PROVINCIA DI GENOVA

Mediterranea delle Acque

iren

PROGETTO PRELIMINARE

OPERE DI COMPLETAMENTO DEL DEPURATORE ACQUE REFLUE DEL COMUNE DI RAPALLO

RELAZIONE DI SCREENING

Allegato 2

Analisi Modellistica Tridimensionale di Deflusso di Falda per la Valutazione delle Conseguenze di un Potenziale Sversamento nel torrente Boate a carico del campo pozzi di Sant'Anna.

Annesso 2

Indagini geognostiche sul sito proposto e sulla zona eventualmente interessata da un ipotetico sversamento

(Aprile -Maggio 2011)

Coordinamento del progetto per Mediterranea delle Acque s.p.a.:
Ing. Gianluca Fontana

Data emissione: Giugno 2011

Preparato da:

Dott. Geol. Luciano Minetti
Dott. Geol. Carlo Baracco



Annesso 2

Indagini geognostiche sul sito proposto e sulla zona eventualmente interessata da un ipotetico sversamento (Aprile Maggio 2011):

- Ubicazione delle indagini
  - Sondaggi Geognostici
  - Prospezione Sismica
- Stratigrafie relative
- Dettaglio sondaggi geognostici
- Analisi geotecniche di laboratorio
- Dettaglio Prospezione sismica.

<u>Ubicazione Indagini</u>

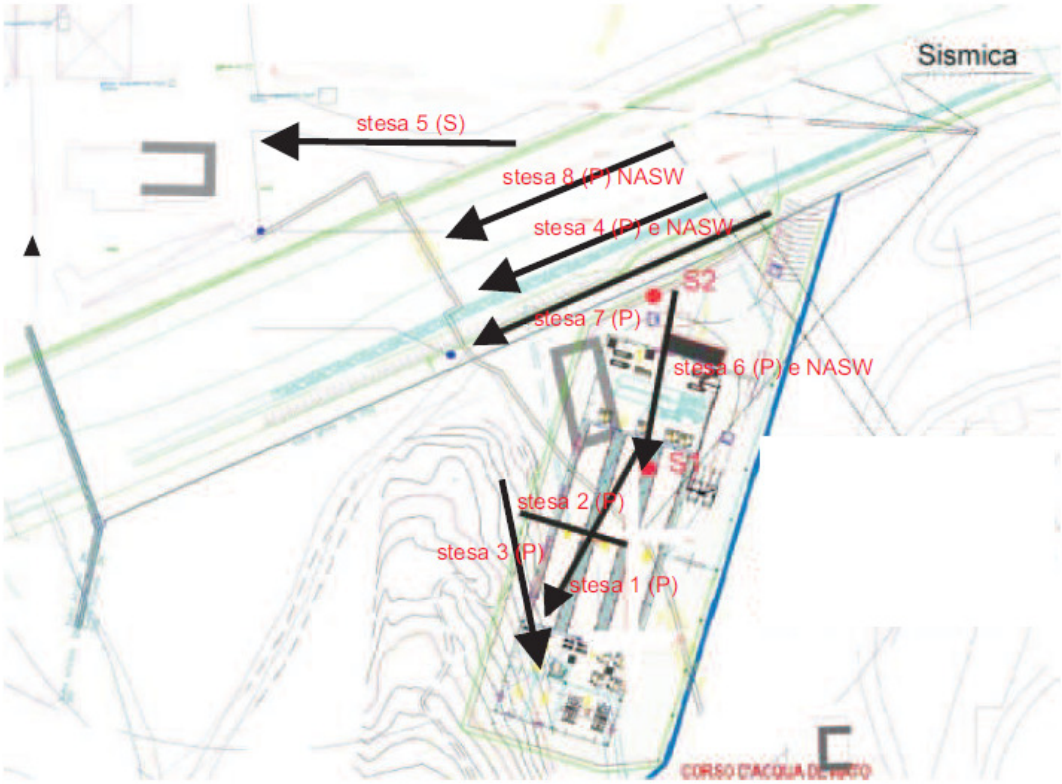


Fig. 1 Posizione di tutte le indagini svolte: sondaggi geognostici e stese sismiche in corrispondenza dell'impianto, dell'alveo e tra alveo e campo pozzi S.Anna

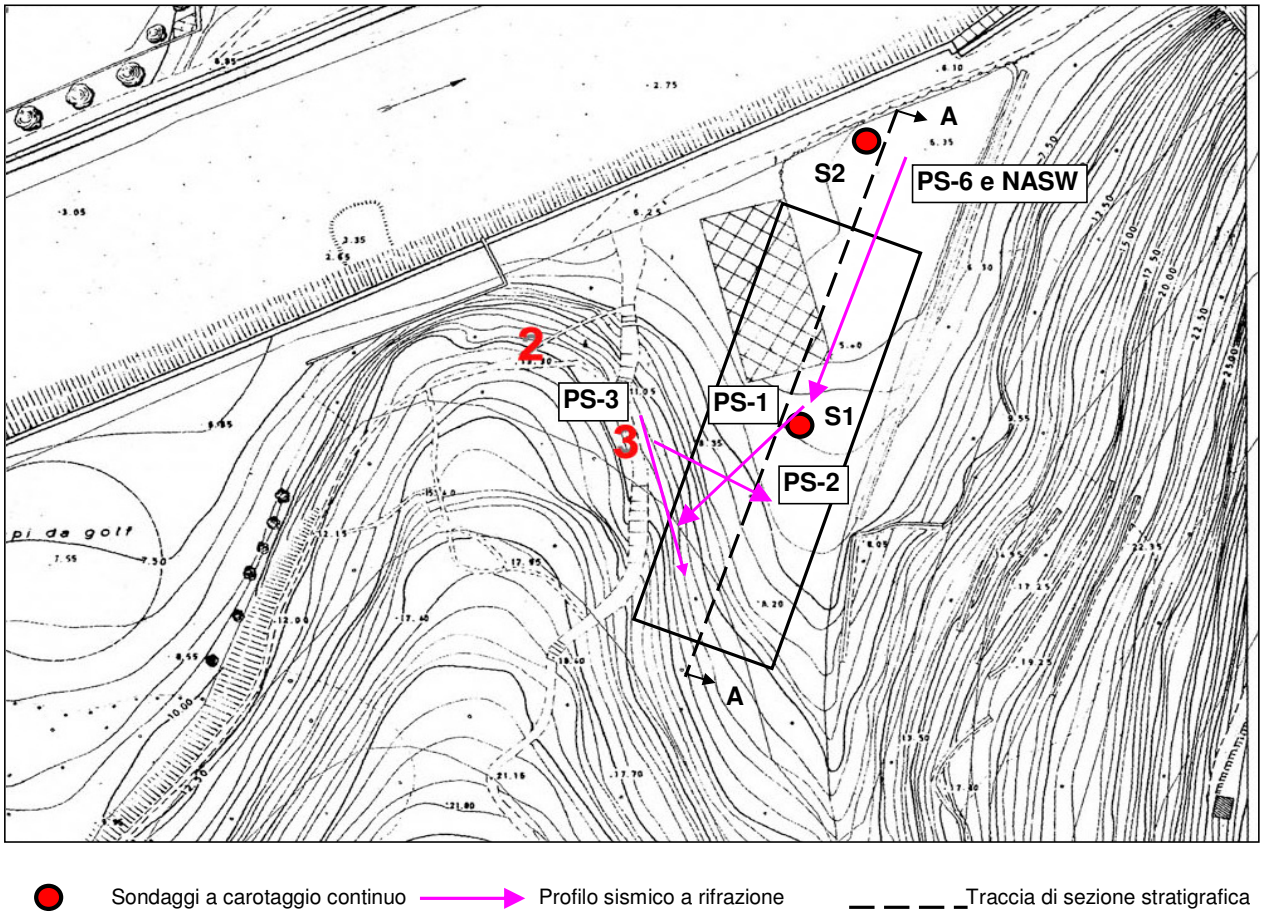


Figura 2 Posizione delle indagini geognostiche relative all'impianto

Sezioni Stratigrafie

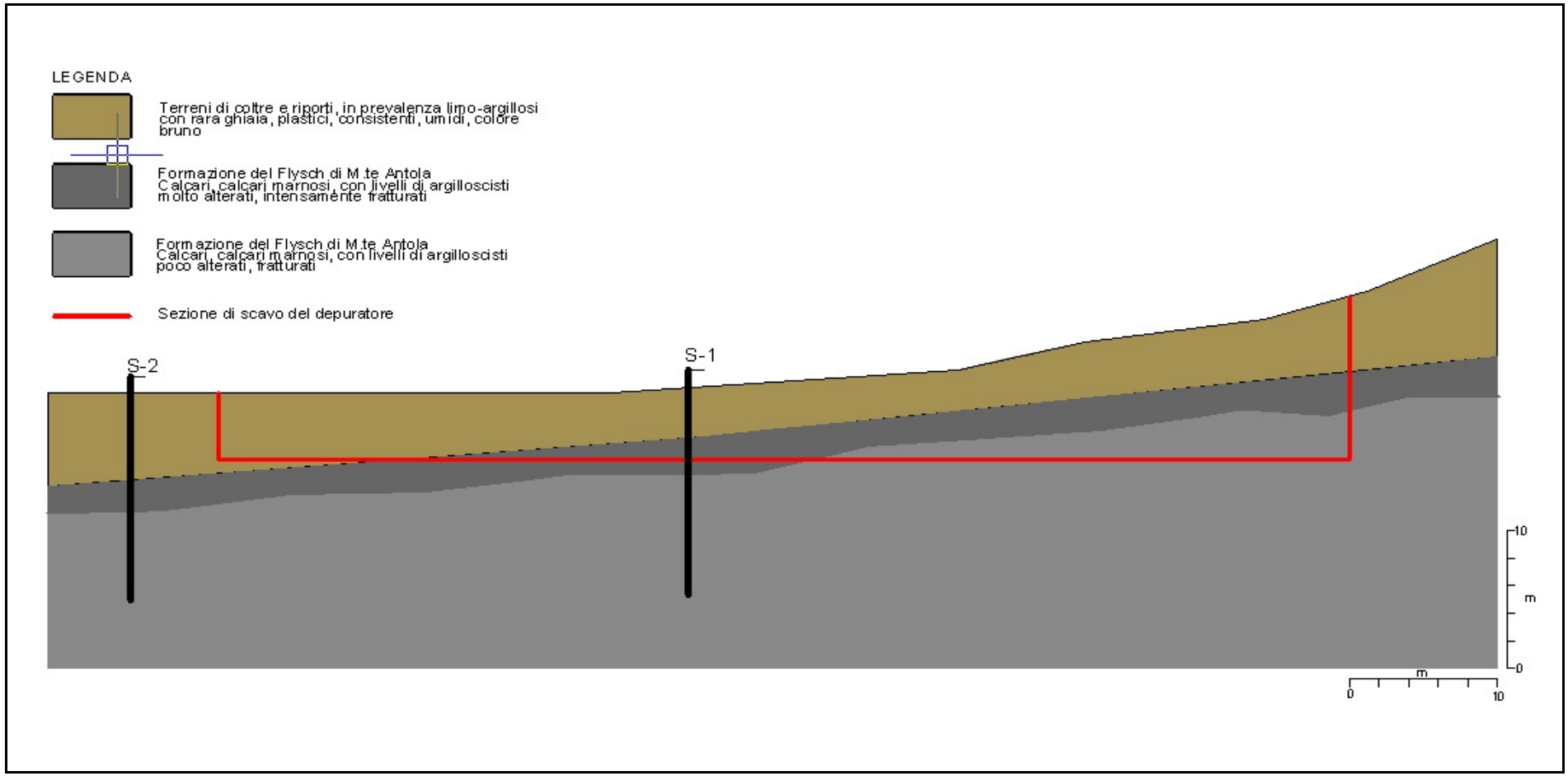


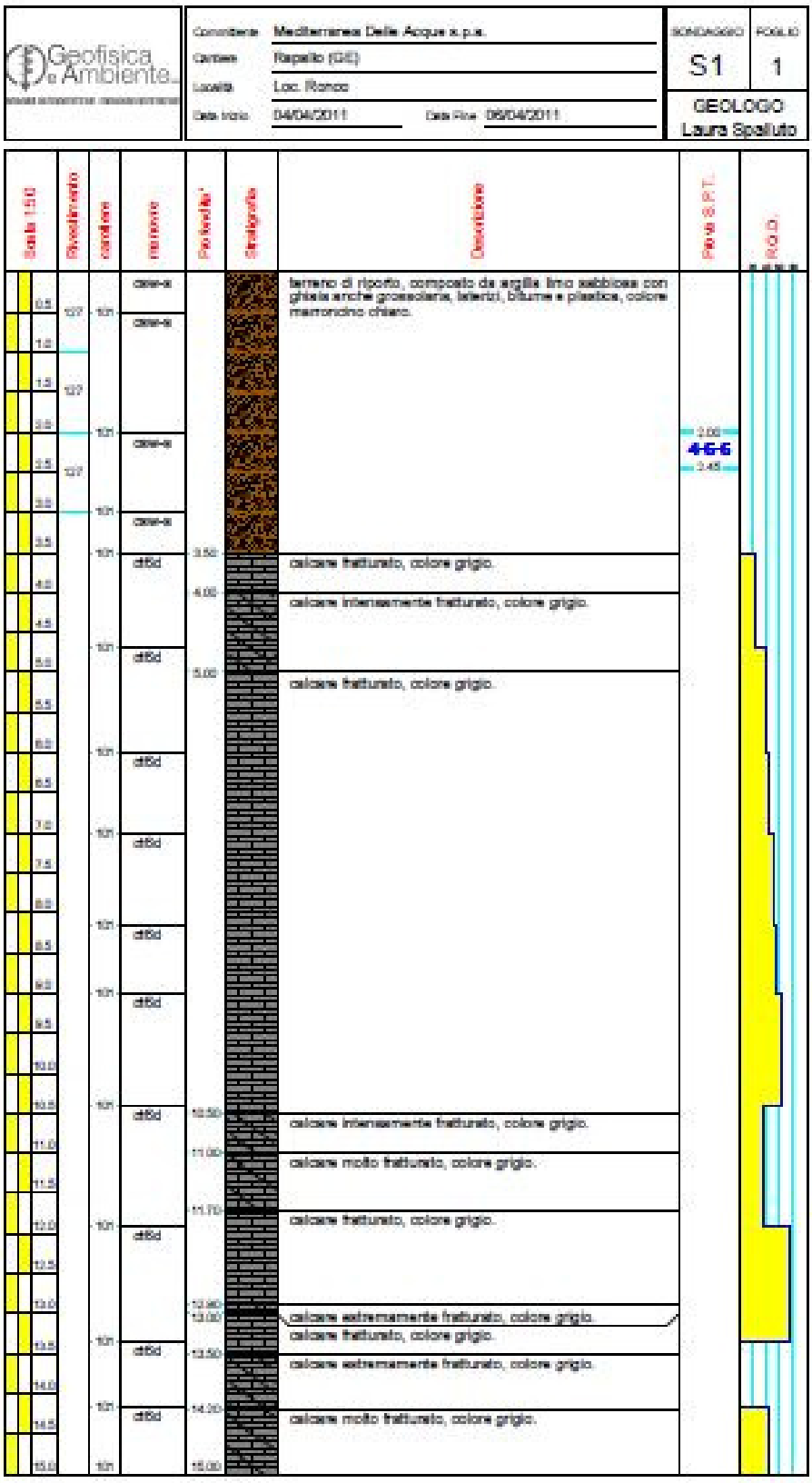
Figura 3 – Sezione litostratigrafia A-A

Strtigrafie Relative alle prospezioni Sismiche In alveo ed in sponda Sinistra Torrente Boate (Stese 4, 5, 7, 8 si veda Fig.1 e relazione indagini geofisiche pag.78)

Da piano alveo		
Da 0 a 0,5-1 m	Alluvioni sciolte sature	Vs circa 130 m/s
Da 0,5-1 a 2,5-3 m	Alluvioni composte da materiale scarsamente permeabile ad es. argilla e/o limo argilloso	Vs 670 m/s
Da 2,5-3 m a 5 m	Alluvioni scarsamente addensate permeabili sature	Vs 300 m/s
Da 5 a circa 7 m	Alluvioni addensate sature	Vs 440 m/s
Da 7 a 11 m	Alluvioni molto addensate sature	Vs 520 m/s
Da 11 a 14 m	Substrato roccioso alterato e/o fratturato	Vs 730 m/s
Da piano strada		
Da 0 a 4 m	Materiale scarsamente addensato	Vs 190 m/s
Da 4 a 5,5-6 m circa	Alluvioni addensate scarsamente permeabili fini sature	Vs 480 m/s
Da 5,5-6 a 6,5	Alluvioni estremamente addensate impermeabili (argilla e/o limo argilloso)	Vs690 m/s
Da 6,5 a 11-12 m	Substrato roccioso alterato e/o fratturato	Vs 740 m/s
Da 11-12 a 21 m	Substrato roccioso	Vs 810 m/s

Per **Geofisica e Ambiente sas**
Dott. Geol. Laura Spalluto

Stratigrafie dei sondaggi con documentazione fotografica





Postazione sondaggio S1

Geofisica e Ambiente



Sondaggio S1 cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri

SPT1 da 2,00 a 2,45 4-6-6

27

0,00 mt

1,00 mt

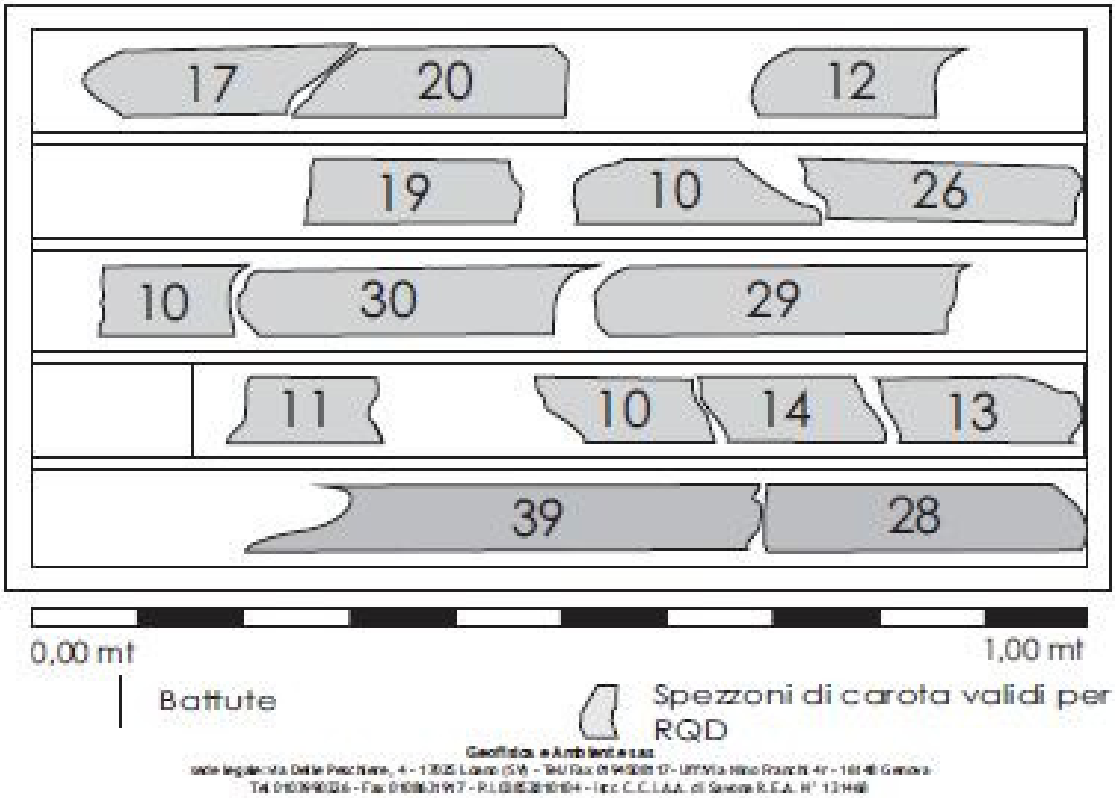
Battute

Spezzoni di carota validi per RQD

Geofisica e Ambiente s.a.s.
via Legnazza 4 - 17035 Loano (SV) - Tel/Fax 019/6...
Tel 019/6... - Fax 019/6... - R.I. ... - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° ...

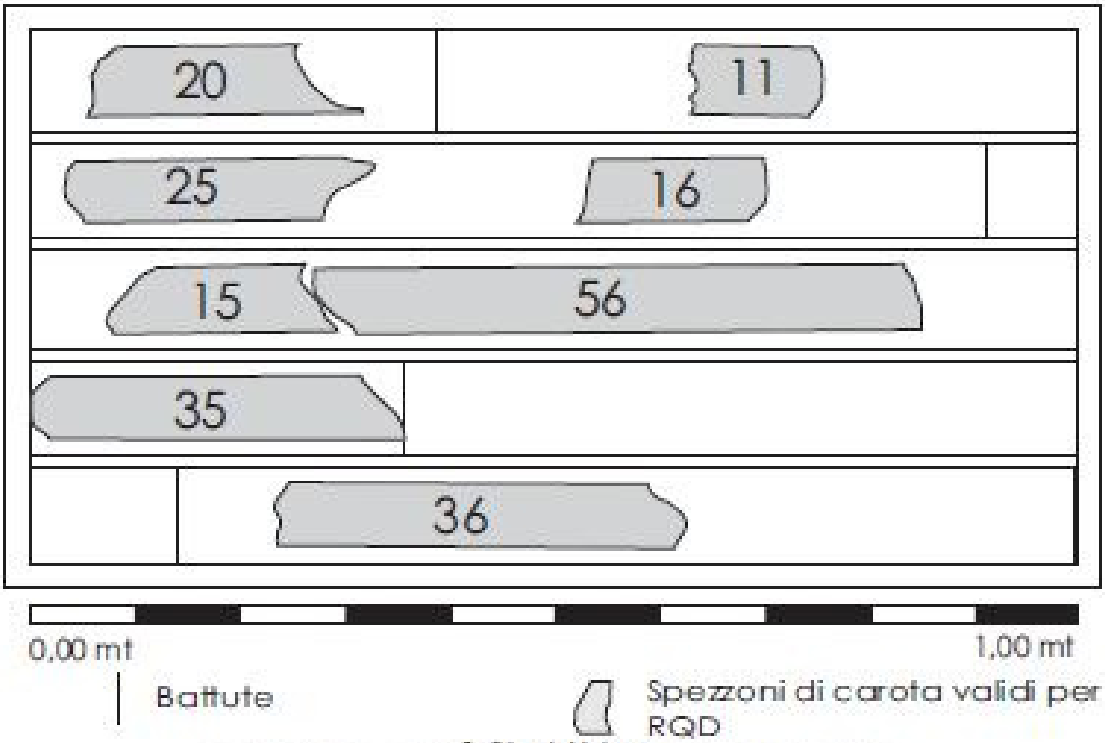


Sondaggio S1 cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri

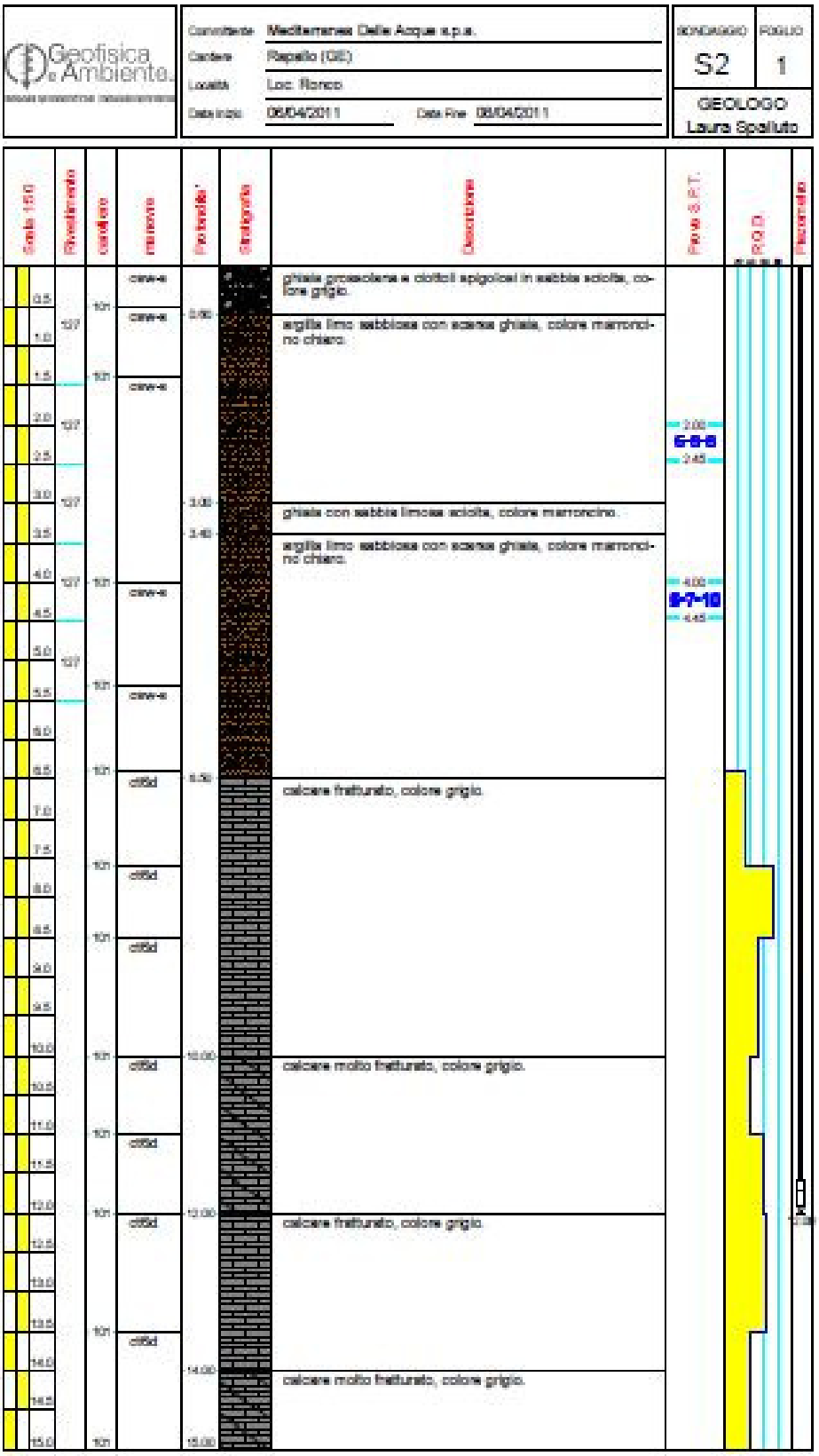




Sondaggio S1 cassetta C3 da 10,00 a 15,00 metri



Geofisica e Ambiente s.r.l.
sede legale via Delle Peschiere, 4 - 17035 Loano (SV) - Tel/Fax 019/6599137 - Ufficio Nino Ronchi 4r - 16148 Genova
Tel 010/8990226 - Fax 010/8631917 - P.I. 02853810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131448


Geofisica & Ambiente
Committente: Mediterranea Delle Acque s.p.a.
Cantiere: Rapallo (GE)
Località: Loc. Ronco
Data inizio: 06/04/2011
Data fine: 06/04/2011
SONDAGGIO: S2
FOGLIO: 1
GEOLOGO: Laura Spaliuto
Scala 1:50
Rivestimento
Carotaggio
manovre
Profondità
Stratigrafia
Descrizione
Prove S.P.T.
R.Q.D.
Piezometro
ghiaia grossolana e ciottoli spigolosi in sabbia sciolta, colore grigio.
argilla limo sabbiosa con scarsa ghiaia, colore marroncino chiaro.
3.00
S-P-T
3.45
ghiaia con sabbia limosa sciolta, colore marroncino.
3.40
argilla limo sabbiosa con scarsa ghiaia, colore marroncino chiaro.
4.00
S-P-T
4.45
calcare fratturato, colore grigio.
6.50
calcare molto fratturato, colore grigio.
10.00
calcare fratturato, colore grigio.
12.00
calcare molto fratturato, colore grigio.
14.00
15.00

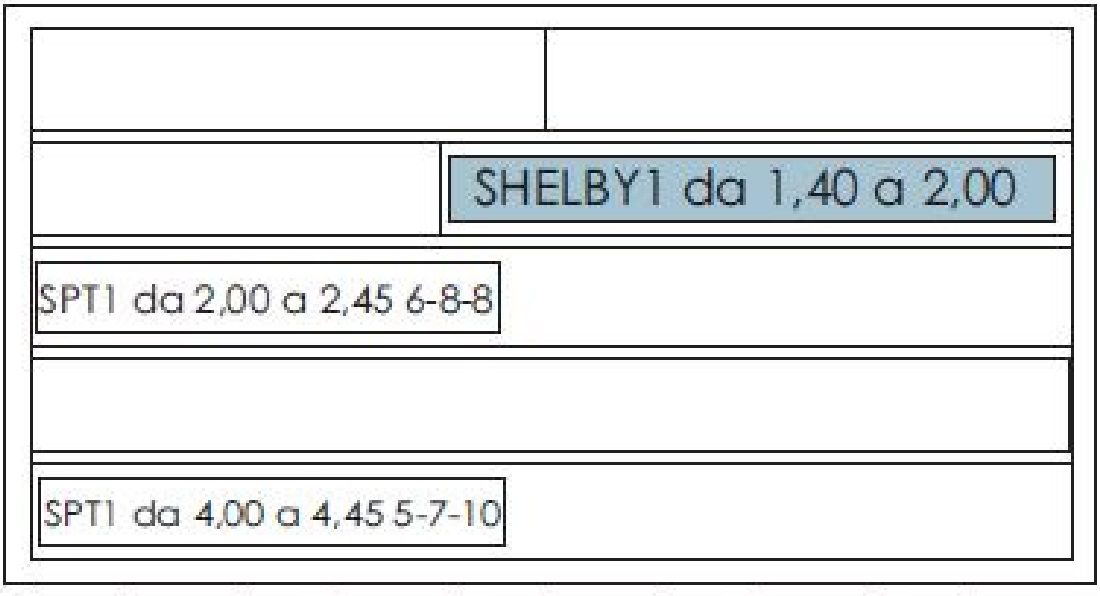


Postazione sondaggio S2

Geofisica e Ambiente...



Sondaggio S2 cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri



0,00 mt 1,00 mt

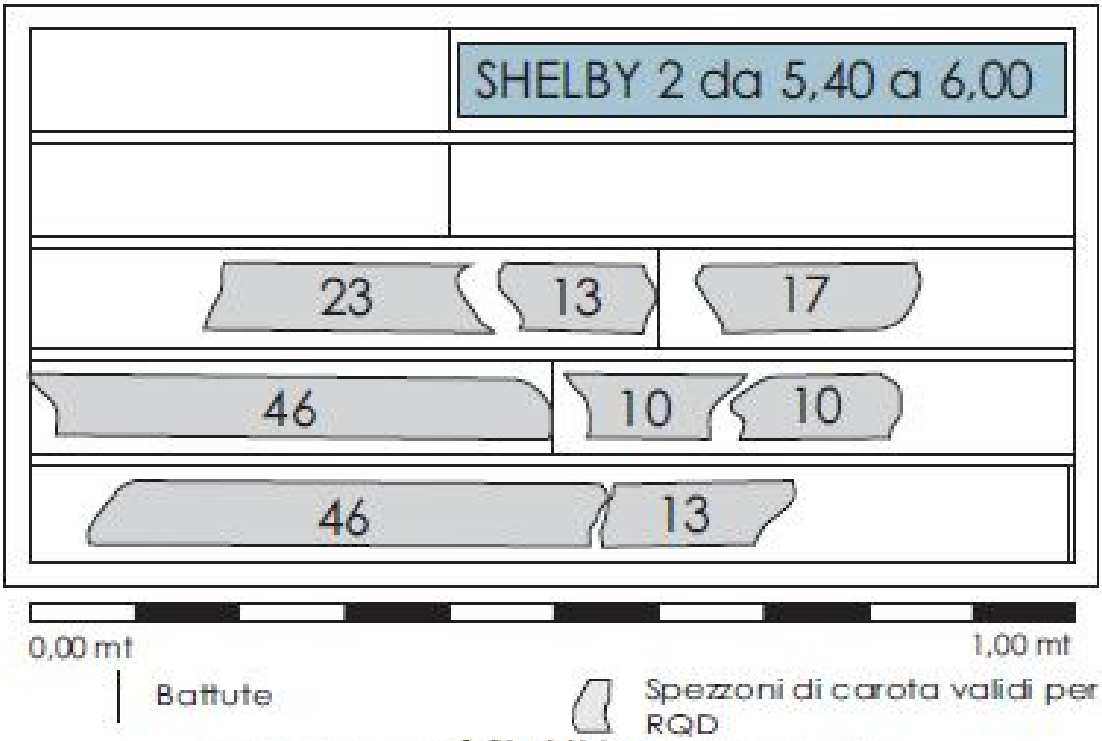
Battute

Spezzoni di carota validi per RQD

Geofisica e Ambiente s.a.s.
sede legale via Delle Peschiere, 4 - 17035 Loano (SV) - Tel/Fax 019/6599170 - Ufficio Nino Ronchi 4/1 - 16148 Genova
Tel 010/3990336 - Fax 010/6519717 - R.I. GE/SV 210104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131448



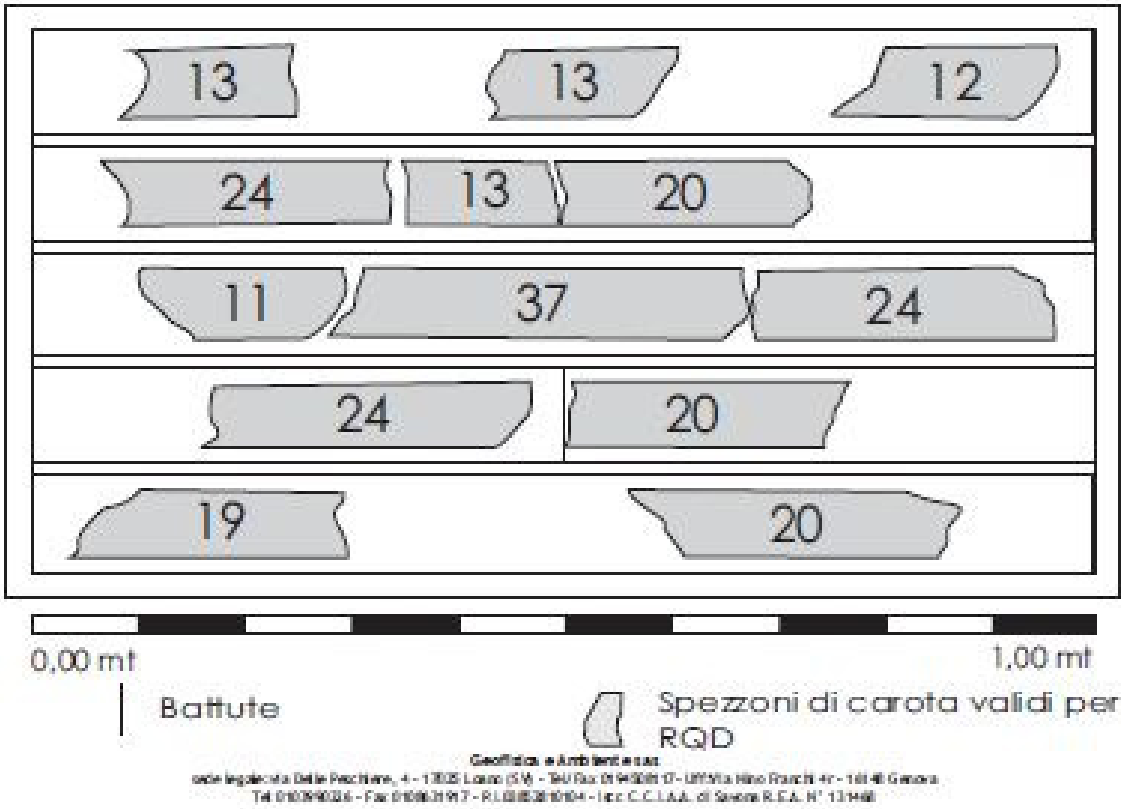
Sondaggio S2 cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri



Geofisica e Ambiente s.a.s.
sede legale via Delle Peschiere, 4 - 19038 Sarzana (SP) - Tel./Fax 0187620617 - Uff. Via Hugo Foscolo 4r - 16149 Genova
Tel. 0103690026 - Fax 0108367917 - P.I. 01083810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Genova R.E.A. N° 131448



Sondaggio S2 cassetta C3 da 10,00 a 15,00 metri



Geofisica e Ambiente s.a.s.
sede legale via Delle Peschiere, 4 - 17035 Loano (SV) - Tel/Fax 019/6081 07 - Uffici via Nino Ronchi 4r - 16148 Genova
Tel 010/3990336 - Fax 010/8631997 - R.I. GE/SV 210104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131948

Certificati delle prove geotecniche di laboratorio:

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-01
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-01
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	4,94
Sabbia (%)	19,97
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	75,09
Diam. max (mm)	15,2

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

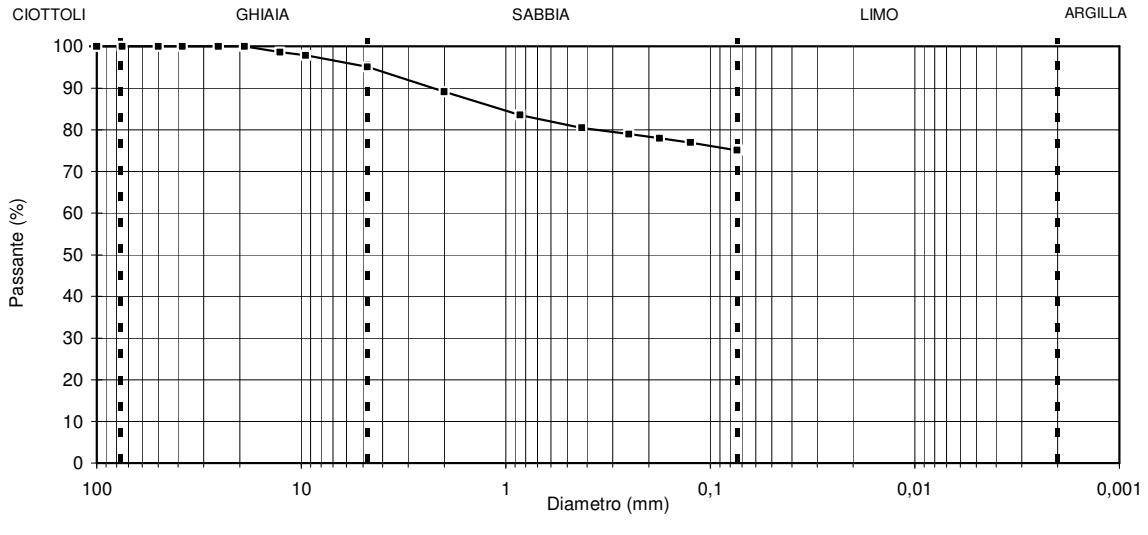
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125,00	100,00
100,00	100,00
75,00	100,00
50,00	100,00
38,10	100,00
25,40	100,00
19,00	100,00
12,70	98,60
9,50	97,84
4,75	95,06
2,00	89,12
0,85	83,52
0,425	80,49
0,250	78,98
0,177	77,99
0,125	76,92
0,075	75,09

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY

Operatore : GO

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	1917,00
Peso lordo secco	(g)	1573,10
Peso tara	(g)	499,72
Peso netto secco	(g)	1073,38
Peso acqua	(g)	343,90
Contenuto in acqua	(%)	**32,04**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-01
Data 04/05/2011

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	26	21	17
Peso lordo umido (g)	53,68	50,17	49,25
Peso lordo secco (g)	45,15	42,29	41,87
Tara (g)	25,67	25,38	26,52
Peso netto secco (g)	19,48	16,91	15,35
Peso acqua (g)	8,53	7,88	7,38
Contenuto acqua (%)	43,8	46,6	48,1

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,48
Intercetta	56,40
Coeff. Correl.	-0,99

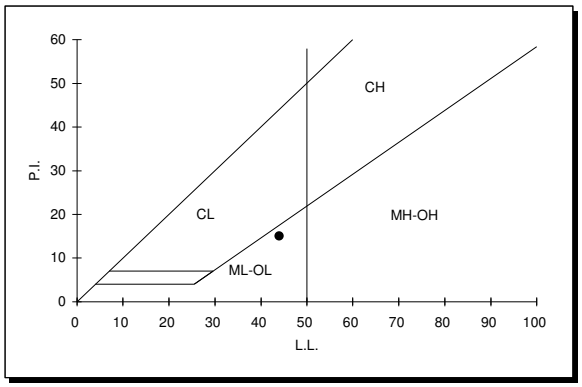
w % (per N=25) 44,4

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	23,36	24,53
Peso lordo secco (g)	21,73	22,60
Tara (g)	16,23	15,91
Peso netto secco (g)	5,50	6,69
Peso acqua (g)	1,63	1,93
Contenuto acqua (%)	29,6	28,8

w % medio 29,2

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 44

LIMITE DI PLASTICITA' 29

INDICE PLASTICITA' 15

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-02
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	**x**
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200 - ASTM D1140-00

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Determinazione della frazione passante al setaccio ASTM N° 200

Peso iniziale del campione essiccato	200,72	(g)
Peso finale del campione dopo setacciatura	79,53	(g)
Peso materiale passante al set ASTM 200	121,19	(g)
Contenuto in fini (Ø < 0.074 mm)	**60,38**	**(%)**

Direttore Tecnico : SVO

Operatore : GO

Note :

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Peso lordo umido	(g)	1431,80
Peso lordo secco	(g)	1186,50
Peso tara	(g)	183,80
Peso netto secco	(g)	1002,70
Peso acqua	(g)	245,30
Contenuto in acqua	(%)	**24,46**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - BS 1377-2:1990

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,23
Altezza	(cm)	12,15
Peso lordo	(g)	1249,50
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1249,50
Volume	(cm^3)	646,35
Peso di volume	(kN/m^3)	**18,96**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-03
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 3.50
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**x**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**x**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-03
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 3.50

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	12,63
Sabbia (%)	30,99
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	56,38
Diam. max (mm)	14,7

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

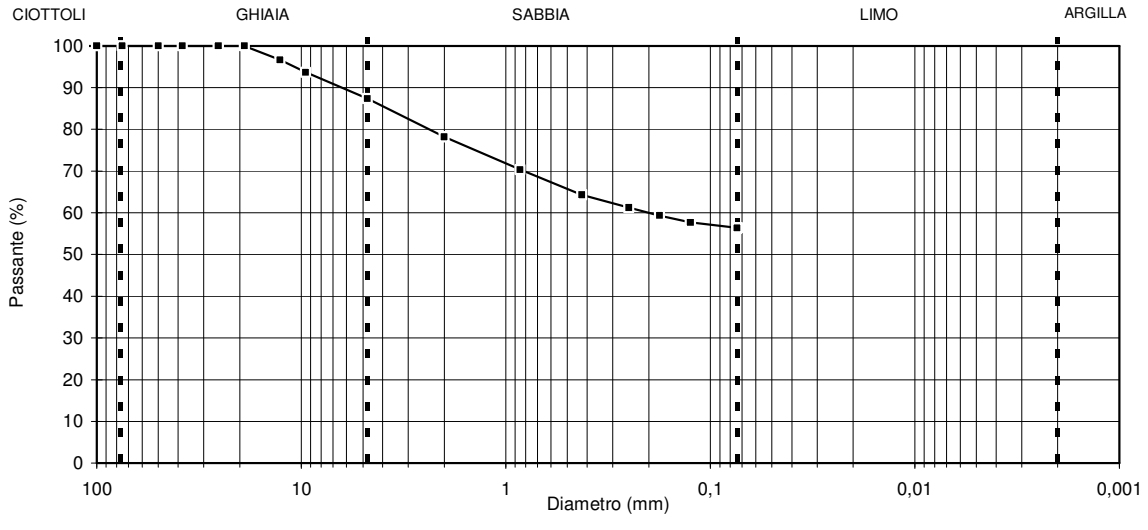
D_{60} (mm)	0,20
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125,00	100,00
100,00	100,00
75,00	100,00
50,00	100,00
38,10	100,00
25,40	100,00
19,00	100,00
12,70	96,67
9,50	93,64
4,75	87,37
2,00	78,22
0,85	70,36
0,425	64,29
0,250	61,22
0,177	59,32
0,125	57,72
0,075	56,38

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY

Operatore : GO

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 3.50

Peso lordo umido	(g)	2170,00
Peso lordo secco	(g)	1872,00
Peso tara	(g)	457,60
Peso netto secco	(g)	1414,40
Peso acqua	(g)	298,00
Contenuto in acqua	(%)	**21,07**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-03
Data 04/05/2011

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S1 Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 3.50

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	33	23	18
Peso lordo umido (g)	45,21	47,25	46,32
Peso lordo secco (g)	40,25	38,00	39,54
Tara (g)	28,00	16,55	24,73
Peso netto secco (g)	12,25	21,45	14,81
Peso acqua (g)	4,96	9,25	6,78
Contenuto acqua (%)	40,5	43,1	45,8

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,34
Intercetta	51,52
Coeff. Correl.	-0,98

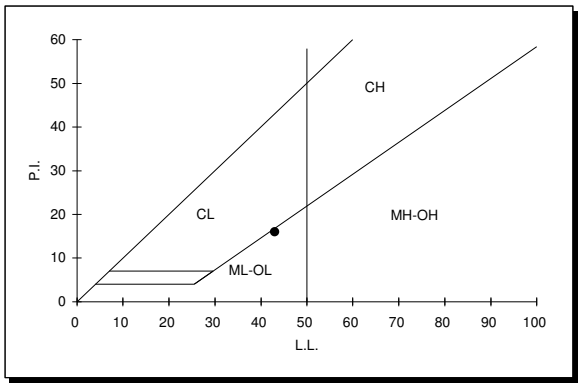
w % (per N=25) 43,0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	28,25	29,66
Peso lordo secco (g)	25,75	26,78
Tara (g)	16,34	16,01
Peso netto secco (g)	9,41	10,77
Peso acqua (g)	2,50	2,88
Contenuto acqua (%)	26,6	26,7

w % medio 26,7

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 43

LIMITE DI PLASTICITA' 27

INDICE PLASTICITA' 16

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - BS 1377-2:1990

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S1 Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 3.50

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,28
Altezza	(cm)	10,80
Peso lordo	(g)	1040,40
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1040,40
Volume	(cm^3)	581,53
Peso di volume	(kN/m^3)	**17,55**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

< G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**x**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**x**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	**x**
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	**x**
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	8,74
Sabbia (%)	15,32
Limo (%)	62,59
Argilla (%)	13,35
P_{200} (%)	75,94
Diam. max (mm)	12,3

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

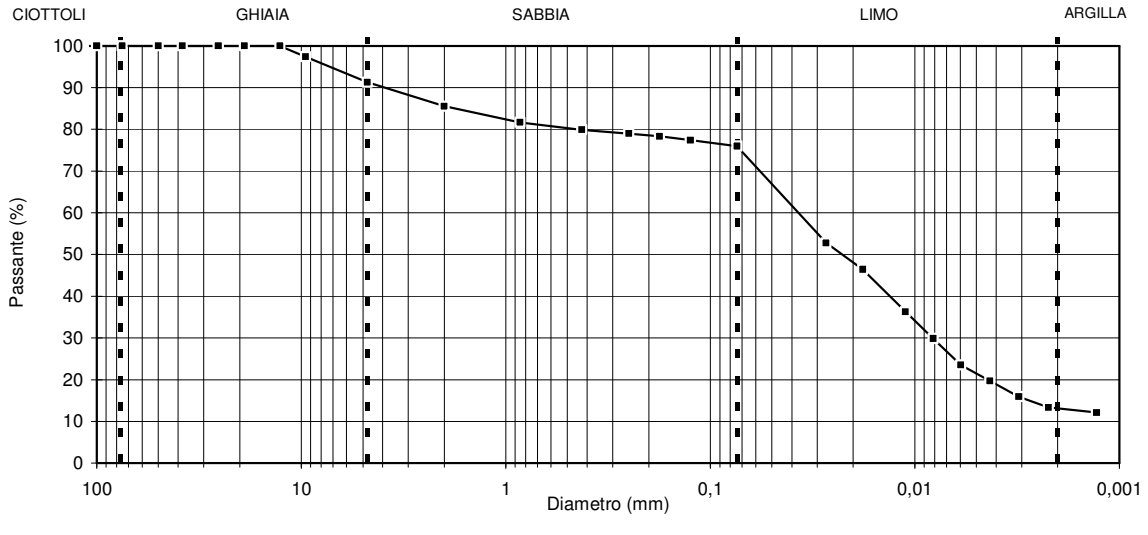
D_{60} (mm)	0,04
D_{30} (mm)	0,01
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125,00	100,00
100,00	100,00
75,00	100,00
50,00	100,00
38,10	100,00
25,40	100,00
19,00	100,00
12,70	100,00
9,50	97,37
4,75	91,26
2,00	85,52
0,85	81,65
0,425	79,89
0,250	78,99
0,177	78,30
0,125	77,42
0,075	75,94

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
0,0271	52,78
0,0180	46,42
0,0111	36,25
0,0081	29,89
0,0060	23,53
0,0043	19,71
0,0031	15,90
0,0022	13,35
0,0013	12,08



Direttore : PBY

Operatore : GO

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	708,50
Peso lordo secco	(g)	620,40
Peso tara	(g)	284,42
Peso netto secco	(g)	335,98
Peso acqua	(g)	88,10
Contenuto in acqua	(%)	**26,22**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	35	26	17
Peso lordo umido (g)	52,78	45,23	49,13
Peso lordo secco (g)	42,65	36,65	38,97
Tara (g)	16,62	16,34	15,91
Peso netto secco (g)	26,03	20,31	23,06
Peso acqua (g)	10,13	8,58	10,16
Contenuto acqua (%)	38,9	42,2	44,1

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,29
Intercetta	49,17
Coeff. Correl.	-0,99

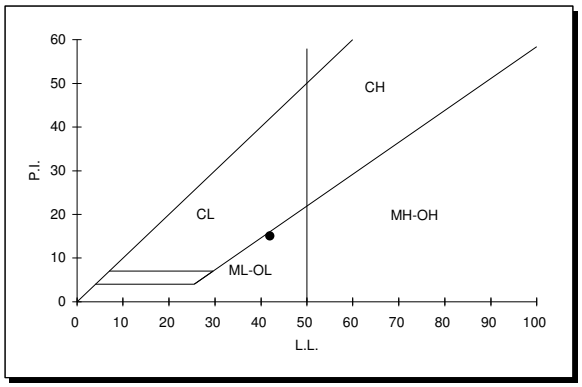
w % (per N=25) 42,0

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25,26	26,52
Peso lordo secco (g)	23,34	24,27
Tara (g)	16,34	16,01
Peso netto secco (g)	7,00	8,26
Peso acqua (g)	1,92	2,25
Contenuto acqua (%)	27,4	27,2

w % medio 27,3

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 42

LIMITE DI PLASTICITA' 27

INDICE PLASTICITA' 15

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - BS 1377-2:1990

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,41
Altezza	(cm)	17,11
Peso lordo	(g)	1806,00
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1806,00
Volume	(cm^3)	950,46
Peso di volume	(kN/m^3)	**18,64**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO - ASTM D854-06

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00

Picnometro n°		3
Peso picnometro	(g)	136,80
Peso materiale secco	(g)	30,07
Peso picnometro dopo ebollizione	(g)	469,45
Temperatura	(°C)	30,0
Peso picnometro + materiale secco	(g)	166,87
Peso picnometro + acqua	(g)	450,15
Peso mat. secco + picnometro + acqua	(g)	480,22
Volume campione	(cm^3)	10,82
Peso Specifico Assoluto		**2,780**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-04
Data 04/05/2011

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

Dati sperimentali

Contenuto in acqua:	w	26,22	%
Peso di volume:	γ	18,64	kN/m^3
Peso specifico assoluto:	G_s	2,780	-

Dati calcolati

Densità secca:	γ_d	14,77	kN/m^3
Porosità:	n	0,46	-
Indice dei vuoti:	e	0,85	-
Grado di saturazione:	S_r	0,86	-
Peso di vol. saturo:	γ_{sat}	19,27	kN/m^3

Note

Direttore : PBY

Operatore : GO

< G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Ci2
Profondità (m) :	5.40 - 6.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**x**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	**x**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	**x**
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci2
Profondità (m) : 5.40 - 6.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	11,41
Sabbia (%)	29,96
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	58,63
Diam. max (mm)	15,5

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

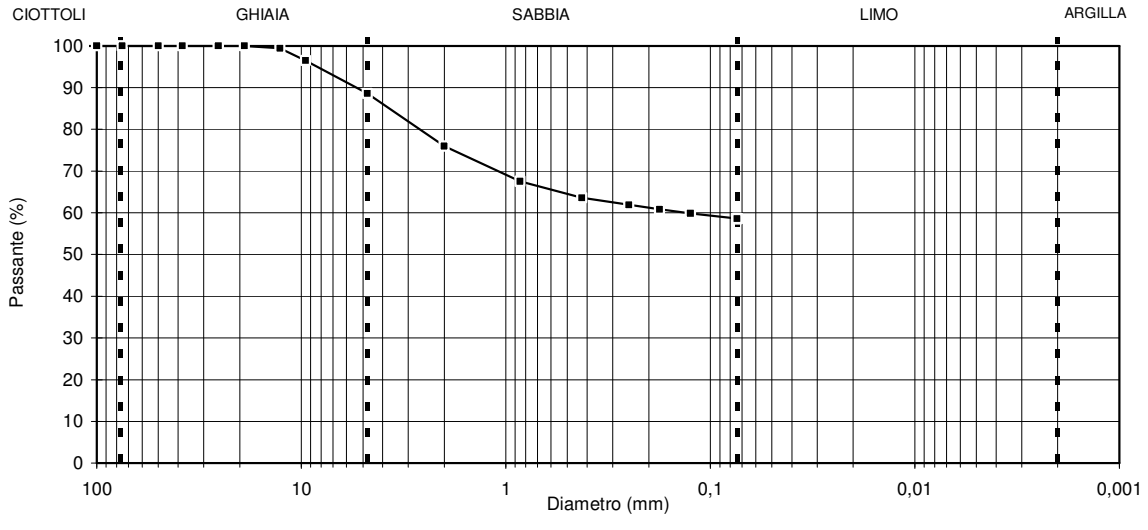
D_{60} (mm)	0,13
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125,00	100,00
100,00	100,00
75,00	100,00
50,00	100,00
38,10	100,00
25,40	100,00
19,00	100,00
12,70	99,41
9,50	96,46
4,75	88,59
2,00	75,95
0,85	67,53
0,425	63,58
0,250	61,86
0,177	60,83
0,125	59,83
0,075	58,63

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY

Operatore : GO

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci2
Profondità (m) :	5.40 - 6.00

Peso lordo umido	(g)	2546,00
Peso lordo secco	(g)	2057,00
Peso tara	(g)	456,50
Peso netto secco	(g)	1600,50
Peso acqua	(g)	489,00
Contenuto in acqua	(%)	**30,55**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA' - ASTM D4318-05

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Ci2
Profondità (m) : 5.40 - 6.00

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

Numero colpi (N)	30	28	19
Peso lordo umido (g)	55,74	42,30	59,00
Peso lordo secco (g)	44,71	34,85	46,54
Tara (g)	16,40	16,02	16,37
Peso netto secco (g)	28,31	18,83	30,17
Peso acqua (g)	11,03	7,45	12,46
Contenuto acqua (%)	39,0	39,6	41,3

DATI REGRESSIONE LINEARE

Pendenza	-0,21
Intercetta	45,24
Coeff. Correl.	-1,00

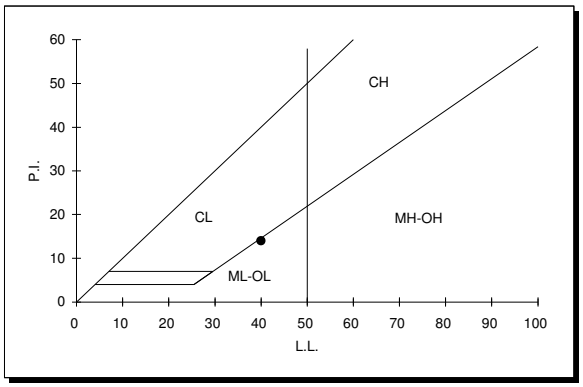
w % (per N=25) 40,1

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	82,69	86,82
Peso lordo secco (g)	80,02	83,22
Tara (g)	69,77	69,07
Peso netto secco (g)	10,25	14,15
Peso acqua (g)	2,67	3,60
Contenuto acqua (%)	26,0	25,4

w % medio 25,7

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE DI LIQUIDITA' 40

LIMITE DI PLASTICITA' 26

INDICE PLASTICITA' 14

Direttore : PBY Operatore : GO
Note :

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - BS 1377-2:1990

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Ci2
Profondità (m) :	5.40 - 6.00

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8,15
Altezza	(cm)	11,20
Peso lordo	(g)	1157,10
Peso tara	(g)	0,00
Peso netto	(g)	1157,10
Volume	(cm^3)	584,28
Peso di volume	(kN/m^3)	**19,43**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-05
Data 04/05/2011

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci2
Profondità (m) : 5.40 - 6.00

Dati sperimentali

Contenuto in acqua:	w	30,55	%
Peso di volume:	γ	19,43	kN/m^3
Peso specifico assoluto:	G_s	2,924	-

Dati calcolati

Densità secca:	γ_d	14,88	kN/m^3
Porosità:	n	0,48	-
Indice dei vuoti:	e	0,93	-
Grado di saturazione:	S_r	0,96	-
Peso di vol. saturo:	γ_{sat}	19,60	kN/m^3

Note

Direttore : PBY

Operatore : GO

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-06
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200 - ASTM D1140-00

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Determinazione della frazione passante al setaccio ASTM N° 200

Peso iniziale del campione essiccato	224,70	(g)
Peso finale del campione dopo setacciatura	46,37	(g)
Peso materiale passante al set ASTM 200	178,33	(g)
Contenuto in fini (Ø < 0.074 mm)	**79,36**	**(%)**

Direttore Tecnico : SVO

Operatore : GO

Note :

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	2170,00
Peso lordo secco	(g)	1872,00
Peso tara	(g)	457,60
Peso netto secco	(g)	1414,40
Peso acqua	(g)	298,00
Contenuto in acqua	(%)	**21,07**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-07
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	**x**
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200 - ASTM D1140-00

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Determinazione della frazione passante al setaccio ASTM N° 200

Peso iniziale del campione essiccato	249,12	(g)
Peso finale del campione dopo setacciatura	75,54	(g)
Peso materiale passante al set ASTM 200	173,58	(g)
Contenuto in fini (Ø < 0.074 mm)	**69,68**	**(%)**

Direttore Tecnico : SVO

Operatore : GO

Note :

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	1512,30
Peso lordo secco	(g)	1200,50
Peso tara	(g)	145,18
Peso netto secco	(g)	1055,32
Peso acqua	(g)	311,80
Contenuto in acqua	(%)	**29,55**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-08
Data 04/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Cr3
Profondità (m) :	4.00 - 5.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	-

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	28 aprile 2011

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-63	**x**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140-00	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-05	**x**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-05	
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-2:1990	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-06	
DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE	-	

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

< *G.E.T.*
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via Passo Buole - Genova

Cert. N°. 11-039-08
Data 04/05/2011

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. campione : S2 Cr3
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0,00
Ghiaia (%)	5,42
Sabbia (%)	18,95
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	75,63
Diam. max (mm)	14,5

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

ALTRI PARAMETRI

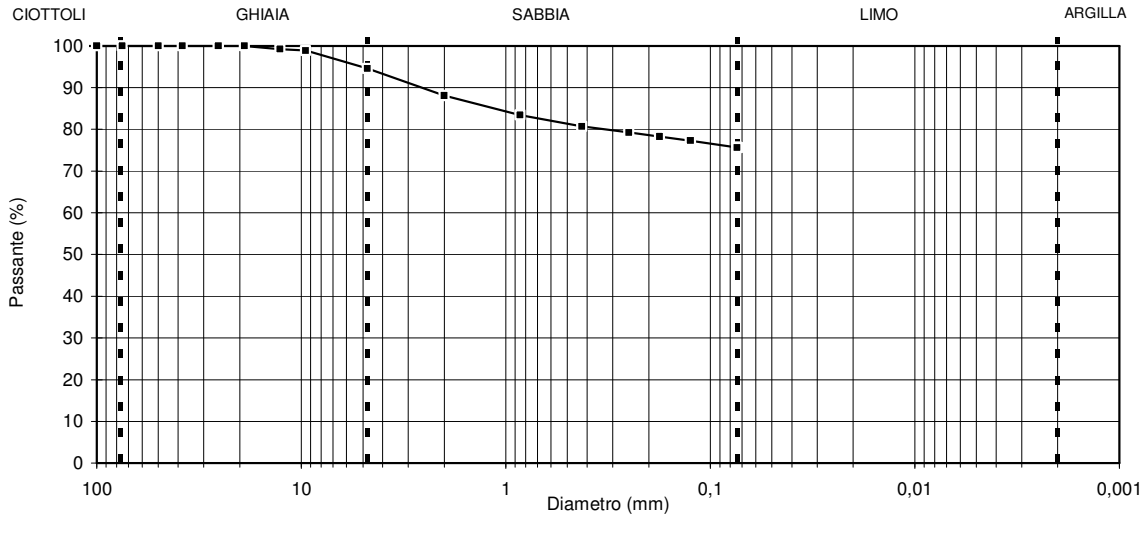
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125,00	100,00
100,00	100,00
75,00	100,00
50,00	100,00
38,10	100,00
25,40	100,00
19,00	100,00
12,70	99,22
9,50	98,91
4,75	94,58
2,00	88,11
0,85	83,44
0,425	80,69
0,250	79,21
0,177	78,26
0,125	77,29
0,075	75,63

AEROMETRIA

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore : PBY

Operatore : GO

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-05

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione campione :	S2 Cr3
Profondità (m) :	4.00 - 5.00

Peso lordo umido	(g)	1051,00
Peso lordo secco	(g)	880,10
Peso tara	(g)	183,20
Peso netto secco	(g)	696,90
Peso acqua	(g)	170,90
Contenuto in acqua	(%)	**24,52**

Direttore : PBY

Operatore : GO

Note :

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 - Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticita' con sabbia

Data Ricevimento :	14 marzo 2011
Data Esecuzione Prova :	28 marzo 2011
Denominazione Prova :	**PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2850-03a - 2007**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

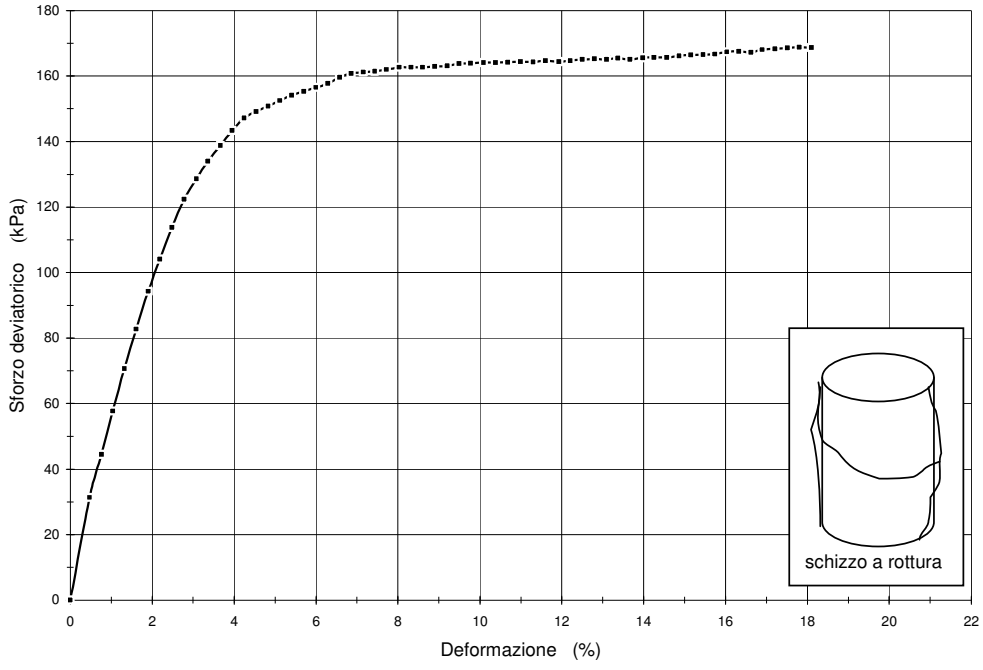
Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA - ASTM D2850-03a

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.		
Località :	Ronco - Rapallo (GE)		
Identificazione campione :	S2 - Ci1	Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del campione :	Indisturbato		
Dimensioni provino :	Altezza (cm) : 17,11	Diametro (cm) :	8,41
Velocità di deformazione :	1.0 %/min		
Metodo di acquisizione dati :	Acquisizione elettronica mediante trasduttori di forza e deformazione		

CARATTERISTICHE INIZIALI		**FASE DI ROTTURA**	
Peso di volume (kN/m^3)	18,64	σ_1 (kPa)	196,3
Contenuto in acqua (w%)	26,22	σ_3 (kPa)	30,0
Densità secca (kN/m^3)	14,77	σ_1 - σ_3 (kPa)	166,3
Peso specifico (misurato)	2,78	Deformazione (%)	15,0
Indice dei vuoti e	0,85	Coesione non drenata C_u (kPa)	83,1
Grado di Saturazione (Sr%)	86,1		

CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE



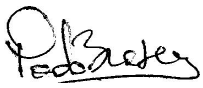
Direttore : PBY

Operatore : GO

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 Ci1
Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo del Campione :	Indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
Denominazione Prova :	**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3080-04**

Note :

Direttore Tecnico :		Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore :		Dott. Geol. Cristiano Pastore

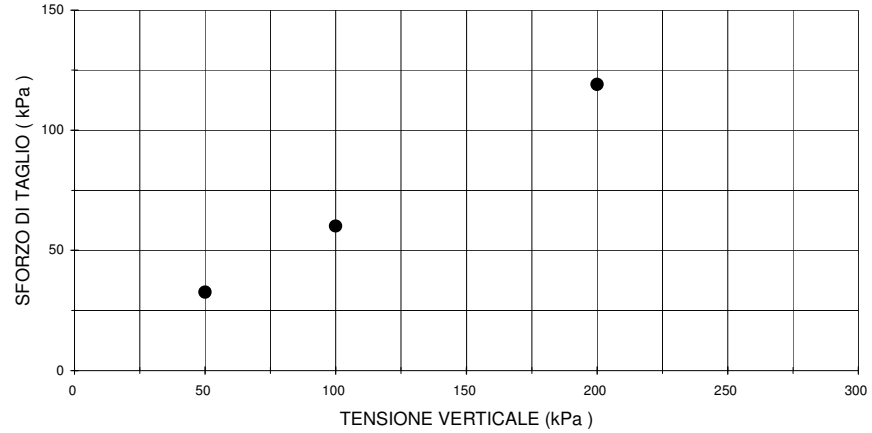
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00
Tipo di prova : CD
Dimensioni provino (cm) Altezza : 2,24 Lato : 6,00
Prova eseguita in scatola di Casagrande a sezione quadrata

CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume inizale (kN/m^3)	18,78	18,74	18,75
umidità iniziale (%)	26,22	26,14	26,58
densità secca iniziale (kN/m^3)	14,88	14,86	14,82

CONDIZIONI A ROTTURA	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
tensione di consolidazione (kPa)	50	100	200
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-0,56	-0,72	-1,11
def. verticale a rottura (mm)	-0,14	-0,16	-0,32
def. orizzontale a rottura (mm)	5,57	6,63	9,02
tensione di taglio di picco (kPa)	32,6	60,1	119,1
peso di volume finale (kN/m^3)	19,68	19,78	19,98
umidità finale (%)	27,67	27,02	25,78
densità secca finale (kN/m^3)	15,41	15,57	15,89

ROTTURA



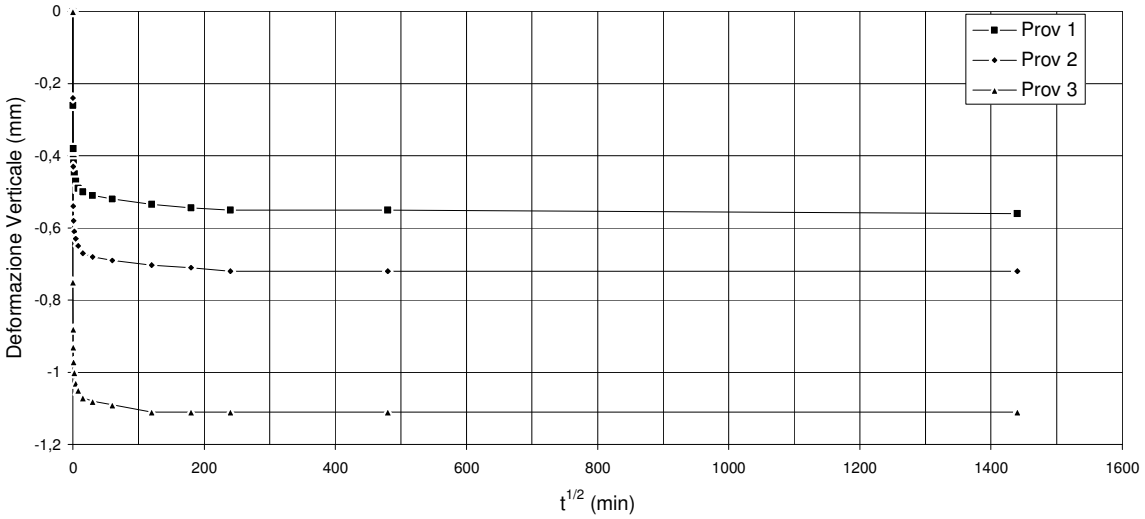
Note :
Prova eseguita sulla frazione del terreno passante al setaccio ASTM 4 (4.76 mm)

Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

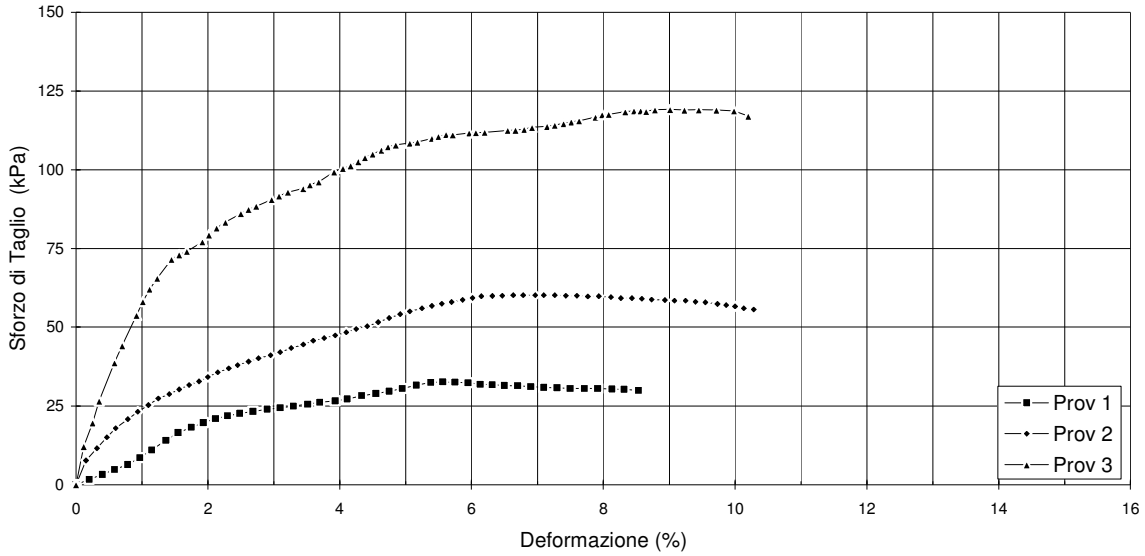
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

CONSOLIDAZIONE
DEFORMAZIONE VERTICALE / RADICE QUADRATA DEL TEMPO



ROTTURA
SFORZO DI TAGLIO / DEFORMAZIONE



Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - A.S.T.M. D 3080-04

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Ci1
Profondità (m) : 1.40 - 2.00

PROVINO 1		
H Def.	V Def.	τ
%	mm	Kpa
0,00	0,00	0,00
0,20	0,00	1,64
0,40	0,00	3,19
0,58	0,00	4,78
0,78	-0,01	6,36
0,97	-0,01	8,56
1,15	-0,02	11,03
1,37	-0,02	14,11
1,55	-0,02	16,56
1,75	-0,03	18,22
1,93	-0,04	19,69
2,12	-0,05	20,97
2,30	-0,06	21,83
2,48	-0,07	22,69
2,68	-0,08	23,28
2,90	-0,09	23,94
3,10	-0,09	24,44
3,30	-0,10	24,92
3,52	-0,10	25,53
3,70	-0,11	26,14
3,93	-0,11	26,58
4,12	-0,12	27,17
4,33	-0,12	28,25
4,55	-0,13	28,97
4,75	-0,13	29,61
4,95	-0,14	30,56
5,17	-0,14	31,61
5,38	-0,14	32,47
5,57	-0,14	32,64
5,75	-0,15	32,56
5,95	-0,15	32,36
6,13	-0,15	31,83
6,32	-0,15	31,72
6,50	-0,15	31,50
6,70	-0,15	31,42
6,90	-0,15	31,11
7,10	-0,15	30,89
7,30	-0,15	30,78
7,50	-0,15	30,56
7,72	-0,15	30,53
7,92	-0,15	30,56
8,13	-0,15	30,36
8,32	-0,15	30,25
8,53	-0,15	29,94

PROVINO 2		
H Def.	V Def.	τ
%	mm	Kpa
0,00	0,00	0,00
0,15	-0,01	7,67
0,32	-0,02	11,53
0,47	-0,03	15,03
0,60	-0,04	17,90
0,78	-0,04	20,83
0,93	-0,05	23,17
1,10	-0,06	25,27
1,25	-0,07	27,33
1,42	-0,07	28,73
1,57	-0,08	30,30
1,72	-0,09	31,67
1,87	-0,09	32,83
2,00	-0,10	34,20
2,15	-0,10	35,70
2,32	-0,10	36,87
2,45	-0,11	38,00
2,62	-0,11	39,10
2,77	-0,11	40,13
2,95	-0,12	41,13
3,10	-0,12	42,07
3,27	-0,12	43,40
3,45	-0,13	44,50
3,60	-0,13	45,73
3,77	-0,13	46,57
3,93	-0,14	47,37
4,10	-0,14	48,40
4,25	-0,14	49,40
4,42	-0,14	50,33
4,58	-0,14	51,57
4,75	-0,14	52,90
4,92	-0,15	54,10
5,07	-0,15	55,00
5,25	-0,15	55,93
5,40	-0,15	56,77
5,55	-0,15	57,47
5,70	-0,15	58,00
5,87	-0,15	58,67
6,02	-0,16	59,30
6,15	-0,16	59,83
6,32	-0,16	59,93
6,47	-0,16	60,00
6,63	-0,16	60,13
6,78	-0,16	60,13
6,97	-0,17	60,13
7,10	-0,17	60,13
7,27	-0,17	60,13
7,43	-0,17	60,00
7,60	-0,17	60,00
7,77	-0,18	59,73
7,93	-0,18	59,83
8,12	-0,19	59,53
8,27	-0,19	59,20
8,43	-0,20	59,20
8,58	-0,20	59,00
8,73	-0,21	58,80
8,93	-0,22	58,60
9,08	-0,22	58,40
9,25	-0,22	58,40
9,40	-0,22	58,10
9,55	-0,23	57,90
9,73	-0,23	57,33
9,87	-0,23	57,07
10,00	-0,23	56,57
10,13	-0,23	55,93
10,28	-0,23	55,63

PROVINO 3		
H Def.	V Def.	τ
%	mm	Kpa
0,00	0,00	0,00
0,12	-0,01	12,13
0,25	-0,01	19,68
0,35	-0,01	26,55
0,58	-0,01	38,71
0,70	-0,01	44,15
0,92	-0,01	53,78
1,02	-0,02	58,18
1,12	-0,02	62,06
1,23	-0,03	65,57
1,45	-0,04	71,56
1,57	-0,05	73,00
1,68	-0,06	74,10
1,92	-0,07	77,12
2,02	-0,08	79,35
2,13	-0,09	81,55
2,27	-0,10	83,36
2,50	-0,11	86,08
2,62	-0,12	87,39
2,73	-0,13	88,43
2,97	-0,13	90,54
3,08	-0,14	91,64
3,22	-0,14	92,92
3,45	-0,15	94,05
3,55	-0,16	95,27
3,68	-0,17	96,16
3,92	-0,18	99,40
4,05	-0,18	100,38
4,17	-0,19	101,26
4,28	-0,19	102,58
4,38	-0,20	103,89
4,50	-0,20	104,93
4,63	-0,20	106,27
4,73	-0,20	107,28
4,85	-0,21	107,86
5,07	-0,22	108,41
5,18	-0,22	108,84
5,40	-0,24	109,97
5,50	-0,24	110,55
5,62	-0,25	111,16
5,72	-0,26	111,04
5,97	-0,26	111,65
6,07	-0,26	111,80
6,20	-0,26	111,83
6,55	-0,27	112,44
6,67	-0,27	112,57
6,80	-0,28	112,81
6,92	-0,28	113,42
7,15	-0,29	113,79
7,27	-0,29	114,16
7,40	-0,29	114,71
7,52	-0,29	115,23
7,63	-0,30	115,50
7,88	-0,30	116,66
7,98	-0,30	117,46
8,08	-0,30	117,58
8,33	-0,31	118,46
8,47	-0,31	118,71
8,57	-0,31	118,68
8,65	-0,31	118,53
8,78	-0,32	119,04
9,02	-0,32	119,11
9,23	-0,32	118,92
9,45	-0,32	119,01
9,72	-0,33	118,92
9,98	-0,33	118,71
10,20	-0,33	117,03

PROVA DI TAGLIO DIRETTO ASTM D3080-04 INTERPRETAZIONE RISULTATI

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.		
Località :	Ronco - Rapallo (GE)		
Identificazione campione :	S2 Ci1	Profondità (m) :	1.40 - 2.00
Tipo di prova :	CD	Velocità di def. (mm/min) :	0,004
Dimensioni provino (cm)	Altezza : 2,24	Lato :	6,00

Prova eseguita in scatola di Casagrande a sezione quadrata

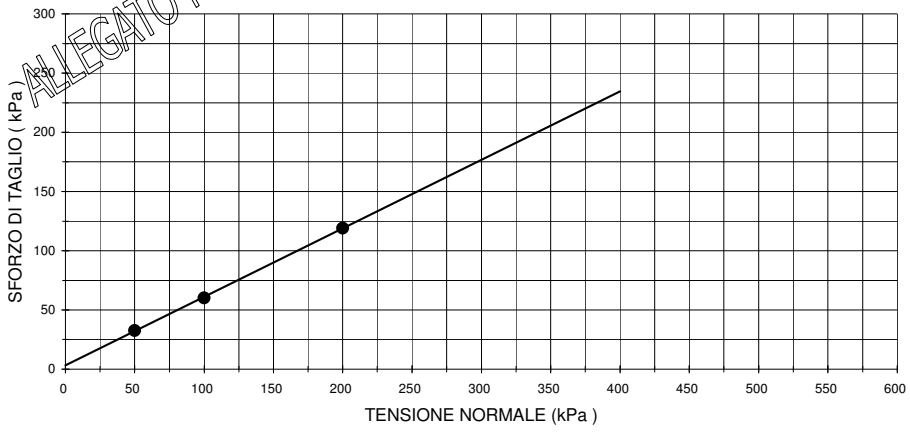
CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume inizale (kN/m^3)	18,78	18,74	18,75
umidità iniziale (%)	26,22	26,14	26,58
densità secca iniziale (kN/m^3)	14,88	14,86	14,82

CONDIZIONI A ROTTURA	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	50	100	200
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-0,56	-0,72	-1,11
def. verticale a rottura (mm)	-0,14	-0,16	-0,32
def. orizzontale a rottura (%)	5,57	6,63	9,02
tensione di taglio di picco (kPa)	32,6	60,1	119,1
tensione di taglio residuo (kPa)	55,6	N.D.	N.D.
peso di volume finale (kN/m^3)	19,68	19,78	19,98
umidità finale (%)	27,67	27,02	25,78
densità secca finale (kN/m^3)	15,41	15,57	15,89

ALLEGATO NON FACENTE PARTE DEL CERTIFICATO DI PROVA

PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO		valore di picco
Angolo di attrito efficace :	(deg)	30,0
Coesione efficace :	(kPa)	3,2

RETTA INVILUPPO ROTTURA



G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-039-11
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Car1
Profondità (m) :	3.70 - 4.00
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S1 Car1 Profondità (m) : 3.70 - 4.00

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,54 Altezza (cm) : 15,46

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,80

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

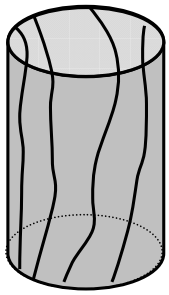
ROTTURA

Carico (kN) : 666,8 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **149,34** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-039-12
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S1 Car3
Profondità (m) :	13.00 - 13.40
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S1 Car3 Profondità (m) : 13.00 - 13.40

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,79 Altezza (cm) : 15,50

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,39

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

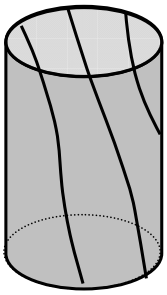
ROTTURA

Carico (kN) : 146,7 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **30,78** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-039-13
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Car1
Profondità (m) :	8.00 - 8.60
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S2 Car1 Profondità (m) : 8.00 - 8.60

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,74 Altezza (cm) : 16,40

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,63

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

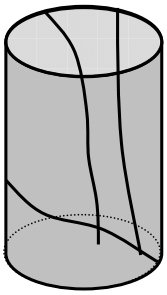
ROTTURA

Carico (kN) : 287,8 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **61,17** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-039-14
Data 03/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Identificazione Campione :	S2 Car2
Profondità (m) :	12.30 - 12.70
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	2 maggio 2011
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO C**

Note :

I risultati relativi al presente certificato sono riferiti esclusivamente al campione in oggetto

Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA - ASTM 7012-07 METODO C

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S2 Car2 Profondità (m) : 12.30 - 12.70

Descrizione : Calcare marnoso grigio

Dimensioni : Diametro (cm) : 7,80 Altezza (cm) : 16,78

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 26,26

Condizioni di umidità ad inizio prova : Umidità naturale

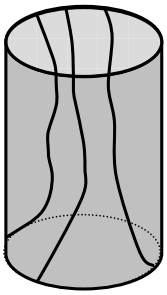
ROTTURA

Carico (kN) : 364,1 Temperatura (°C) : 21

σ (MPa) : **76,20** Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : PBY Operatore : CRP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

Cert. N°. 11-039-15
Data 05/05/2011

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 Car 1
Profondità (m) :	7.00 - 7.50
Tipo del Campione :	Spezzone di carota
Descrizione del Materiale :	Calcare marnoso. Colore grigio

Data Ricevimento :	14 aprile 2011
Data Esecuzione Prova :	5 maggio 2011
Denominazione Prova :	**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 7012-07- METODO D**

Note :

Direttore Tecnico : Doct. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Doct. Geol. Cristiano Pastore

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente :	Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località :	Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione :	S2 Car 1
Profondità (m) :	7.00 - 7.50
Tipo del Campione :	Spezzone di carota

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (cm) : Diametro : 7,80 Altezza : 13,69

Peso di volume (kN/m^3) : 26,24

Condizioni di umidità ad inizio prova : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico (kN) : 313,59 Temperatura (°C) : 21,50

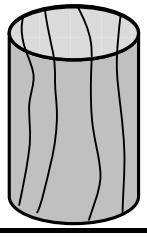
σ_c (MPa) : 65,63 Velocità di appl. carico (MPa/s) : 0,15

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

E_{tan}	(GPa)	37,26
ν	-	0,33

(Valori calcolati nell'intervallo di carico 9,66 - 65,63 MPa)

Schizzo del provino a rottura

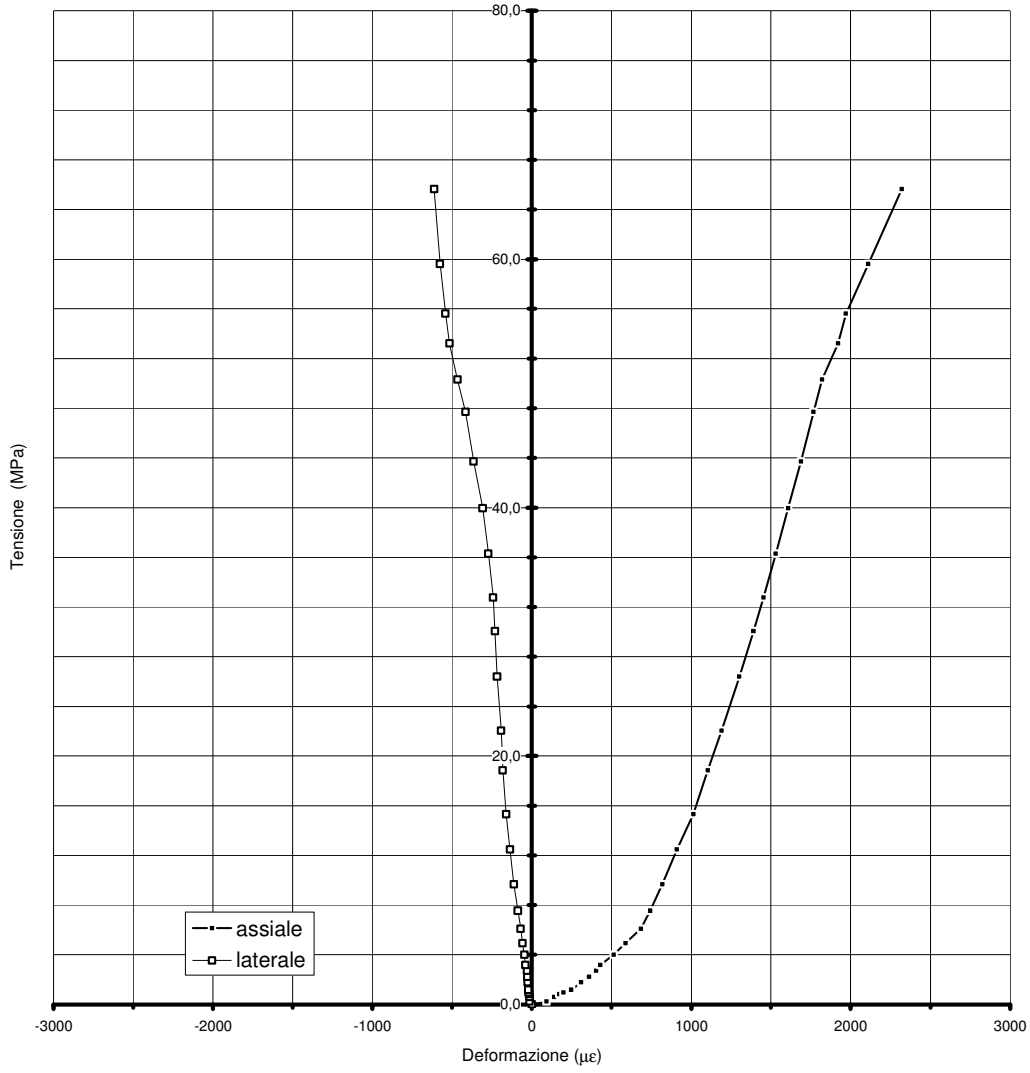


Direttore Tecnico : PBY Operatore : CRP

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Grafico Tensione - Deformazione

Cliente : Mediterranea delle Acque S.p.a.
Località : Ronco - Rapallo (GE)
Id. Campione : S2 Car 1
Profondità (m) : 7.00 - 7.50

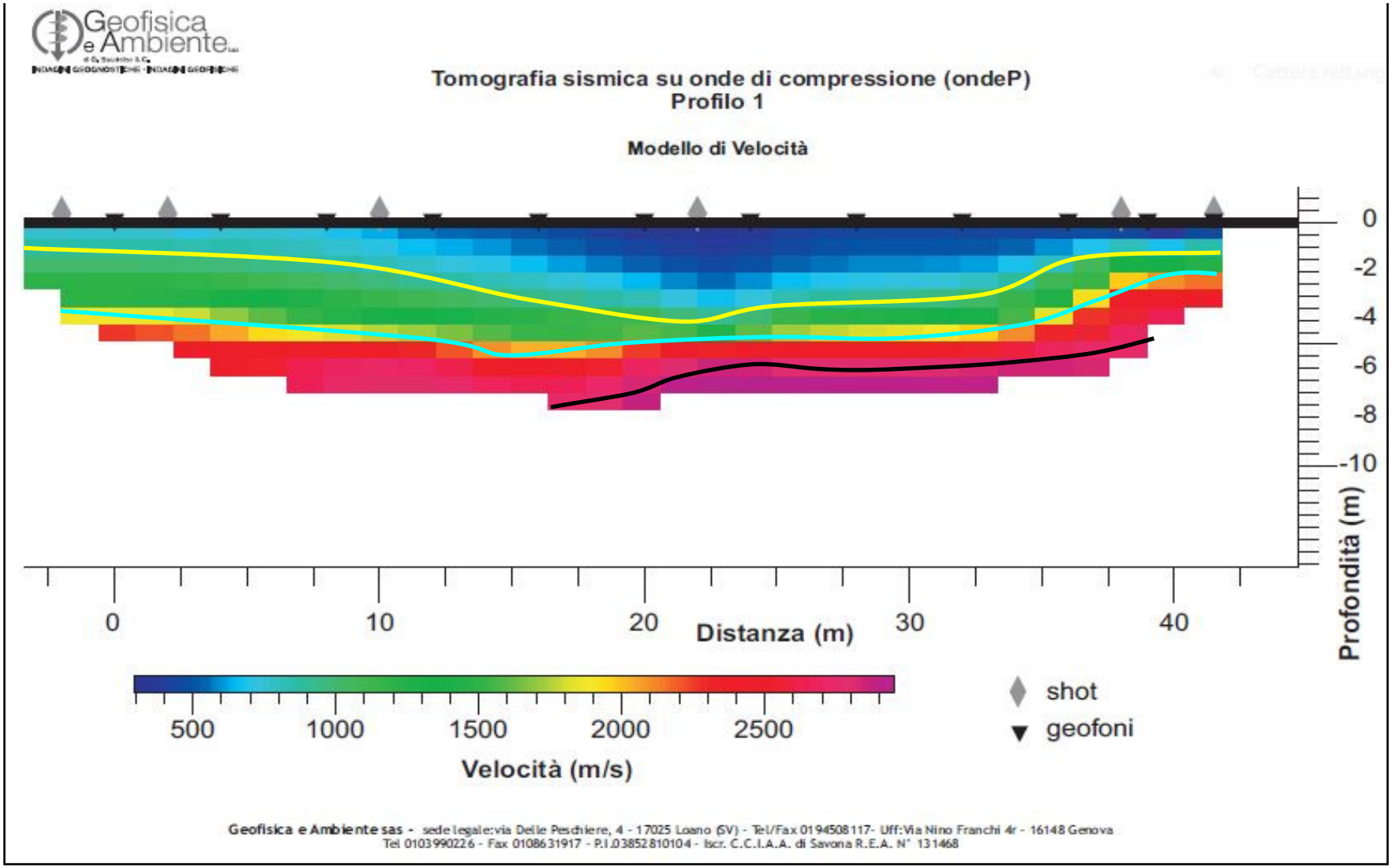


x a	x l	y
818	112	9,66
2320	612	65,63

ETAN	37,26017	9,66
POISSON	0,332889	65,63

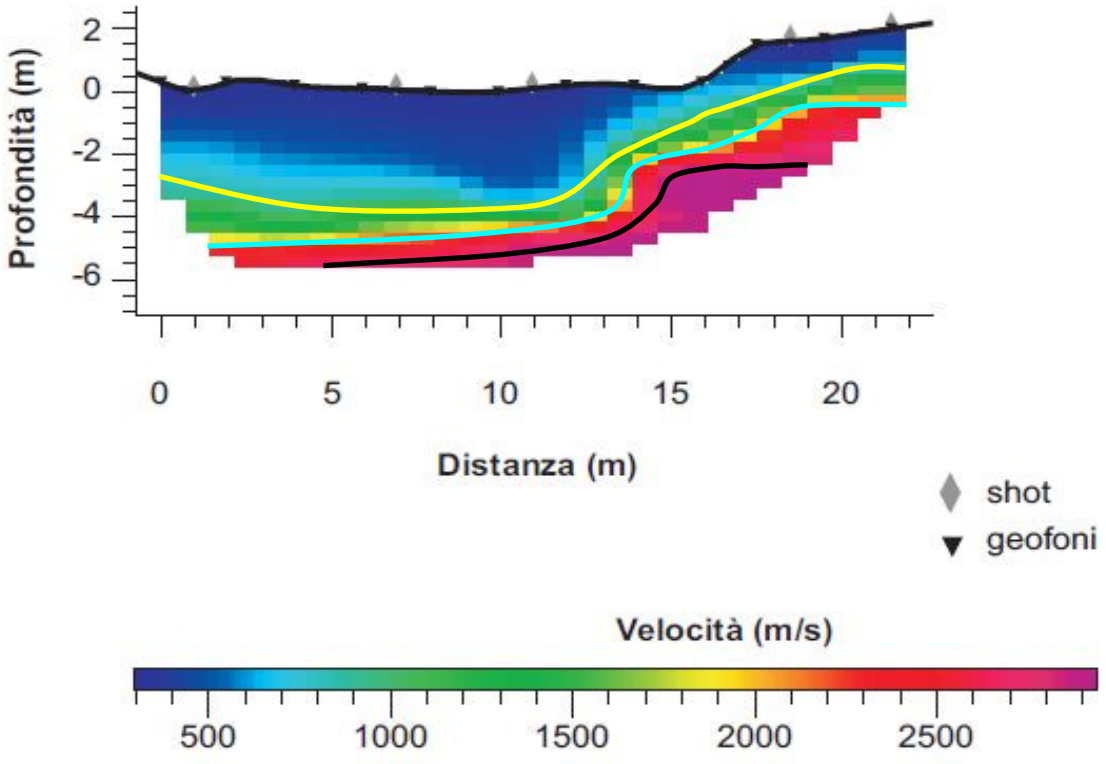
Dettaglio indagini sismiche :

Profili sismo stratigrafici relativi al sito proposto per il nuovo depuratore
Profiili 1, 2, 3, 6


Geofisica e Ambiente
Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 1
Modello di Velocità
0
-2
-4
-6
-8
-10
Profondità (m)
0
10
20
30
40
Distanza (m)
500
1000
1500
2000
2500
Velocità (m/s)
shot
geofoni
Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel/Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

Geofisica e Ambiente

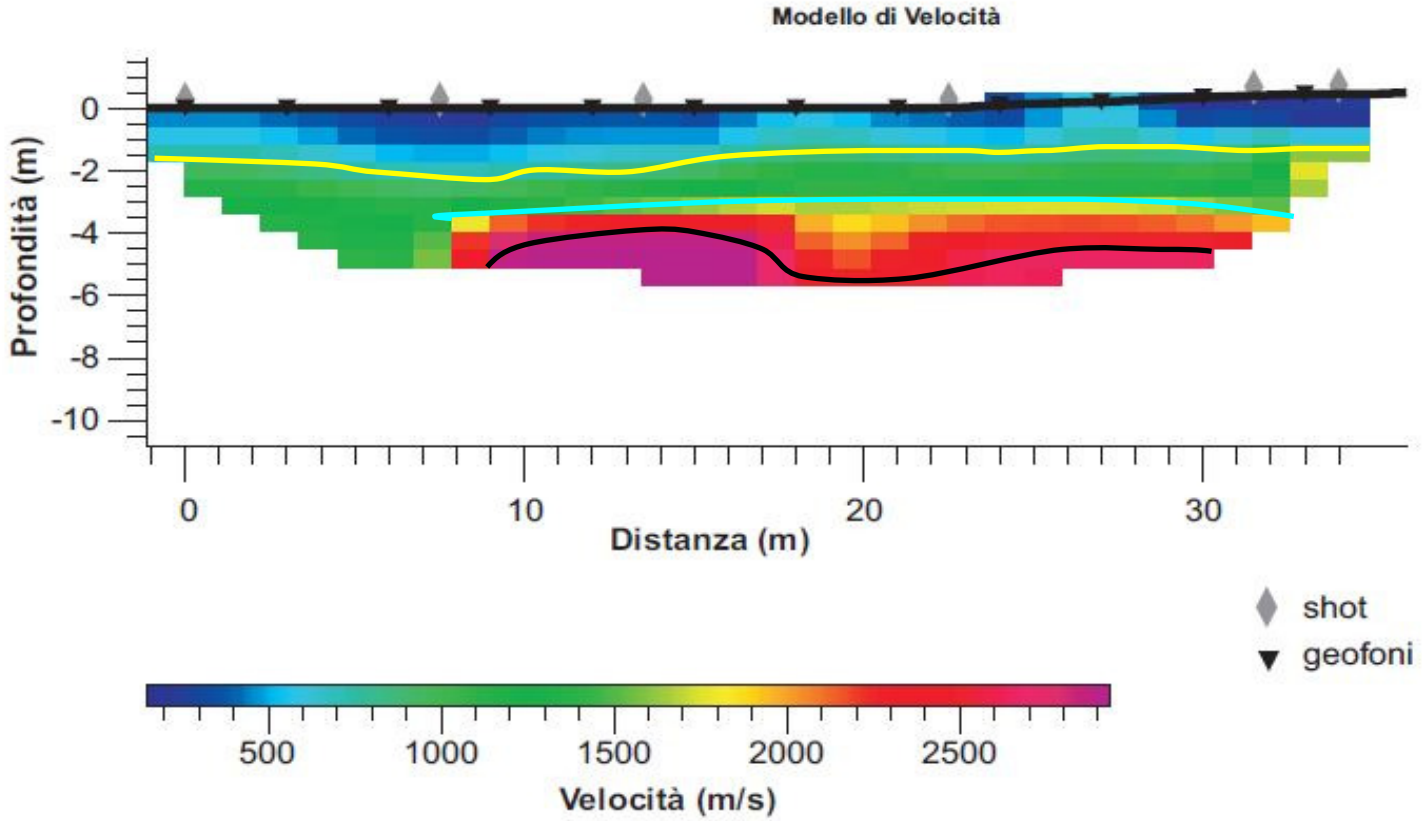
Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 2 Modello di Velocità



Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel/Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

Geofisica e Ambiente

Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 3

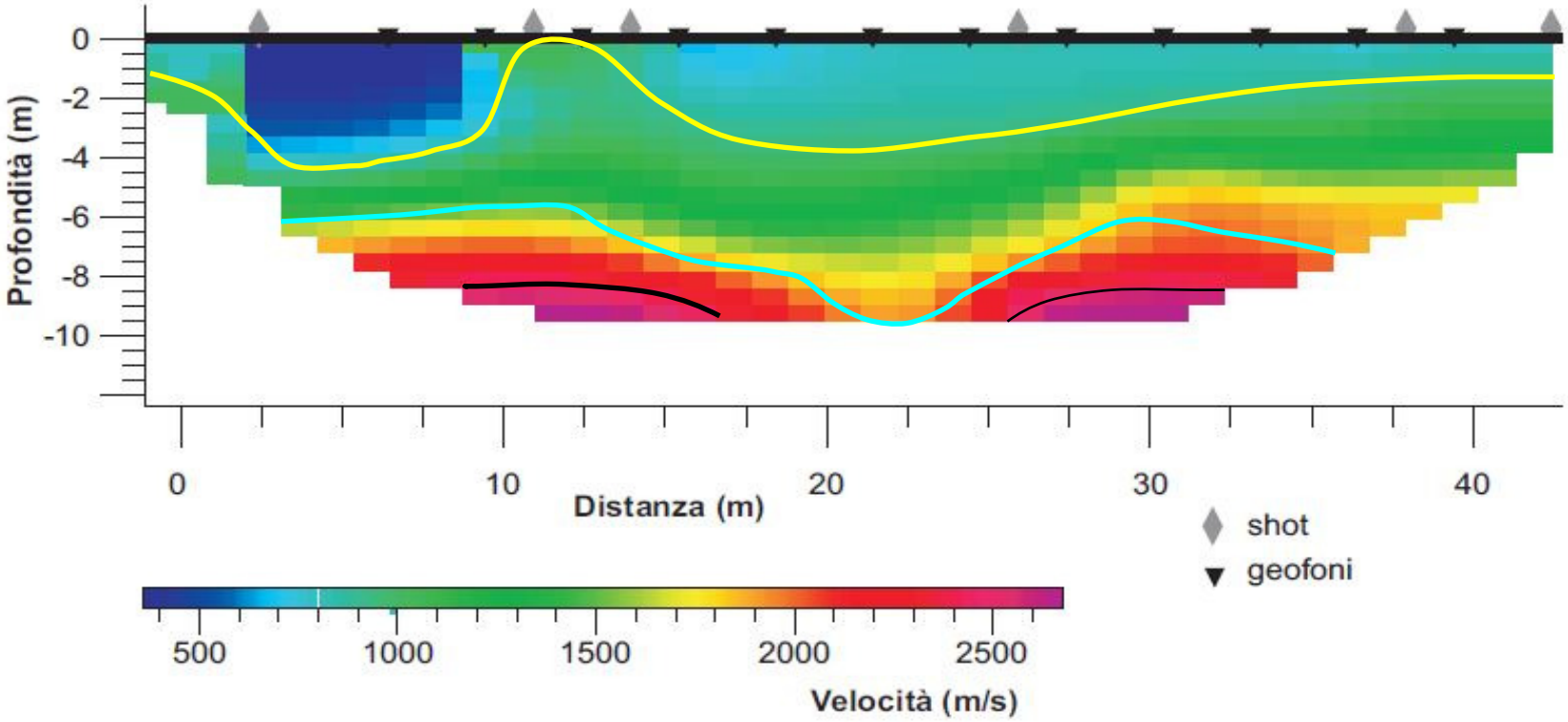


Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel./Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

Geofisica e Ambiente

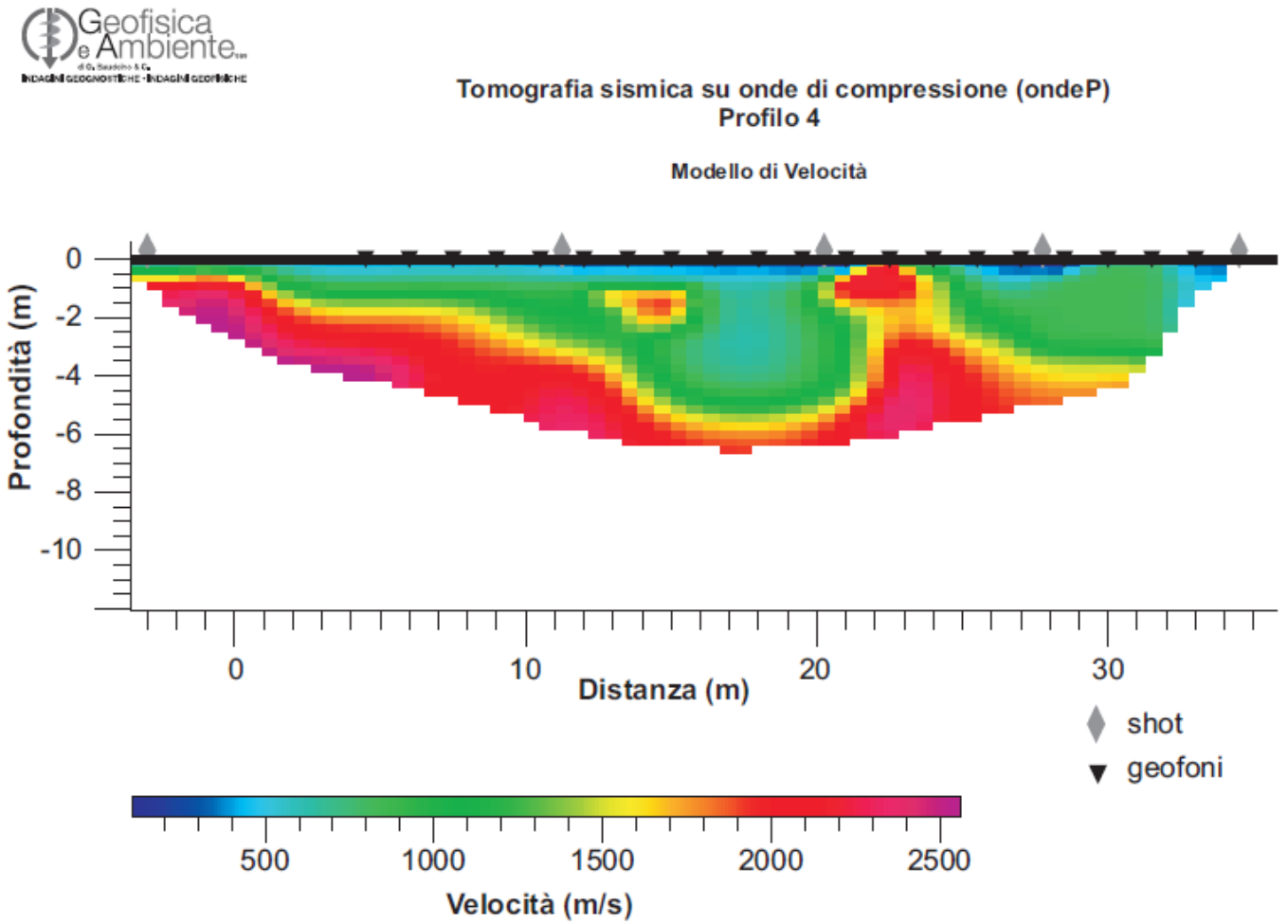
Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 6

Modello di Velocità



Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel/Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

Profili sismo stratigrafici relativi all'alveo e alla sponda sinistra torrente Boate sino al campo Pozzi S.Anna
Profiili 4, 5, 7, 8

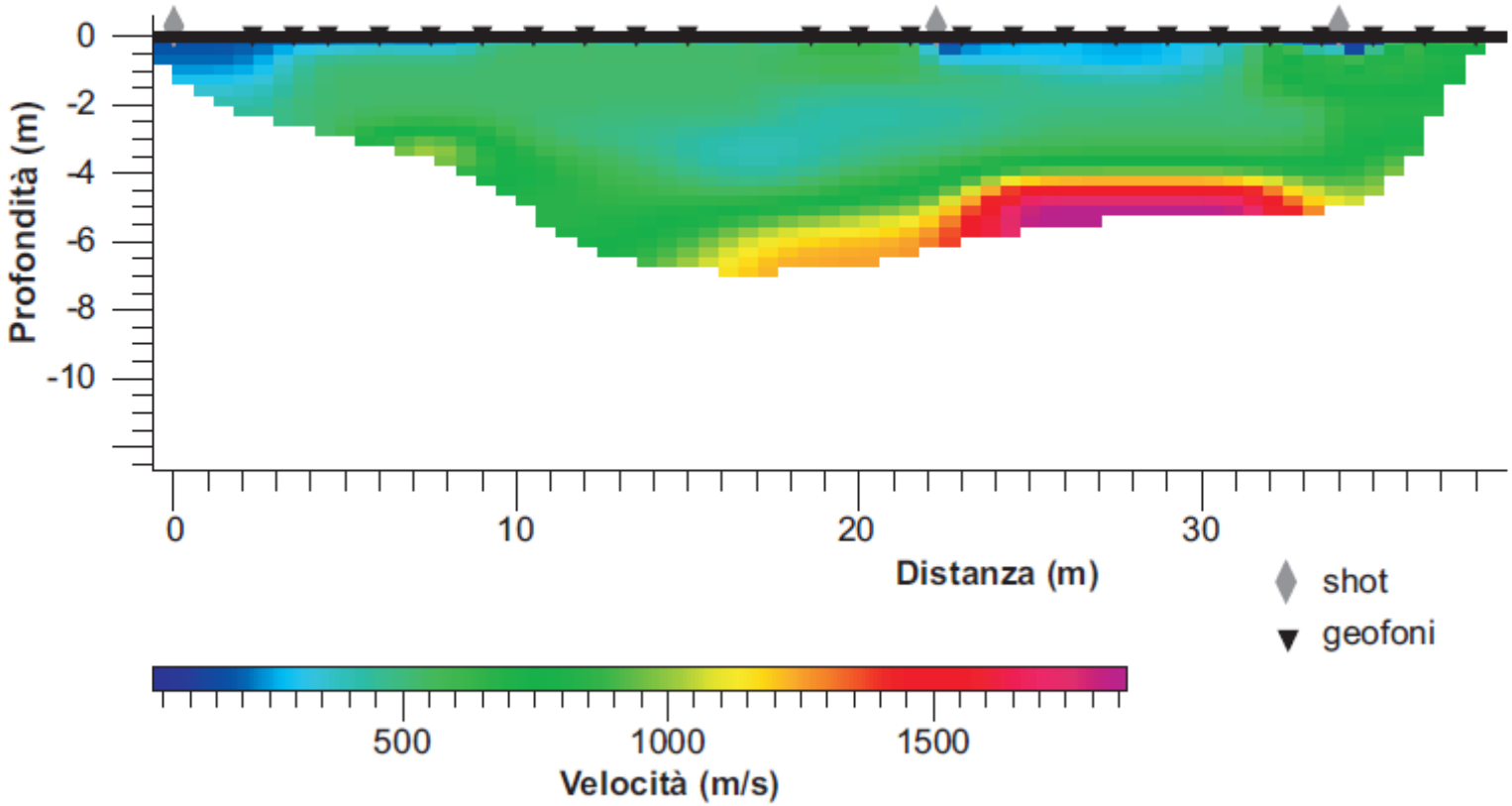


Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel./Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

Geofisica e Ambiente
di G. Saudino & C.
INDAGINI GEOGNOSTICHE - INDAGINI GEOFISICHE

Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 5

Modello di Velocità

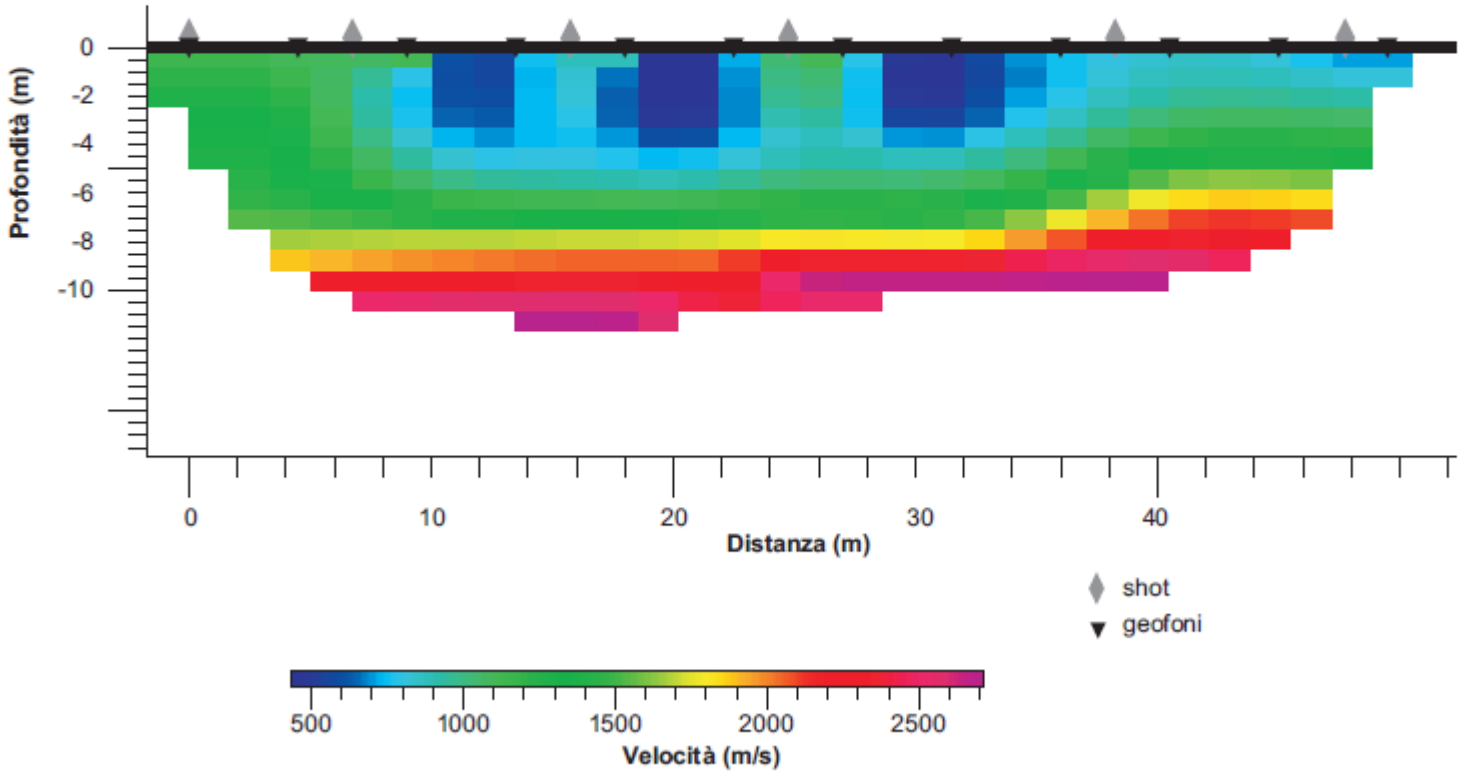


Geofisica e Ambiente sas - sede legale:via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel./Fax 0194508117- Uff:Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel 0103990226 - Fax 0108631917 - P.I.03852810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

Geofisica e Ambiente

Tomografia sismica su onde di compressione (ondeP)
Profilo 7

Modello di Velocità



Geofisica e Ambiente sas - sede legale: via Delle Peschiere, 4 - 17025 Loano (SV) - Tel./Fax 019 45081 17 - Uff: Via Nino Franchi 4r - 16148 Genova
Tel. 010 3990226 - Fax 01086 31917 - P.I. 03852 810104 - Iscr. C.C.I.A.A. di Savona R.E.A. N° 131468

Geofisica e Ambiente sas
di G. Baudoino & C.
INDAGINI GEOGNOSTICHE • INDAGINI GEOFISICHE

INDAGINE GEOFISICA DI TIPO NOISE ANALYSIS SURFACE WAVES NASW E DI TOMOGRAFIA SISMICA SU ONDE DI COMPRESSIONE (ONDE P) ESEGUITA NEL COMUNE DI RAPALLO

Dettaglio Elaborazioni di calcolo

COMMITTENTE: MEDITERRANEA DELLE ACQUE S.P.A.

Genova, 03 maggio 2011

Indice

1. Premessa **pag. 1**

2. Descrizione del metodo NASW **pag. 1**

3. Acquisizione ed Elaborazione del Noise sismico **pag. 2**

3.1 Strumentazione

4. Risultati **pag. 5**

5. Tomografia sismica **pag. 11**

5.1 Descrizione del metodo **pag. 11**

5.2 Modalità operative **pag. 12**

5.3 Principali "step" d'analisi **pag. 12**

5.4 Geometria di acquisizione e tempi di arrivo **pag. 13**

5.5 Risultati **pag. 50**

6. Conclusioni **pag. 50**

1. Premessa

In data 27/04/2011 è stata eseguita, nel Comune di Rapallo sulle sponde e in alveo del fiume Boasio, (nel settore in cui si prevede la realizzazione di un depuratore delle acque), un'indagine sismica di tipo Noise Analysis Surface Waves NASW al fine di ottenere un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (onde S) correlata con un'indagine di tomografia su onde di compressione (onde P) e su onde si taglio (S).

2. Descrizione del metodo NASW

Il metodo d'indagine sismica passiva denominato NASW (Noise Analysis of Surface Waves), si basa sulle particolari leggi fisico-matematiche, che governano la propagazione delle onde sismiche superficiali, in mezzi stratificati (monodimensionali o 1-D). In tali condizioni, sia le onde di Love sia le onde di Rayleigh, hanno carattere dispersivo: si ha una forte dipendenza della velocità di propagazione (V_R per le onde di Rayleigh e V_R per le onde di Love) dalla frequenza del moto sismico. In ipotesi di mezzo stratificato, le caratteristiche della "curva di dispersione" $V_R = V_R (f)$ sono strettamente collegate alle caratteristiche stratigrafiche dell'area indagata: la struttura della curva di dispersione dipende quasi esclusivamente dal profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio $Vs = Vs (z)$. Ad esempio, nel caso di un aumento di velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità, la curva di dispersione assume un andamento caratteristico, evidenziando bassi valori di velocità di propagazione delle onde di Rayleigh in corrispondenza di alte frequenze ed alti valori di tale velocità in corrispondenza di basse frequenze. La totalità dei metodi d'indagine sismologica basati sull'analisi delle onde superficiali, sia essi passivi sia attivi, prevedono specifiche tecniche di acquisizione dei segnali sismici, identificazione delle onde superficiali, stima della curva di dispersione ed inversione o modeling di questa ultima, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

La peculiare caratteristica che differenzia in modo sostanziale il metodo NASW dai metodi d'indagine attivi, basati su un'artificiale energizzazione sismica del terreno (SASW Nazarena and Stokoe 1984; MASW Park et al., 1999), risiede nell'utilizzo del rumore sismico di fondo ("noise sismico" o "microtremore") come sorgente d'onde superficiali. L'analisi sperimentale dei microtremori ha, infatti, evidenziato che il noise sismico possiede, in genere, caratteristiche spettrali particolarmente adatte all'esplorazione del primo sottosuolo (significativa densità

di energia nella banda 3 – 25 Hz). L'utilizzo di sorgenti sismiche “naturali” rende il metodo NASW particolarmente idoneo per indagini in contesti urbani rumorosi, dove l'utilizzo di efficaci sorgenti sismiche comporterebbe, un proibitivo aumento dei costi dell'indagine geofisica.

Per una dettagliata ed esaustiva descrizione delle tecniche di misura e delle metodologie d’analisi del noise sismico si rimanda a:

- NaKamura Y. 1989. A method for dynamic characteristics extimation of subsurface using microtremor on ground surface. QR Raylw Tech. Res.Inst., 30, 25-33.
- Nazarian S. e Stokoe K. H. 1984. In situ shear wave velocities from spectral analysis of surface waves in Proceedings of the world Conference on Earthquake Engineering, Vol. 8, San Francisco, 21-28.
- Louie J. N. 2001 “shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arreys” Bulletin of the Seismological Society of America, 91, 2 347-364 pp.
- Okada 2004, Saito M. 1979 “Computation of reflectivity and surface wave dispersion curves for layered media” Butsuri-Tanko 32, n° 5 15-26pp

3. Acquisizione ed elaborazione del “Noise” sismico

3.1 Strumentazione

- sismometro Abem Terraloc Mark 6 - 24 canali, le cui specifiche tecniche sono riportate in Appendice.
- 12 geofoni di frequenza caratteristica pari a 4.5 Hz.
- 1 cavo geofonico da 12 prese.

Le tracce sismiche sono state acquisite lungo due profili secondo la geometria riportata di seguito:

- 1) interdistanza geofonica di 1.5 m per una lunghezza totale dello stendimento di 36.0 m
- 2) interdistanza geofonica di 4.5 m per una lunghezza totale dello stendimento di 49,5 m

Il segnale sismico è stato acquisito con passo di campionamento di 2 ms e con numero di campioni di 16384, tali parametri hanno consentito di registrare segnali sismici di lunghezza pari a 32768 ms. Sono state registrate 10 “finestre”

di rumore sismico.

Senza entrare nei dettagli operativi relativi all'elaborazione del noise le principali fasi di "processing" possono essere riassunti nei seguenti punti:

1. Pre-processing dei records di noise sismico (analisi delle caratteristiche medie del "noise", per verificarne la qualità sia in termini di stazionarietà spazio-temporale e sia in termini di coerenza spettrale) che consente di individuare il range di frequenze ottimale (2.5 – 25 Hz) da utilizzare nelle fasi successive di elaborazione.
2. Trasformazione dei records di noise sismico secondo due passaggi successivi. In primo luogo è stata operata la trasformazione dal dominio T-X (tempo – distanza) al dominio tau-p (tempo intercetta -"slowness" o reciproco della velocità apparente) e successivamente dal dominio tau-p al dominio f-p (frequenza - "slowness") "p-f Image" (un'elaborazione statistica di tutti i records di tipo p-f ed una procedura di normalizzazione hanno consentito di ottenere il diagramma indicato come "p-f image").
3. "picking" della curva di dispersione, (è associato ad un certo numero di punti una o più "slowness" 1/V per alcune frequenze.

Nell'immagine "slowness-frequency" (p-f) (spettro di potenza normalizzato in funzione della frequenza f e del parametro p), sono messi in evidenza gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa ed è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo, da quelle associabili ad altri tipi di onde (onde di Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

La curva di dispersione $V_R = V_R(f)$ è stata utilizzata per stimare il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio, adottando una metodologia di modeling diretto (Saito 1984), che consente di ottenere, attraverso approssimazioni successive ("trial and error"), una funzione $Vs = Vs(z)$, tale da minimizzare il misfit tra la curva di dispersione teorica e curva di dispersione osservata.

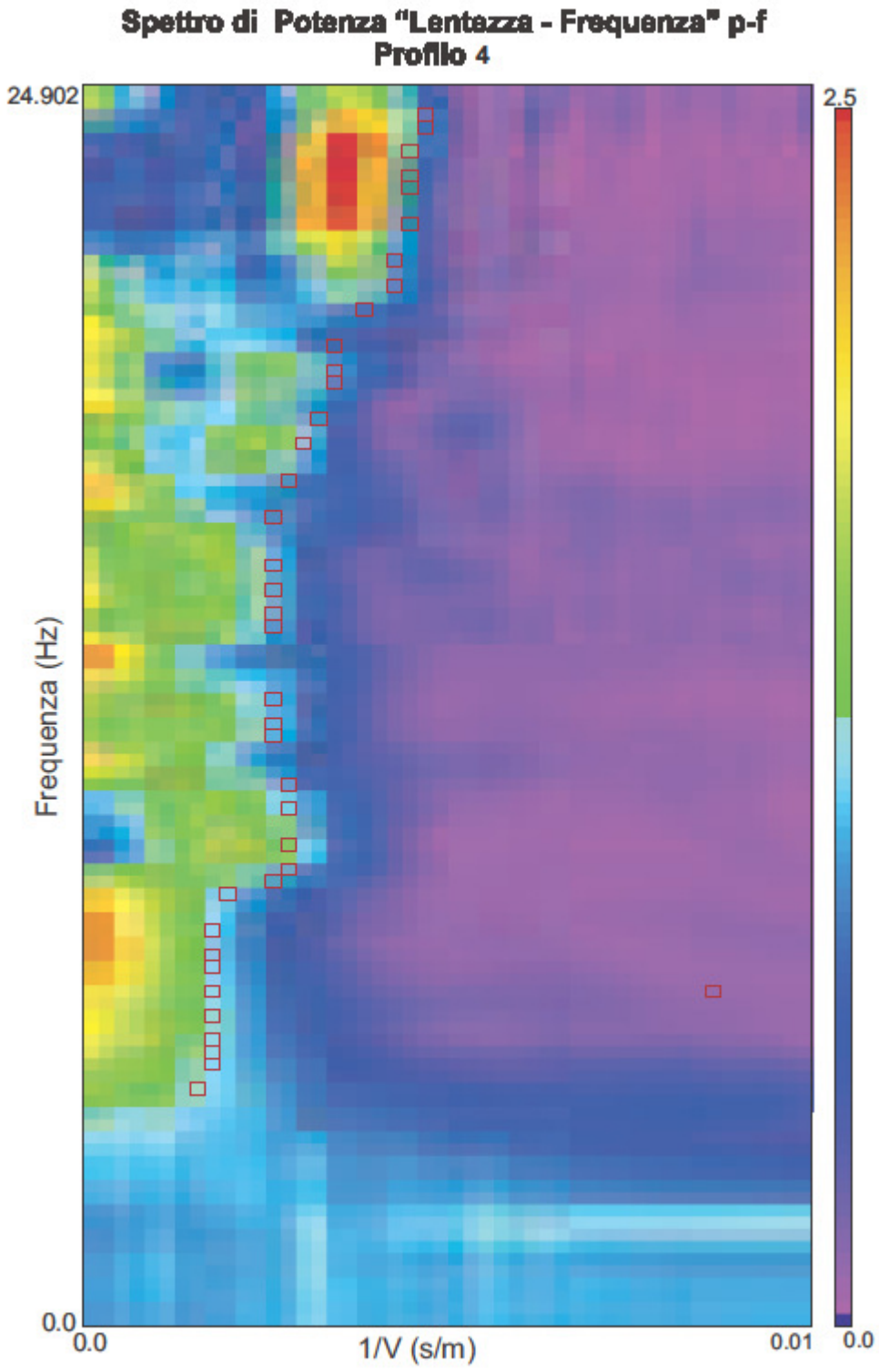
4. Risultati

Per ogni indagine di tipo NASW verranno di seguito riportati:

a) Rappresentazione in scala cromatica dello spettro di potenza "p-f Image"

utilizzato per fare il “picking” della curva di dispersione sperimentale.

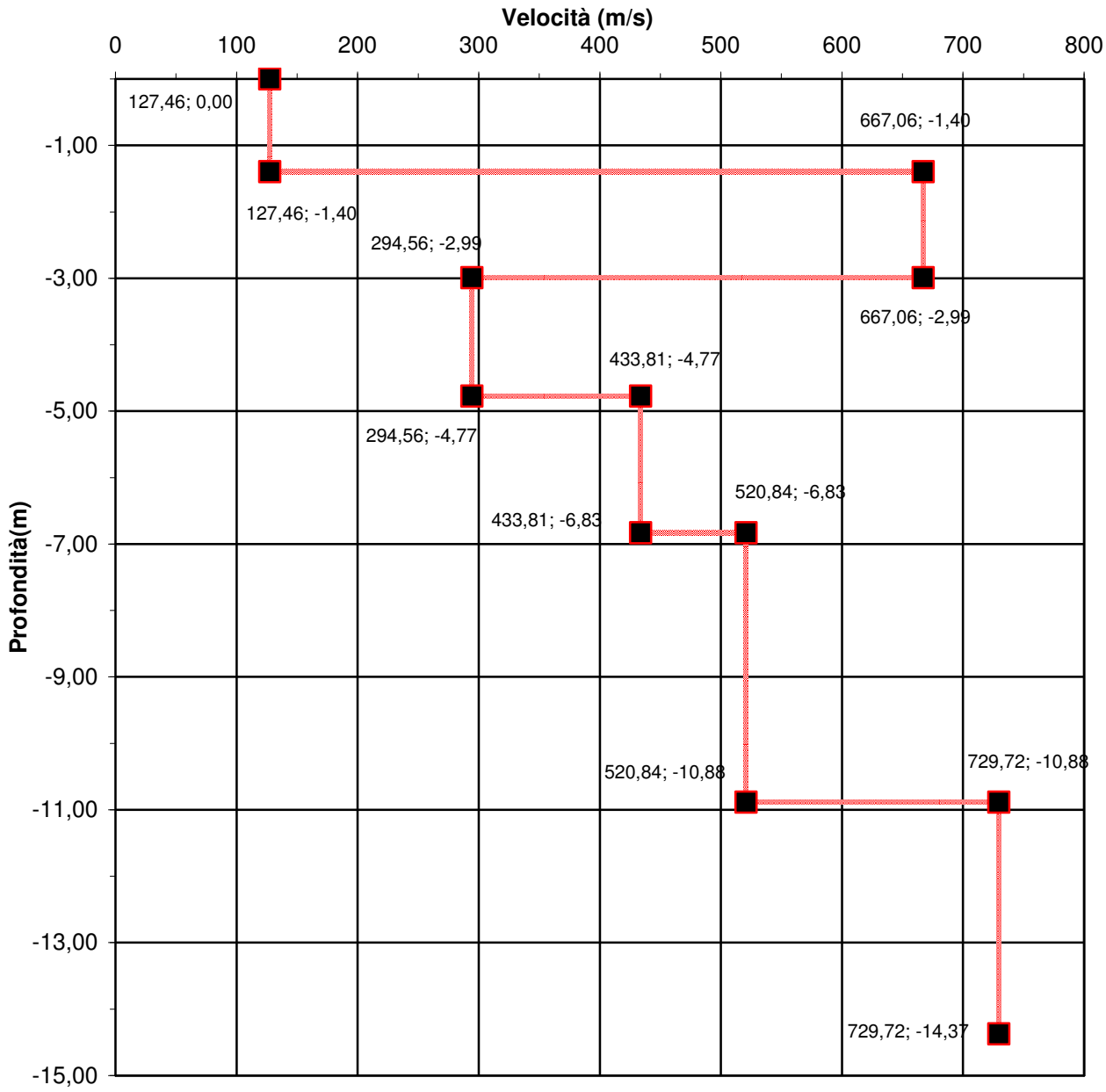
b) Profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs =Vs(z).

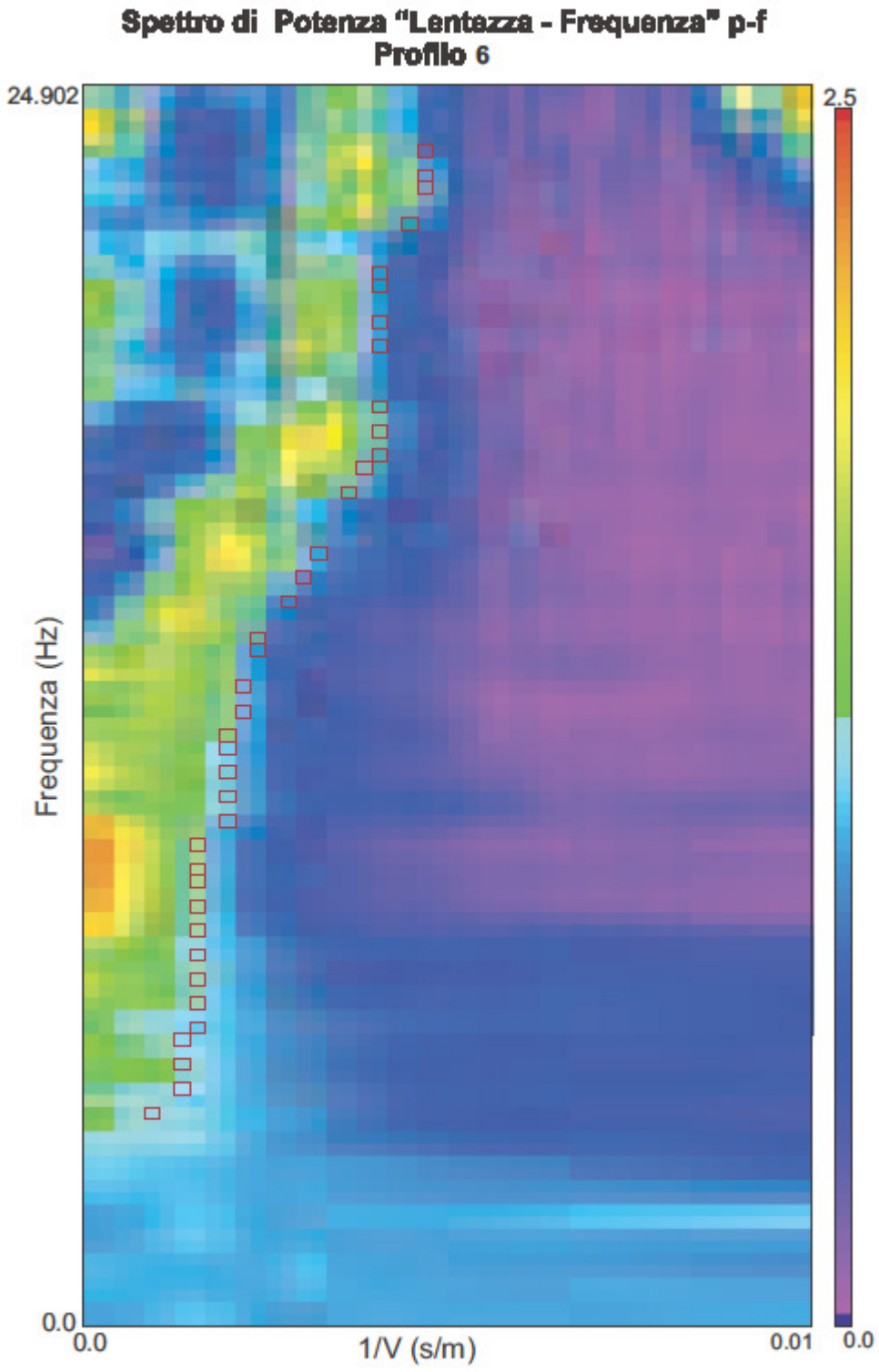

Spettro di Potenza "Lentezza - Frequenza" p-f
Profilo 4
24.902
0.0
Frequenza (Hz)
0.0
1/V (s/m)
0.01
2.5
0.0

Profilo - NASW

Velocità delle onde di taglio Vs (m/s)

Profilo 4

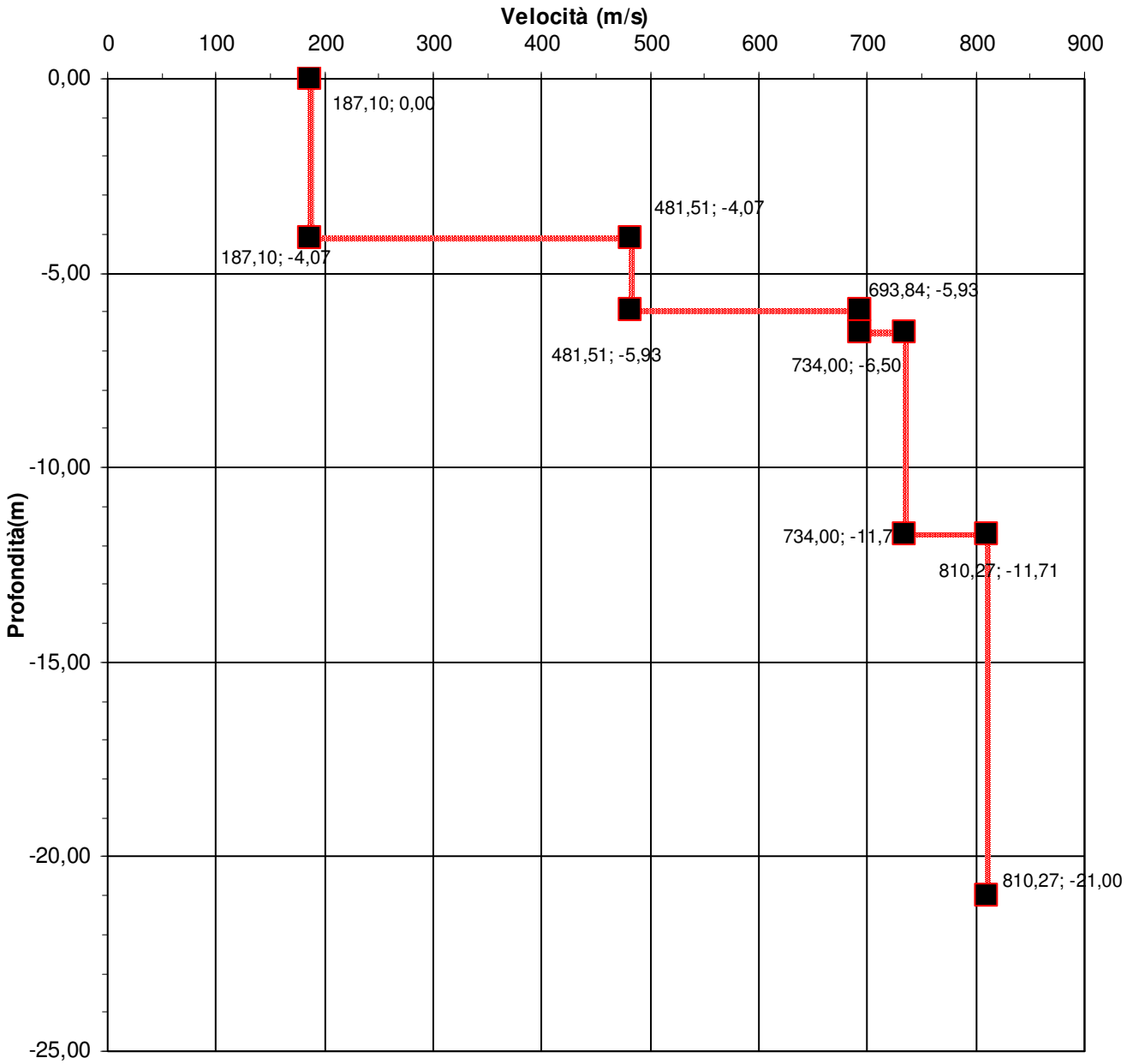



Spettro di Potenza "Lentezza - Frequenza" p-f
Profilo 6
24.902
0.0
Frequenza (Hz)
0.0
1/V (s/m)
0.01
2.5
0.0

Profilo - NASW

Velocità delle onde di taglio Vs (m/s)

Profilo 6



La velocità delle onde S (Vs) permette, inoltre, di risalire al modulo di deformazione a taglio dei terreni attraversati ed al Modulo di Compressibilità volumetrica Eb,

edometrica Eed e di Young E, nel caso in cui si dispone anche della velocità delle onde di compressione Vp

$$G = \rho V_s^2$$ ρ = densità del mezzo

$$E_B = \rho(V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$$

$$E_{ed} = \rho V_p^2$$

$$\upsilon = \left[0.5\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 1\right] / \left[\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 1\right]$$ υ = coefficiente di Poisson

$$E = 2\rho V_s^2(1+\upsilon)$$

5 Tomografia sismica

Tramite questo tipo d'indagine si ottiene una sezione "tomografica" bidimensionale, e cioè un grafico in cui ad ogni coppia distanza/profondità, corrisponde un valore di velocità sismica. Tale campo di velocità sismiche (V=(x,z)), rappresentato mediante una gamma di colori, viene

associato alle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo indagato in relazione alle informazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito stesso.

5.1 Descrizione del metodo

Come ogni prospezione geofisica, anche per l'esecuzione della tomografia sismica di superficie su onde P si possono distinguere due fasi: 1) l'acquisizione dei dati sul terreno; 2) l'elaborazione degli stessi. La prima fase prevede l'utilizzo di ricevitori (**geofoni**) infissi sulla superficie del terreno lungo un allineamento e comunicanti con un registratore (**sismometro**); il sismometro registra le onde elastiche generate mediante una energizzazione impulsiva del terreno (in genere il colpo di una mazza su di una piastra) ripetuta più volte lungo la linea dei geofoni (tali punti vengono denominati "**shot point**"). La posizione nello spazio dei geofoni e degli shot point costituiscono la "**geometria di acquisizione**", che nel nostro caso risulta essere bidimensionale. Sempre in questa fase occorre impostare i corretti parametri per l'acquisizione che sono in funzione della geometria, dello scopo dell'indagine, del disturbo ambientale.

L'elaborazione si svolge secondo i seguenti passi: trasformazione della geometria di acquisizione in un profilo topografico; lettura dei tempi di arrivo delle onde sismiche (dati reali); costruzione di un "**modello di velocità**" ; impostazione dei parametri per l'esecuzione del programma di "inversione"; esecuzione iterativa del programma di inversione (vedi nel seguito).

Il risultato della tomografia viene presentato sotto forma di una sezione bidimensionale in cui ad ogni coppia distanza/profondità, corrisponde un valore di velocità sismica. Tale campo di velocità sismiche (V=(x,z)), rappresentato mediante una gamma di colori.

5.2 Modalità operative

L'indagine è stata sviluppata mediante l'esecuzione di sette profili tomografici, realizzati, come di seguito riportati, con l'ausilio di:

profilo 1 12 geofoni e 6 "shot point", lunghezza della stesa pari a 41,5 m, interdistanza 4 m
profilo 2 12 geofoni e 5 "shot point", lunghezza della stesa pari a 22,0 m, interdistanza 2 m
profilo 3 12 geofoni e 6 "shot point", lunghezza della stesa pari a 33,0 m, interdistanza 3 m

profilo 4 20 geofoni e 5 “shot point”, lunghezza della stesa pari a 36,0 m, interdistanza 1,5 m
profilo 5 24 geofoni e 3 “shot point”, lunghezza della stesa pari a 38,0 m, interdistanza 1,5 m
profilo 6 12 geofoni e 6 “shot point”, lunghezza della stesa pari a 36,0 m, interdistanza 3 m
profilo 7 12 geofoni e 6 “shot point”, lunghezza della stesa pari a 49,5 m, interdistanza 4,5 m

L’acquisizione dei dati è stata eseguita con la seguente attrezzatura:

- sismografo abem Terraloc Mark 6, 24 canali, le cui caratteristiche tecniche sono fornite in allegato;
- geofoni di frequenza centrale di 10 Hz;
- mazza da 8 Kg.
- Piastra d’alluminio

Dopo la fase d’acquisizione in campagna, si è proceduto alla lettura dei tempi d’arrivo, delle onde di compressione (picking), di tutti gli “shot” eseguiti. L’elaborazione dei dati è svolta utilizzando una metodologia non-lineare, al fine di modelizzare correttamente la potenziale presenza di eterogeneità laterali di velocità, all’interno della sezione tomografica.

L’elaborazione dei dati, è stata condotta utilizzando il software commerciale Seis Opt Pro della SeisOpt.

5.3 Principali “step” d’analisi

- Scelta del modello di propagazione iniziale che risulta non critico con il metodo Generalized Simulatet – Annealing, in quanto il modello finale ottenuto non dipende dal modello iniziale (*A generalized-Annealing Optimization for Inversio of First-Arrival Times, Sathish K. Pullammanappallil and John N. Louie- Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84 n. 5 pp. 1397, October 1994*)

- una soluzione alle differenze finite dell'equazione eikonal calcola il percorso dei raggi attraverso il modello di velocità prescelto, attraverso la suddivisione del sottosuolo in griglie di una determinata dimensione e determina il least-square error E_0.

- partendo da un modello di velocità costante e definita una griglia 2D, il modello è perturbato casualmente, cioè, vengono inserite casualmente aree con differenti velocità e di conseguenza parte del modello è variato.

- I tempi sono calcolati utilizzando l’algoritmo del simulated-anealling. Viene calcolato l'errore least-square-error E_1 tra i tempi misurati e quelli teorici .Nel caso in cui l'errore è minore della ripetizione precedente il modello perturbato è accettato. Anche se il modello ha errore più grande, potrebbe essere condizionatamente accettato basato sui criteri di probabilità dati nella carta di riferimento. Questo processo (di perturbazione e d’accettazione) è eseguito per numerose mila ripetizioni (50.000 e più), fino a quando il modello non converge ad una

soluzione. Con il programma Pro SeisOpt (2D), vengono provati vari parametri nei modelli per assicurare una buona convergenza del risultato.

5.4 Geometria di acquisizione e Tempi di arrivo

Profilio 1

```
Creator: TERRALOC MK6  Ver 2.22   Serial number: 4981451

Record:                 1
Sampling interval:      0.050  ms            Time:     00:08:42
Number of samples:      2048  (102.4 ms)
Delay:                  0      ms
Highpass filter:        Off
Notch filter:           Off
Digital filter:         None


================================================================================

SHOT LOCATION:              X = -2.000 m   Y = 0.000 m   Z = 0.000 m


RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:
--------------------------------------------------------------------------------
Trace         X (m)           Y (m)           Z (m)       First arrivals (ms)
--------------------------------------------------------------------------------
   1          0.000           0.000           0.000            3.600
   2          4.000           0.000           0.000            9.800
   3          8.000           0.000           0.000           12.600
   4         12.000           0.000           0.000           16.800
   5         16.000           0.000           0.000           18.600
   6         20.000           0.000           0.000           18.800
   7         24.000           0.000           0.000           21.800
   8         28.000           0.000           0.000           21.800
   9         32.000           0.000           0.000           23.000
  10         36.000           0.000           0.000           22.600
  11         39.000           0.000           0.000           21.400
  12         41.500           0.000           0.000           21.200
--------------------------------------------------------------------------------

Creator: TERRALOC MK6  Ver 2.22   Serial number: 4981451

Record:                 2
Sampling interval:      0.050  ms
Number of samples:      2048  (102.4 ms)
Delay:                  0      ms
Highpass filter:        Off
Notch filter:           Off
Digital filter:         None


================================================================================
```

SHOT LOCATION: X = 2.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	3.000
2	4.000	0.000	0.000	2.600
3	8.000	0.000	0.000	7.200
4	12.000	0.000	0.000	12.600
5	16.000	0.000	0.000	18.200
6	20.000	0.000	0.000	18.600
7	24.000	0.000	0.000	21.600
8	28.000	0.000	0.000	21.400
9	32.000	0.000	0.000	22.200
10	36.000	0.000	0.000	20.800
11	39.000	0.000	0.000	20.000
12	41.500	0.000	0.000	19.400

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 3
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 10.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	12.000
2	4.000	0.000	0.000	6.800
3	8.000	0.000	0.000	3.200
4	12.000	0.000	0.000	3.800
5	16.000	0.000	0.000	10.000
6	20.000	0.000	0.000	17.600
7	24.000	0.000	0.000	20.200
8	28.000	0.000	0.000	19.600
9	32.000	0.000	0.000	20.800
10	36.000	0.000	0.000	19.400
11	39.000	0.000	0.000	19.200
12	41.500	0.000	0.000	19.000

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 4
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off

Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 22.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	22.000
2	4.000	0.000	0.000	21.400
3	8.000	0.000	0.000	19.400
4	12.000	0.000	0.000	18.000
5	16.000	0.000	0.000	16.200
6	20.000	0.000	0.000	6.800
7	24.000	0.000	0.000	6.000
8	28.000	0.000	0.000	17.400
9	32.000	0.000	0.000	20.000
10	36.000	0.000	0.000	18.800
11	39.000	0.000	0.000	18.600
12	41.500	0.000	0.000	18.600

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 5
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 38.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	21.800
2	4.000	0.000	0.000	21.600
3	8.000	0.000	0.000	20.600
4	12.000	0.000	0.000	19.000
5	16.000	0.000	0.000	17.800
6	20.000	0.000	0.000	16.800
7	24.000	0.000	0.000	17.400
8	28.000	0.000	0.000	14.600
9	32.000	0.000	0.000	17.000
10	36.000	0.000	0.000	5.600
11	39.000	0.000	0.000	3.400
12	41.500	0.000	0.000	7.400

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22   Serial number: 4981451

Record: 6
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

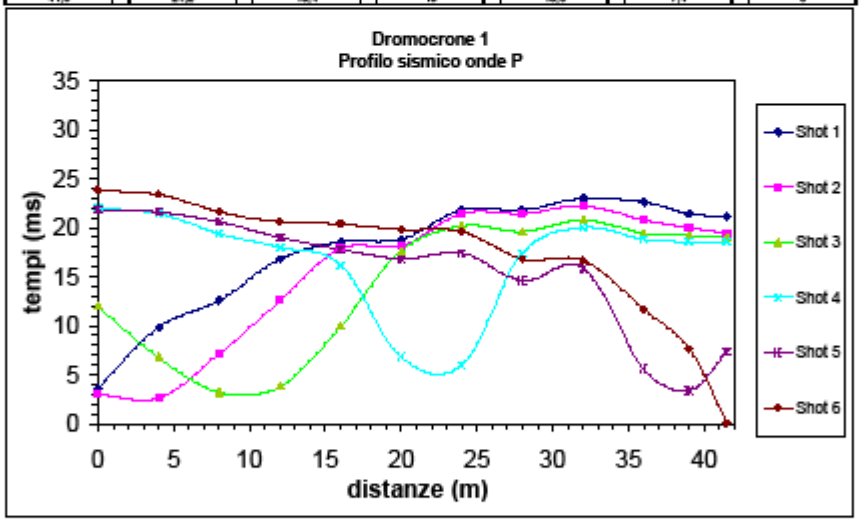
==========

SHOT LOCATION: X = 41.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	23.800
2	4.000	0.000	0.000	23.400
3	8.000	0.000	0.000	21.600
4	12.000	0.000	0.000	20.600
5	16.000	0.000	0.000	20.400
6	20.000	0.000	0.000	19.800
7	24.000	0.000	0.000	19.600
8	28.000	0.000	0.000	16.800
9	32.000	0.000	0.000	16.600
10	36.000	0.000	0.000	11.600
11	39.000	0.000	0.000	7.600
12	41.500	0.000	0.000	0.000

distanze (m)	Shot 1 tempi (ms)	Shot 2 tempi (ms)	Shot 3 tempi (ms)	Shot 4 tempi (ms)	Shot 5 tempi (ms)	Shot 6 tempi (ms)
0	3,6	3	12	22	21,8	23,8
4	9,8	2,6	6,8	21,4	21,6	23,4
8	12,6	7,2	3,2	19,4	20,6	21,6
12	16,8	12,6	3,8	18	19	20,6
16	18,6	17,89	10	16,2	17,8	20,4
20	18,8	18,15	17,6	6,8	16,8	19,8
24	21,8	21,45	20,2	6	17,4	19,6
28	21,8	21,4	19,6	17,4	14,6	16,8
32	23	22,2	20,8	20	15,81	16,6
36	22,6	20,8	19,4	18,8	5,6	11,6
39	21,4	20	19,2	18,6	3,4	7,6
41,5	21,2	19,4	19	18,6	7,4	0



Profilio 2

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 1
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 1.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.300	3.200
2	2.000	0.000	0.300	3.000
3	4.000	0.000	0.200	8.400
4	6.000	0.000	0.100	14.200
5	8.000	0.000	0.000	20.000
6	10.000	0.000	0.000	19.200
7	12.000	0.000	0.200	19.400
8	14.000	0.000	0.200	16.000
9	16.000	0.000	0.300	16.400
10	18.000	0.000	1.500	18.000
11	20.000	0.000	1.700	17.600
12	22.000	0.000	2.000	17.800

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 2
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 7.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.300	21.000
2	2.000	0.000	0.300	14.800
3	4.000	0.000	0.200	9.400
4	6.000	0.000	0.100	3.000
5	8.000	0.000	0.000	3.000
6	10.000	0.000	0.000	8.200
7	12.000	0.000	0.200	15.200
8	14.000	0.000	0.200	14.200

9	16.000	0.000	0.300	13.600
10	18.000	0.000	1.500	17.200
11	20.000	0.000	1.700	16.600
12	22.000	0.000	2.000	16.400

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 3
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 11.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.300	18.560
2	2.000	0.000	0.300	18.000
3	4.000	0.000	0.200	17.800
4	6.000	0.000	0.100	13.800
5	8.000	0.000	0.000	8.800
6	10.000	0.000	0.000	3.000
7	12.000	0.000	0.200	3.400
8	14.000	0.000	0.200	9.200
9	16.000	0.000	0.300	12.200
10	18.000	0.000	1.500	15.200
11	20.000	0.000	1.700	14.800
12	22.000	0.000	2.000	15.000

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 4
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 19.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.300	19.200

2	2.000	0.000	0.300	19.200
3	4.000	0.000	0.200	18.800
4	6.000	0.000	0.100	17.600
5	8.000	0.000	0.000	17.200
6	10.000	0.000	0.000	14.400
7	12.000	0.000	0.200	12.400
8	14.000	0.000	0.200	8.800
9	16.000	0.000	0.300	7.200
10	18.000	0.000	1.500	3.200
11	20.000	0.000	1.700	3.600
12	22.000	0.000	2.000	8.400

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

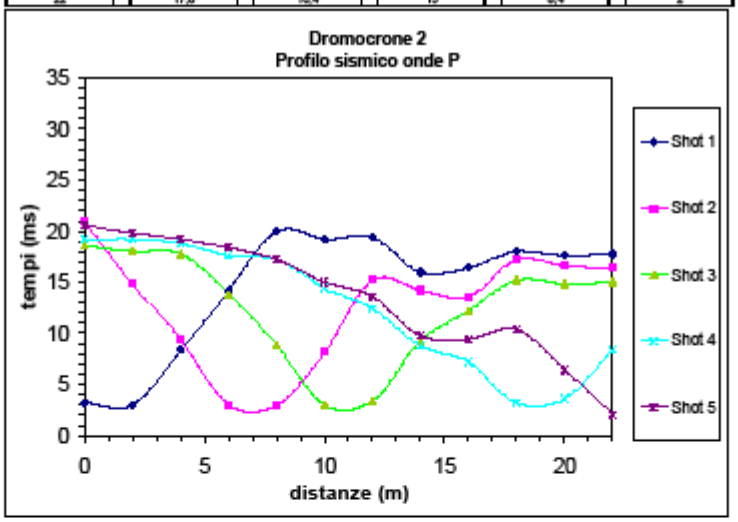
Record: 5
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

SHOT LOCATION: X = 22.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.300	20.600
2	2.000	0.000	0.300	19.800
3	4.000	0.000	0.200	19.200
4	6.000	0.000	0.100	18.400
5	8.000	0.000	0.000	17.200
6	10.000	0.000	0.000	15.000
7	12.000	0.000	0.200	13.600
8	14.000	0.000	0.200	9.800
9	16.000	0.000	0.300	9.400
10	18.000	0.000	1.500	10.400
11	20.000	0.000	1.700	6.400
12	22.000	0.000	2.000	2.000

distanze (m)	Shot 1 tempi (ms)	Shot 2 tempi (ms)	Shot 3 tempi (ms)	Shot 4 tempi (ms)	Shot 5 tempi (ms)
0	3,2	21	18,56	19,2	20,6
2	3	14,8	18	19,2	19,8
4	8,4	9,4	17,8	18,8	19,2
6	14,2	3	13,8	17,6	18,4
8	20	3	8,8	17,2	17,2
10	19,2	8,2	3	14,4	15
12	19,4	15,2	3,4	12,4	13,6
14	18	14,2	9,2	8,8	9,8
16	16,4	13,6	12,2	7,2	9,4
18	18	17,2	15,2	3,2	10,4
20	17,6	16,6	14,8	3,6	6,4
22	17,8	16,4	15	8,4	2



Profilio 3

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 1
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 0.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	4.200
2	3.000	0.000	0.000	8.400
3	6.000	0.000	0.000	16.000
4	9.000	0.000	0.000	17.600
5	12.000	0.000	0.000	17.600
6	15.000	0.000	0.000	18.600
7	18.000	0.000	0.000	20.200
8	21.000	0.000	0.000	20.800
9	24.000	0.000	0.100	20.000
10	27.000	0.000	0.200	23.800
11	30.000	0.000	0.350	26.600
12	33.000	0.000	0.450	26.800

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 2
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 7.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	17.200
2	3.000	0.000	0.000	12.800
3	6.000	0.000	0.000	8.600
4	9.000	0.000	0.000	4.600
5	12.000	0.000	0.000	12.800
6	15.000	0.000	0.000	16.200
7	18.000	0.000	0.000	18.200
8	21.000	0.000	0.000	18.600
9	24.000	0.000	0.100	18.600

10	27.000	0.000	0.200	21.400
11	30.000	0.000	0.350	25.000
12	33.000	0.000	0.450	25.200

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 3
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 13.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	17.400
2	3.000	0.000	0.000	17.200
3	6.000	0.000	0.000	15.800
4	9.000	0.000	0.000	14.000
5	12.000	0.000	0.000	5.200
6	15.000	0.000	0.000	4.200
7	18.000	0.000	0.000	12.600
8	21.000	0.000	0.000	14.800
9	24.000	0.000	0.100	14.600
10	27.000	0.000	0.200	18.400
11	30.000	0.000	0.350	21.600
12	33.000	0.000	0.450	22.800

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 4
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 22.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	19.800
2	3.000	0.000	0.000	19.200

3	6.000	0.000	0.000	18.000
4	9.000	0.000	0.000	17.200
5	12.000	0.000	0.000	15.200
6	15.000	0.000	0.000	13.600
7	18.000	0.000	0.000	13.000
8	21.000	0.000	0.000	4.600
9	24.000	0.000	0.100	4.600
10	27.000	0.000	0.200	12.200
11	30.000	0.000	0.350	18.800
12	33.000	0.000	0.450	22.800

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 5
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 31.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	24.600
2	3.000	0.000	0.000	25.200
3	6.000	0.000	0.000	23.000
4	9.000	0.000	0.000	21.200
5	12.000	0.000	0.000	19.200
6	15.000	0.000	0.000	18.600
7	18.000	0.000	0.000	18.000
8	21.000	0.000	0.000	15.600
9	24.000	0.000	0.100	15.200
10	27.000	0.000	0.200	13.400
11	30.000	0.000	0.350	9.800
12	33.000	0.000	0.450	4.600

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 6
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

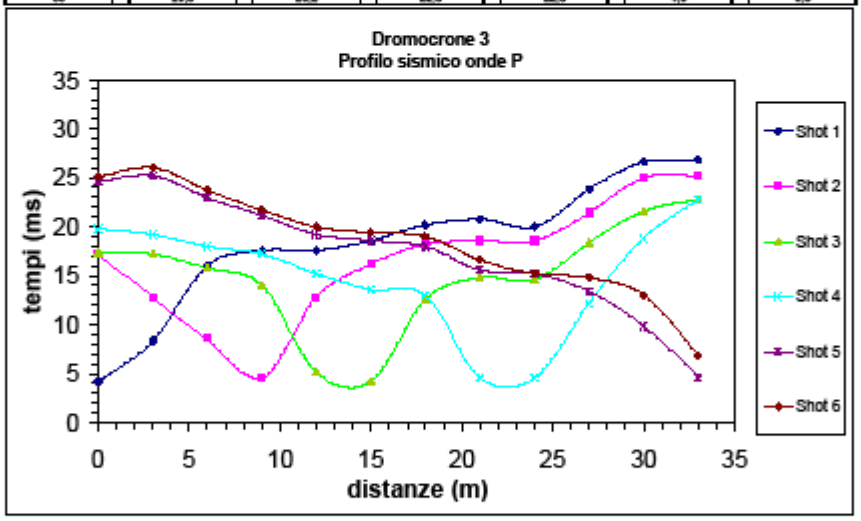
==========

SHOT LOCATION: X = 34.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	25.100
2	3.000	0.000	0.000	26.050
3	6.000	0.000	0.000	23.710
4	9.000	0.000	0.000	21.400
5	12.000	0.000	0.000	20.000
6	15.000	0.000	0.000	19.400
7	18.000	0.000	0.000	19.000
8	21.000	0.000	0.000	16.600
9	24.000	0.000	0.100	15.200
10	27.000	0.000	0.200	14.800
11	30.000	0.000	0.350	13.000
12	33.000	0.000	0.450	6.800

distanze (m)	Shot 1 tempi (ms)	Shot 2 tempi (ms)	Shot 3 tempi (ms)	Shot 4 tempi (ms)	Shot 5 tempi (ms)	Shot 6 tempi (ms)
0	4,2	17,2	17,4	19,8	24,6	25,1
3	8,4	12,8	17,2	19,2	25,2	26,05
6	16	8,6	15,8	18	23	23,71
9	17,6	4,6	14	17,2	21,2	21,71
12	17,6	12,8	5,2	15,2	19,2	20
15	18,6	16,2	4,2	13,6	18,6	19,4
18	20,2	18,2	12,6	13	18	19
21	20,8	18,6	14,8	4,6	15,6	16,6
24	20	18,6	14,6	4,6	15,2	15,2
27	23,8	21,4	18,4	12,2	13,4	14,8
30	26,6	25	21,6	18,8	9,8	13
33	26,8	25,2	22,8	22,8	4,6	6,8



Profilio 4

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 1

Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = -3.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	1.500	0.000	0.000	0.000
2	3.000	0.000	0.000	0.000
3	4.500	0.000	0.000	5.800
4	6.000	0.000	0.000	6.600
5	7.500	0.000	0.000	7.400
6	9.000	0.000	0.000	9.000
7	10.500	0.000	0.000	10.800
8	12.000	0.000	0.000	11.600
9	13.500	0.000	0.000	13.400
10	15.000	0.000	0.000	13.600
11	16.500	0.000	0.000	15.200
12	18.000	0.000	0.000	14.800
13	19.500	0.000	0.000	16.600
14	21.000	0.000	0.000	16.200
15	22.500	0.000	0.000	17.000
16	24.000	0.000	0.000	17.400
17	25.500	0.000	0.000	20.200
18	27.000	0.000	0.000	21.200
19	28.500	0.000	0.000	22.000
20	30.000	0.000	0.000	22.400
21	31.500	0.000	0.000	22.600
22	33.000	0.000	0.000	22.400
23	34.500	0.000	0.000	0.000
24	36.000	0.000	0.000	0.000

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 2
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 8.250 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	1.500	0.000	0.000	0.000
2	3.000	0.000	0.000	0.000
3	4.500	0.000	0.000	13.000
4	6.000	0.000	0.000	10.400
5	7.500	0.000	0.000	9.800
6	9.000	0.000	0.000	5.200
7	10.500	0.000	0.000	1.400
8	12.000	0.000	0.000	1.600
9	13.500	0.000	0.000	3.200
10	15.000	0.000	0.000	5.000
11	16.500	0.000	0.000	5.800
12	18.000	0.000	0.000	8.200
13	19.500	0.000	0.000	9.800
14	21.000	0.000	0.000	11.400
15	22.500	0.000	0.000	13.400
16	24.000	0.000	0.000	13.800
17	25.500	0.000	0.000	14.200
18	27.000	0.000	0.000	16.200
19	28.500	0.000	0.000	18.200
20	30.000	0.000	0.000	18.800
21	31.500	0.000	0.000	19.200
22	33.000	0.000	0.000	19.600
23	34.500	0.000	0.000	0.000
24	36.000	0.000	0.000	0.000

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 3
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 20.250 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	1.500	0.000	0.000	0.000
2	3.000	0.000	0.000	0.000
3	4.500	0.000	0.000	19.000
4	6.000	0.000	0.000	18.600
5	7.500	0.000	0.000	18.400
6	9.000	0.000	0.000	19.000
7	10.500	0.000	0.000	17.200
8	12.000	0.000	0.000	15.600
9	13.500	0.000	0.000	15.000
10	15.000	0.000	0.000	13.800
11	16.500	0.000	0.000	10.600
12	18.000	0.000	0.000	11.600
13	19.500	0.000	0.000	7.000
14	21.000	0.000	0.000	6.000

15	22.500	0.000	0.000	2.200
16	24.000	0.000	0.000	2.600
17	25.500	0.000	0.000	5.000
18	27.000	0.000	0.000	6.800
19	28.500	0.000	0.000	7.600
20	30.000	0.000	0.000	10.600
21	31.500	0.000	0.000	12.200
22	33.000	0.000	0.000	13.400
23	34.500	0.000	0.000	0.000
24	36.000	0.000	0.000	0.000

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 4
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 27.750 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	1.500	0.000	0.000	0.000
2	3.000	0.000	0.000	0.000
3	4.500	0.000	0.000	20.400
4	6.000	0.000	0.000	19.600
5	7.500	0.000	0.000	19.000
6	9.000	0.000	0.000	19.400
7	10.500	0.000	0.000	20.400
8	12.000	0.000	0.000	19.200
9	13.500	0.000	0.000	18.800
10	15.000	0.000	0.000	17.800
11	16.500	0.000	0.000	17.600
12	18.000	0.000	0.000	16.800
13	19.500	0.000	0.000	14.200
14	21.000	0.000	0.000	14.800
15	22.500	0.000	0.000	10.000
16	24.000	0.000	0.000	10.200
17	25.500	0.000	0.000	8.200
18	27.000	0.000	0.000	6.000
19	28.500	0.000	0.000	4.000
20	30.000	0.000	0.000	2.000
21	31.500	0.000	0.000	2.000
22	33.000	0.000	0.000	3.600
23	34.500	0.000	0.000	0.000
24	36.000	0.000	0.000	0.000

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 5
Sampling interval: 0.050 ms

Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

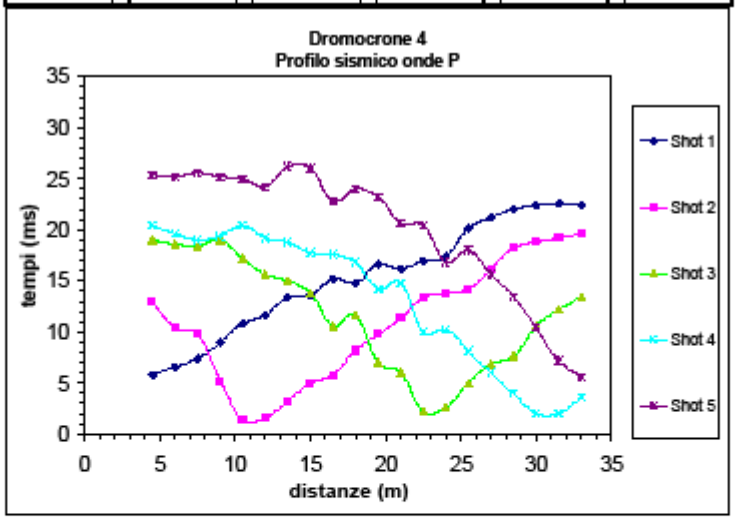
==========

SHOT LOCATION: X = 34.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	1.500	0.000	0.000	0.000
2	3.000	0.000	0.000	0.000
3	4.500	0.000	0.000	25.400
4	6.000	0.000	0.000	25.200
5	7.500	0.000	0.000	25.600
6	9.000	0.000	0.000	25.200
7	10.500	0.000	0.000	25.000
8	12.000	0.000	0.000	24.200
9	13.500	0.000	0.000	26.200
10	15.000	0.000	0.000	26.000
11	16.500	0.000	0.000	22.800
12	18.000	0.000	0.000	24.000
13	19.500	0.000	0.000	23.200
14	21.000	0.000	0.000	20.600
15	22.500	0.000	0.000	20.400
16	24.000	0.000	0.000	16.800
17	25.500	0.000	0.000	18.000
18	27.000	0.000	0.000	15.600
19	28.500	0.000	0.000	13.400
20	30.000	0.000	0.000	10.400
21	31.500	0.000	0.000	7.200
22	33.000	0.000	0.000	5.600
23	34.500	0.000	0.000	0.000
24	36.000	0.000	0.000	0.000

distanze (m)	Shot 1 tempi (ms)	Shot 2 tempi (ms)	Shot 3 tempi (ms)	Shot 4 tempi (ms)	Shot 5 tempi (ms)
4,5	5,8	13	19	20,4	25,4
6	6,6	10,4	18,6	19,6	25,2
7,5	7,4	9,8	18,4	19	25,6
9	9	5,2	19	19,4	25,2
10,5	10,8	1,4	17,2	20,4	25
12	11,6	1,6	15,6	19,2	24,2
13,5	13,4	3,2	15	18,8	26,2
15	13,6	5	13,8	17,8	26
16,5	15,2	5,8	10,6	17,6	22,8
18	14,8	8,2	11,6	16,8	24
19,5	16,6	9,8	7	14,2	23,2
21	16,2	11,4	6	14,6	20,6
22,5	17	13,4	2,2	10	20,4
24	17,4	13,8	2,6	10,2	16,8
25,5	20,2	14,2	5	8,2	18
27	21,2	16,2	6,8	6	15,6
28,5	22	18,2	7,6	4	13,4
30	22,4	18,8	10,6	2	10,4
31,5	22,6	19,2	12,2	2	7,2
33	22,4	19,6	13,4	3,6	5,6



Profilio 5

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: M_1-1
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 4096 (204.8 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 34.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	2.300	0.000	0.000	0.000
2	3.500	0.000	0.000	0.000
3	4.500	0.000	0.000	47.600
4	6.000	0.000	0.000	45.800
5	7.500	0.000	0.000	47.600
6	9.000	0.000	0.000	45.400
7	10.500	0.000	0.000	46.000
8	12.000	0.000	0.000	44.800
9	13.500	0.000	0.000	42.600
10	15.000	0.000	0.000	40.600
11	18.600	0.000	0.000	33.200
12	20.000	0.000	0.000	33.600
13	21.500	0.000	0.000	32.800
14	23.000	0.000	0.000	32.000
15	24.500	0.000	0.000	28.400
16	26.000	0.000	0.000	28.800
17	27.500	0.000	0.000	25.000
18	29.000	0.000	0.000	25.400
19	30.500	0.000	0.000	18.600
20	32.000	0.000	0.000	17.600
21	33.500	0.000	0.000	16.200
22	35.000	0.000	0.000	15.600
23	36.500	0.000	0.000	10.000
24	38.000	0.000	0.000	6.400

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: M_2-1
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 4096 (204.8 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 0.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	2.300	0.000	0.000	13.400
2	3.500	0.000	0.000	14.600
3	4.500	0.000	0.000	18.200
4	6.000	0.000	0.000	20.600
5	7.500	0.000	0.000	24.400
6	9.000	0.000	0.000	28.800
7	10.500	0.000	0.000	29.800
8	12.000	0.000	0.000	31.600
9	13.500	0.000	0.000	35.600
10	15.000	0.000	0.000	37.400
11	18.600	0.000	0.000	42.200
12	20.000	0.000	0.000	44.400
13	21.500	0.000	0.000	51.200
14	23.000	0.000	0.000	47.800
15	24.500	0.000	0.000	50.400
16	26.000	0.000	0.000	51.400
17	27.500	0.000	0.000	51.600
18	29.000	0.000	0.000	50.400
19	30.500	0.000	0.000	52.400
20	32.000	0.000	0.000	53.400
21	33.500	0.000	0.000	57.200
22	35.000	0.000	0.000	52.600
23	36.500	0.000	0.000	52.600
24	38.000	0.000	0.000	54.800

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: M_3-1
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 4096 (204.8 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

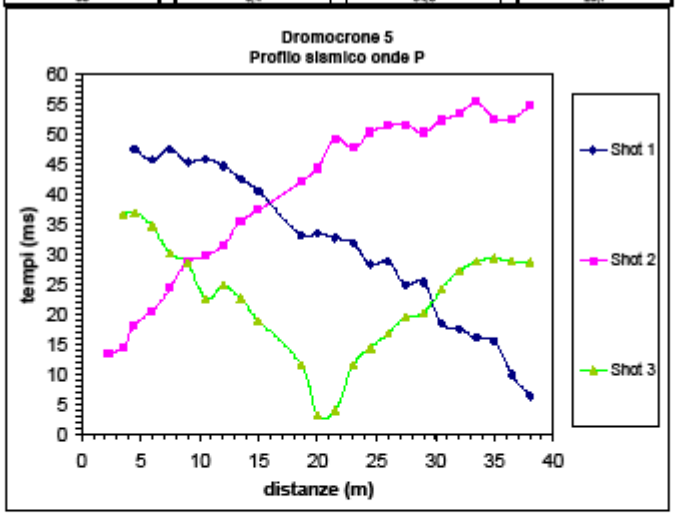
SHOT LOCATION: X = 18.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	2.300	0.000	0.000	0.000
2	3.500	0.000	0.000	36.600
3	4.500	0.000	0.000	37.000
4	6.000	0.000	0.000	34.800
5	7.500	0.000	0.000	30.200
6	9.000	0.000	0.000	28.600
7	10.500	0.000	0.000	22.600
8	12.000	0.000	0.000	24.800
9	13.500	0.000	0.000	22.700
10	15.000	0.000	0.000	19.000
11	18.600	0.000	0.000	11.600
12	20.000	0.000	0.000	3.200
13	21.500	0.000	0.000	4.000

14	23.000	0.000	0.000	11.600
15	24.500	0.000	0.000	14.400
16	26.000	0.000	0.000	16.800
17	27.500	0.000	0.000	19.600
18	29.000	0.000	0.000	20.300
19	30.500	0.000	0.000	24.200
20	32.000	0.000	0.000	27.200
21	33.500	0.000	0.000	28.800
22	35.000	0.000	0.000	29.400
23	36.500	0.000	0.000	28.800
24	38.000	0.000	0.000	28.700

distanze (m)	Shot 1 tempi (ms)	Shot 2 tempi (ms)	Shot 3 tempi (ms)
2,3		13,4	
3,5		14,6	36,6
4,5	47,6	18,2	37
6	45,8	20,8	34,8
7,5	47,6	24,4	30,2
9	45,4	28,8	28,6
10,5	46	29,8	22,6
12	44,8	31,6	24,8
13,5	42,6	35,6	22,7
15	40,6	37,4	19
18,6	33,2	42,2	11,6
20	33,6	44,4	3,2
21,5	32,8	49,3	4
23	32	47,8	11,6
24,5	28,4	50,4	14,4
26	28,8	51,4	16,8
27,5	25	51,6	19,6
29	25,4	50,4	20,3
30,5	18,6	52,4	24,2
32	17,6	53,4	27,2
33,5	16,2	55,4	28,8
35	15,6	52,6	29,4
36,5	10	52,6	28,8
38	6,4	54,6	28,7



Profilio 6

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22   Serial number: 4981451

Record: 1
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 0.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	3.000	0.000	0.000	4.600
2	6.000	0.000	0.000	9.600
3	9.000	0.000	0.000	13.800
4	12.000	0.000	0.000	16.000
5	15.000	0.000	0.000	17.200
6	18.000	0.000	0.000	18.800
7	21.000	0.000	0.000	19.200
8	24.000	0.000	0.000	20.100
9	27.000	0.000	0.000	21.700
10	30.000	0.000	0.000	22.500
11	33.000	0.000	0.000	24.300
12	36.000	0.000	0.000	25.300

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22   Serial number: 4981451

Record: 2
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 4.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	3.000	0.000	0.000	2.000
2	6.000	0.000	0.000	2.000
3	9.000	0.000	0.000	4.800
4	12.000	0.000	0.000	7.000
5	15.000	0.000	0.000	10.600
6	18.000	0.000	0.000	17.800
7	21.000	0.000	0.000	18.800

8	24.000	0.000	0.000	19.400
9	27.000	0.000	0.000	21.000
10	30.000	0.000	0.000	21.600
11	33.000	0.000	0.000	23.200
12	36.000	0.000	0.000	24.600

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 3
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 16.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	3.000	0.000	0.000	17.600
2	6.000	0.000	0.000	13.400
3	9.000	0.000	0.000	12.600
4	12.000	0.000	0.000	4.000
5	15.000	0.000	0.000	1.800
6	18.000	0.000	0.000	1.800
7	21.000	0.000	0.000	5.600
8	24.000	0.000	0.000	9.400
9	27.000	0.000	0.000	16.600
10	30.000	0.000	0.000	20.400
11	33.000	0.000	0.000	22.400
12	36.000	0.000	0.000	24.200

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 4
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 28.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)

1	3.000	0.000	0.000	22.600
2	6.000	0.000	0.000	22.600
3	9.000	0.000	0.000	22.400
4	12.000	0.000	0.000	22.200
5	15.000	0.000	0.000	19.000
6	18.000	0.000	0.000	11.400
7	21.000	0.000	0.000	8.000
8	24.000	0.000	0.000	3.800
9	27.000	0.000	0.000	1.400
10	30.000	0.000	0.000	1.600
11	33.000	0.000	0.000	4.200
12	36.000	0.000	0.000	10.600

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 5
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

SHOT LOCATION: X = 31.500 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	3.000	0.000	0.000	23.800
2	6.000	0.000	0.000	24.000
3	9.000	0.000	0.000	23.800
4	12.000	0.000	0.000	23.600
5	15.000	0.000	0.000	21.200
6	18.000	0.000	0.000	14.600
7	21.000	0.000	0.000	10.000
8	24.000	0.000	0.000	8.400
9	27.000	0.000	0.000	4.000
10	30.000	0.000	0.000	1.400
11	33.000	0.000	0.000	1.400
12	36.000	0.000	0.000	6.200

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

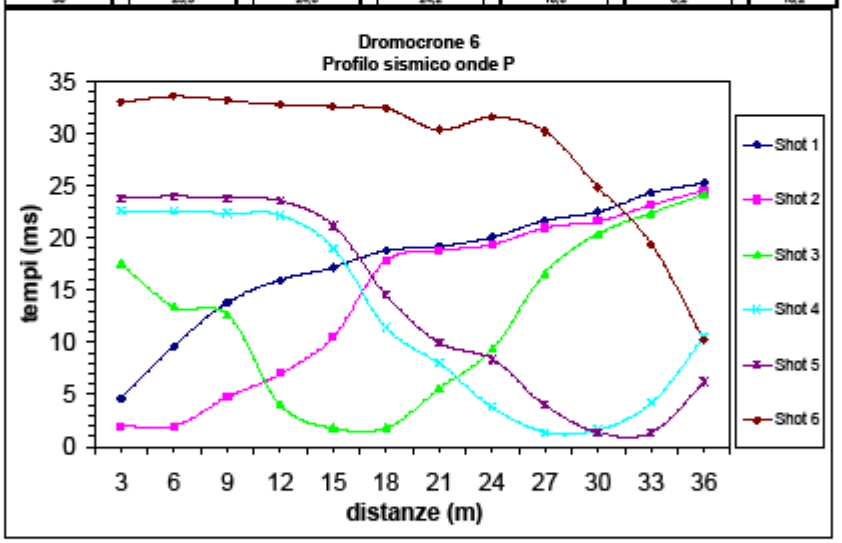
Record: 6
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

SHOT LOCATION: X = 40.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	3.000	0.000	0.000	33.000
2	6.000	0.000	0.000	33.600
3	9.000	0.000	0.000	33.200
4	12.000	0.000	0.000	32.800
5	15.000	0.000	0.000	32.600
6	18.000	0.000	0.000	32.400
7	21.000	0.000	0.000	30.400
8	24.000	0.000	0.000	31.600
9	27.000	0.000	0.000	30.200
10	30.000	0.000	0.000	24.800
11	33.000	0.000	0.000	19.400
12	36.000	0.000	0.000	10.200

distanze (m)	Shot 1 tempi (ms)	Shot 2 tempi (ms)	Shot 3 tempi (ms)	Shot 4 tempi (ms)	Shot 5 tempi (ms)	Shot 6 tempi (ms)
3	4,6	2	17,6	22,6	23,8	33
6	9,6	2	13,4	22,6	24	33,6
9	13,8	4,8	12,6	22,4	23,8	33,2
12	18	7	4	22,2	23,6	32,8
15	17,2	10,6	1,8	19	21,2	32,6
18	18,8	17,8	1,8	11,4	14,6	32,4
21	19,2	18,8	5,6	8	10	30,4
24	20,1	19,4	9,4	3,8	8,4	31,6
27	21,7	21	18,6	1,4	4	30,2
30	22,5	21,6	20,4	1,6	1,4	24,8
33	24,3	23,2	22,4	4,2	1,4	19,4
36	25,3	24,6	24,2	10,6	6,2	10,2



Profilio 7

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 1

Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 0.000 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	4.500	0.000	0.000	4.200
3	9.000	0.000	0.000	7.600
4	13.500	0.000	0.000	12.800
5	18.000	0.000	0.000	19.200
6	22.500	0.000	0.000	24.200
7	27.000	0.000	0.000	27.400
8	31.500	0.000	0.000	27.200
9	36.000	0.000	0.000	28.400
10	40.500	0.000	0.000	29.000
11	45.000	0.000	0.000	28.800
12	49.500	0.000	0.000	29.400

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 2
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 6.750 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	6.400
2	4.500	0.000	0.000	2.200
3	9.000	0.000	0.000	1.800
4	13.500	0.000	0.000	6.200
5	18.000	0.000	0.000	18.000
6	22.500	0.000	0.000	23.300
7	27.000	0.000	0.000	26.000
8	31.500	0.000	0.000	26.800
9	36.000	0.000	0.000	27.500
10	40.500	0.000	0.000	28.200

11	45.000	0.000	0.000	28.000
12	49.500	0.000	0.000	28.200

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 3
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

SHOT LOCATION: X = 15.750 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	19.200
2	4.500	0.000	0.000	13.200
3	9.000	0.000	0.000	7.200
4	13.500	0.000	0.000	2.400
5	18.000	0.000	0.000	2.600
6	22.500	0.000	0.000	11.000
7	27.000	0.000	0.000	16.000
8	31.500	0.000	0.000	21.800
9	36.000	0.000	0.000	24.600
10	40.500	0.000	0.000	25.800
11	45.000	0.000	0.000	25.400
12	49.500	0.000	0.000	26.000

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 4
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

SHOT LOCATION: X = 24.750 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	25.400
2	4.500	0.000	0.000	24.000
3	9.000	0.000	0.000	23.000

4	13.500	0.000	0.000	16.200
5	18.000	0.000	0.000	8.600
6	22.500	0.000	0.000	2.200
7	27.000	0.000	0.000	1.800
8	31.500	0.000	0.000	6.000
9	36.000	0.000	0.000	15.800
10	40.500	0.000	0.000	19.400
11	45.000	0.000	0.000	23.600
12	49.500	0.000	0.000	25.200

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 5
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

==========

SHOT LOCATION: X = 38.250 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	28.200
2	4.500	0.000	0.000	27.200
3	9.000	0.000	0.000	27.400
4	13.500	0.000	0.000	26.600
5	18.000	0.000	0.000	26.400
6	22.500	0.000	0.000	23.600
7	27.000	0.000	0.000	18.200
8	31.500	0.000	0.000	6.800
9	36.000	0.000	0.000	2.800
10	40.500	0.000	0.000	2.600
11	45.000	0.000	0.000	10.000
12	49.500	0.000	0.000	20.800

Creator: TERRALOC MK6 Ver 2.22 Serial number: 4981451

Record: 6
Sampling interval: 0.050 ms
Number of samples: 2048 (102.4 ms)
Delay: 0 ms
Highpass filter: Off
Notch filter: Off
Digital filter: None

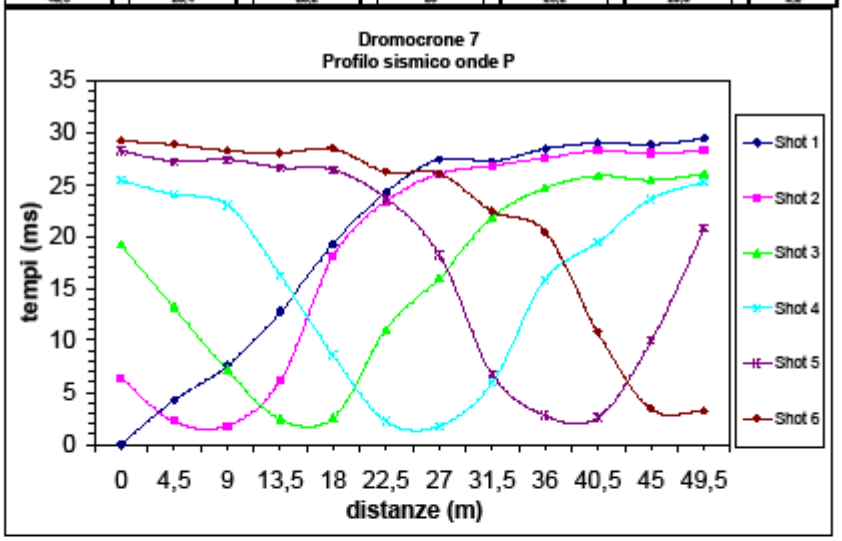
==========

SHOT LOCATION: X = 47.750 m Y = 0.000 m Z = 0.000 m

RECEIVER LOCATIONS AND FIRST ARRIVALS:

Trace	X (m)	Y (m)	Z (m)	First arrivals (ms)
1	0.000	0.000	0.000	29.200
2	4.500	0.000	0.000	28.800
3	9.000	0.000	0.000	28.200
4	13.500	0.000	0.000	28.000
5	18.000	0.000	0.000	28.400
6	22.500	0.000	0.000	26.200
7	27.000	0.000	0.000	26.000
8	31.500	0.000	0.000	22.400
9	36.000	0.000	0.000	20.400
10	40.500	0.000	0.000	10.800
11	45.000	0.000	0.000	3.400
12	49.500	0.000	0.000	3.200

distanze (m)	Shot 1 tempi (ms)	Shot 2 tempi (ms)	Shot 3 tempi (ms)	Shot 4 tempi (ms)	Shot 5 tempi (ms)	Shot 6 tempi (ms)
0	0	6,4	19,2	25,4	28,2	29,2
4,5	4,2	2,2	13,2	24	27,2	28,8
9	7,6	1,8	7,2	23	27,4	28,2
13,5	12,8	6,2	2,4	18,2	26,6	28
18	19,2	18	2,6	8,6	26,4	28,4
22,5	24,2	23,3	11	2,2	23,6	26,2
27	27,4	26	16	1,8	18,2	26
31,5	27,2	26,8	21,8	6	6,8	22,4
36	28,4	27,5	24,6	15,8	2,8	20,4
40,5	29	28,2	25,8	19,4	2,6	10,8
45	28,8	28	25,4	23,6	10	3,4
49,5	29,4	28,2	26	25,2	20,8	3,2



Profilo 1

Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 350 m/s a 3000 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m.

Numero d'iterazioni pari a 109.000.

Profilo 2

Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 350 m/s a 3000 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m.

Numero d'iterazioni pari a 105.000.

Profilo 3

Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 350 m/s a 3000 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m.

Numero d'iterazioni pari a 115.000.

Profilo 4

Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 350 m/s a 3000 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m.

Numero d'iterazioni pari a 110.000.

Profilo 5

Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 150 m/s a1500 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m.

Numero d'iterazioni pari a 98.000.

Profilo 6

Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 350 m/s a 3000 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m.

Numero d'iterazioni pari a 107.000.

Profilo 7

Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 350 m/s a 3000 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m.

Numero d'iterazioni pari a 102.000.

5.5 Risultati

Sono riportate in allegato le sezioni ottenute dall'interpretazione della tomografia sismica.

I ricevitori (geofoni) e gli shot utilizzati per l'interpretazione sono quelli indicati nelle sezioni allegate.

Nel profilo finale sono indicate le variazioni di velocità con la profondità e con la distanza.

6. Conclusioni

I risultati delle indagini tomografica su onde di compressione (tomografia su onde P) nei profili 1, 2, 3, indicano la profondità del substrato roccioso compresa tra 2-3 metri circa.

Nel profilo 4 NASW (in alveo) è visibile un aumento della velocità a circa 1,2 m dalla superficie di indagine dovuta verosimilmente ad un materiale poco permiabile in quanto le onde di taglio non si trasmettono nei liquidi (ad es. materiale argilloso) al di sotto del quale è presente un materiale molto più permeabile, infatti la velocità diminuisce per la presenza di acqua (presenza di materiali alluvionali più permeabili). Nel profilo 5 S e 5P e nel profilo 6 NASW è visibile alla profondità di circa 6 m un livello che potrebbe essere assimilabile a materiale poco permeabile infatti le Vp e Vs sono confrontabili questo indica un materiale mediamente non saturo (presenza di argilla o limo argilloso).

Vengono riportate di seguito le stratigrafie ipotizzate basate sulla velocità delle onde di taglio che indicano oltre al grado di addensamento il grado di saturazione dei materiali indagati

Da piano alveo		
Da 0 a 0,5-1 m	Alluvioni sciolte sature	Vs circa 130 m/s
Da 0,5-1 a 2,5-3 m	Alluvioni composte da materiale scarsamente permeabile ad es. argilla e/o limo argilloso	Vs 670 m/s
Da 2,5-3 m a 5 m	Alluvioni scarsamente addensate permeabili sature	Vs 300 m/s
Da 5 a circa 7 m	Alluvioni addensate sature	Vs 440 m/s
Da 7 a 11 m	Alluvioni molto addensate sature	Vs 520 m/s
Da 11 a 14 m	Substrato roccioso alterato e/o fratturato	Vs 730 m/s
Da piano strada		
Da 0 a 4 m	Materiale scarsamente addensato	Vs 190 m/s
Da 4 a 5,5-6 m circa	Alluvioni addensate scarsamente permeabili fini sature	Vs 480 m/s
Da 5,5-6 a 6,5	Alluvioni estremamente addensate impermeabili (argilla e/o limo argilloso)	Vs690 m/s
Da 6,5 a 11-12 m	Substrato roccioso alterato e/o fratturato	Vs 740 m/s
Da 11-12 a 21 m	Substrato roccioso	Vs 810 m/s

Per **Geofisica e Ambiente sas**
Dott. Geol. Laura Spalluto

Foto relative alle prospezioni








Stese Sito proposto Nuovo Depuratore







Stese in Alveo







Stese in Sponda sinistra torrente Boate da alveo a campo pozzi Santa Maria