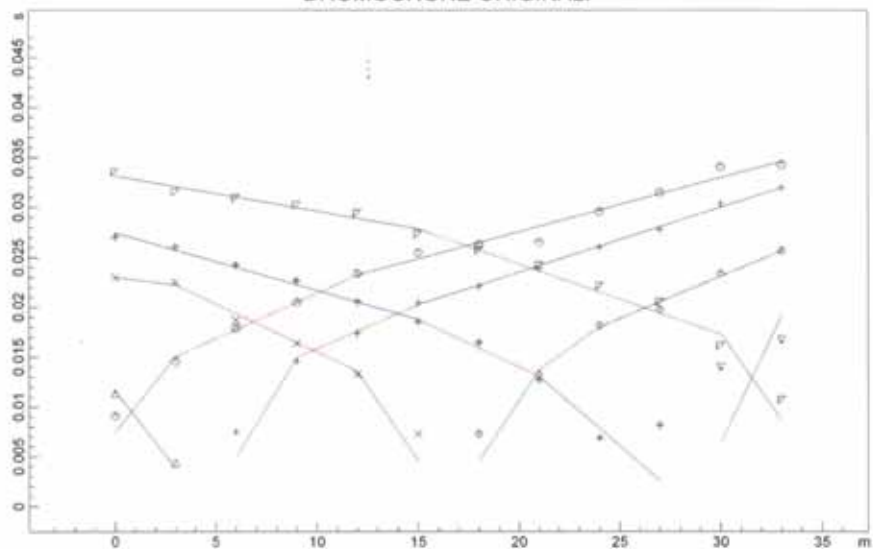
La serie stratigrafica è stata verificata nel settore, mediante prospezione sismica, con l'esecuzione di n° 2 profili sismici, con il metodo della sismica a rifrazione.

L'impiego della sismica a rifrazione consente di definire la profondità, velocità sismica e forma delle unità geologiche sepolte, caratteristiche geotecniche dei terreni.

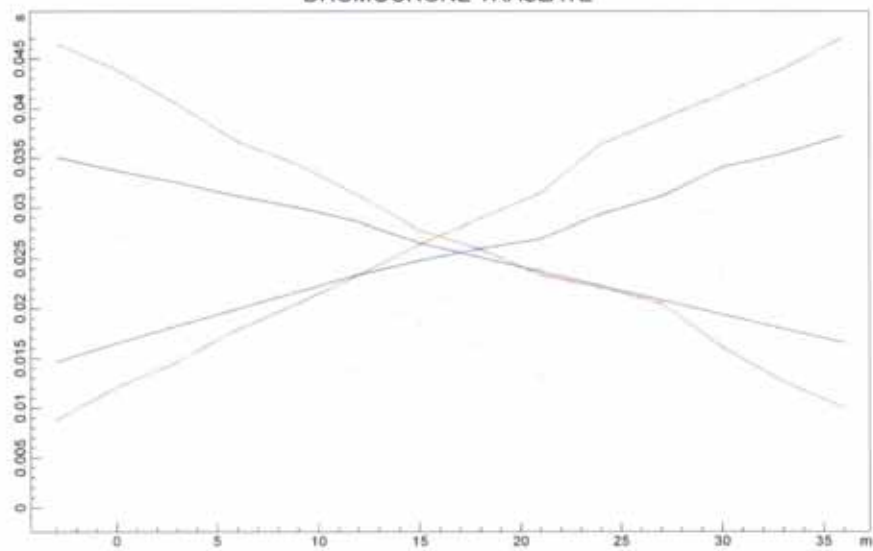
I profili sismici sono ottenuti dalla registrazione delle velocità delle onde sismiche che si propagano, mediante idonea energizzazione dei terreni, con determinate frequenze ed ampiezze in funzione delle proprietà elastiche delle rocce stesse e, conseguentemente, della loro resistenza alla deformazione. Le variazioni delle costanti elastiche e della densità determinano la rifrazione e la riflessione delle onde in corrispondenza delle discontinuità geologiche.

Progetto: Messa in sicurezza area c/da Mulinazzo (gabbioni e drenaggi)  
Località: contrada Mulinazzo - Comune di Sinagra (ME)  
Profilo sismico a rifrazione n°01 (ml. 33) - [ottobre 2012]

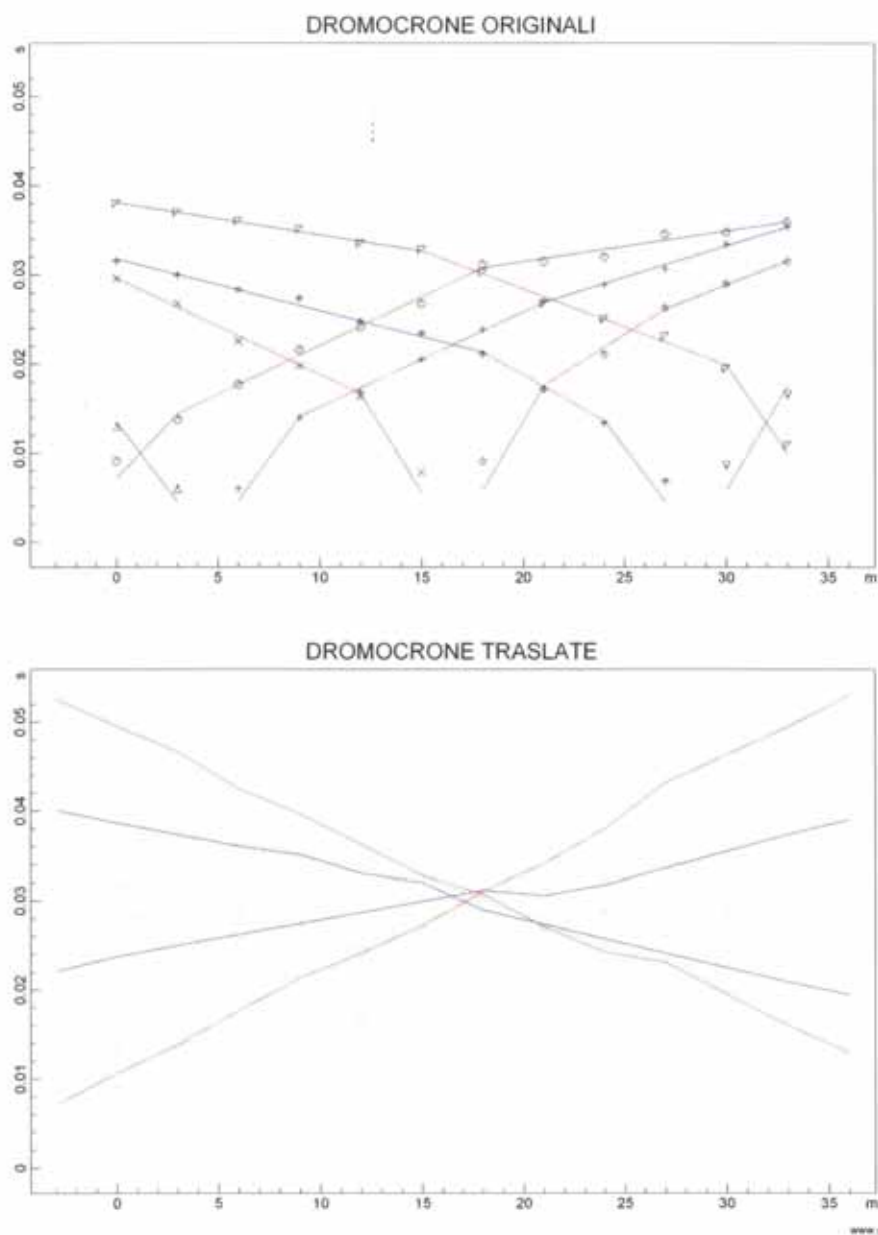
DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



Progetto: Messa in sicurezza area c/da Mulinazzo (gabbioni e drenaggi)  
Località: Mulinazzo - Comune di Sinagra (ME)  
Profilo sismico a rifrazione n° 2 (ml.33) - [ottobre 2012]



L'indagine è stata eseguita con sismografo digitale PASI 12S12L, a 12 canali e ad incremento di segnale; è stato utilizzato uno stendimento di lunghezza 33 ml., che permette d'investigare fino ad una profondità massima di circa 18 metri dal p.c., le misurazioni sono state effettuate con l'utilizzo di 5 punti di scoppio e con misure in andata e ritorno per ricostruire con maggiore dettaglio l'andamento stratigrafico dei rifrattori nel sottosuolo.

L'elaborazione computerizzata e l'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito, essenzialmente, di individuare la presenza di 3 orizzonti, caratterizzati da una sostanziale differenza riguardo la velocità di propagazione delle onde sismiche.



Qui di seguito vengono riepilogate le velocità riscontrate in ciascuno degli orizzonti individuati, nonché le caratteristiche litostratigrafiche salienti:

*Profilo sismico n° 01 (ml. 33)*

Orizzonte	Velocità media (m/s)	Profondità rifratore (metri)	Descrizione litologica
1 (A)	342	1.30-2.30 Media (1.80)	Coltre detritica da poco a mediamente addensata
2 (B)	1059	4.30-6.30 Media (5.30)	Coltre detritica addensata
3 (C)	1893	--	Substrato litoide in posto

**ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE 1**

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-3.00	0.00	2012 mulinazzo01-33-5s_1.dat
4.50	0.00	2012 mulinazzo01-33-5s_2.dat
16.50	0.00	2012 mulinazzo01-33-5s_3.dat
28.50	0.00	2012 mulinazzo01-33-5s_4.dat
36.00	0.00	2012 mulinazzo01-33-5s_5.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -3 [ms]	FBP da 4.5 [ms]	FBP da 16.5 [ms]	FBP da 28.5 [ms]	FBP da 36 [ms]
1	0.00	0.00	9.10	11.40	23.00	27.00	33.50
2	3.00	0.00	14.60	4.40	22.50	26.00	31.50
3	6.00	0.00	17.90	7.50	18.70	24.20	30.90
4	9.00	0.00	20.50	14.60	16.40	22.60	30.20
5	12.00	0.00	23.40	17.40	13.30	20.50	29.40
6	15.00	0.00	25.50	20.50	7.30	18.50	27.30
7	18.00	0.00	26.30	22.10	7.30	16.40	25.70

8	21.00	0.00	26.50	23.90	13.30	12.70	24.20
9	24.00	0.00	29.60	26.00	18.20	6.80	22.10
10	27.00	0.00	31.50	27.80	19.80	8.10	20.50
11	30.00	0.00	34.10	30.40	23.40	14.00	16.10
12	33.00	0.00	34.30	32.00	25.70	16.70	10.70

#### DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.7	4.6
2	1.5	5.2
3	1.4	5.8
4	1.5	5.9
5	1.4	6.1
6	1.3	6.2
7	1.5	5.2
8	1.4	5.8
9	2.1	4.3
10	2.3	4.8
11	1.9	5.6
12	1.8	6.3

#### VELOCITA' DEGLI STRATI

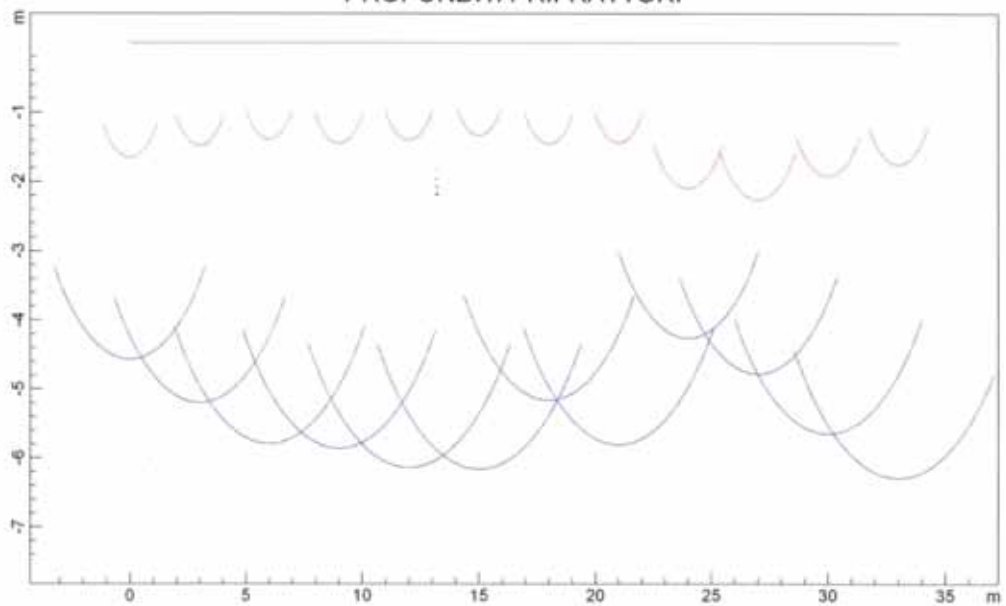
N. Strato	Velocità [m/s]
<b>1</b>	<b>342.1</b>
<b>2</b>	<b>1059.7</b>
<b>3</b>	<b>1893.7</b>

Progetto: Messa in sicurezza area c/da Mulinazzo (gabbioni e drenaggi)

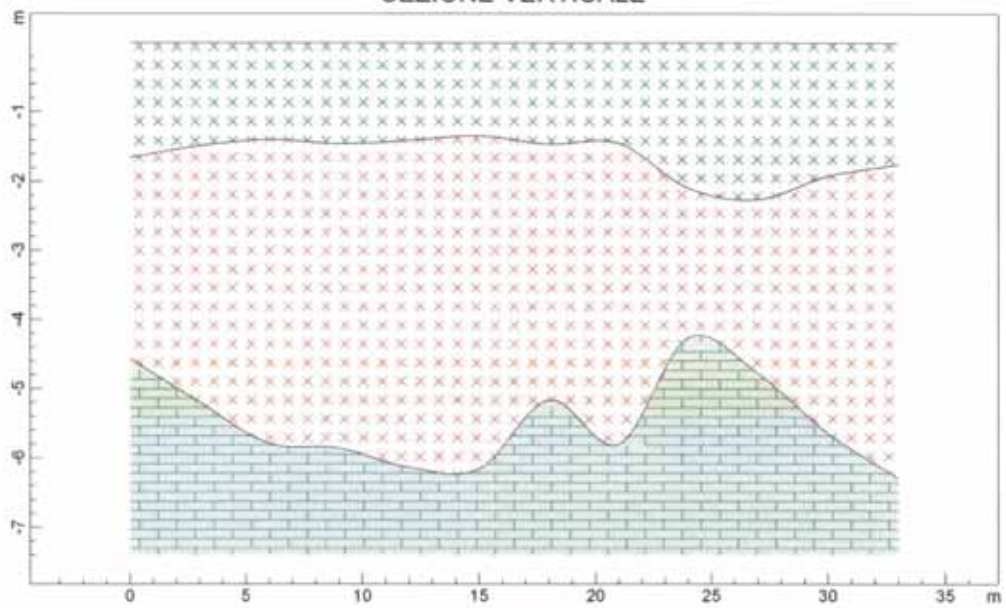
Località: contrada Mulinazzo - Comune di Sinagra (ME)

Profilo sismico a rifrazione n°01 (ml. 33) - [ottobre 2012]

### PROFONDITA' RIFRATTORI



### SEZIONE VERTICALE



xxx 342.1 m/s    xxx 1059.7 m/s    1893.7 m/s

www.geonsoft.com



*Profilo sismico n° 02 (ml. 33)*

Orizzonte	Velocità media (m/s)	Profondità rifratte (metri)	Descrizione litologica
1 (A)	303	1.20-2.20 Media (1.70)	Coltre detritica da poco a mediamente addensata
2 (B)	881	4.50-8.70 Media (6.60)	Coltre detritica addensata
3 (C)	2099	--	Substrato litoide in posto

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-3.00	0.00	2012 mulinazzo02-33-5s_1.dat
4.50	0.00	2012 mulinazzo02-33-5s_2.dat
16.50	0.00	2012 mulinazzo02-33-5s_3.dat
28.50	0.00	2012 mulinazzo02-33-5s_4.dat
36.00	0.00	2012 mulinazzo02-33-5s_5.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -3 [ms]	FBP da 4.5 [ms]	FBP da 16.5 [ms]	FBP da 28.5 [ms]	FBP da 36 [ms]
1	0.00	0.00	9.10	13.00	29.60	31.50	38.00
2	3.00	0.00	13.80	6.00	26.80	29.90	37.00
3	6.00	0.00	17.70	6.00	22.60	28.30	36.00
4	9.00	0.00	21.60	14.00	19.80	27.30	35.10
5	12.00	0.00	24.20	16.90	16.40	24.70	33.50
6	15.00	0.00	26.80	20.50	7.80	23.40	32.80
7	18.00	0.00	31.20	23.90	9.10	21.10	30.20
8	21.00	0.00	31.50	27.00	17.20	17.20	26.80
9	24.00	0.00	32.00	28.90	21.10	13.30	25.00
10	27.00	0.00	34.60	30.70	26.30	6.80	23.10

11	30.00	0.00	34.80	33.50	29.00	8.60	19.50
12	33.00	0.00	36.00	35.40	31.50	16.60	10.90

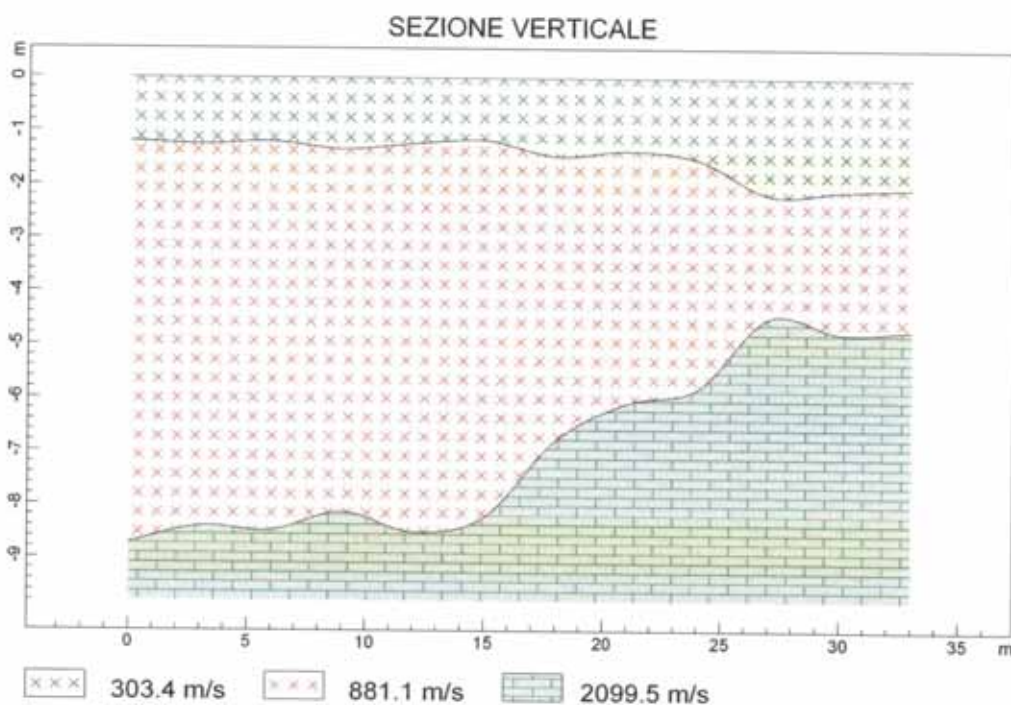
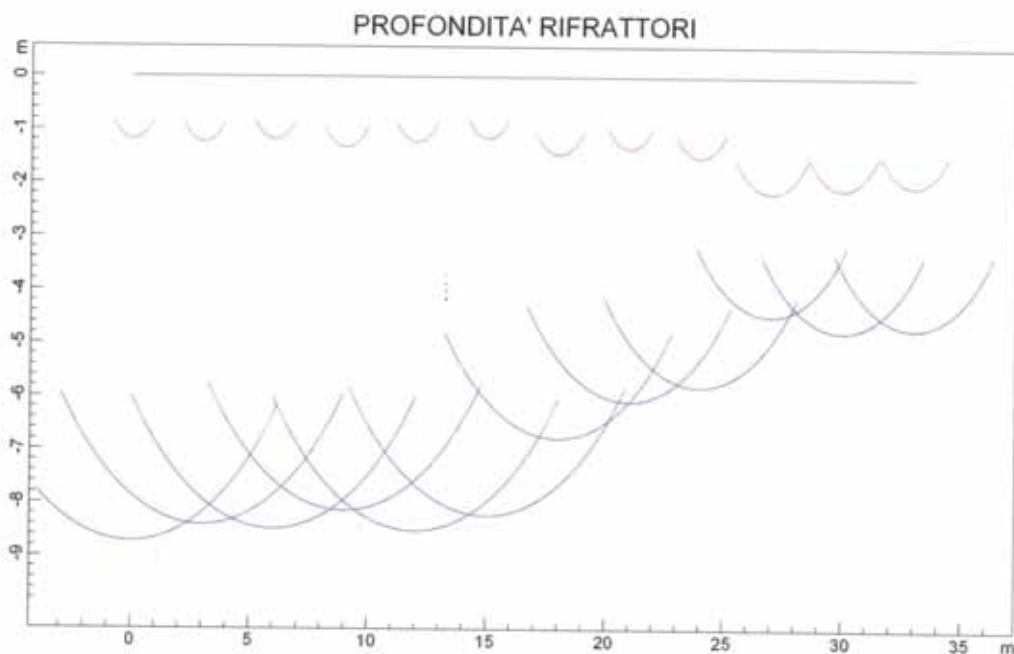
#### DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.2	8.7
2	1.2	8.4
3	1.2	8.5
4	1.3	8.1
5	1.2	8.5
6	1.2	8.2
7	1.4	6.8
8	1.3	6.1
9	1.5	5.8
10	2.2	4.5
11	2.1	4.8
12	2.0	4.7

#### VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
<b>1</b>	<b>303.4</b>
<b>2</b>	<b>881.1</b>
<b>3</b>	<b>2099.5</b>

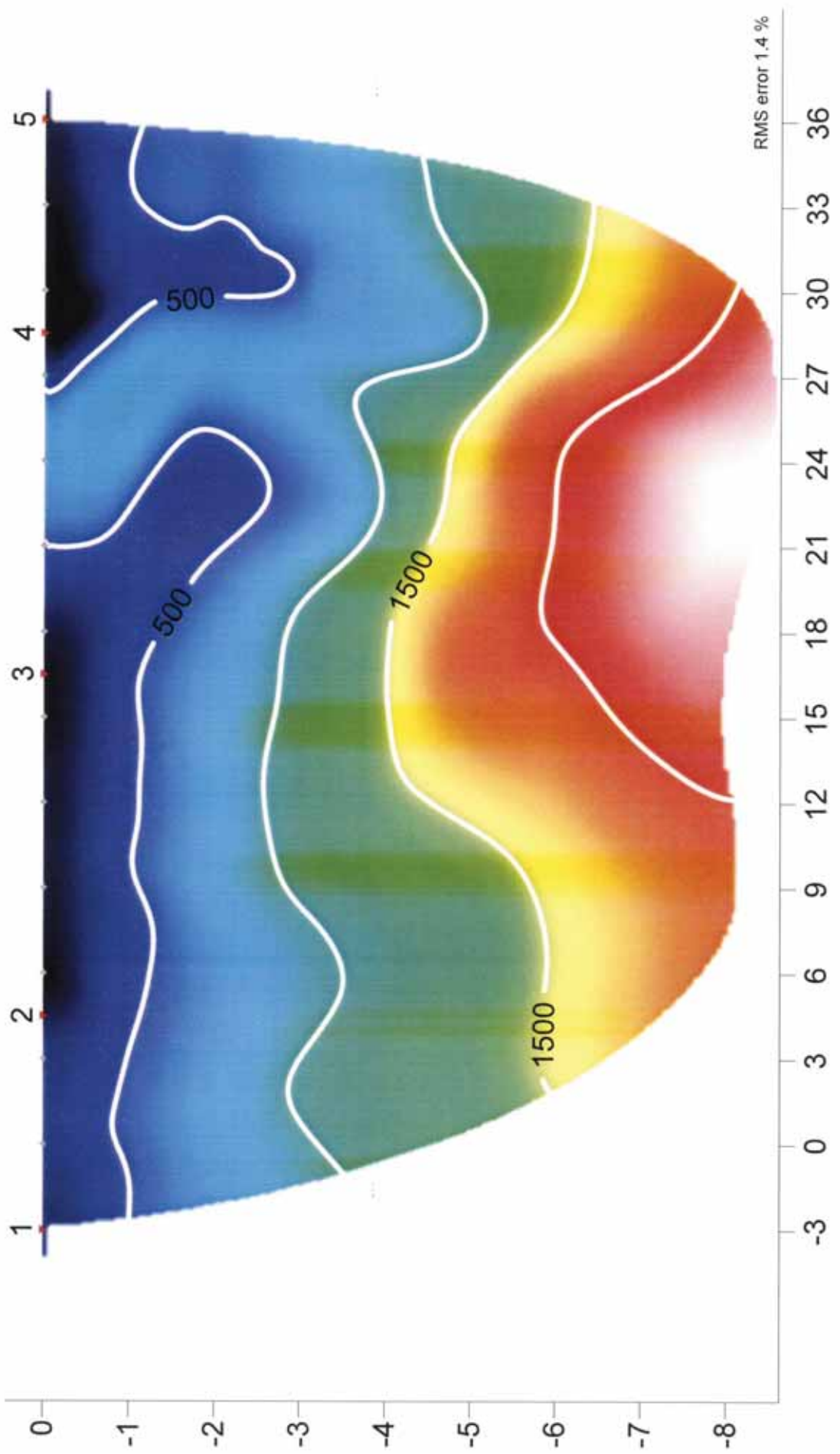
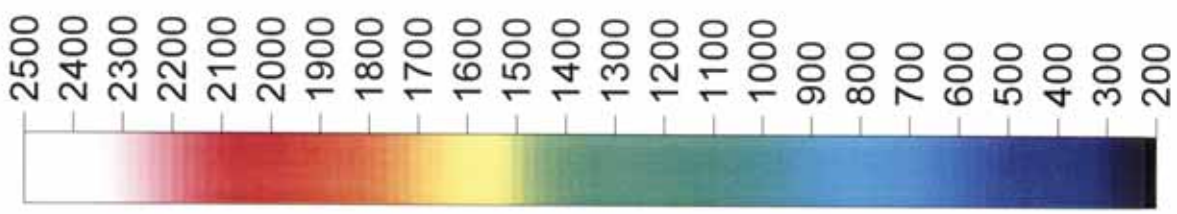
Progetto: Messa in sicurezza area c/da Mulinazzo (gabbioni e drenaggi)  
Località: Mulinazzo - Comune di Sinagra (ME)  
Profilo sismico a rifrazione n° 2 (ml.33) - [ottobre 2012]

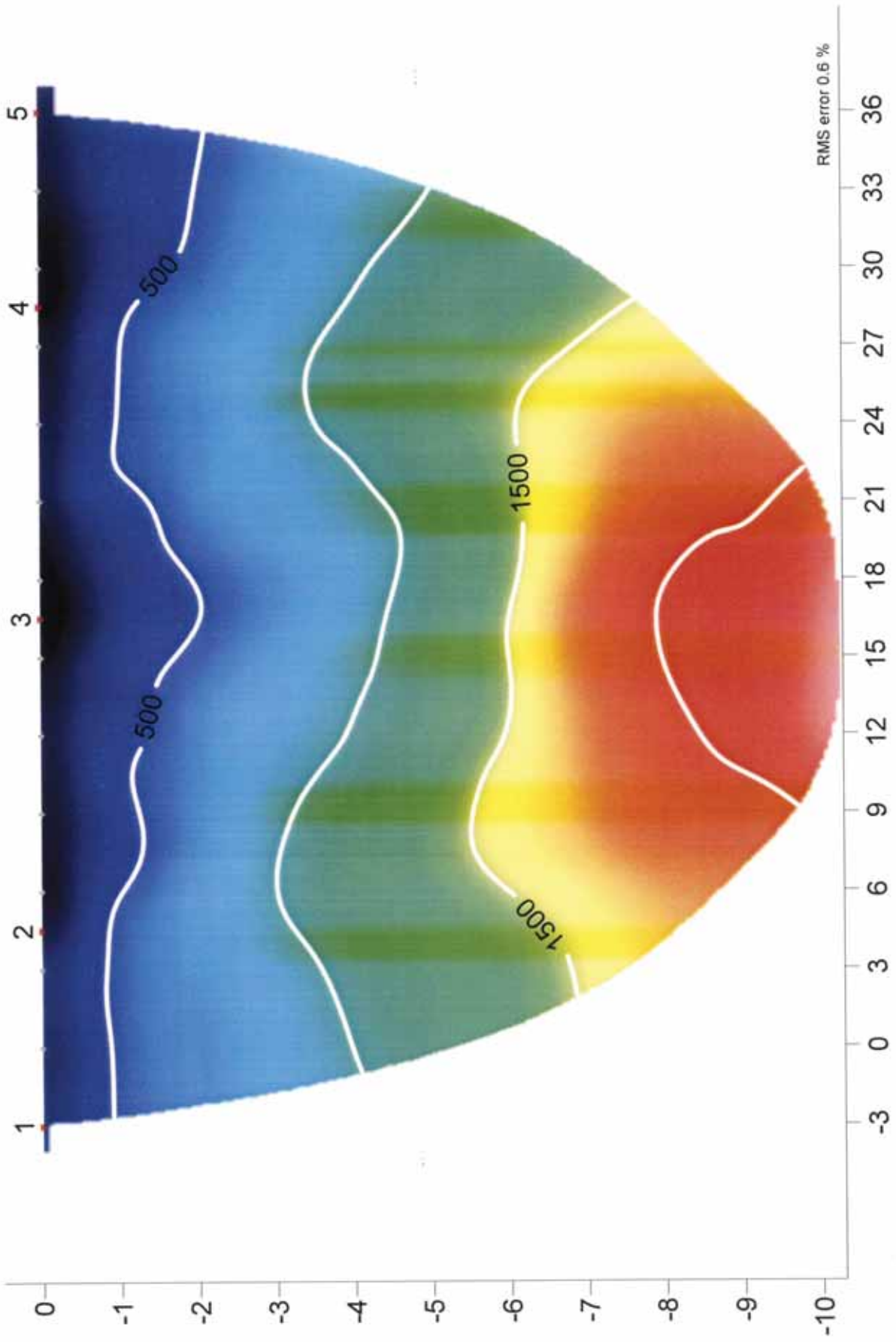


www.geosoft.com

Le velocità delle onde sismiche riscontrate nel corso delle prospezioni sismiche per l'orizzonte superficiale (A), indicano nel complesso terreni eluvio-detritici da poco a mediamente addensati parzialmente trasformati in terreno vegetale nei livelli più







RMS error 0.6 %

superficiali. Le velocità delle onde sismiche riscontrate per l'orizzonte (B), indicano materiali incoerenti maggiormente addensati e/o con un certo grado di coesione.

Le velocità delle onde sismiche riscontrate per l'orizzonte (C), individuano la presenza di un substrato litoide in posto parzialmente alterato e fratturato.

### **Indagine MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)**

La nuova normativa sismica italiana, introdotta con l'O.P.C.M. 3274 del 20/03/03, successivamente ripresa nel testo unico sulle costruzioni del 14/09/2005 e 14.01.2008 definisce l'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l'opera. All'interno del territorio nazionale fino ad oggi sono state individuate 4 zone sismiche, contraddistinte dal valore  $a_g$  dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità. I valori convenzionali di  $a_g$  assegnati nelle 4 zone sismiche fanno riferimento all'accelerazione di picco in superficie per suolo di tipo A, cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido, per il quale il moto sismico al bedrock non subisce variazioni sostanziali.

In presenza di suoli di tipo B, C, D, E, S1 ed S2 il moto sismico in superficie risulta in genere modificato rispetto al moto sismico al bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

In assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza delle categorie di suolo anzidette la normativa introduce un fattore di amplificazione S ed un periodo di oscillazione T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice caratterizzato da smorzamento pari al 5%. In presenza di suoli speciali di tipo S1 e S2 la normativa impone uno studio specifico per determinare gli effetti di amplificazione sismica locale. La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

### **Classificazione sismica dei suoli con il metodo M.A.S.W.**

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla



misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni posti sulla superficie del suolo. Recenti studi, infatti, hanno consentito di creare un modello matematico basandosi sull'analisi delle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

Il metodo si basa sull'analisi spettrale del sismogramma, mediante trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive in quanto si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo alle varie lunghezze d'onda (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980 ) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sui primi metri di profondità invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano spessori maggiori di terreno.

#### **Strumentazione utilizzata, disposizione spaziale dei geofoni ed interpretazione**

L'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione dell'indagine MASW è consistita in un sismografo portatile della PASI modello 12S12L con un sistema di rilevazione del segnale costituito da una serie di 12 geofoni a 4,5 hz.

La disposizione dei geofoni è stata di tipo lineare con punti di scoppio e ricevitori collocati lungo una linea retta (ml 33), distanza tra i geofoni di 3,0 m, e la sorgente collocata ad una distanza minima di 2 metri dal primo geofono, esternamente all'array.

Le prove MASW sono state svolte in corrispondenza delle prospezioni sismiche a rifrazione, al fine di avere indicazioni stratigrafiche di dettaglio utili per una migliore interpretazione dello spettro di velocità e del profilo verticale Vs.

L'intervallo di acquisizione è stato di 2 ms e la durata di acquisizione pari a 4 sec.

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software *winMASW* 4.1.5 Standard ([www.eliosoft.it](http://www.eliosoft.it)). L'interpretazione si è articolata sinteticamente nelle seguenti tre fasi:

**1° FASE:** passaggio dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata F – K;

**2° FASE:** estrazione della curva di dispersione sperimentale mediante interpretazione dello spettro F-K;



**3° FASE:** inversione, ovvero nella generazione di un modello sintetico a cui si associa una curva di dispersione teorica ben sovrapposta a quella sperimentale.

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS). Il *dataset* appare dominato dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

### Profilo sismico (Masw n°1) [stendimento ml. 33 – 12 geofoni]

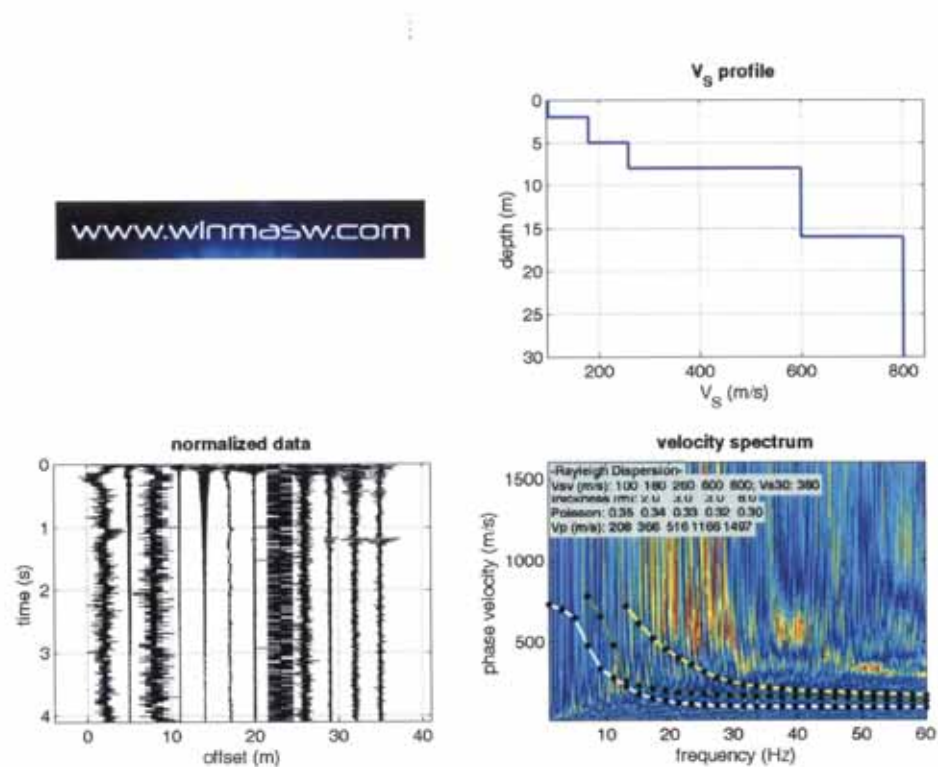


Figure 1: velocity spectrum e dispersion curve – Vs profile

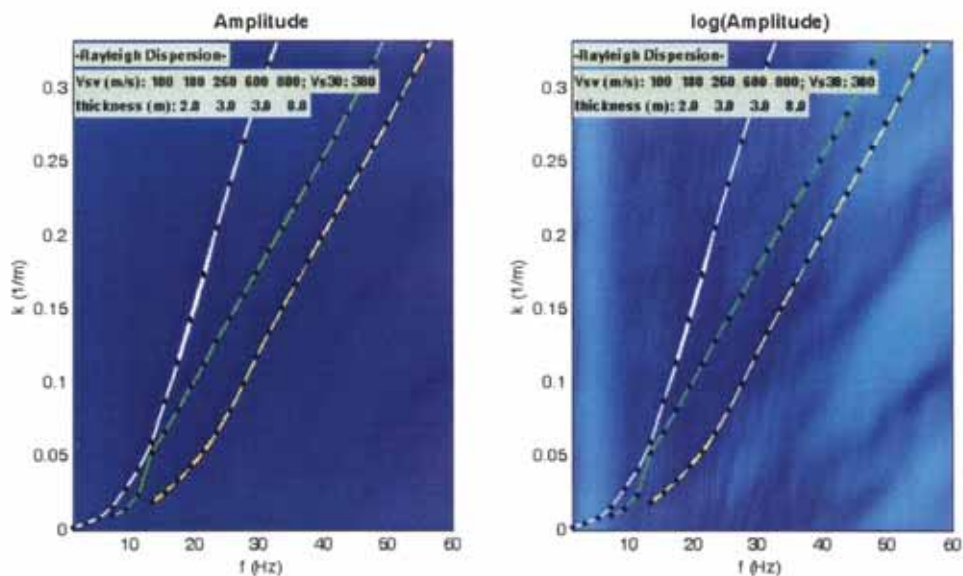


Figura 2: f-k spectrum

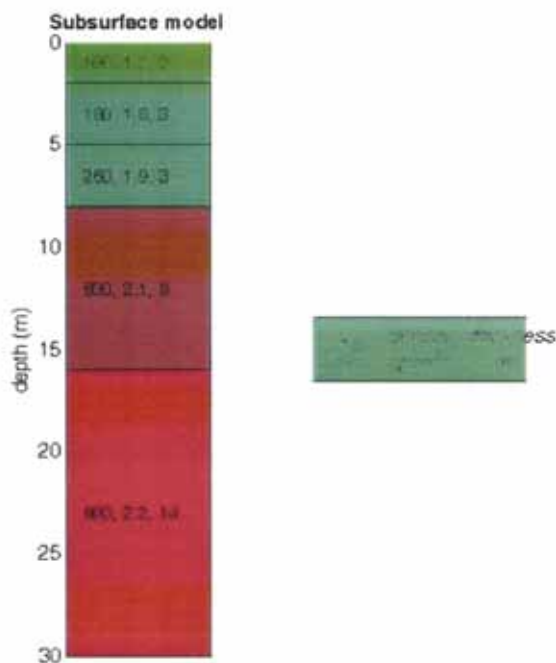


Figura 3: subsurface model

### Mean model

Vs (m/s): 100 180 260 600 800

Thickness (m): 2.0, 3.0, 3.0, 8.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.68 1.81 1.89 2.09 2.15

Shear modulus (MPa) (approximate values): 17 59 128 753 1377

Analyzing Phase velocities

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 208 366 516 1166 1497

Poisson: 0.35 0.34 0.33 0.32 0.30

**Vs30 (m/s): 380**

### Profilo sismico (Masw n°2) [stendimento ml. 33 – 12 geofoni]

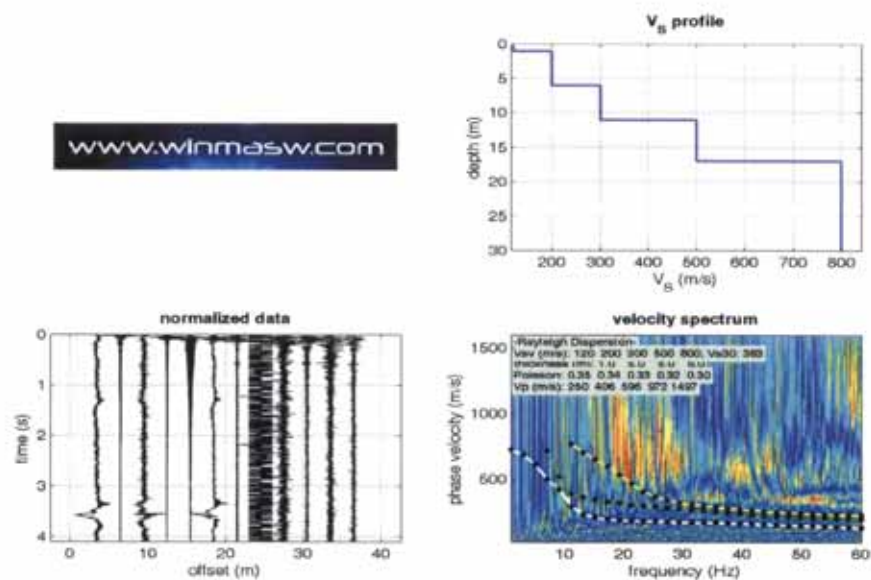
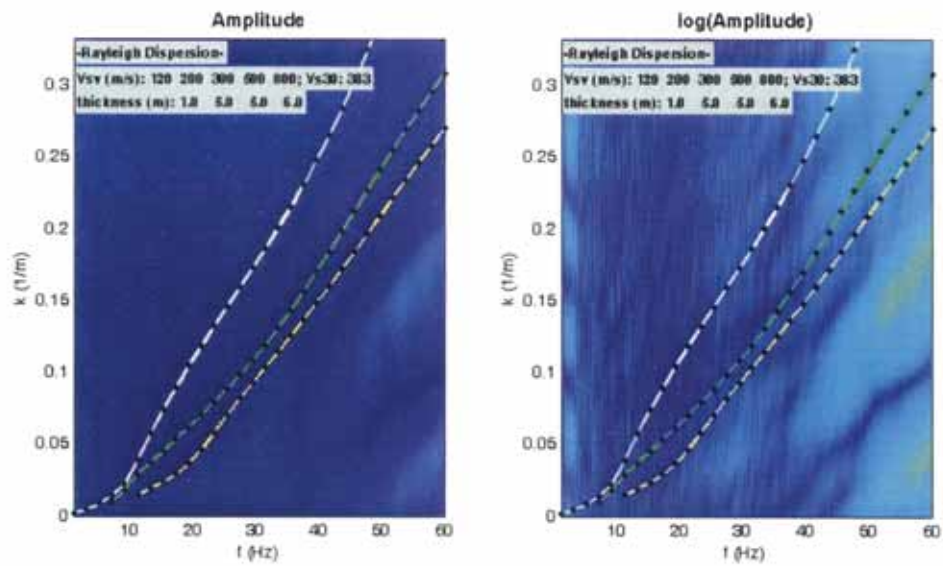
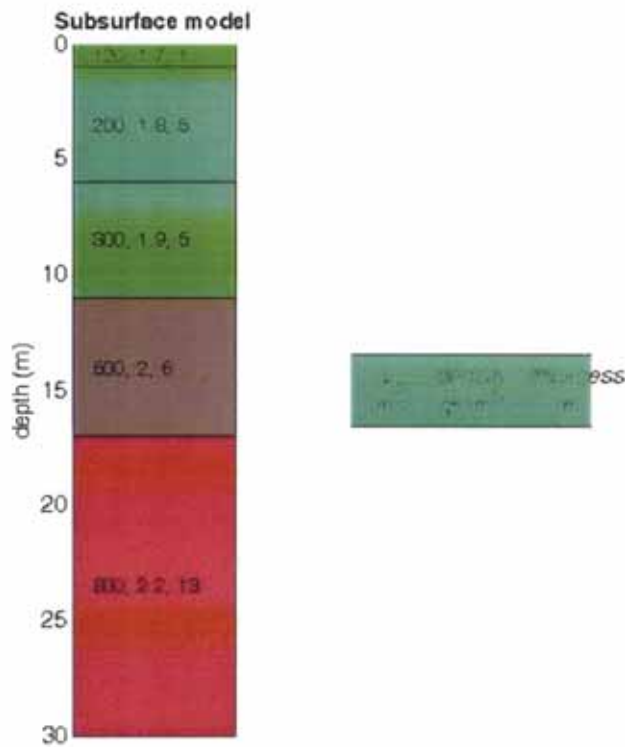


Figura1: velocity spectrum e dispersion curve – Vs profile



**Figura 2: f-k spectrum**



**Figura 3: subsurface model**

**Mean model**

Vs (m/s): 120 200 300 500 800

Thickness (m): 1.0, 5.0, 5.0, 6.0



Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.69 1.81 1.90 2.04 2.17

Shear modulus (MPa) (approximate values): 17 58 132 765 1380

Analyzing Phase velocities

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 250 406 596 972 1497

Poisson: 0.35 0.34 0.33 0.32 0.30

**Vs30 (m/s): 383**

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (*MASW*) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato per il modello medio pari a **381,5 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

**MASW n° 1: Vs30 = 380 m/s**

**MASW n° 2: Vs30 = 383 m/s**

**Valore medio Vs30 = 381,5 m/s**

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008, ex DM 14/09/2005) il sito in esame rientra quindi nella <**CATEGORIA B**>

*"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{spt30} > 50$  nei terreni a grana grossa, o coesione non drenata  $Cu30 > 250$  kPa nei terreni a grana fina)"*.

Catania, li 13 Novembre 2012

S.G.M. Società Geognostica Mediterranea s.r.l.

Direttore di Laboratorio

Dott. Geol. Corrado Zocco

  
S.G.M. S.R.L.  
SOCIETÀ GEOGNOSTICA MEDITERRANEA

SONDAGGIO SISMICO N°1







SONDAGGIO SISMICO N°2









COMMITTENTE - PURCHASER		
<b>COMUNE DI SINAGRA</b>		
TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE		
<b>MONITORAGGIO INCLINOMETRICO</b>		
LOCALITA' - LOCATION		
<b>SINAGRA</b>		
OGGETTO - SUBJECT		
<b>MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25 - 26 MAGGIO 2001 « GABBIONI E DRENAGGI» - ME 21/A</b>		
		
DATA INDAGINE - SURVEY DATE	DATA FINE REPORT - REPORT END DATE	DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY
<b>25 Ottobre 2012</b>	<b>12 Novembre 2012</b>	<b>13 Novembre 2012</b>



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*  
**Servizio Tecnico Centrale**  
**Laboratorio concessionato indagini geognostiche e prove in sito**  
 D.P.R. n. 380/2001



						N° VERBALE ACCETTAZIONE	
						<b>92/12</b>	
						N° DOCUMENTO	
						<b>92/12 - C</b>	
	<b>EMMISSIONE - ISSUE</b>	<b>13/11/2012</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott. Geol. Orazio Barboglio</b>	<b>Dott.ssa Geol. Marzia Mancuso</b>	SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET
	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE TECNICO	IL TECNICO	DIRETTORE DEI LAVORI	<b>N.A.</b>	<b>0/23</b>
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES		
					SOSTITUITO DA - REPLACES		

**PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA  
MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE  
DEL 25-26 MAGGIO 2001 – COMUNE DI SINAGRA (ME)  
MISURAZIONI INCLINOMETRICHE**

(lettura di riferimento del 10 novembre 2012)



---

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	STRUMENTAZIONE DEI FORI .....	3
3	METODOLOGIA D'ESECUZIONE DELLE MISURE INCLINOMETRICHE .....	4
3.1	Apparecchiatura adoperata per le misure.....	4
3.1.1	Sonda inclinometrica .....	4
3.1.2	Cavo .....	4
3.1.3	Unità di lettura.....	5
3.2	Modalità di esecuzione delle misure inclinometriche .....	5
3.3	Significato delle misure inclinometriche .....	7
4	ANALISI DEI DATASET DI MISURE .....	10
4.1	Accuratezza delle misure .....	10
4.2	Accettabilità delle misure .....	12
5	TABELLE E GRAFICI DEI DATI MISURATI.....	13
5.1	Inclinometro S2.....	13
5.2	Grafici inclinometro S2 .....	15



Catania 12/11/2012

**Oggetto: PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25-26 MAGGIO 2001 - gabbioni e drenaggi - ME 21/A – COMUNE DI SINAGRA (ME)**

**- MISURE INCLINOMETRICHE MEDIANTE SONDA REMOVIBILE**

**MISURA DI RIFERIMENTO DEL 10 NOVEMBRE 2012**

## **1 PREMESSA**

Su incarico della Ditta SGM srl sono state eseguite delle misurazioni inclinometriche nel comune di Sinagra, nel foro di sondaggio realizzato in sponda sinistra dell'asta drenante che, nell'evento alluvionale del 25-26 maggio 2001, ha esondato coinvolgendo, la contrada Mulinazzo.

Il presente elaborato riporta i risultati delle operazioni di monitoraggio dell'area in dissesto, consistenti nella determinazione degli spostamenti orizzontali misurati mediante sonda removibile entro un tubo inclinometrico a quattro scanalature. In particolare sono esposti i dati delle letture inclinometriche di riferimento (*lettura di zero*) effettuate in data 10 novembre 2012.

Per l'esecuzione delle misure si è fatto riferimento alle seguenti normative e raccomandazioni:

<i>ISRM (1977) –</i>	Suggested Methods for Monitoring Rock Movements using inclinometers Tiltmeters;
<i>ASTM D4622/86 (1993) -</i>	Standard Test Method for Rock Mass Monitoring Using inclinometers;
<i>ASTM D6230/98 (2005) -</i>	Monitoring Ground Movement Using Probe Type inclinometers;
<i>ANISIG (2002) -</i>	Modalità tecnologiche per l'esecuzione di indagini geognostiche e l'installazione e la gestione di impianti di monitoraggio;
<i>ARPA PIEMONTE -</i>	Raccomandazioni sull'esecuzione di misure inclinometriche, piezometriche e spiralometriche.



## 2 STRUMENTAZIONE DEI FORI

Le letture inclinometriche sono state realizzate su una perforazione eseguita con la tecnica del recupero di carotaggio per tutto lo spessore indagato, in seguito attrezzata con inclinometri in alluminio a quattro guide.

Nella tabella 1 sono riportate le coordinate della perforazione mentre l'ubicazione è riportata nella *Figura 1*.

Tab. 1- Coordinate ubicazione inclinometro			
Sond n°	N° letture	Coordinate geografiche WGS84	
		Longitudine	Latitudine
S2	15	14.819614	38.098092



*Figura 1*

### 3 METODOLOGIA D'ESECUZIONE DELLE MISURE INCLINOMETRICHE

Come detto i sondaggi a carotaggio continuo realizzati, sono stati strumentati con tubi inclinometrici in alluminio estruso, composti da barre di 3 metri giuntate tra loro con appositi manicotti rivettati e sigillati, dotati di scanalature tra loro ortogonali (*guide*) che hanno lo scopo di mantenere costante la direzione della sonda di misura.

I tubi inseriti nei fori sono stati riempiti d'acqua allo scopo di evitare il fenomeno del galleggiamento, e in seguito cementati con boiaccia di cemento per tutta la loro lunghezza. In testa a ogni tubo inclinometrico, così come a quelli piezometrici, sono stati inseriti pozzetti carrabili in ferro, dotati di lucchetti le cui chiavi sono in possesso dello scrivente.

#### 3.1 Apparecchiatura adoperata per le misure

La strumentazione utilizzata per eseguire le misure inclinometriche comprende:

- Sonda inclinometrica
- cavo
- unità di lettura (*data logger*).

##### 3.1.1 Sonda inclinometrica

Nel presente lavoro è stata adoperata una sonda inclinometrica modello OG310S, della OTR, dotata delle seguenti caratteristiche:

Tab. 2 - Caratteristiche sonda inclinometrica	
Sensibilità	25000 sin $\alpha$ oppure 20000 sin $\alpha$
Sensore	Servoinclinometro inerziale biassiale
Deriva Termica	<100 ppmC°
Campo di misura	$\pm 30^\circ$
Diametro dei tubi misurabili	da 45 mm a 75 mm
Diametro corpo sonda	30 mm
Diametro Ruote	30 mm
Connettore	a norme MIL C26482
Passo	50 cm o 24 pollici

##### 3.1.2 Cavo

Per scendere la sonda entro i tubi inclinometrici è stato adoperato un cavo di 50 m contraddistinto dalle seguenti caratteristiche tecniche:

**Tab. 3 - Caratteristiche Cavo**

Materiale guaina	Poliuretano
Colore	Arancione
Guaina antitorsione	Acciaio INOX
Anima	Acciaio INOX $\Phi$ 2.5 mm
Conduttori	6 x 0.50 mm in rame stagnato
Tacche di misura	Crimpate, ogni 50 cm o 24", con riferimento metri ogni 10 tacche
Carico di rottura	~ 600 Kg
Rullo porta cavo con ruote	$\Phi$ 40 cm

### 3.1.3 Unità di lettura

L'unità di lettura utilizzata è il datalogger OG387, della Ditta OTR, di tipo sia manuale che automatico, con visore singolo, in grado di operare correttamente con temperature tra i -5 ed i + 40 gradi centigradi. Le principali caratteristiche della centralina sono le seguenti:

**Tab. 4 - Caratteristiche unità di lettura**

Microprocessore	N80C32
Memoria	256 Kbyte per sistema operativo, 128Kb per immagazzinare fino a 20 misure eseguite su 4 guide con un massimo di 400 passi (200 metri passo 50 cm)
Orologio	interno con data
Display	a cristalli liquidi
Tastiera	5 tasti multifunzione
Pulsante per acquisizione	Tastiera o Esterno con cavo di collegamento
Batteria	Ricaricabile 6 Volt 4 A al piombo sigillato
Caricabatteria	Esterno
Autonomia	12 ore di misure continue
Consumo	150 mA con sonda collegata
Connettori	Lemo o Fischer

### 3.2 Modalità di esecuzione delle misure inclinometriche

La lettura inclinometrica, detta anche "misura", consiste nel rilevare lungo tutta la colonna l'inclinazione della sonda rispetto alla verticale, su piani tra loro ortogonali individuati dalle guide del tubo inclinometrico.



La prima lettura effettuata sui tubi viene denominata "lettura di zero" o "riferimento" e corrisponde alla lettura rispetto alla quale si calcoleranno nel tempo gli spostamenti della tubazione inclinometrica. Le letture successive sono denominate "letture di esercizio".

Nella realizzazione delle misure ci siamo attenuti a quanto prescritto, per le misure inclinometriche, dall'ARPA Piemonte e dalla "Slope Indicator".

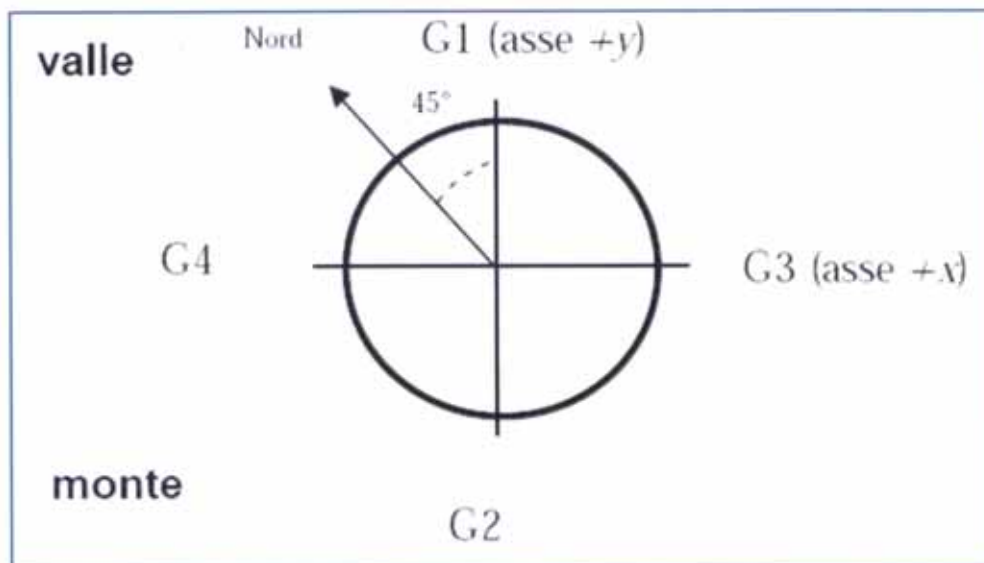


Figura 2

Le misure sono state eseguite, facendo riferimento alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, secondo le seguenti modalità:

1. Individuazione sul tubo inclinometrico, fra le quattro guide, quella che più si approssima alla direzione di un probabile movimento (*guida verso valle*);
2. marcatura con vernice indelebile della scanalatura, contrassegnarla come guida "1";
3. Misura della profondità del tubo rispetto il piano campagna e sua annotazione sull'apposito modulo monografico;
4. lettura con la bussola dell'angolo, misurato in senso antiorario (azimut), tra la direzione del Nord magnetico e la congiungente le guide "1" e "2", intendendo per guida "2" la guida diametralmente opposta alla "1" e sua annotazione sulla scheda monografica unitamente a tutti i dati della zona di misura e quelli del tubo inclinometrico (*nome, identificativo*);
5. inserimento della sonda inclinometrica con la ruota di riferimento nella guida "1".
6. abbassamento della sonda inclinometrica fino a fondo tubo;

7. attesa di qualche minuto (10-15) per permettere una corretta acclimatazione termica della sonda e comunque fino a che i valori letti sui display dell'unità di misura sono risultati stabilizzati.
8. risalita della sonda inclinometrica fino a testa tubo e successivo riabbassamento dello stesso fino a che le ruote del carrello superiore siano al passo di lettura richiesto dalla Committenza rispetto alla testa del tubo inclinometrico.
9. acquisizione dei dati in automatico fino a fondo foro;
10. rotazione della sonda di 180 gradi e ripetizione della serie di misure sulla guida 2;
11. rotazione della sonda di 90° in senso antiorario e ripetizione delle misure sulla guida 3;
12. ulteriore rotazione della sonda di 180° per il completamento della misure sulla guida 4.

### 3.3 Significato delle misure inclinometriche

Come già detto il tubo inclinometrico dispone di quattro guide lungo le quali scorre la sonda e, durante la misurazione, il piano in cui giacciono le ruote determina l'asse "A" della sonda, quello ortogonale l'asse "B". L'inclinazione della sonda definisce un segnale sugli assi A e B; secondo le convenzioni adottate dal sistema di riferimento, il valore misurato può essere negativo o positivo.

I numeri visualizzati sul display digitale dell'unità di lettura della sonda corrispondono a valori d'inclinazione del tubo rispetto alla verticale, proiettati sui piani A e B e moltiplicati per una costante strumentale  $K_a$  a meno dello "sbilanciamento dello zero" ( $b$ ), chiamato anche *bias* o "zero offset", che assume valori diversi per i due assi.

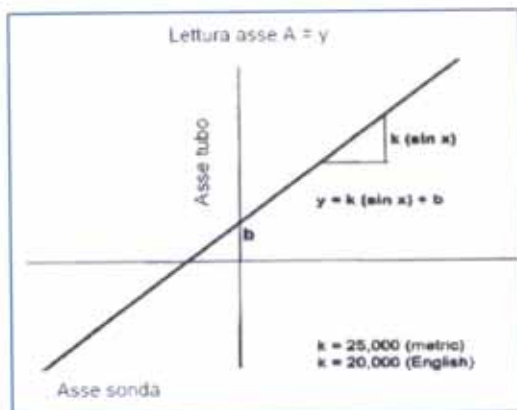


Figura 3

La Figura 3 schematizza il "significato" della lettura sul piano y (canale A) di seguito definita:

$$\text{Lettura (asse A, B)} = k (\sin \theta) + b \text{ [digit]}$$

L'unità di lettura convenzionale della misura inclinometrica è il "digit"; la conversione metrica da unità di lettura (digit) a millimetri è pari a 0,01mm/digit.

La lettura "coniugata" è una procedura mediante la quale si svolgono due letture, alla stessa quota, sulle guide opposte: la sonda risulta, così, "orientata" verso la direzione "A1" per la prima lettura e alla direzione "A3" (posta a 180° rispetto ad A1) per la seconda lettura

(vedi Figura 4). La misura corrispondente all'inclinazione del tubo sul piano A è detta lettura "combinata" ( $T_n$ ) e corrisponde alla media (in segno) delle due letture coniugate.

Il passaggio da valori angolari a spostamenti avviene mediante una funzione trigonometrica di seguito rappresentata:



$$\sin \theta = \frac{\text{cateto opposto}}{\text{ipotenusa}}$$

Cateto opposto = ipotenusa x sen  $\theta$ .

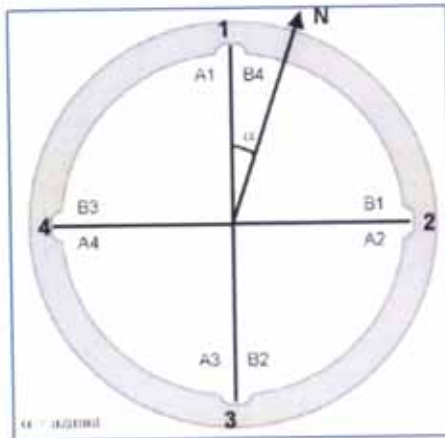


Figura 4

La funzione seno, ovvero la misura angolare, viene derivata dal valore prodotto dai sensori servoaccelerometrici installati nella sonda inclinometrica, che sono calibrati, di norma, per misure comprese tra +/- 15° dalla verticale.

L'angolo  $\theta$  è l'angolo d'inclinazione dalla verticale, l'ipotenusa è il passo della sonda, cioè l'intervallo di misura, o passo delle letture (generalmente pari a 0,5 metri), mentre il lato opposto rappresenta la "deviazione laterale".

Gli spostamenti laterali del tubo sono calcolati ad ogni profondità; per convenzione questo valore è chiamato "deviazione incrementale" (lateral deviation), vedi Figura 5, ed è definito mediante la seguente formula:

$$\text{Deviazione incrementale} = \left( \text{Misura relativa sul piano} \frac{A}{B} \times \sin \theta \right) \\ = \text{passo letture} \times \frac{\text{differenza algebrica delle letture coniugate}}{2 \times K}$$



Figura 5

la somma degli spostamenti incrementali.

La somma di successive deviazioni incrementali, in funzione della profondità, è detta "deviazione cumulativa" ( $d_n$ ) che rappresenta, anche, lo scostamento del tubo dalla perfetta verticalità.

La variazione delle deviazioni cumulative definisce lo "spostamento" (displacement) del tubo inclinometrico.

Per calcolare lo spostamento è necessario disporre di due serie di letture "combinata" successive ( $T_0$  e  $T_1$ ) in quanto esso viene calcolato sottraendo la lettura combinata iniziale ( $T_0$ ) alla lettura seguente ( $T_1$ ), dividendo per 2, e moltiplicando per la costante strumentale ( $K$ ) e per il passo di lettura.

Lo spostamento incrementale rappresenta il cambiamento rispetto a ciascun intervallo di misura. Lo spostamento cumulativo (Figura 6) è



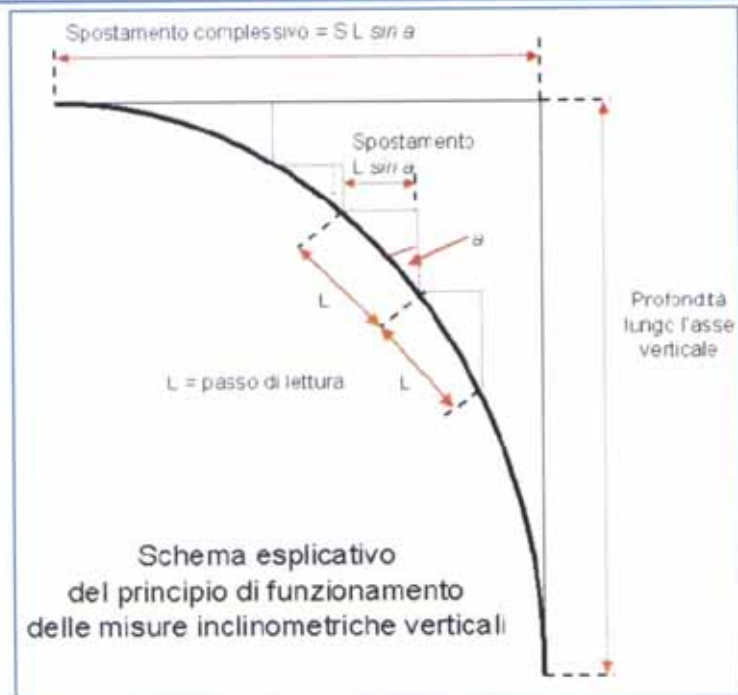


Figura 6

#### 4 ANALISI DEI DATASET DI MISURE

Le misure inclinometriche possono essere affette da errori grossolani, sistematici ed aleatori imputabili a diverse cause possibili. In linea generale a fronte di letture di spostamento rilevanti, in termini di valore assoluto ed in un contesto di corrette procedure di installazione della colonna inclinometrica e di utilizzo di strumentazione di misura adeguata, l'influenza degli errori sull'entità degli spostamenti rilevati può considerarsi contenuta e, pertanto, le misure relative alla cinematicità dello spostamento si possono considerare sufficientemente attendibili.

Nel caso, invece, di spostamenti di ridotta entità, appena superiori alla precisione strumentale, il cui valore sia suscettibile di essere influenzato dalla presenza di errori sistematici, i relativi diagrammi inclinometrici risultano di difficile o ambigua interpretazione; in questi casi il processo di riconoscimento ovvero di pulizia degli errori sistematici può essere necessario. In ogni caso occorre adottare un approccio estremamente "critico" e attento nel condurre l'analisi dati al fine di non incorrere in valutazioni eccessivamente conservative o, al contrario, sottostimare eventuali spostamenti.

*È buona regola condurre una sessione di monitoraggio inclinometrico avendo cura di minimizzare tutte le possibili cause che possono determinare una bassa qualità delle misure, e conseguentemente l'insorgenza di errori che anche se sono molto contenuti, e poco significativi, sulla singola misura diventano rilevanti, in termini di valore assoluto, quando cumulati tra loro.*

*Qualora, nel corso dell'esecuzione delle letture, tali condizioni non siano garantite e sorgano dubbi sull'affidabilità delle misure è opportuno non esitare a ripeterle. Questo poiché le operazioni di correzione e post-processing sono alquanto laboriose, di non semplice realizzazione, e in ogni caso producono un dataset artificiale derivato "a tavolino".*

Uno dei metodi consigliati per la minimizzazione degli errori, peraltro utilizzato nel presente lavoro, è quello di eseguire le misure su tutte e quattro le guide. Si tratta di un metodo che raddoppia il tempo di lettura degli inclinometri ma che risulta poi molto utile nel caso di letture controverso o "sospette".

##### 4.1 Accuratezza delle misure

La letteratura esistente in materia, riporta che, per un'installazione inclinometrica standard di 30 m di lunghezza, sottoposta a letture incrementali con passo di 0,5 m, l'accuratezza del sistema è di circa  $\pm 8$  mm (V. Figura 7).

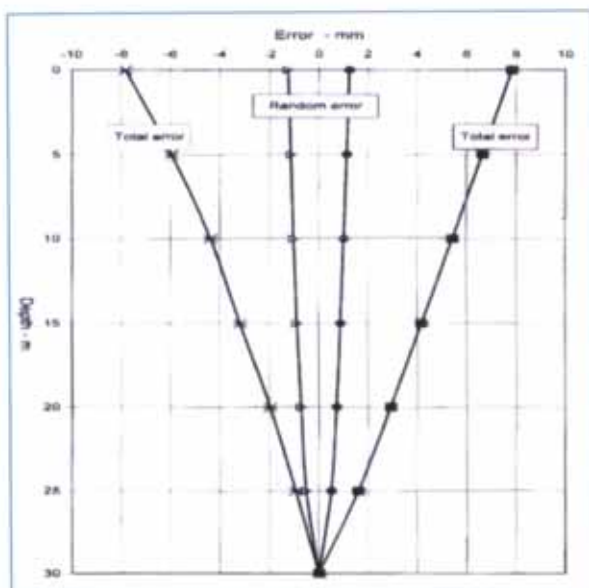


Figura 7

Nel'ottica di un'attenta gestione delle misure inclinometriche è importante, pertanto, quantificare il grado di accuratezza dei dati che si stanno analizzando; tale parametro può essere anche migliorato, tralasciando un corretto equilibrio fra la precisione richiesta ed il conseguente costo delle misure, tenuto conto che installazioni e procedure di scarsa qualità determinano, in ultimo, una ridotta affidabilità delle misure. In presenza di installazioni perfettamente verticali e prive di eccessiva curvatura è possibile tendere all'obiettivo massimo di un errore attorno a  $\pm 1,5$  mm ogni 30 m semplicemente utilizzando la massima cura in fase di acquisizione delle misure.

Il valore di accuratezza pari a  $\pm 8$  mm è

considerato cautelativo e deriva dalla somma del contributo degli errori di tipo "random" e di quelli a carattere sistematico.

Come prima specificato, esistono tre categorie generali di errori:

*gli errori random-* imputabili alla somma del contributo di una lunga serie di fattori che vanno dalle caratteristiche costruttive dei vari componenti della sonda (*servo-accelerometri, connettori, rotelle*), del cavo (*tacche di riferimento, allungamento*), della centralina di acquisizione (*taratura, temperatura di esercizio*) e del tubo inclinometrico (*inclinazione, parallelismo delle guide, curvatura, ecc.*). Va detto che, per lo più, questo tipo di errore tende a rimanere costante in tutte le serie di misure eseguite nella medesima installazione ed il suo valore può essere assimilato al limite di precisione massimo raggiungibile;

*gli errori sistematici* - invece, tendono a variare fra una campagna di misure e le altre e possono essere generati da uno dei seguenti fattori, o dalla loro combinazione: errore di "scostamento" della sonda (*bias-shift*); deriva di sensibilità della sonda; rotazione dell'allineamento del sensore; errori di posizionamento di profondità. Questi errori possono essere anche corretti, quando se ne comprende l'origine, a seguito di un'attenta analisi dei dati.

*Gli errori aleatori-* derivano da variazioni nel funzionamento elettrico o meccanico del sistema o nelle operazioni di misure.

Gli errori random, tipicamente, non superano il valore di  $\pm 0,16$  mm per ogni lettura incrementale, ma si accumulano fra loro ad un tasso pari alla radice quadrata del numero di intervalli di lettura: ciò significa



che, nel caso dell'installazione standard di 30 m con lettura a intervalli di 0,5 m, l'errore random potrà raggiungere valori inferiori a 1,5 mm in testa tubo.

Gli errori sistematici, al contrario, si cumulano in maniera aritmetica e sono stimati attorno a valori di 0,11 mm per ogni lettura incrementale: ciò implica che, nel caso di cui sopra, in testa tubo si raggiungeranno valori di oltre 6,5 mm.

#### 4.2 Accettabilità delle misure

Per verificare la rispondenza dei dati ai criteri di accettabilità occorre che i dataset vengano sottoposti ad un processo di refertazione di cui deve essere dato adeguato conto nel Report di monitoraggio. In tale contesto la "checksum" rappresenta un termine di grande importanza nel processo di analisi ed elaborazione delle misure e viene definita come la somma delle opposte letture rilevate allo stesso intervallo di profondità.

La Checksum, nel caso "ideale" di una misura eseguita sul banco di taratura equivale al doppio del valore di "non zero" (bias) proprio della sonda utilizzata. La differenza algebrica duplica la lettura e cancella il valore di bias. Tale valore di scostamento entra, infatti, nella misura rilevata la quale viene "pulita" mediante la procedura delle letture coniugate (*ovvero quando le due letture vengono "combinare" il valore di bias viene eliminato ed emerge il valore corretto della misura*). La somma delle opposte letture è invece la Checksum ed il relativo valore è pari a  $2b$ .

Nei casi reali la Checksum presenta un comportamento differente da quello teorico in quanto, come già detto, le misure di campagna sono affette da "condizioni" che vanno ad incidere sulla grandezza misurata cosicché all'interno del dataset, per le diverse profondità di lettura, non viene mantenuto costante il valore di  $2b$  ma si verifica una variazione dello stesso. Ciò non è necessariamente un segnale della presenza di un errore. E', invece, importante che non vi siano valori anomali entro il dataset: il grafico del checksum deve assumere, infatti, un profilo pressappoco verticale, senza eccessive oscillazioni.

La presenza di picchi entro la serie di valori, per alcune profondità, indica inconsistenze nelle letture che devono essere sottoposte a verifica. In particolare gli elevati valori di checksum possono indicare che la sonda non è stata posizionata correttamente, che la lettura è stata acquisita prima della completa stabilizzazione termica o che sono presenti nella tubazione delle ostruzioni che modificano l'assetto di posizione della sonda. La presenza, inoltre, di una deriva della curva riferita al dataset delle misure, a volte è riconducibile ad una non corretta stabilizzazione termica della sonda.

Un altro metodo di controllo degli errori aleatori e grossolani e del comportamento lineare del sistema inclinometrico durante la misura è evidenziabile dal grado di dispersione degli offset o fuori zero di entrambe le letture opposte e relative alla stessa guida. La dispersione degli Offset è misurata dalla deviazione standard mentre la linearità del sistema è garantita quando l'andamento del fuori zero

presenta un valore abbastanza costante con la profondità di lettura. A tal proposito, il riconoscimento ed il rigetto dei valori affetti da errori grossolani può essere effettuato applicando il criterio di Chauvenat riportato da Taylor J.R. (1986) (Simeoni e Mongiovi 2004).

## 5 TABELLE E GRAFICI DEI DATI MISURATI

Come detto le letture effettuate sui tubi inclinometrici messi in opera per il controllo della frana, sono state eseguite, così come richiesto dalle più importanti specifiche tecniche nazionali ed internazionali, su tutte e quattro le guide presenti nei tubi. Ciò allo scopo di minimizzare in particolare gli errori sistematici che possono fortemente influenzare i risultati finali delle serie di misure.

Trattandosi della misura di riferimento (*zero*), nel presente rapporto, abbiamo potuto sviluppare solamente alcuni dei grafici complessivi delle misure inclinometriche, ciò perché manca l'elemento di confronto tra le diverse misure. In questa sede sono stati così riportati, per ogni singolo tubo inclinometrico, le tabelle ed i grafici comprendenti:

- *letture strumentali di campagna;*
- *dati di spostamento assoluto;*
- *grafico della risultante della verticalità;*
- *grafico della deviazione incrementale;*
- *grafico dell'azimut della verticalità;*
- *grafici dei Cecksum;*
- *grafici degli Offset;*
- *grafici delle curve di tendenza dei Cecksum;*
- *tabella di accettabilità delle misure.*

### 5.1 Inclinometro S2

Durante le letture inclinometriche eseguite sul tubo inclinometrico S2 non si sono riscontrate particolari irregolarità. La sonda testimone è scesa liberamente entro le guide fino alla profondità di m 15 dal piano campagna ove si è fermata per l'arrivo alla base del tubo. La sonda è stata inserita nelle rispettive guide ed è risalita, dopo le misure, senza manifestare sintomi di scarrucolamento. I dati riscontrati sono di seguito riportati:

Dati generali lettura inclinometro S2	
Località	Contrada Mulinazzo
Comune	Sinagra
Provincia	Messina
Letture di riferimento in data	10/11/2012
Data lettura attuale	10/11/2012



Quota falda rispetto al p.c. (m)	Non rilevata
Correzione azimutale (gradi)	80
Passo sonda scelto (m)	1
Numero letture	15

C.DA MULINAZZO – MIS. N. 0 DEL 10/11/2011TUBO: S2								
Dati di campagna								
Num	A1	A2	B3	B4	B1	B2	A3	A4
1	86	-31	-86	15	-95	23	-28	80
2	96	-43	-98	29	-90	20	-26	79
3	115	-63	-123	50	-99	25	-35	88
4	235	-181	-241	167	-215	140	-148	200
5	259	-204	-263	189	-217	141	-146	200
6	311	-258	-319	245	-191	121	-123	174
7	205	-151	-209	140	-148	76	-81	134
8	234	-179	-239	167	-111	38	-43	95
9	235	-181	-242	166	-84	10	-18	70
10	314	-259	-322	246	-79	13	-18	70
11	276	-222	-284	215	-91	20	-26	80
12	278	-222	-288	214	-111	36	-44	96
13	374	-320	-383	308	-95	20	-25	79
14	375	-320	-380	310	-141	70	-74	127
15	356	-304	-364	289	-210	139	-144	196

C.DA MULINAZZO – MIS. N. 0 DEL 10/11/2011TUBO: S2					
Dati spostamento					
Prof.	X	Y	Ris.	Azimut	In. Dev.
1	0,10927	0,0693	0,12939	57,6187	0,0029
2	0,10752	0,06669	0,12652	58,1892	0,0033
3	0,10527	0,06411	0,12326	58,6577	0,0042
4	0,10224	0,06107	0,11909	59,1499	0,0101
5	0,09535	0,05272	0,10895	61,0628	0,0109
6	0,08756	0,04419	0,09808	63,2185	0,0126
7	0,07746	0,03623	0,08551	64,9335	0,0079
8	0,07128	0,03068	0,0776	66,7105	0,0086
9	0,06371	0,02643	0,06898	67,4667	0,0084
10	0,05591	0,02321	0,06054	67,4558	0,0115
11	0,04499	0,01946	0,04902	66,613	0,0102
12	0,03555	0,01559	0,03882	66,3217	0,0104
13	0,02618	0,01102	0,02841	67,1672	0,0140
14	0,01292	0,00646	0,01445	63,4337	0,0145
15	0	0	0	90	0,0000
Angolo inclinazione verticale			0,494		0,0145



## 5.2 Grafici inclinometro S2

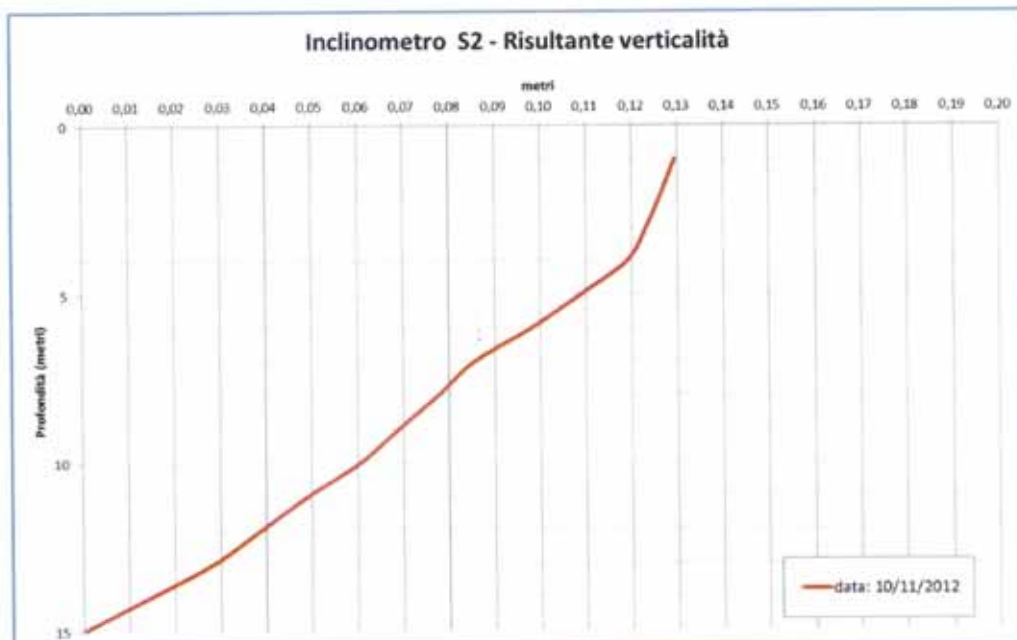


Figura 8

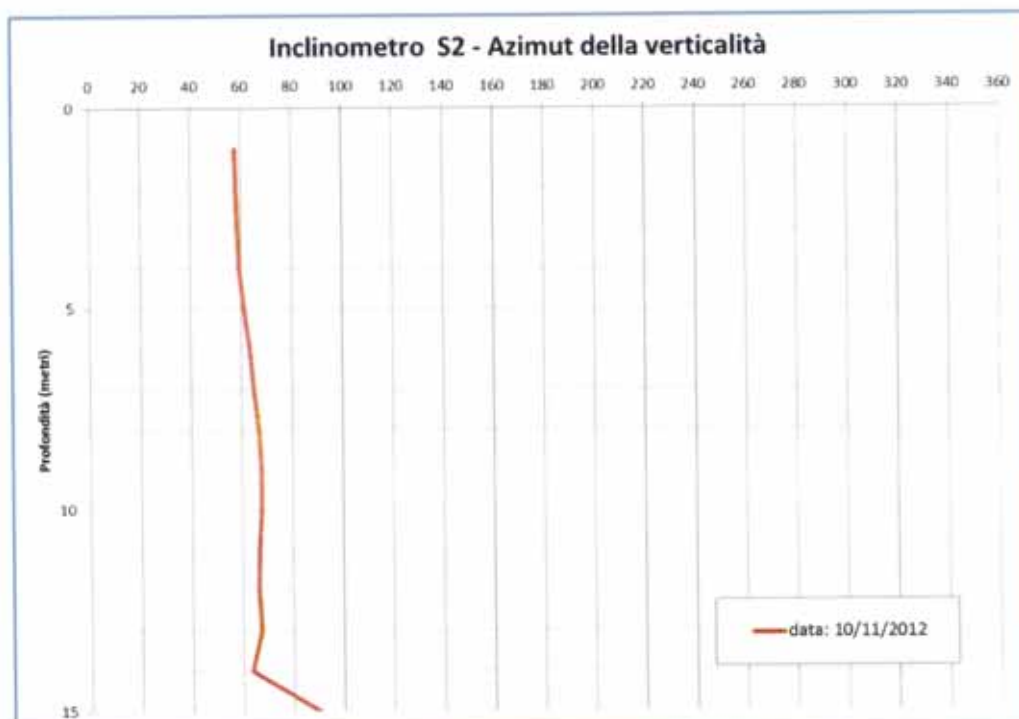


Figura 9

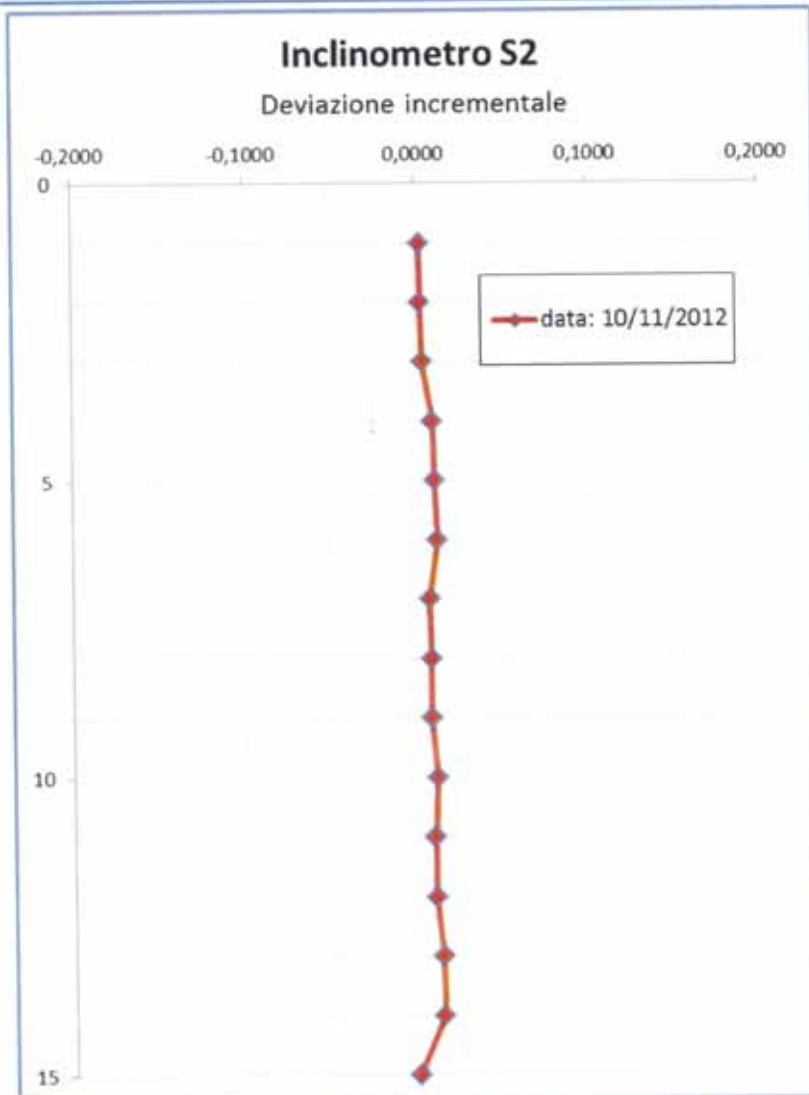


Figura 10

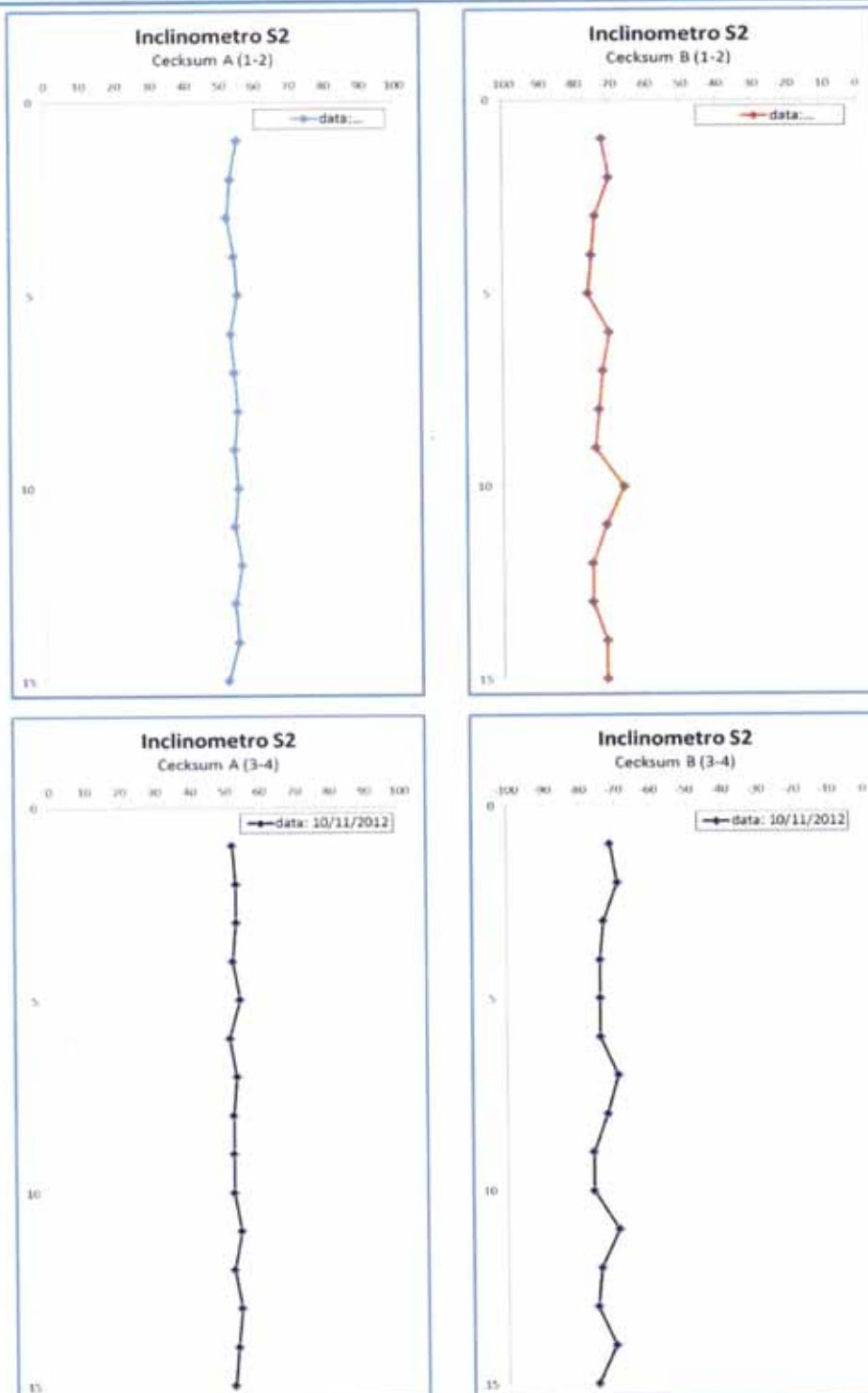


Figura 11 – Diagrammi dei Cecksum



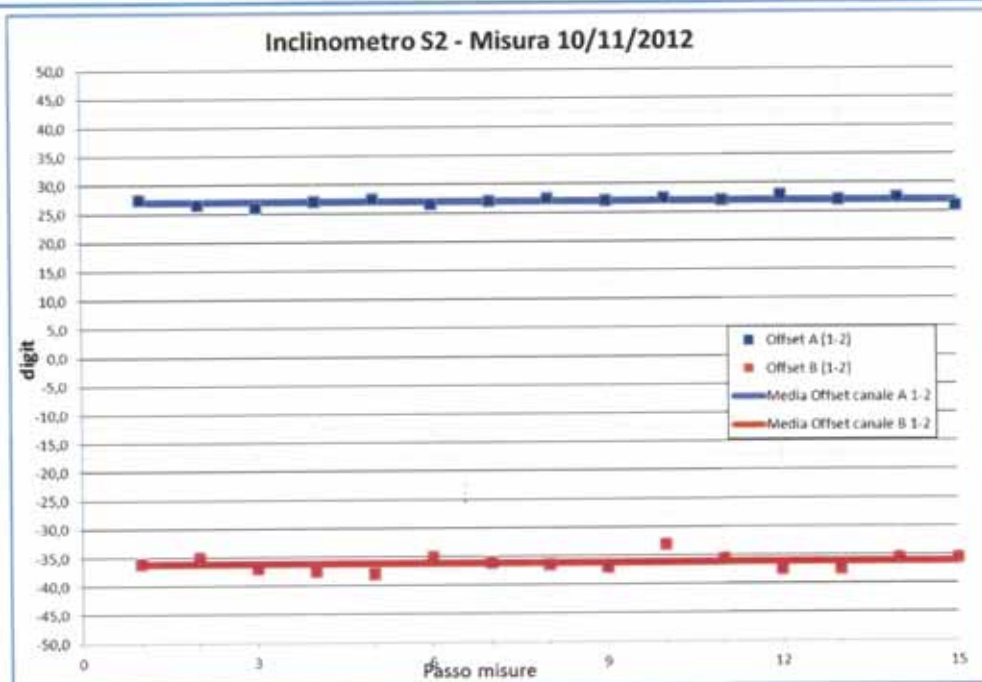


Figura 12 – Diagramma degli offset Canali A1-2 e B1-2

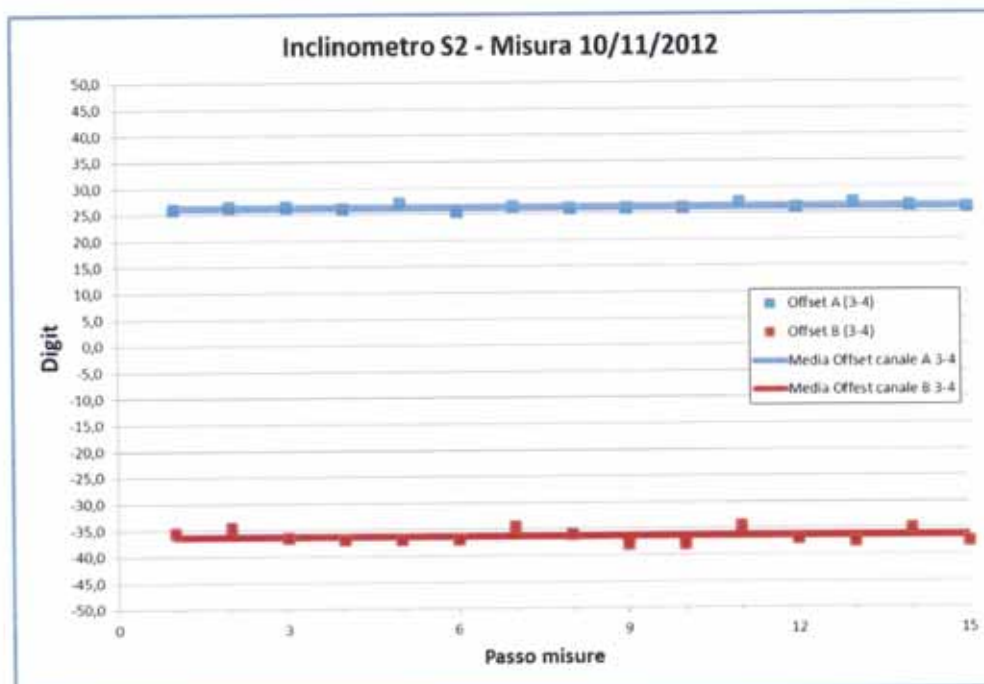


Figura 13 – Diagramma degli offset Canali A3-4 e B3-4

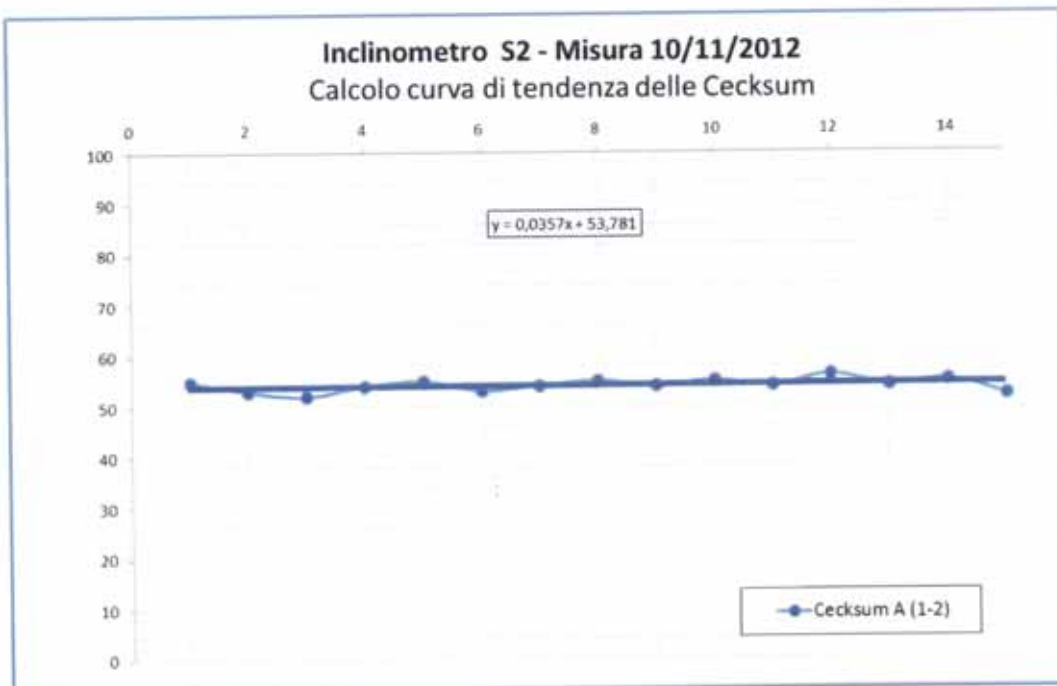


Figura 14



Figura 15

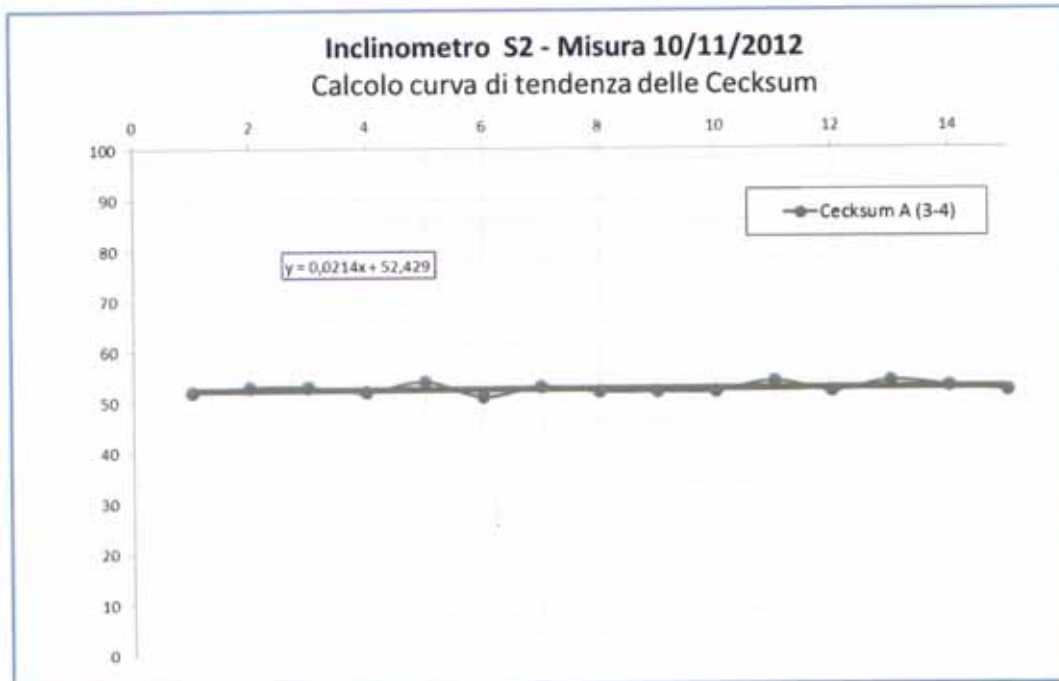


Figura 16

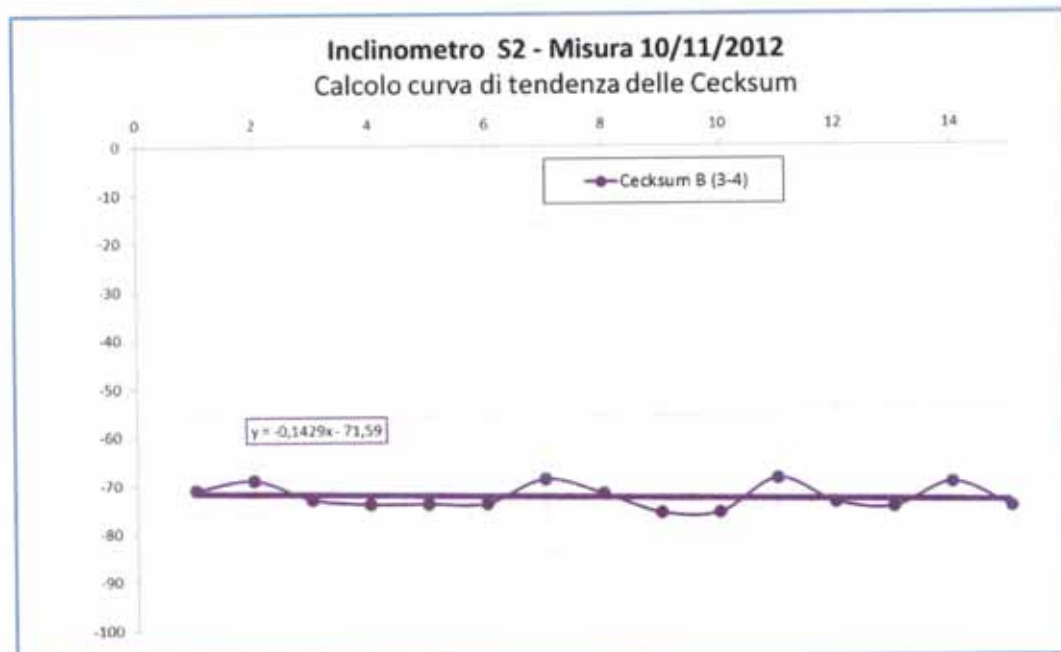


Figura 17



TEST DI AMMISSIBILITÀ DELLE MISURE		
<b>Zona: Sinagra</b>		
<b>Tubo: Incl S2</b>		
<b>Misura n.: 0</b>		
<b>data: 10/11/2012</b>		
<b>Num. letture: 15</b>		
<i>Verifica Cecksum all'interno del dataset relativo all'asse A (1-2)</i>		
Cecksum media asse A (1-2)	54,1	
Range di tolleranza dei valori di Cecksum	64	44
Valori massimo e minimo delle Cecksum	56,0	52,0
Valori fuori range	0,0	0,0
Percentuale valori fuori range	0,0	
Valori ammissibili	SI	
deviazione standard offset (mm/m)	0,006	
<i>Verifica Cecksum all'interno del dataset relativo all'asse B (1-2)</i>		
Cecksum media asse B (1-2)	-72,3	
Range di tolleranza dei valori di Cecksum	-52	-92
Valori massimo e minimo delle Cecksum	2,6	-76,0
Valori fuori range	1	0
Percentuale valori fuori range	6,7	
Valori ammissibili	SI	
deviazione standard offset (mm/m)	0,013	
<i>Verifica Cecksum all'interno del dataset relativo all'asse A (3-4)</i>		
Cecksum media asse A(3-4)	52,6	
Range di tolleranza dei valori di Cecksum	63	43
Valori massimo e minimo delle Cecksum	54,0	0,9
Valori fuori range	0	1
Percentuale valori fuori range	6,7	
Valori ammissibili	SI	
deviazione standard offset (mm/m)	0,005	
<i>Verifica Cecksum all'interno del dataset relativo all'asse B (3-4)</i>		
Cecksum media asse B(3-4)	-72,7	
Range di tolleranza dei valori di Cecksum	-53	-93
Valori massimo e minimo delle Cecksum	2,5	-76,0
Valori fuori range	1	0
Percentuale valori fuori range	6,7	
Valori ammissibili	SI	
deviazione standard offset (mm/m)	0,013	

I valori ottenuti per l'inclinometro indicano per la verticalità uno scostamento massimo di 0,129 m pari allo 0,86%, rispetto al totale della perforazione, e un'inclinazione di 0,49° rispetto alla verticale; la deviazione incrementale evidenzia l'assenza di errori di profondità, con uno scarto massimo di 1,45 cm alla profondità di 14 m.

Per definire la qualità delle letture effettuate sono state realizzate le verifiche sui valori di Cecksum e dell'Offset che evidenziano l'assenza di valori dei fuori range sia per i canali A che per quelli B. Le rette di regressione delle Cecksum mostrano tutte coefficienti angolari bassi ad evidenziare la mancanza di errori sistematici legati a derive termiche della sonda. Complessivamente le misure nei due canali A e B appaiono buone e rientranti nell'ambito dei limiti accettabili, senza grosse variazioni nel comportamento complessivo, con dispersioni di 0,005 e 0,006 mm/m per i canali A e di 0,013 mm/m per i canali B.

S.G.M. s.r.l.  
Società Geognostica Mediterranea



Il Tecnico  
Dott. Geol. Orazio Barbagallo



COMMITTENTE - PURCHASER		
<b>COMUNE DI SINAGRA</b>		
TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE		
<b>ANALISI E PROVE DI LABORATORIO</b>		
LOCALITA' - LOCATION		
<b>SINAGRA</b>		
OGGETTO - SUBJECT		
<b>MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA DI C.DA MULINAZZO INTERESSATA DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25 - 26 MAGGIO 2001 « GABBIONI E DRENAGGI» - ME 21/A</b>		
		
DATA INDAGINE - SURVEY DATE	DATA FINE REPORT - REPORT END DATE	DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY
<b>25 Ottobre 2012</b>	<b>07 Novembre 2012</b>	<b>13 Novembre 2012</b>



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*  
 Servizio Tecnico Centrale  
 Laboratorio concessionario indagini geognostiche e prove in sito  
 D.P.R. n. 380/2001



						N° VERBALE ACCETTAZIONE	<b>92/12</b>
						N° DOCUMENTO	<b>92/12 - D</b>
<b>EMISSIONE - ISSUE</b>	<b>13/11/2012</b>	<b>Dott. Geol. Corrado Zocco</b>	<b>Dott. Geol. Filippo Furia</b>	<b>Dott.ssa Geol. Marzia Mancuso</b>	SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET	
DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE TECNICO	IL TECNICO	DIRETTORE DEI LAVORI	<b>N.A.</b>	<b>0/24</b>	
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES		
					SOSTITUITO DA - REPLACES		





# Meccanica Terre e Rocce

Laboratorio analisi geotecniche – associato ALGI n° 109/97

del geologo Filippo Furia

Via C. Colombo n.69 – 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 fax + 39 0935 657433

e-mail: [info@mtralgi.com](mailto:info@mtralgi.com) web: [www.mtralgi.com](http://www.mtralgi.com)

Part. IVA 00602230864 C.C.I.A.A. Enna n.39329

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE	
<b>ELABORATI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO</b>	
COMMITTENTE - CUSTOMER	
<b>Ditta S.G.M. S.r.l.</b>	
LOCALITA' - LOCATION	
<b>Sinagra (ME)</b>	
OGGETTO - SUBJECT	
<b>Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo – Gabbioni e drenaggi ME 21/A</b>	
	
DATA FINE REPORT - REPORT END DATE	DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY
<b>07/11/2012</b>	<b>07/11/2012</b>



*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

- Laboratorio autorizzato "SETTORE TERRE" art 59 DPR 380/2001 STC Decreto n° 54980 del 04/04/2006
- Laboratorio autorizzato "SETTORE ROCCE" art 59 DPR 380/2001 STC Decreto n° 9647 del 18/10/2011

 <b>ISE Cert</b> <small>Registrazione n° 1321 Settore 2 Geotecnia art. 59 del 04/04/2006 Certificazione UNI EN ISO 9001:2008</small>	VERBALE ACCETTAZIONE N°		DATA ACCETTAZIONE		N° REPERTORIO
	<b>1760</b>		<b>29/10/2012</b>		<b>2193</b>
<small>CERTIFICATO n° 1321 DATA SCADENZA 12.12.2013</small>	Dott. Geol. FILIPPO FURIA	Dott. Geol. FILIPPO CARMENI	Geom. GIUSEPPE MISURACA	Geom. SILVESTRO LO PRESTI	PAGINA - SHEET
	DIRETTORE DI LABORATORIO	RESPONSABILE QUALITA'	TECNICO DI LABORATORIO	TECNICO DI LABORATORIO	<b>24</b>
<small>IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' M.T.R. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF M.T.R. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW</small>				<small>SOSTITUISCE IL - REPLACE</small>	
				<small>SOSTITUITO DA - REPLACE</small>	

**COMMITTENTE:** Ditta S.G.M. S.r.l.  
**LOCALITA' LAVORO:** Sinagra (ME)  
**CANTIERE:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo

Nel mese di Ottobre la ditta S.G.M. S.r.l. ha consegnato, presso i locali di questo laboratorio, n° 4 campioni di terreno da sottoporre a prove geotecniche.

Le prove richieste sono state riportate nel Verbale di Accettazione n. 1760 del 29/10/2012.

In laboratorio, i campioni sono stati aperti e catalogati. Essi sono stati sottoposti a prove geotecniche atte ad individuare le caratteristiche fisiche e granulometriche.

Prima di eseguire le prove, si è verificata la compatibilità delle stesse con le caratteristiche possedute dai terreni. Verificata positivamente la conformità si è proceduto all'esecuzione delle prove.

Le prove sono state eseguite adottando le nozioni tecniche riportate nel Registro "Procedure tecniche" in dotazione al personale del laboratorio. Le procedure tecniche sono conformi alle specifiche più ricorrenti (ASTM, BS, UNI).

I rapporti di prova sono qui di seguito riportati.

Il presente plico è costituito da n. 24 fogli di lavoro numerati per ogni singolo certificato.

Lo sperimentatore delle prove è il geom. **Giuseppe Misuraca**.  
L'aiuto sperimentatore delle prove è il geom. **Silvestro Lo Presti**.



**ISE Cert**

Dipartimento per  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001:2008

Troina 07/11/2012

**FIRMA**  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)







**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/1/2012 Certificato N. 27962 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,40 a m 2,70

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Limo sabbioso argilloso con inclusi ghiaiosi metamorfici, di colore grigio-chiaro a media consistenza

**MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA**  
(N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Massa Tara [g]</b>	5,12	5,39	5,68
<b>Massa Tara + massa campione umido [g]</b>	446,25	318,64	758,40
<b>Massa Tara + massa campione secco [g]</b>	421,12	301,21	716,00
<b>Contenuto d'acqua [%]</b>	<b>6,04</b>	<b>5,89</b>	<b>5,97</b>

**Contenuto medio d'acqua [%]**

**5,97**



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 29/10/2012

**Data fine prova:** 30/10/2012

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Gen. **FILIPPO FURIA**)

**Firma Sperimentatori**

LO SPERIMENTATORE  
(Geom. **Maurizio Giuseppe**)



**ISE Cert**

Impresadiretta da:  
Sezione di Gestione per la Qualità  
Certificata UNI-EN ISO 9001:2008



**Verbale accettazione N. 1760 del 29/1/2012 Certificato N. 27963 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,40 **a m** 2,70

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Limo sabbioso argilloso con inclusi ghiaiosi metamorfici, di colore grigio-chiaro a media consistenza

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME**

(B.S. 1377 - 1990 Part. II - mtodo delle misurazioni lineari )

	Misura 1	Misura 2
Altezza media provino [cm]	16,04	3,00
Diametro medio provino [cm]	8,35	6,40
Massa provino [g]	1501,12	163,12
Volume Provino [cm <sup>3</sup> ]	878,35	96,51
Peso dell'unità di volume [KN/m <sup>3</sup> ]	16,760	16,575

<b>Peso medio dell'unita di volume [KN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>16,67</b>
---	--------------



<b>REP.</b> 2193	<b>Data inizio prova:</b> 29/10/2012	<b>Data fine prova:</b> 29/10/2012
------------------	--------------------------------------	------------------------------------

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Don. Geom. **FILIPPO FURIA**)

**Firma Sperimentatori**  
(Geom. **Mis...** **Giuseppe**)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/1/2012 Certificato N. 27964 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,40 a m 2,70

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Limo sabbioso argilloso con inclusi ghiaiosi metamorfici, di colore grigio-chiaro a media consistenza

### MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854 )

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro [g]	76,15	99,46
Massa picnometro + massa campione secco [g]	139,34	153,41
Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]	365,65	383,05
Massa picnometro + massa acqua [g]	325,30	348,68
Temperatura di prova [°C]	20,0	20,0
Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]	27,131	27,023
Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C	2,772	2,760
Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]	27,125	
Dimensione massima dei grani	0,425	
Metodo di prova	A	



REP. 2193

Data inizio prova: 30/10/2012

Data fine prova: 31/10/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)



Organizzazione per la  
Standardizzazione  
Certi...  
C...  
C...

Firma Sperimentatori  
LO SPERIMENTATORE  
(Geol. **Misurata Giuseppe**)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 2

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/1/2012 Certificato N. 27965 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,40 a m 2,70

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia ghiaiosa, limosa e argillosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

<b>Peso netto del Campione essiccato [g]</b>		639,06		
<b>Peso del campione essiccato trattenuto al setaccio 0,075 (g)</b>		380,4		
<b>Passante al setaccio 0,075 [g]</b>		258,7		
Diametro	PESO NETTO	TRATTENUTO	PASSANTE	
Apertura mm	Tratt. gr.	Cumul. %	Cumul. %	
<b>SETACCIATURA</b>	25	0,00	0,00	100,00
	19	13,32	2,08	97,92
	9,5	11,14	3,83	96,17
	4,75	47,35	11,24	88,76
	2	79,89	23,74	76,26
	0,85	78,63	36,04	63,96
	0,425	60,54	45,52	54,48
	0,25	36,16	51,17	48,83
	0,106	41,12	57,61	42,39
	0,075	12,20	59,52	40,48
<b>SEDIMENTAZIONE</b>	0,042		64,09	35,91
	0,036		65,47	34,53
	0,029		66,16	33,84
	0,025		66,85	33,15
	0,021		68,23	31,77
	0,016		69,62	30,38
	0,011		71,69	28,31
	0,007		73,76	26,24
	0,005		75,14	24,86
	0,004		77,21	22,79
	0,003		79,28	20,72
	0,002		81,35	18,65
	0,001		84,81	15,19
		100,00	0,00	

<b>Ghiaia [%]=</b>	<b>23,74</b>
<b>Sabbia [%]=</b>	<b>35,78</b>

<b>Limo [%]=</b>	<b>21,84</b>
<b>Argilla [%]=</b>	<b>18,65</b>

**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 30/10/2012

**Data fine prova:** 03/11/2012

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geo. **FILIPPO FURIA**)



ISE Cert

Organizzazione e controllo  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001:2008

Firma Sperimentatore  
LO SPERIMENTATORE  
(Geom. **Giuseppe**)





**Verbale accettazione N. 1760 del 29/1/2012 Certificato N. 27965 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,40 a m 2,70

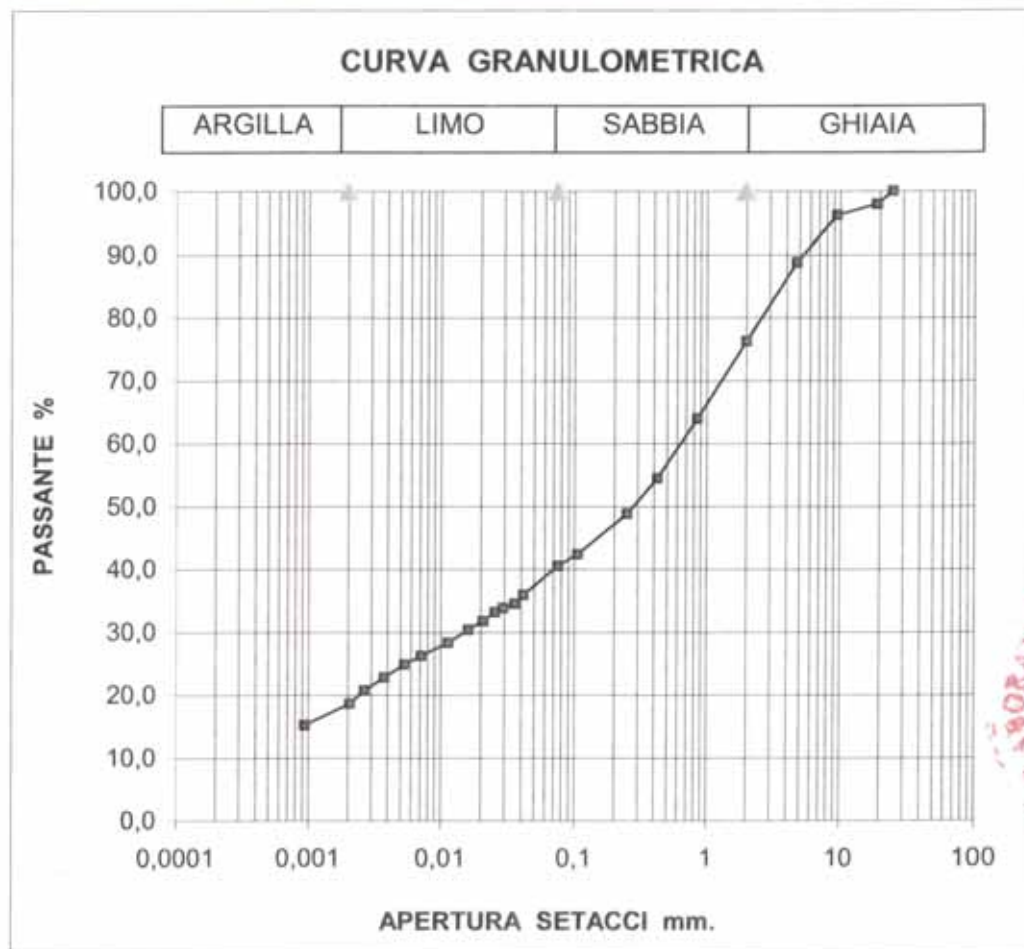
**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia ghiaiosa, limosa e argillosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	20
Volume cilindro prova [cm <sup>3</sup> ]	1000
Peso specifico dei grani	2,77



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 30/10/2012

**Data fine prova:** 03/11/2012

**Nota:**

M.T.R.

Firma Direttore Laboratorio  
(Dott. Geol. Filippo Furia)



ISE Cert

Organizzazione per lo Sviluppo Internazionale  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001:2008

Firma Sperimentatori  
LO SPERIMENTATORE  
(Dott. Ingegner Giuseppe)



**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27966 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl  
**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania **C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 10,50 **a m** 10,80

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato  
**Descrizione visiva:** Limo argilloso sabbioso umido, con inclusi metamorfici, di colore grigio a media consistenza. Metapelite

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Prove effettuate sul campione

- Caratteristiche fisiche
- Analisi granulometrica
- Unia di Adorberg
- Organizzazione della struttura organica
- Determinazione del contenuto di CaCO<sub>3</sub>
- Espansione Calorico Fibra (F.L.F.)
- Inghia fibrosa
- Determinazione Resistenza Residua
- Prova Invasibile (IIV)
- Impermeabile in cella triassiale
- Gravimetria
- Umidità in sito
- Carico in cella
- Indice di permeabilità

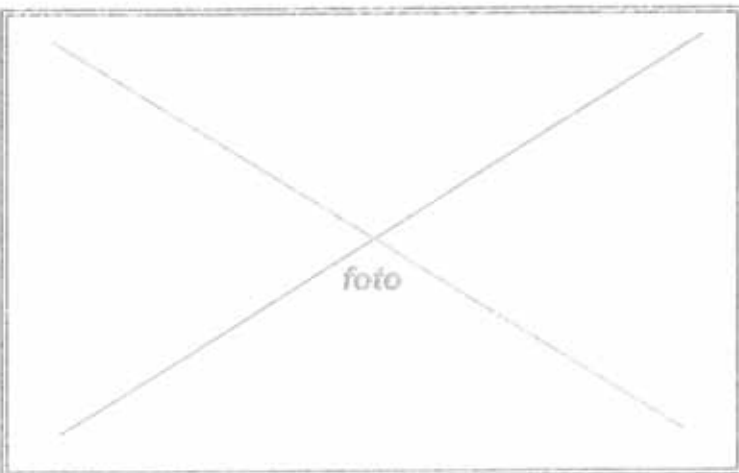
Forma del campione

- Cubico
- Cilindrico
- Matricole sculte

Qualità del campione

(dichiarata dal committente)  
 (UNI ENV 1997-2:2002)

- Q 1 (indisturbato)
- Q 2 (disturbo limitato)
- Q 3 (semi-disturbato)
- Q 4 (disturbato)
- Q 5 (rimaneggiato)



**REP. 2193** **Data inizio prova:** 29/10/2012 **Data fine prova:** 29/10/2012

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 (Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)



Firma Sperimentatore  
 (Geom. **MARCO GIUSEPPE**)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27967 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 10,50 **a m** 10,80

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Limo argilloso sabbioso umido, con inclusi metamorfici, di colore grigio a media consistenza. Metapelite

### MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

(N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Massa Tara [g]</b>	5,60	5,87	42,69
<b>Massa Tara + massa campione umido [g]</b>	589,54	399,56	565,98
<b>Massa Tara + massa campione secco [g]</b>	540,11	365,87	522,21
<b>Contenuto d'acqua [%]</b>	<b>9,25</b>	<b>9,36</b>	<b>9,13</b>

**Contenuto medio d'acqua [%]**

**9,24**



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 29/10/2012

**Data fine prova:** 30/10/2012

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**

(Geom. **Mariauca Giuseppe**)



**ISE Cert**

Organizzazione a cui  
Stipendi di Gestione per la Q. 4510  
Certificato n° 19 del 20/01/2010



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27968 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 10,50 **a m** 10,80

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Limo argilloso sabbioso umido, con inclusi metamorfici, di colore grigio a media consistenza. Metapelite

### MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME

(B.S. 1377 - 1990 Part. II - mtodo delle misurazioni lineari )

	Misura 1	Misura 2
Altezza media provino [cm]	16,78	3,00
Diametro medio provino [cm]	8,40	6,40
Massa provino [g]	1859,00	192,91
Volume Provino [cm <sup>3</sup> ]	929,91	96,51
Peso dell'unità di volume [KN/m <sup>3</sup> ]	19,605	19,602

**Peso medio dell'unita di volume [KN/m<sup>3</sup>]**

**19,60**



REP. 2193

Data inizio prova: 29/10/2012

Data fine prova: 29/10/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. FILIPPO FURIA)

Firma Sperimentatore  
(Geom. *Giuseppe*)



ISE Cert

Organismi a cui  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato n° EN 16247/01/2011



**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27969 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 10,50 a m 10,80

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Limo argilloso sabbioso umido, con inclusi metamorfici, di colore grigio a media consistenza. Metapelite

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI  
(ASTM D 854 )**

	Misura 1	Misura 2
<b>Massa picnometro [g]</b>	83,90	48,06
<b>Massa picnometro + massa campione secco [g]</b>	146,77	69,64
<b>Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]</b>	323,43	161,55
<b>Massa picnometro + massa acqua [g]</b>	283,30	147,81
<b>Temperatura di prova [°C]</b>	22,0	22,0
<b>Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]</b>	27,102	26,983
<b>Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C</b>	2,769	2,756
<b>Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]</b>	27,090	
<b>Dimensione massima dei grani</b>	0,425	
<b>Metodo di prova</b>	A	



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 30/10/2012

**Data fine prova:** 31/10/2012

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. FILIPPO FURIA)**

**Firma Sperimentatore**

*(Geol. M. Maria Giuseppe)*



**ISE Cert**

Organizzazione di  
Sistema a Certificare per la Qualità  
Certificata UNI EN ISO 9001:2008





Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27970 del 7/11/2012

Committente: Ditta S.G.M. srl

Indirizzo: Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

C.F. / Part. iva 03917900874

Progetto / Lavoro: Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

Località Prelievo Campione : Comune di Sinagra (ME)

Sondaggio : S1 Campione: C2 prelevato da: m 10,50 a m 10,80

Classe di Qualità Dichiarata: Q 3 Tipo di contenitore: Sacchetto in plastica sigillato

Def. Granulometrica (AGI): Ghiaia con sabbia limosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Peso netto del Campione essiccato [g]		450,75	
Peso del campione essiccato trattenuto al setaccio 0,075 (g)		364,2	
Passante al setaccio 0,075 [g]		86,6	
Diametro	PESO NETTO	TRATTENUTO	PASSANTE
	Apertura mm	Tratt. gr.	Cumul. %
SETACCIATURA	19	0,00	0,00
	9,5	10,06	2,23
	4,75	62,91	16,19
	2	134,38	46,00
	0,85	86,13	65,11
	0,425	30,91	71,97
	0,25	17,81	75,92
	0,106	17,62	79,83
	0,075	4,36	80,79
	SEDIMENTAZIONE		

Ghiaia [%]=	46,00
Sabbia [%]=	34,79



REP. 2193

Data inizio prova: 30/10/2012

Data fine prova: 03/11/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

IL DIRETTORE (Dot. Geol. Filippo Furia)



ISE Cert

Organismo di Certificazione per il Settore Geotecnico (DPR 380/2001)

Firma Spazimentatori

(Geol. Misa Giuseppe)



**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27970 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S1 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 10,50 **a m** 10,80

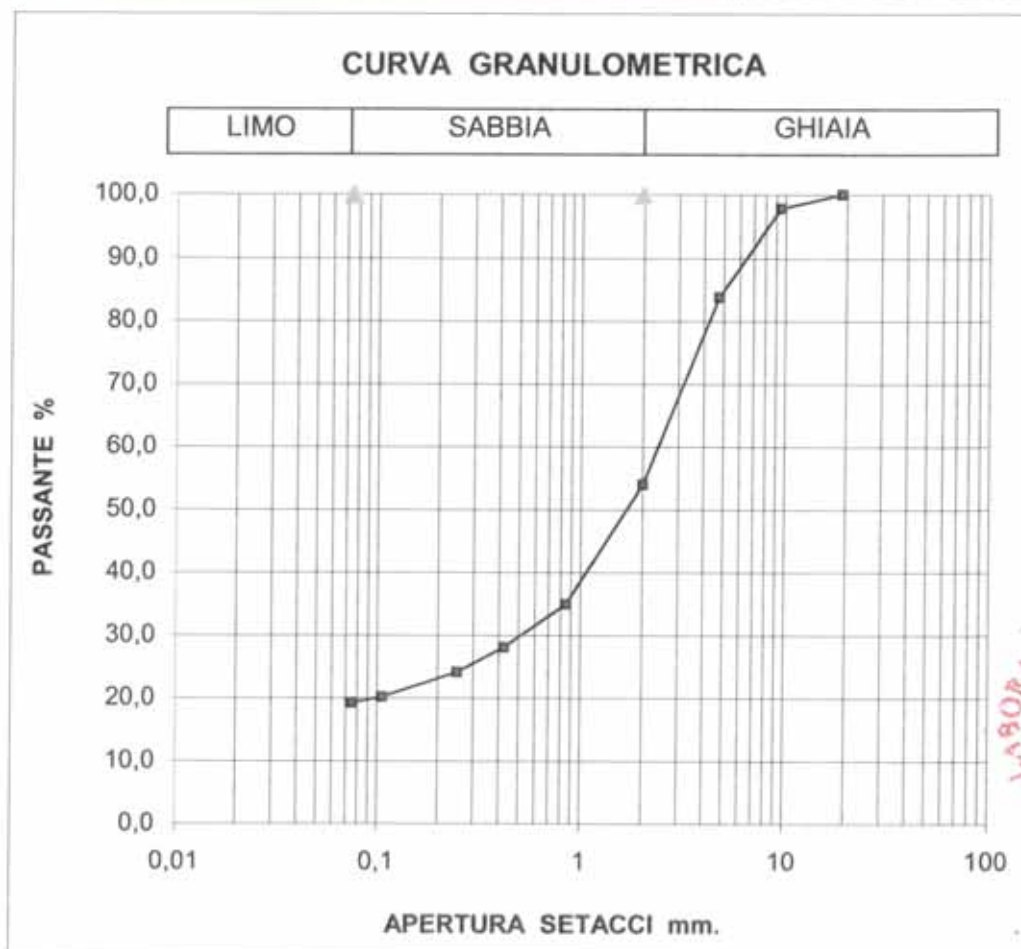
**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Def. Granulometrica (AGI):** Ghiaia con sabbia limosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	22
Volume cilindro prova [cm <sup>3</sup> ]	1000
Peso specifico dei grani	2,76



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 30/10/2012

**Data fine prova:** 03/11/2012

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio

IL DIRETTORE  
(Dot. Geol. **FILIPPO FURIA**)



ISE Cert

Ing. Giuseppe...  
Società di Geotecnica per la Sicilia  
Certificato n° 25/16/2011/2012

Firma Sperimentatori  
(Geom. **Misulino Giuseppe**)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27971 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,50 a m 2,85

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Limo argilloso con inclusi metamorfici a composizione muscovitica, di colore grigio-beige a media consistenza. Metapelite

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

#### Prove effettuate sul campione

- ✓ Caratteristiche fisiche
- ✓ Analisi granulometrica
- Limiti di Atterberg
- Determinazione della sostanza organica
- Impedimento del contenitore di Casella
- Espansione Laterale Libera (L.L.L.)
- Tafo Pirallo
- Determinazione Resistenza Pressiva
- Prova triassiale (CTU)
- Comportabilità in altre condizioni
- Prova edometrica
- Forzate in sito
- Carico in Prova
- Indice di portanza CPT

#### Forma del campione

- Cubico
- ✓ Cilindrico
- Metalloso

#### Qualità del campione

(dichiarata dal committente)

(UNI ENV 1997-2:2002)

- ✓ Q 1 (indisturbato)
- Q 2 (disturbo limitato)
- Q 3 (semi-disturbato)
- Q 4 (disturbato)
- Q 5 (rimaneggiato)



REP. 2193

Data inizio prova:

29/10/2012

Data fine prova:

29/10/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. FILIPPO FURIA)



ISE Cert

Organizzazione e  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificati UNI EN ISO 9001:2008

Firma Sperimentatori  
LO SPERIMENTATORE  
(Geom. Misurata Giuseppe)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27972 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,50 **a m** 2,85

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Limo argilloso con inclusi metamorfici a composizione muscovitica, di colore grigio-beige a media consistenza. Metapelite

**MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA**  
(N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Massa Tara [g]</b>	5,38	451,22	185,32
<b>Massa Tara + massa campione umido [g]</b>	597,67	793,06	494,84
<b>Massa Tara + massa campione secco [g]</b>	537,36	758,66	462,98
<b>Contenuto d'acqua [%]</b>	<b>11,34</b>	<b>11,19</b>	<b>11,47</b>

**Contenuto medio d'acqua [%]** **11,33**



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 29/10/2012

**Data fine prova:** 30/10/2012

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**IL DIRETTORE TECNICO**  
*(Dott. Geol. FILIPPO FURIA)*

**Firma Sperimentatori**  
*(Geom. Misurata Giuseppe)*



**ISE Cert**

Organizzazione per  
Sistemi di Gestione per la Qualità  
Certificata UNI EN ISO 9001:2008



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27973 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,50 a m 2,85

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Limo argilloso con inclusi metamorfici a composizione muscovitica, di colore grigio-beige a media consistenza. Metapelite

### MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME

(B.S. 1377 - 1990 Part. II - mtodo delle misurazioni lineari )

	Misura 1	Misura 2
Altezza media provino [cm]	13,24	3,00
Diametro medio provino [cm]	8,41	6,40
Massa provino [g]	1545,02	204,57
Volume Provino [cm <sup>3</sup> ]	735,48	96,51
Peso dell'unità di volume [KN/m <sup>3</sup> ]	20,601	20,787

**Peso medio dell'unità di volume [KN/m<sup>3</sup>]**

**20,69**



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 29/10/2012

**Data fine prova:** 29/10/2012

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**IL DIRETTORE TECNICO**  
(Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)

**Firma Sperimentatori**  
**LO SPERIMENTATORE**  
(Geom. **Maria Anna Giuseppe**)



**ISE Cert**

Organismo di  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato n° 14 80 001 000



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27974 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,50 **a m** 2,85

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Limo argilloso con inclusi metamorfici a composizione muscovitica, di colore grigio-beige a media consistenza. Metapelite

### MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854 )

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro [g]	105,30	83,15
Massa picnometro + massa campione secco [g]	170,44	125,26
Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]	396,06	309,19
Massa picnometro + massa acqua [g]	354,67	282,50
Temperatura di prova [°C]	22,0	22,0
Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]	26,886	26,768
Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C	2,747	2,734
Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]	26,875	
Dimensione massima dei grani	0,425	
Metodo di prova	A	



REP. 2193

Data inizio prova: 30/10/2012

Data fine prova: 31/10/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. FILIPPO FURIA)

Firma Sperimentatori

(Geom. M. ...)



ISE Cert

Organizzazione per  
la Standardizzazione  
e la Certificazione  
in Italia





**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27975 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,50 a m 2,85

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili  
**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia e ghiaia con limo

**ANALISI GRANULOMETRICA**  
**(Raccomandazioni AGI 1994)**

<b>Peso netto del Campione essiccato [g]</b>		466,87	
<b>Peso del campione essiccato trattenuto al setaccio 0,075 (g)</b>		331,1	
<b>Passante al setaccio 0,075 [g]</b>		135,7	
<b>SETACCIATURA</b>	<b>Diametro</b>	<b>PESO NETTO</b>	<b>TRATTENUTO</b>
	<b>Apertura mm</b>	<b>Tratt. gr.</b>	<b>Cumul. %</b>
	19	0,00	0,00
	9,5	13,54	2,90
	4,75	41,34	11,75
	2	95,39	32,19
	0,85	83,83	50,14
	0,425	39,80	58,67
	0,25	24,47	63,91
	0,106	27,06	69,70
0,075	5,70	70,93	
<b>SEDIMENTAZIONE</b>			



<b>Ghiaia [%]=</b>	<b>32,19</b>
<b>Sabbia [%]=</b>	<b>38,74</b>

**REP.** 2193 **Data inizio prova:** 30/10/2012 **Data fine prova:** 03/11/2012

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 (Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)



**ISE Cert**

**Firma Sperimentatori**  
 (Geol. **Miskaya Giuseppe**)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27975 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

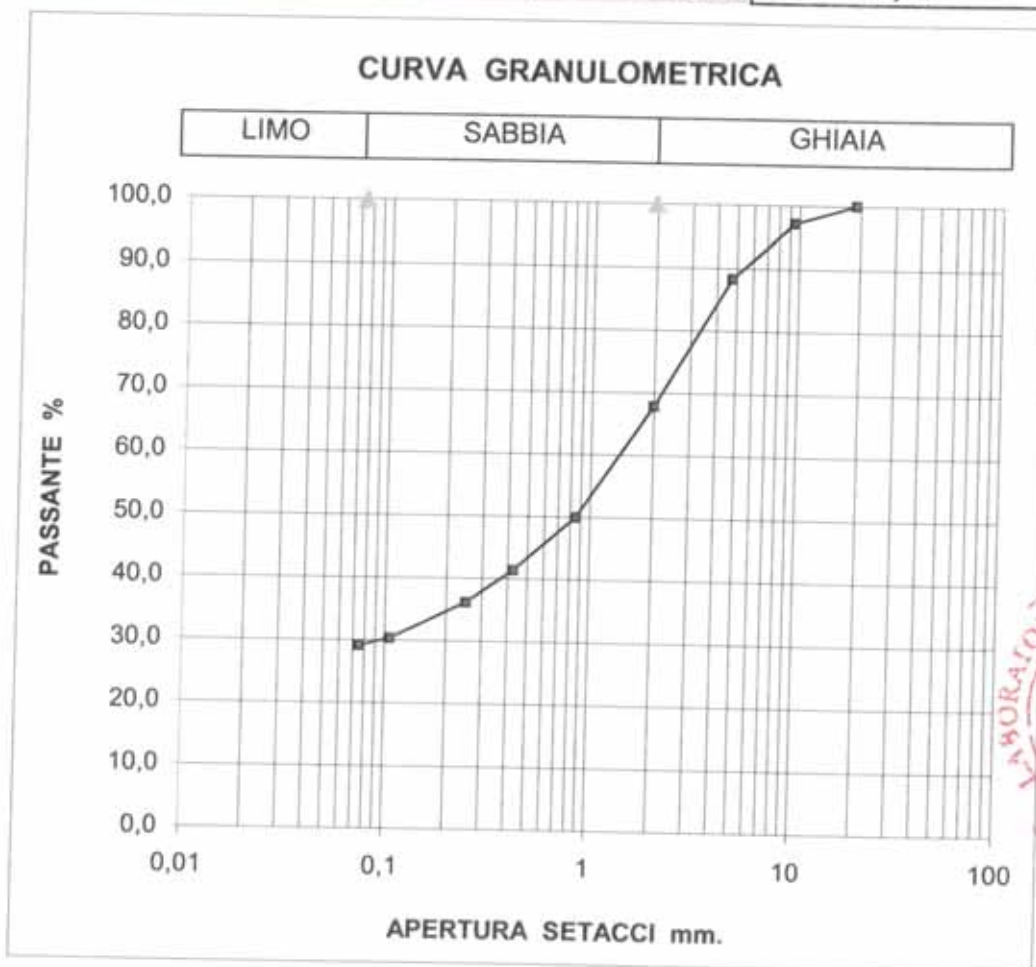
**Sondaggio :** S2 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 2,50 **a m** 2,85

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili  
**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia e ghiaia con limo

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	22
Volume cilindro prova [cm <sup>3</sup> ]	1000
Peso specifico dei grani	2,74



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 30/10/2012

**Data fine prova:** 03/11/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. FILIPPO FURIA)



ISE Cert

Organizzazione per la  
Sicurezza e Gestione per la Qualità  
Certificata UNI EN ISO 9001:2008

Firma Sperimentatori  
LO SPERIMENTATORE  
(Geom. Misurata Giuseppe)



**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27976 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 9,00 **a m** 9,30

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Limo con sabbia umida, di colore grigio con presenza di inclusi metamorfici a media consistenza. Metapelite

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

#### Prove effettuate sul campione

- Caratteristiche fisiche
- Analisi granulometrica
- Limiti di Atterberg
- Determinazione della consistenza organica
- Caratterizzazione del contenuto di CaCO<sub>3</sub>
- Spesione (alveoli liberi) (L.T.)
- Taglio Diretto
- Determinazione Resistenza Tensionale (Tens. triassiale (T3))
- Permeabilità in cella triassiale
- Prova edometrica
- Densità in situ
- Carico su Piastra
- Indice organico (OI)

#### Forma del campione

Cubico

Cilindrico

Metodo di prelievo

#### Qualità del campione

(dichiarata dal committente)

(UNI ENV 1997-2:2002)

Q 1 (indisturbato)

Q 2 (disturbo limitato)

Q 3 (semi-disturbato)

Q 4 (disturbato)

Q 5 (rimaneggiato)



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 29/10/2012

**Data fine prova:** 29/10/2012

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE  
(Dott. Geol. FILIPPO FURIA)



ISE Cert

Organizzazione per il  
Sistema di Certificazione per la Qualità  
Certificazioni UNI EN ISO 9001:2008

Firma Sperimentatore  
IL Sperimentatore  
(Geom. Giuseppe)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27977 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 9,00 **a m** 9,30

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Limo con sabbia umida, di colore grigio con presenza di inclusi metamorfici a media consistenza. Metapelite

### MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Massa Tara [g]</b>	21,84	5,68	12,32
<b>Massa Tara + massa campione umido [g]</b>	340,80	635,90	336,28
<b>Massa Tara + massa campione secco [g]</b>	305,21	564,76	299,32
<b>Contenuto d'acqua [%]</b>	<b>12,56</b>	<b>12,72</b>	<b>12,88</b>

**Contenuto medio d'acqua [%]**

**12,72**



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 29/10/2012

**Data fine prova:** 30/10/2012

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**IL DIRETTORE TECNICO**  
(Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)

**Firma Spesimentatore**  
(Geom. **Maria Giuseppa**)



**ISE Cert**

Organismo di Certificazione per la Qualità  
Certificato n° 14 020001 2012



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27978 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 9,00 **a m** 9,30

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Limo con sabbia umida, di colore grigio con presenza di inclusi metamorfici a media consistenza. Metapelite

### MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME

(B.S. 1377 - 1990 Part. II - mtodo delle misurazioni lineari )

	Misura 1	Misura 2
Altezza media provino [cm]	14,22	3,00
Diametro medio provino [cm]	8,35	6,40
Massa provino [g]	1456,99	182,40
Volume Provino [cm <sup>3</sup> ]	778,69	96,51
Peso dell'unità di volume [KN/m <sup>3</sup> ]	18,349	18,534

<b>Peso medio dell'unita di volume [KN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>18,44</b>
---	--------------



REP. 2193

Data inizio prova: 29/10/2012 Data fine prova: 29/10/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

IL DIRETTORE TECNICO  
(Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)

Firma Spedimentatori  
(Geom. **Massimo Giuseppe**)



SEZIONE 4-01  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato n° 11-03-001-2008



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27979 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 9,00 **a m** 9,30

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Limo con sabbia umida, di colore grigio con presenza di inclusi metamorfici a media consistenza. Metapelite

### MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854 )

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro [g]	82,31	50,87
Massa picnometro + massa campione secco [g]	132,75	70,98
Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]	314,11	163,26
Massa picnometro + massa acqua [g]	281,84	150,43
Temperatura di prova [°C]	22,0	22,0
Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]	27,212	27,093
Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C	2,780	2,768
Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]	27,201	
Dimensione massima dei grani	0,425	
Metodo di prova	A	



REP. 2193

Data inizio prova: 30/10/2012

Data fine prova: 31/10/2012

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
(Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)

Firma Sperimentatori  
**LO SPERIMENTATORE**  
(Geom. **Masulana Giuseppe**)



ISE Cert

Registrazione n° 10  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato n° 114/02 del 1°/2002





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27980 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 9,00 a m 9,30

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia con limo, ghiaiosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

<b>Peso netto del Campione essiccato [g]</b>		507,89		
<b>Peso del campione essiccato trattenuto al setaccio 0,075 (g)</b>		336,6		
<b>Passante al setaccio 0,075 [g]</b>		171,3		
	Diametro	PESO NETTO	TRATTENUTO	PASSANTE
	Apertura mm	Tratt. gr.	Cumul. %	Cumul. %
SETACCIATURA	37,5	0,00	0,00	100,00
	25	18,77	3,70	96,30
	19	7,33	5,14	94,86
	9,5	15,72	8,23	91,77
	4,75	17,28	11,64	88,36
	2	45,46	20,59	79,41
	0,85	123,16	44,84	55,16
	0,425	53,51	55,37	44,63
	0,25	24,58	60,21	39,79
	0,106	25,20	65,17	34,83
	0,075	5,61	66,28	33,72
SEDIMENTAZIONE				

<b>Ghiaia [%]=</b>	<b>20,59</b>
<b>Sabbia [%]=</b>	<b>45,69</b>



**REP.** 2193 **Data inizio prova:** 30/10/2012 **Data fine prova:** 03/11/2012

**Nota:**

*Firma Direttore Laboratorio*  
Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**



*Firma Sperimentatori*  
**LO SPERIMENTATORE**  
(Geom. Misurata Giuseppe)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°10947 del 18/10/2011 Art. 59 DPR 380/2001

Pagina 2 di 2

**Verbale accettazione N. 1760 del 29/10/2012 Certificato N. 27980 del 7/11/2012**

**Committente:** Ditta S.G.M. srl

**Indirizzo:** Via Umberto n° 196 - 95023 Catania

**C.F. / Part. iva** 03917900874

**Progetto / Lavoro:** Messa in sicurezza area di c.da Mulinazzo - Gabbioni e drenaggi ME 21/A

**Località Prelievo Campione :** Comune di Sinagra (ME)

**Sondaggio :** S2 **Campione:** C2 **prelevato da:** m 9,00 **a m** 9,30

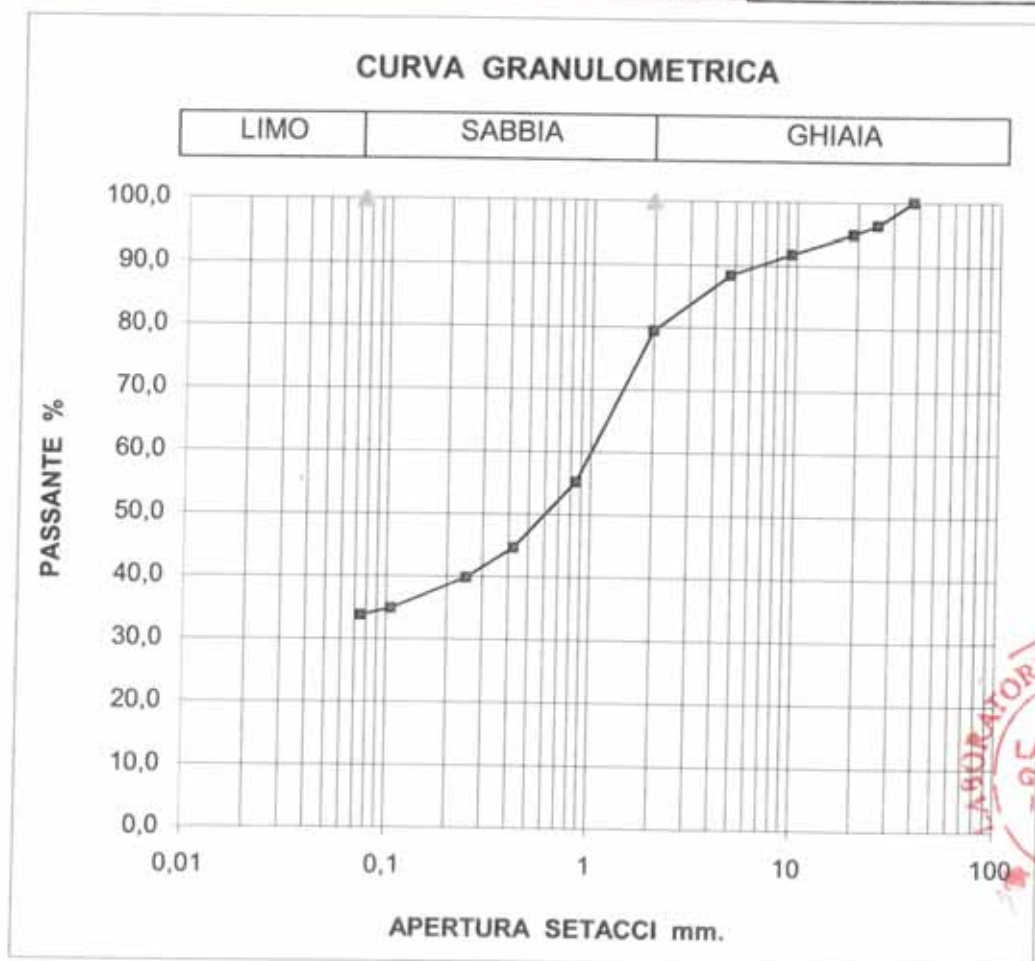
**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia con limo, ghiaiosa

## ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	22
Volume cilindro prova [cm <sup>3</sup> ]	1000
Peso specifico dei grani	2,77



**REP.** 2193

**Data inizio prova:** 30/10/2012

**Data fine prova:** 03/11/2012

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
(Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**)



**ISE Cert**

Organizzazione per la Qualità  
Sistema di Gestione per la Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001:2008

Firma Spedimentatore  
**LO SPEDIMENTATORE**  
(Geom. **Misuraca Giuseppe**)