

# PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

in forma associata tra

il Comune di **Bibbona** e il Comune di **Casale Marittimo**

Provincia di Livorno e  
Provincia di Pisa

## *Progettista*

Arch. Giovanni Parlanti

## *Responsabile VAS*

Arch. Gabriele Banchetti

## *Collaborazione al progetto*

Pian. Emanuele Bechelli

## *Studi geologici*

GEOPROGETTI STUDIO ASSOCIATO

Geol. Emilio Pistilli

## *Elaborazione grafica e GIS*

Paes. Giulia Mancini

## *Ufficio Unico di Piano:*

*Responsabile dell'Ufficio unico di Piano*

Geom. Sandro Cerri

*Garante dell'informazione*

Rag. Roberta Menghi

## COMUNE DI BIBBONA

*Responsabile dell'Ufficio Tecnico*

Geom. Sandro Cerri

*Sindaco Comune di Bibbona*

Massimo Fedeli

## COMUNE DI CASALE MARITTIMO

*Responsabile dell'Ufficio Tecnico*

Geom. Stefano Fantacci

*Sindaco Comune di Casale Marittimo*

Claudia Manzi

**DATI DI BASE CASALE MARITTIMO**

**Doc.  
QG02**

Adottato con Del. C.C. n.

del

**Febbraio 2020**

## **Doc QG02 – parte 1 di 2**

**Indagini geognostiche estratte dal “Report dei  
dati di base” del Piano Operativo del  
Comune di Casale Marittimo  
marzo 2019**

## **PIANO OPERATIVO**

**Arch. Giovanni Parlanti**

*Progettista*

**Pian. Jr. Emanuele Bechelli**

*Collaborazione al progetto*

**Dott.ssa Geol. Silvia Bartoletti**

*Studi geologici*

**Geom. Stefano Fantacci**

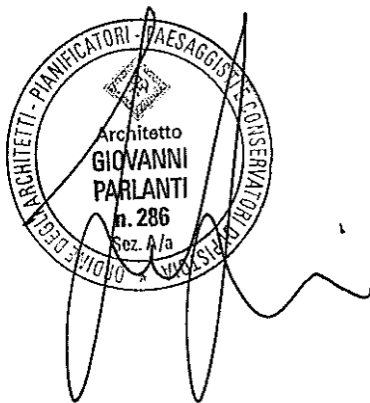
*Responsabile del procedimento*

**Dott. Salvatore Carminitana**

*Garante della Comunicazione*

**Dott. Fabrizio Burchianti**

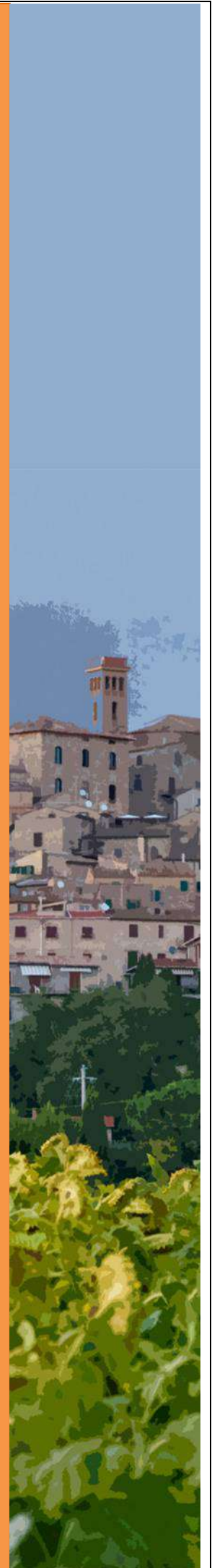
*Sindaco*

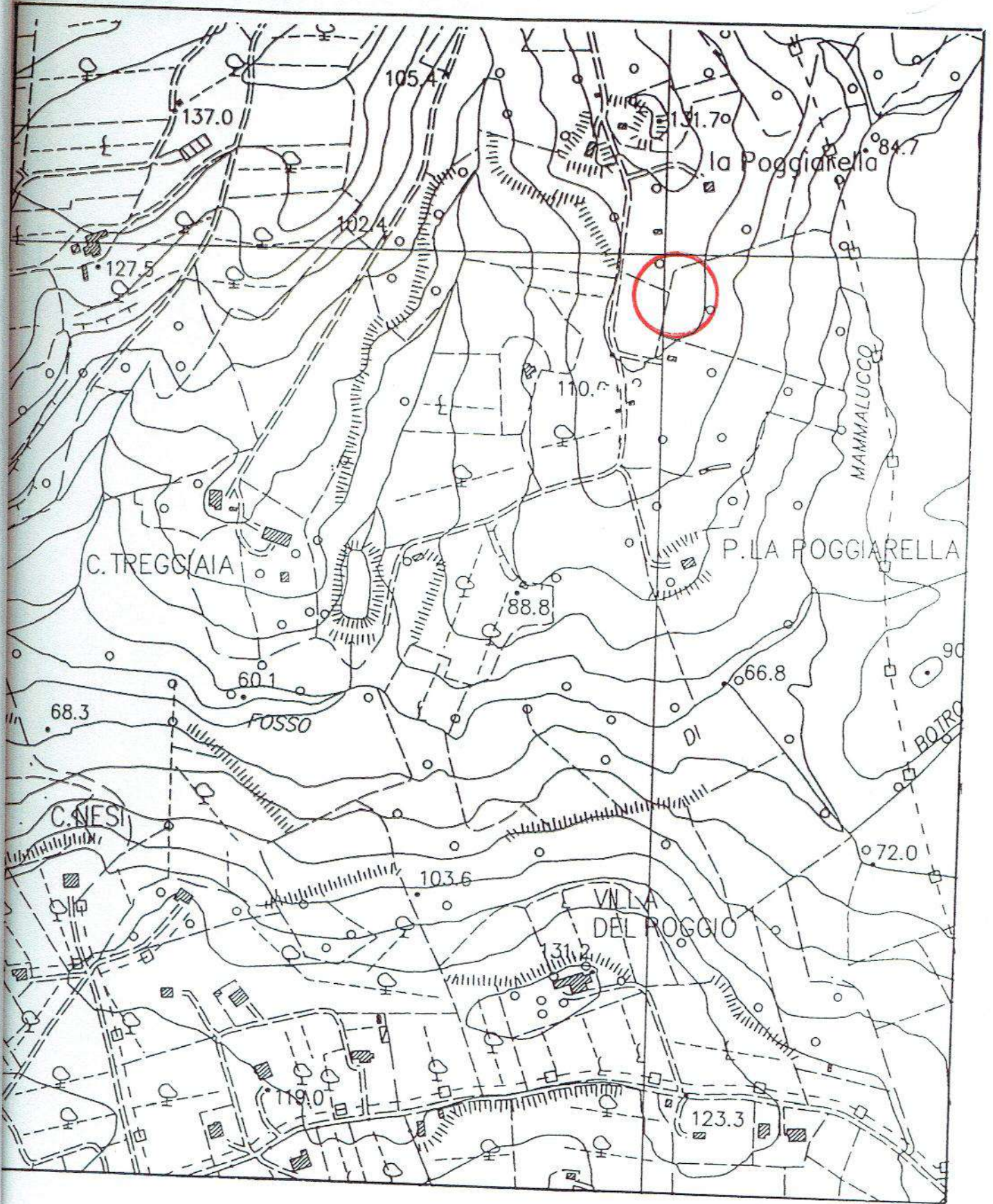


## **Report dei dati di base**

Adottato con Del. C.C. n.            del

*Marzo 2019*





**COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 2

scala 1:5.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

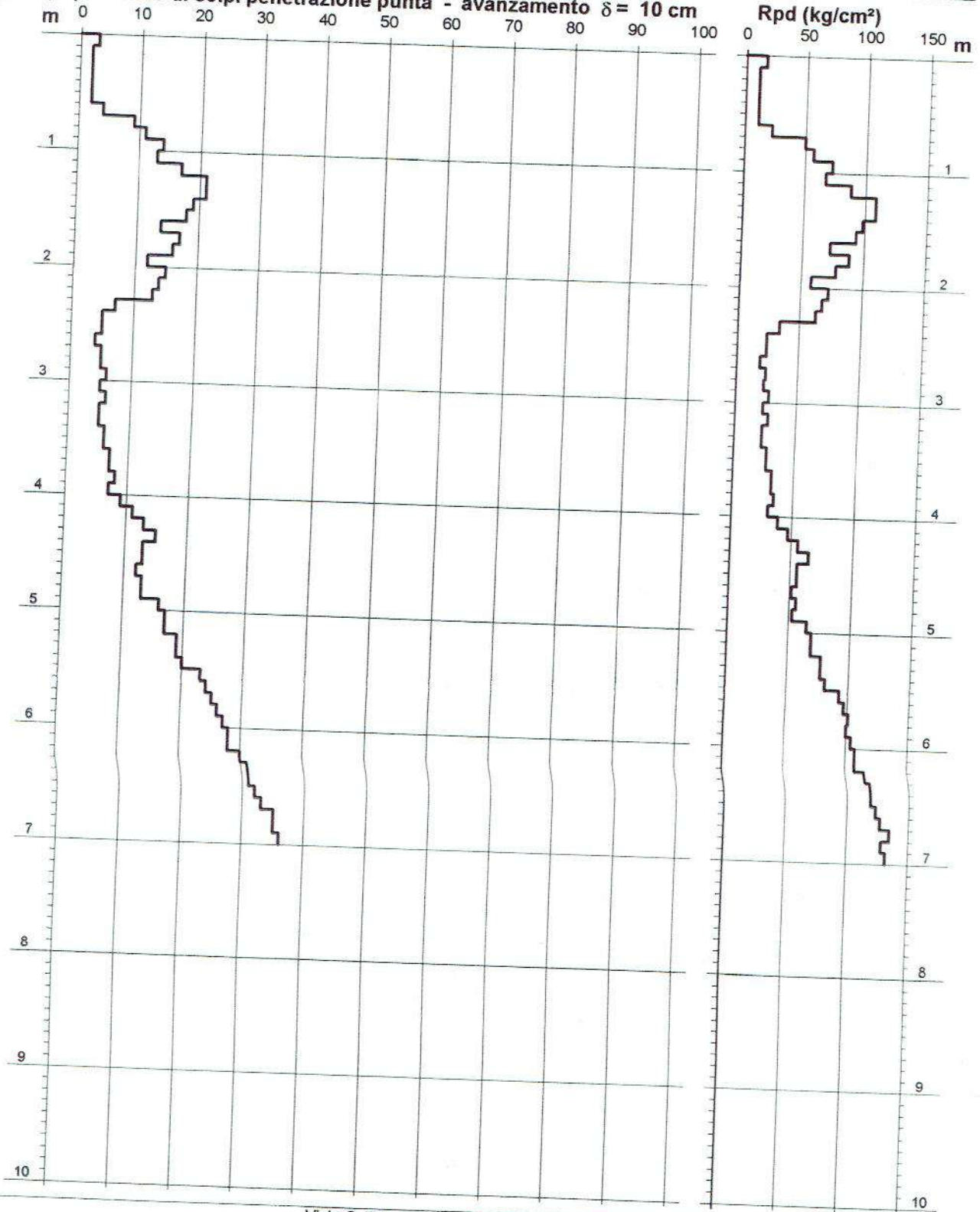
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Angelo MICHELI  
- lavoro : Costruzione di magazzino agricolo  
- località : La Poggiarella, Comune di Casale M.mo

- data prova : 20/11/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 05/12/2007

- note : 3

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

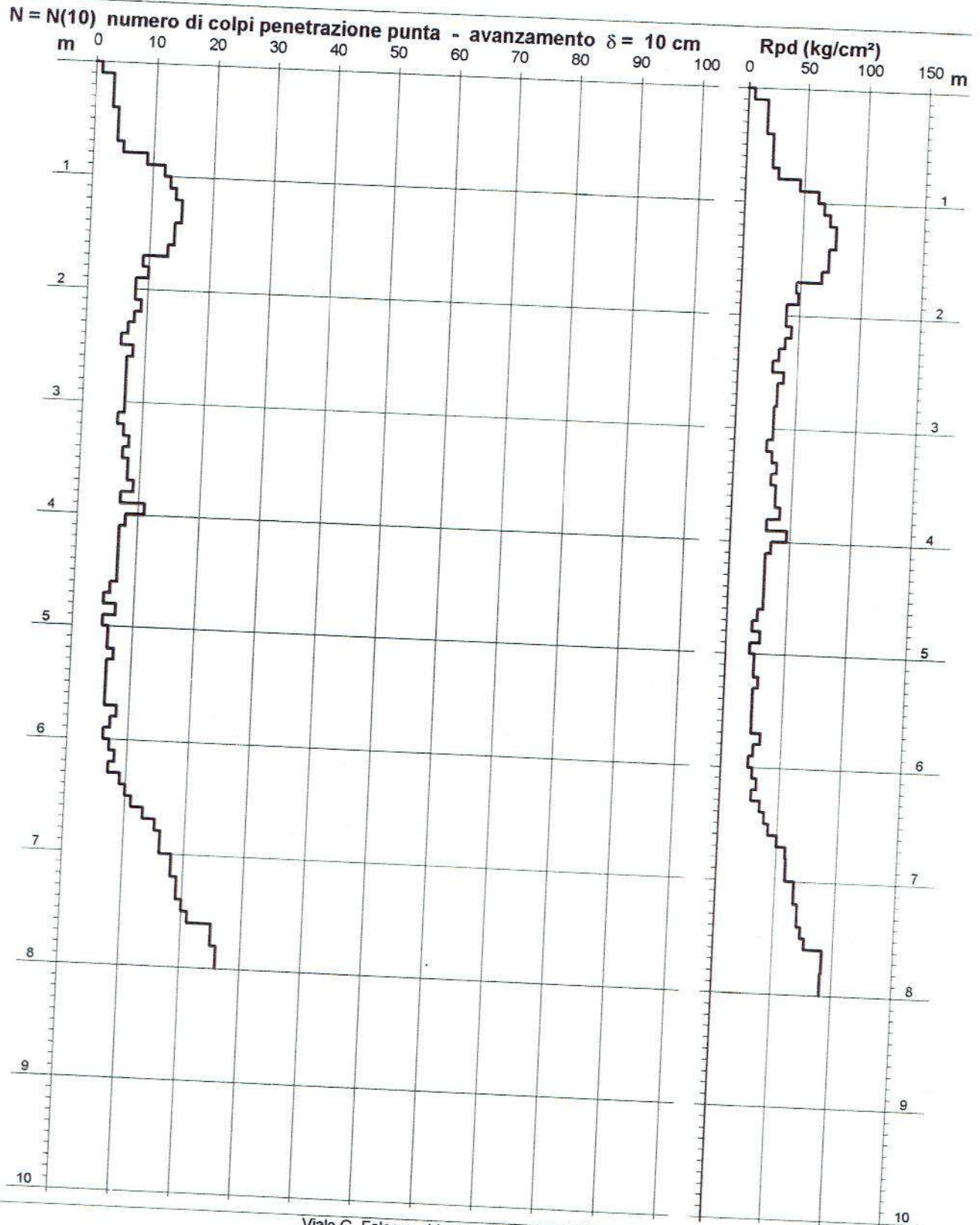
DIN PD2

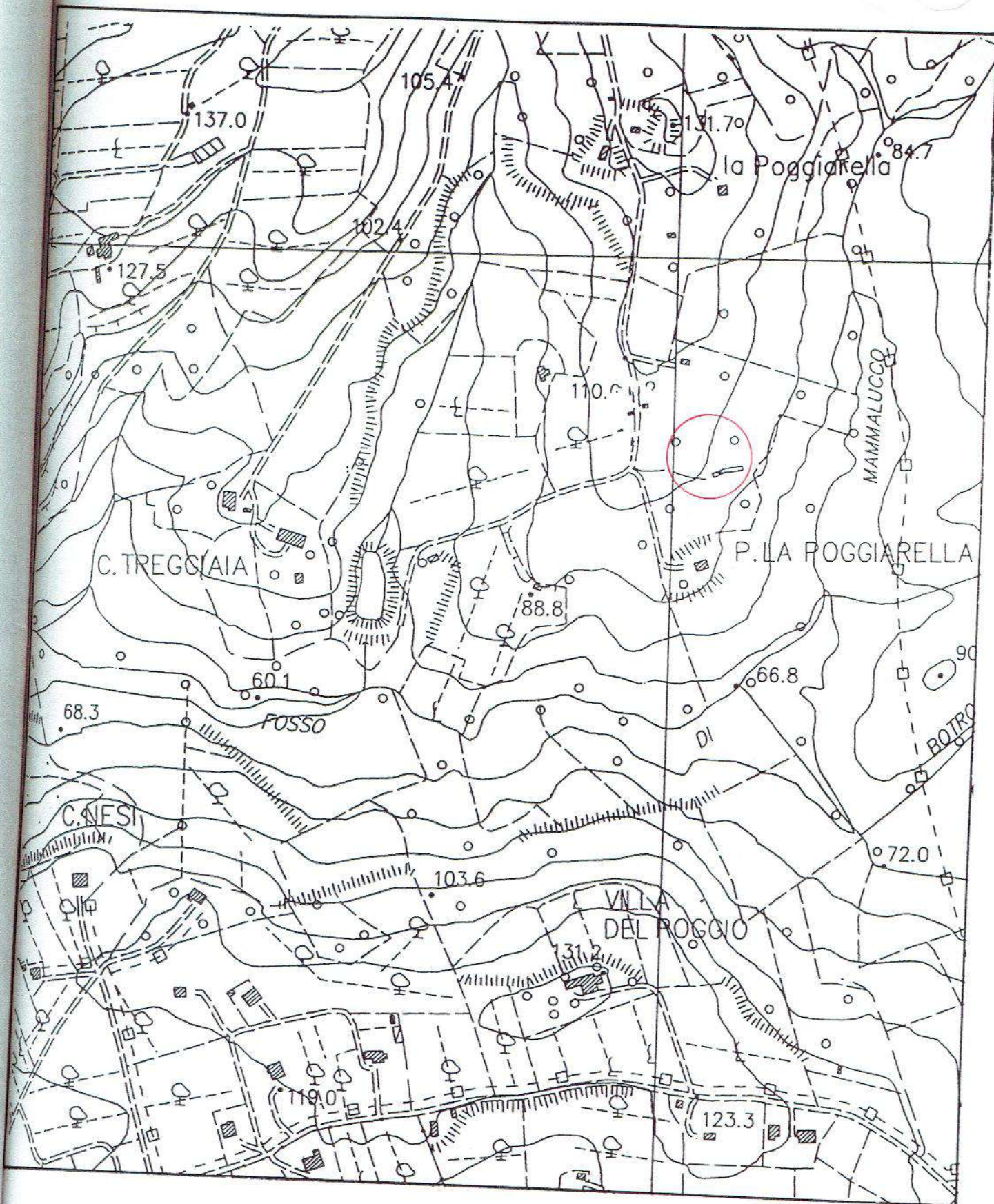
- cantiere : Sig. Angelo MICHELI  
- lavoro : Costruzione di magazzino agricolo  
- località : La Poggiarella, Comune di Casale M.mo

Scala 1: 50

- data prova : 20/11/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 05/12/2007

- note : 3





**COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 2

scala 1:5.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

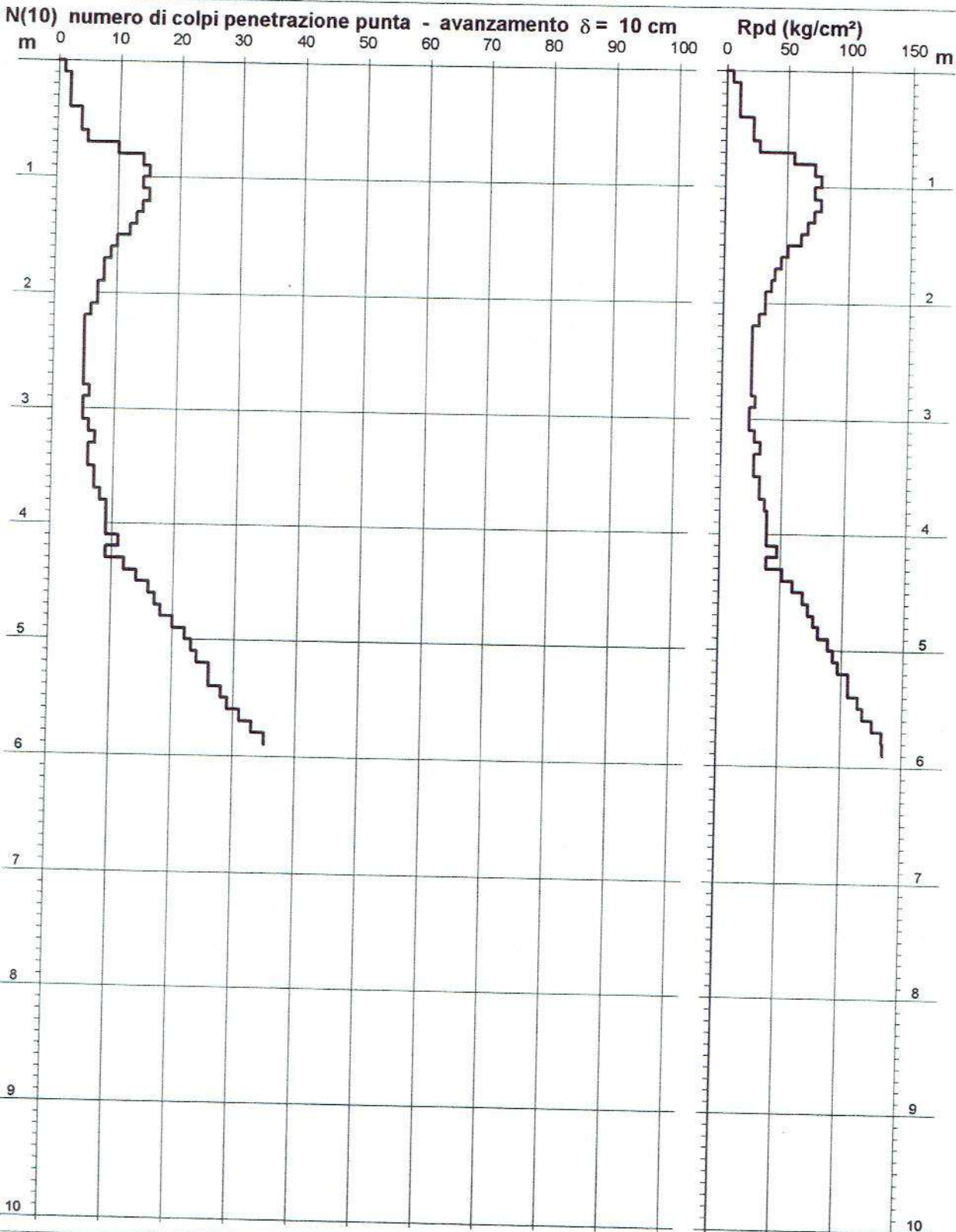
DIN PD1

Scala 1: 50

rtiere : Sig. Marco BETTINI  
pro : Costruzione di edificio unifamiliare  
alità : La Poggiarella, Comune di Casale M.mo

- data prova : 20/11/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 03/12/2007

e :





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

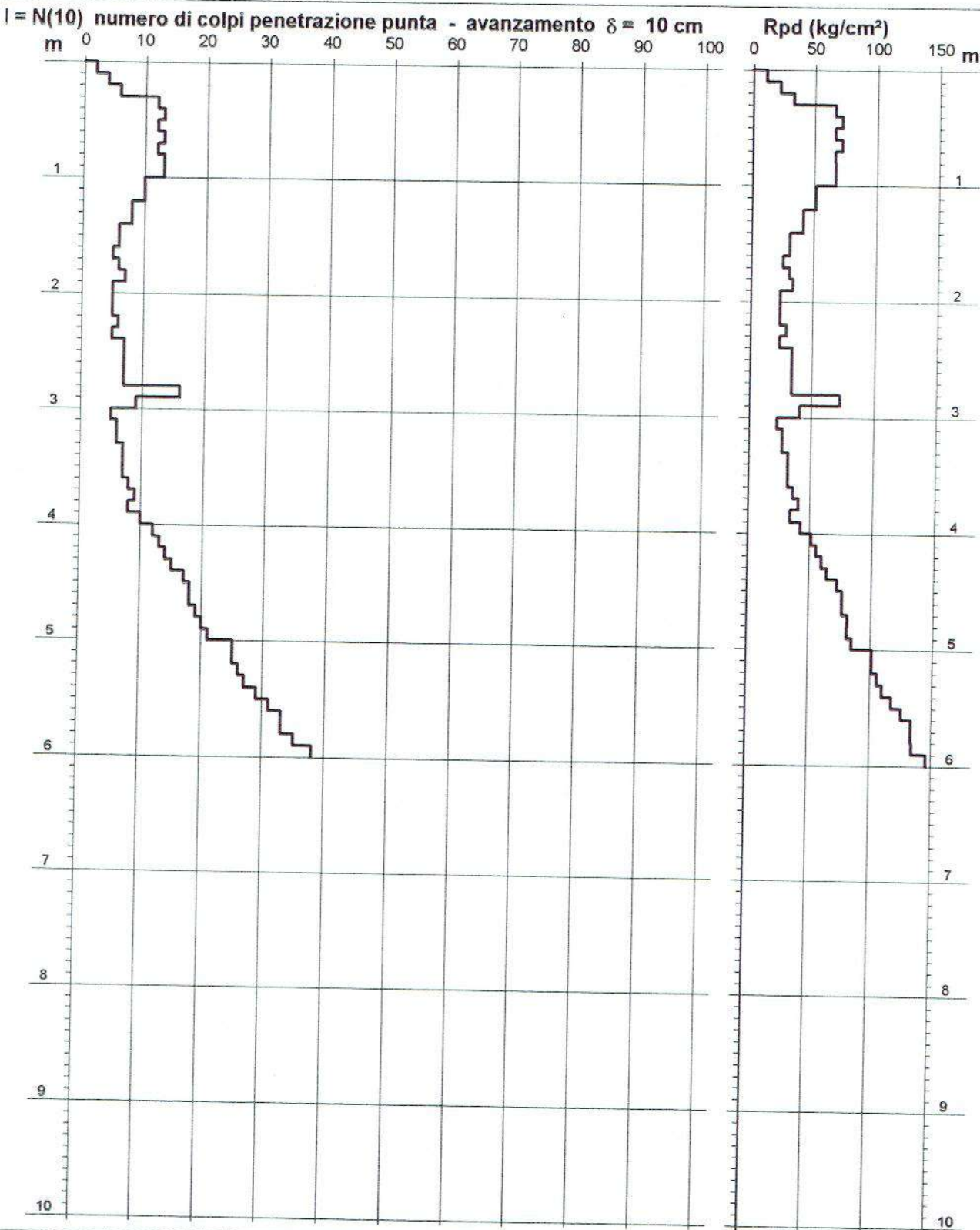
DIN PD2

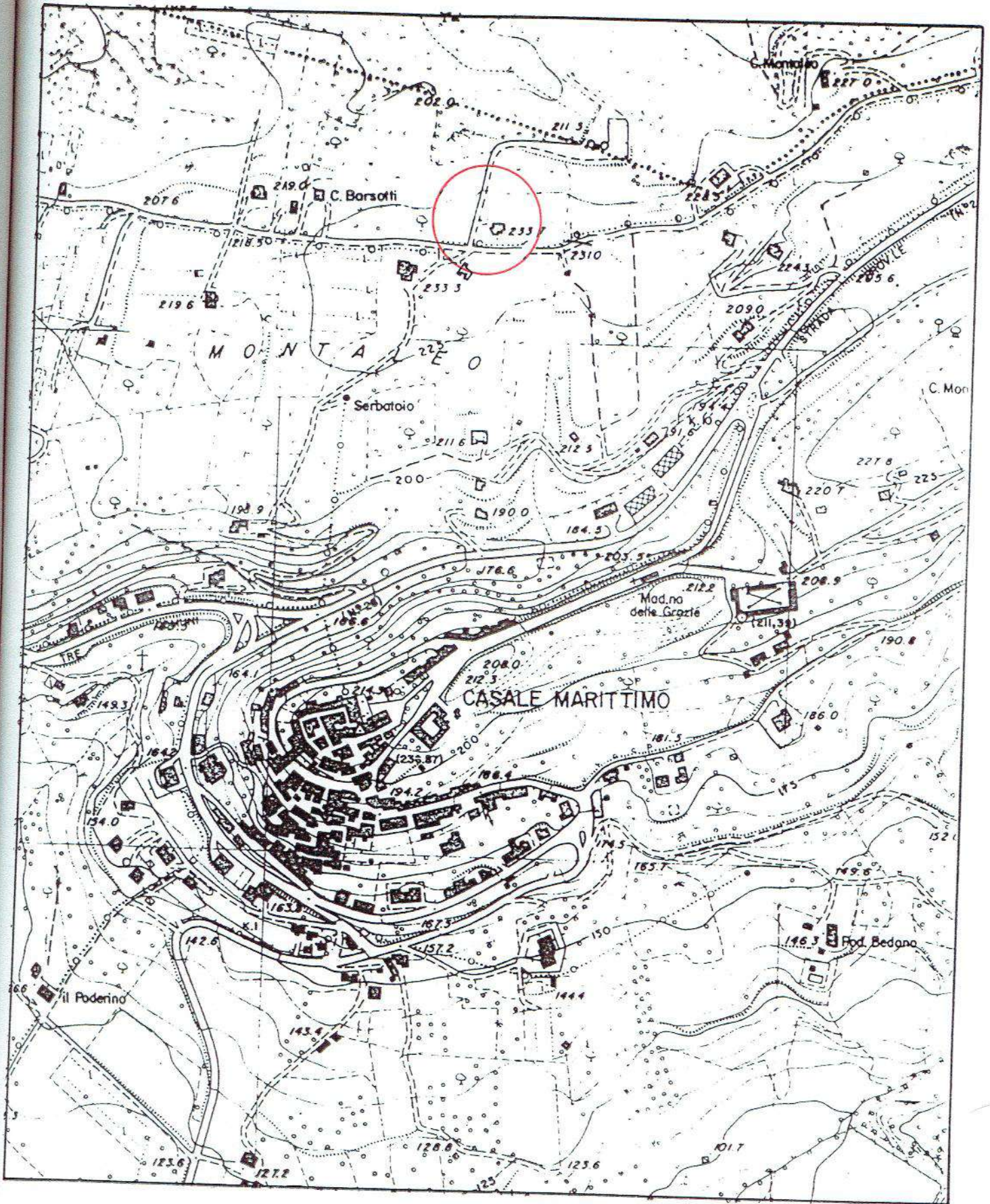
Scala 1: 50

cantiere : Sig. Marco BETTINI  
lavoro : Costruzione di edificio unifamiliare  
località : La Poggiarella, Comune di Casale M.mo

- data prova : 20/11/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 03/12/2007

note :





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

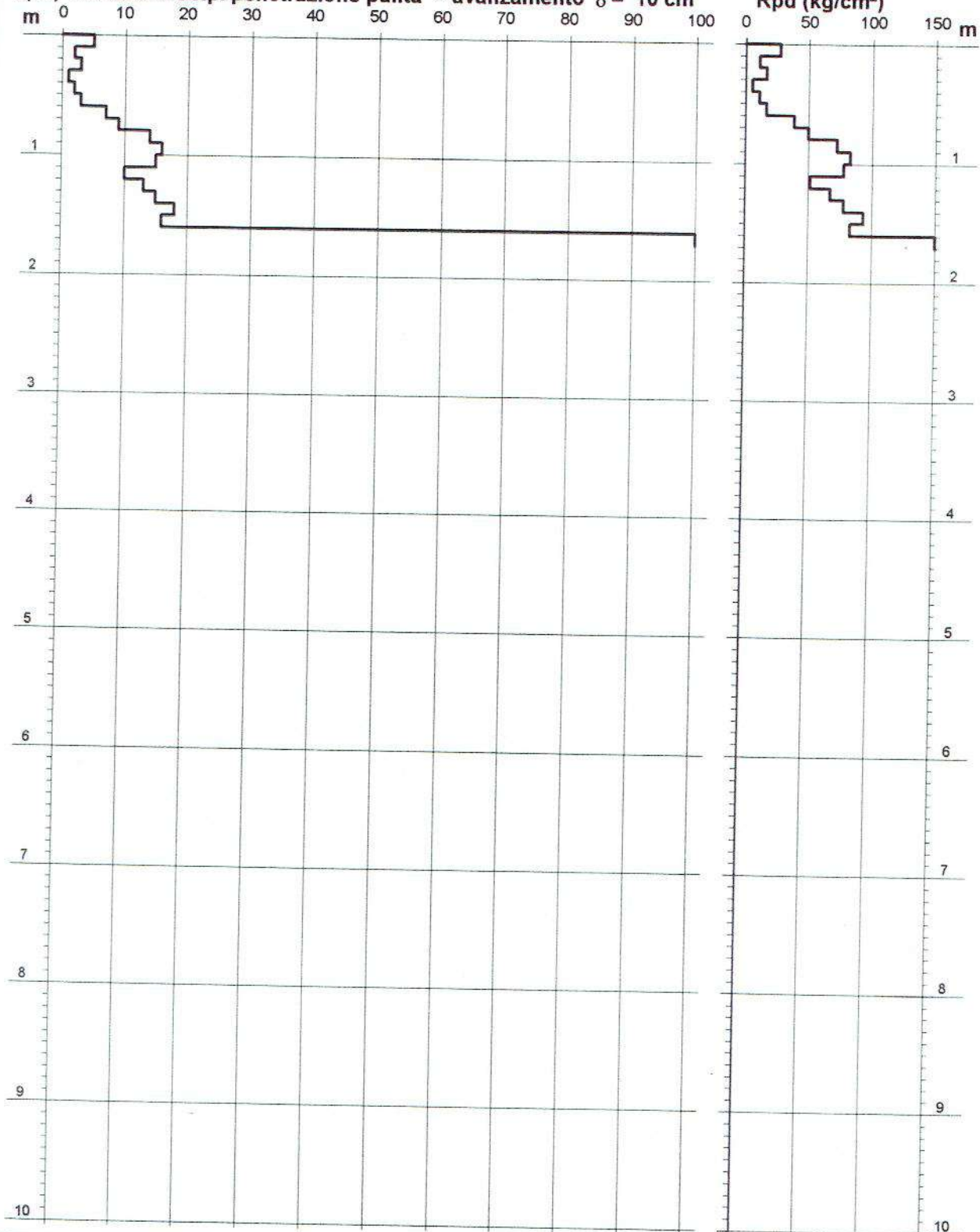
- cantiere : Sig.ri MANZI e PAPERINI  
- lavoro : Comparto C Montaleo  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data prova : 31/05/2006  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 13/06/2006

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

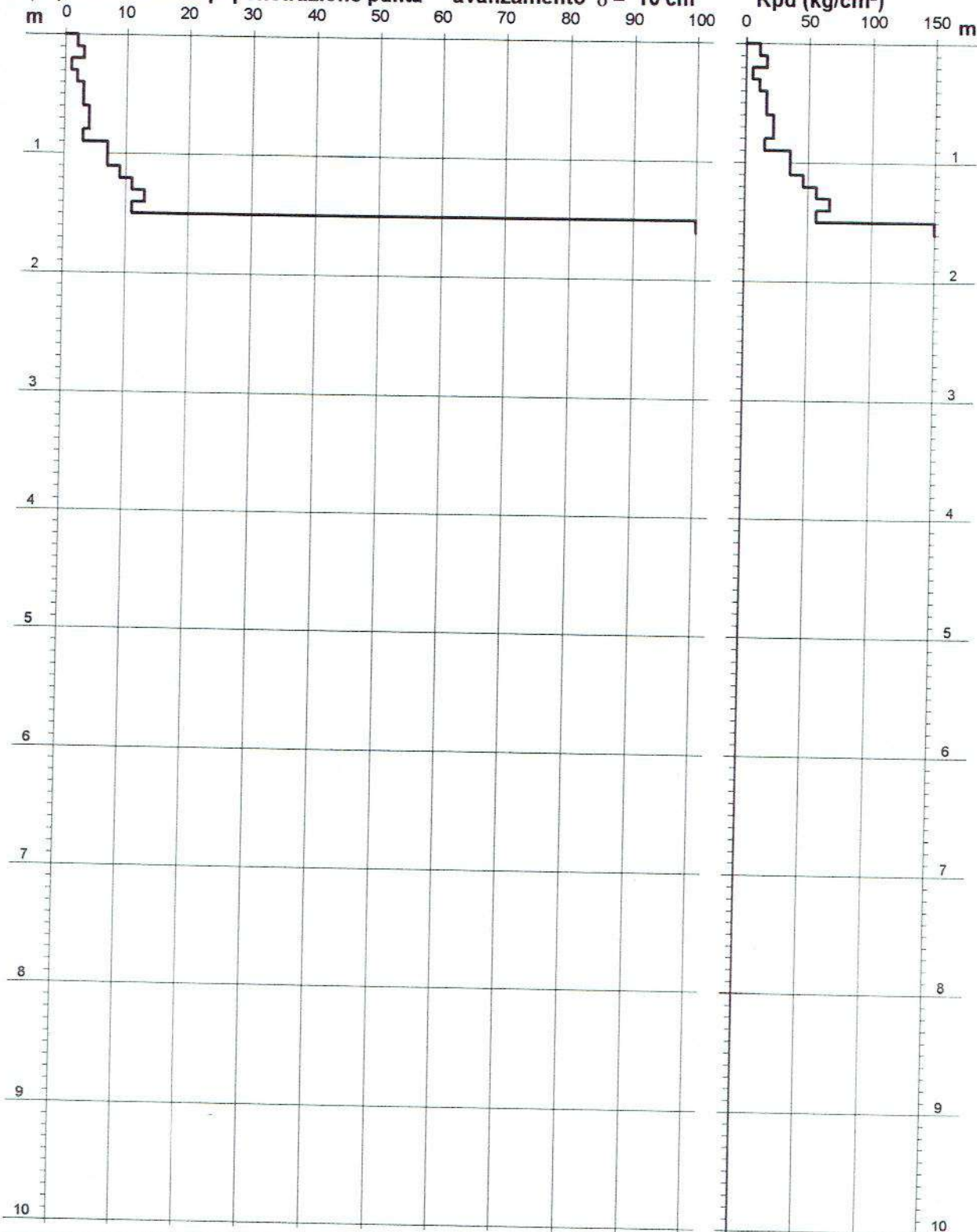
- cantiere : Sig.ri MANZI e PAPERINI  
- lavoro : Comparto C Montaleo  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data prova : 31/05/2006  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 13/06/2006

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

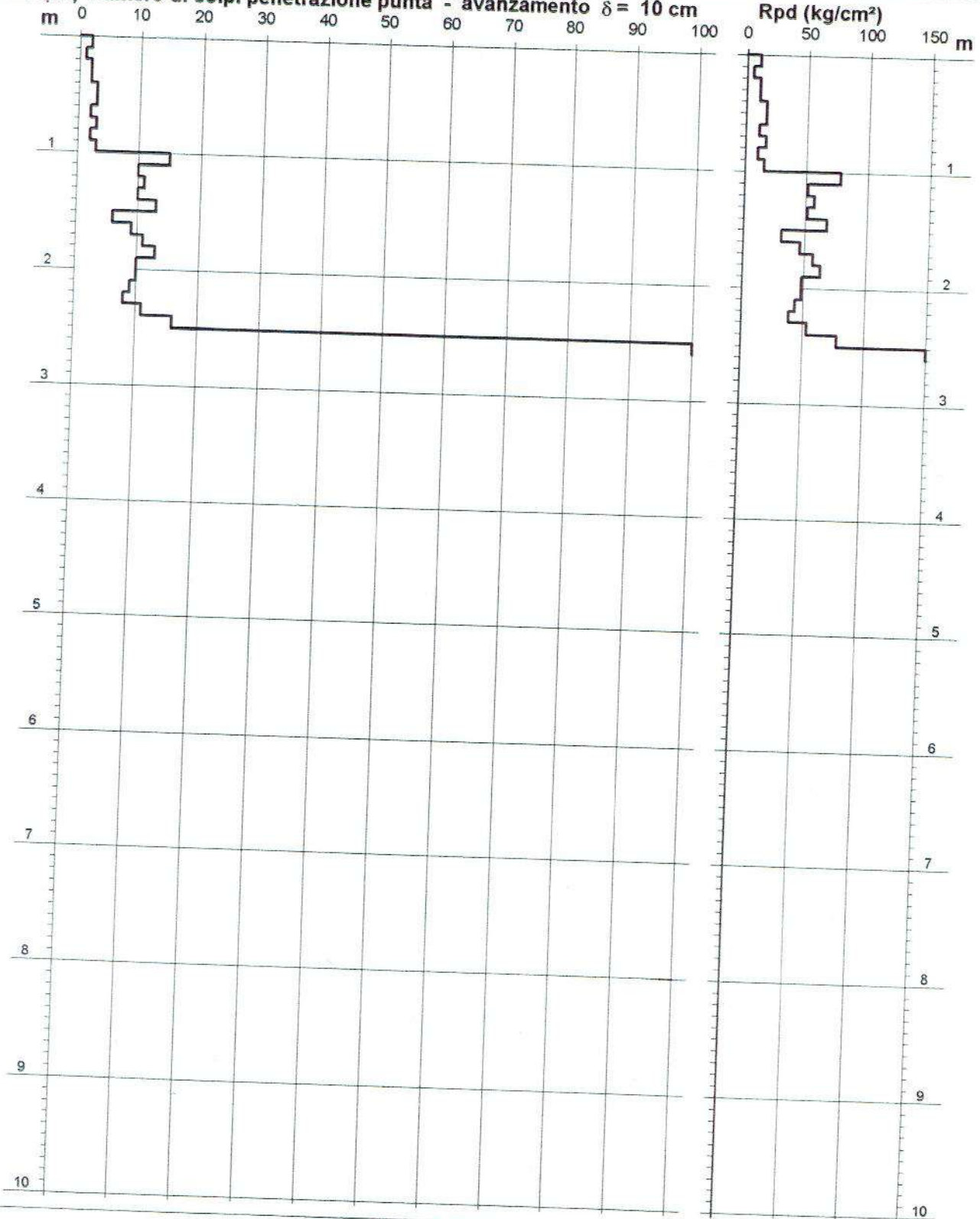
Scala 1: 50

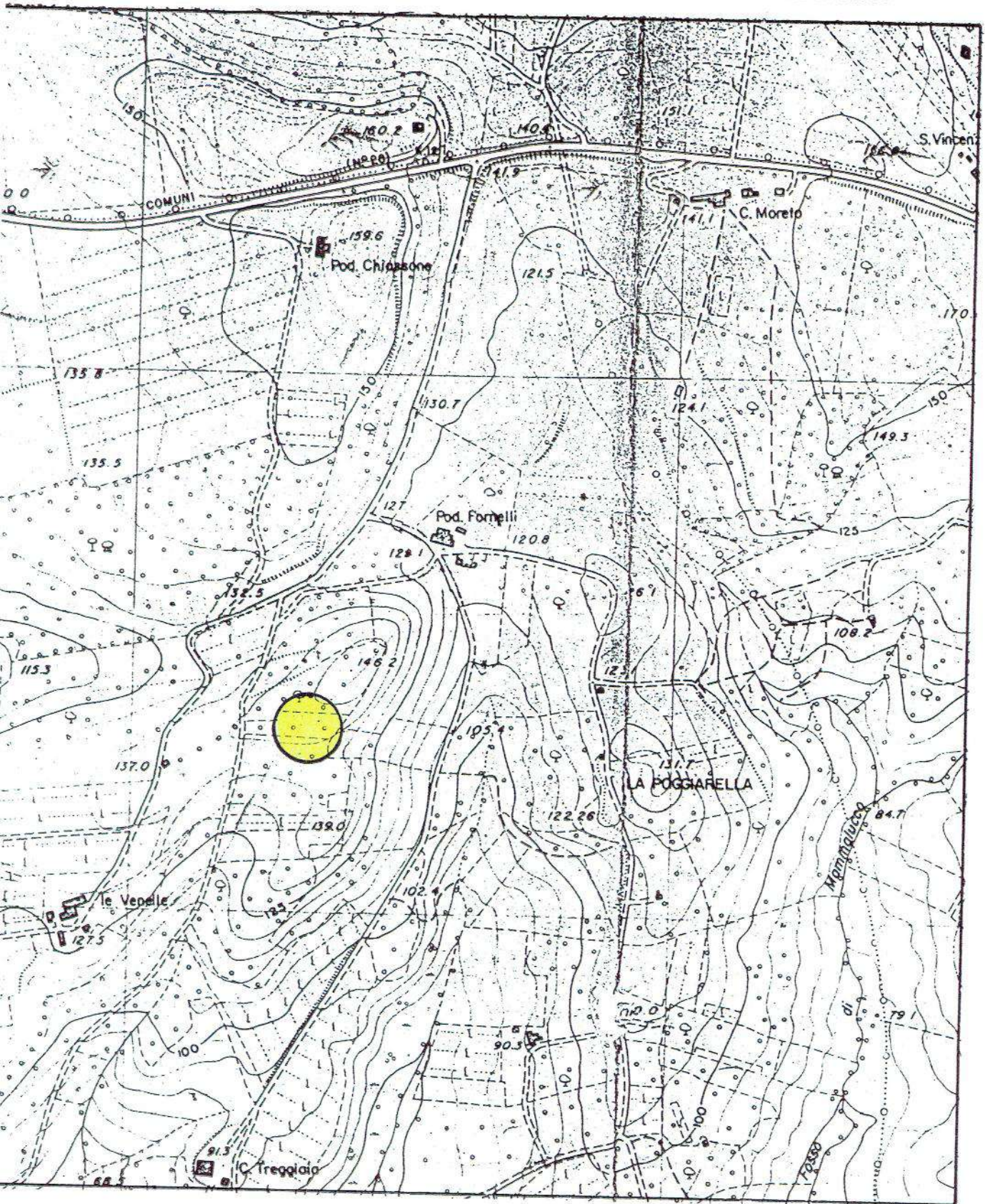
- cantiere : Sig.ri MANZI e PAPERINI  
- lavoro : Comparto C Montaleo  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data prova : 31/05/2006  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 13/06/2006

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm





### **COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 1A

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

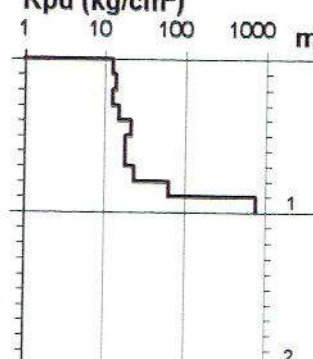
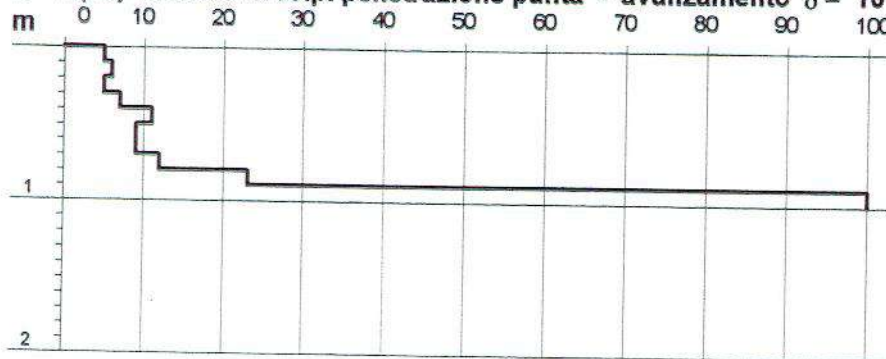
Scala 1: 50

tagine : Costruzione di annesso agricolo  
 cantiere : Località Fornelli Sig.ra DI BRINO  
 località : Comune di Casale Marittimo

- data : 24/05/2003  
 - quota inizio : p.c. (0.00)  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD2

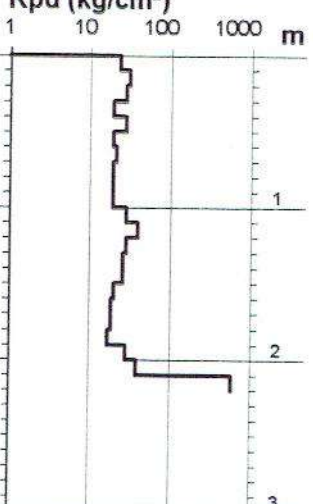
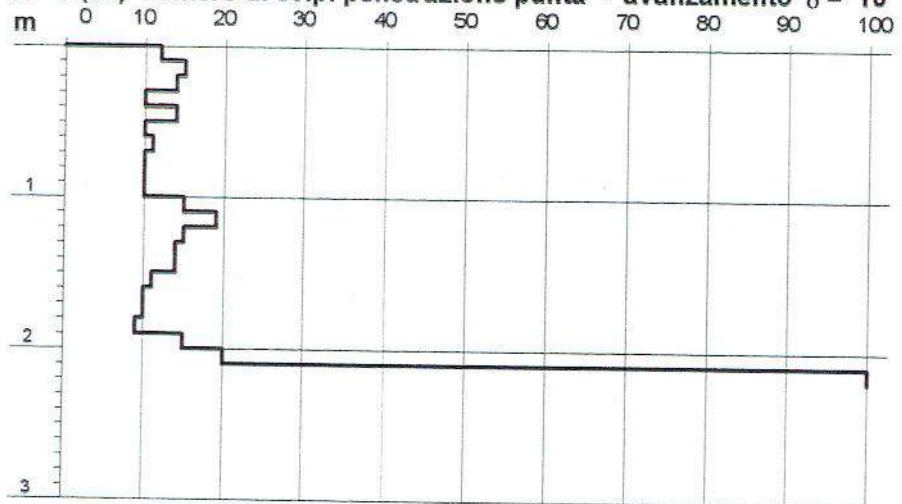
Scala 1: 50

tagine : Costruzione di annesso agricolo  
 cantiere : Località Fornelli Sig.ra DI BRINO  
 località : Comune di Casale Marittimo

- data : 24/05/2003  
 - quota inizio : p.c. (-1.30)  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



ETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

massa battente) = 30,00 kg - H (altezza caduta) = 0,20 m

- A (area punta) = 10,00 cm<sup>2</sup> - D (diam. punta) = 35,70 mm

Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

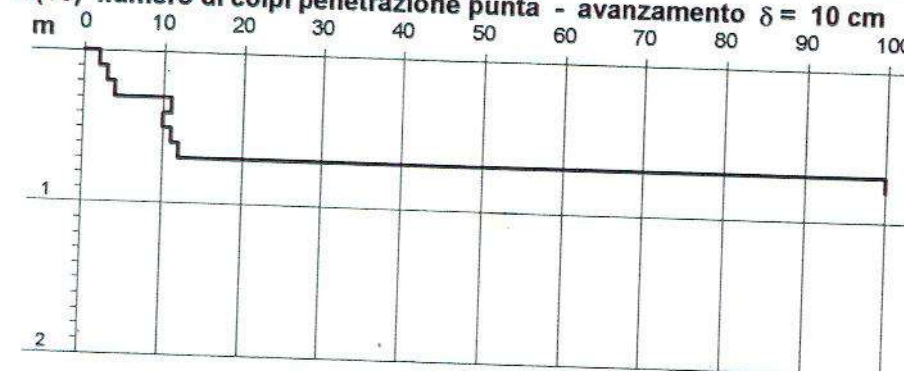
Scala 1: 50

Intiere : Sig.ra Giovanna DI BRINO  
oro : Costruzione di annesso agricolo  
alità : Località Fornelli, Comune di Casale M.mo

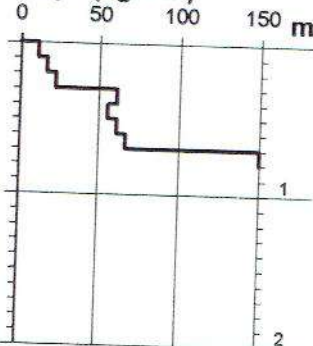
- data prova : 01/10/2008  
- quota inizio : p.c. (0.00)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 11/10/2008

ite :

N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD4

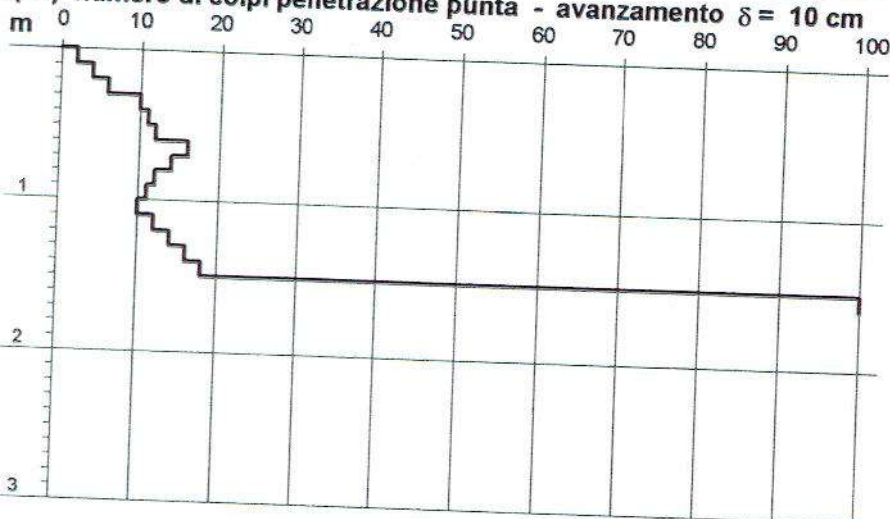
Scala 1: 50

Intiere : Sig.ra Giovanna DI BRINO  
oro : Costruzione di annesso agricolo  
alità : Località Fornelli, Comune di Casale M.mo

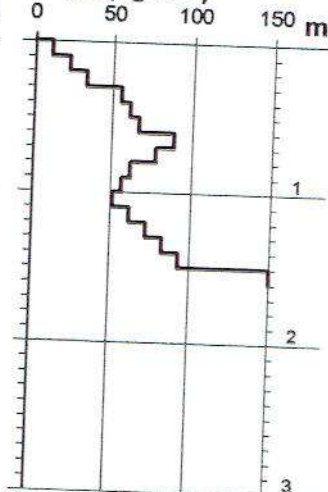
- data prova : 01/10/2008  
- quota inizio : p.c. (-1.2.0)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 11/10/2008

e :

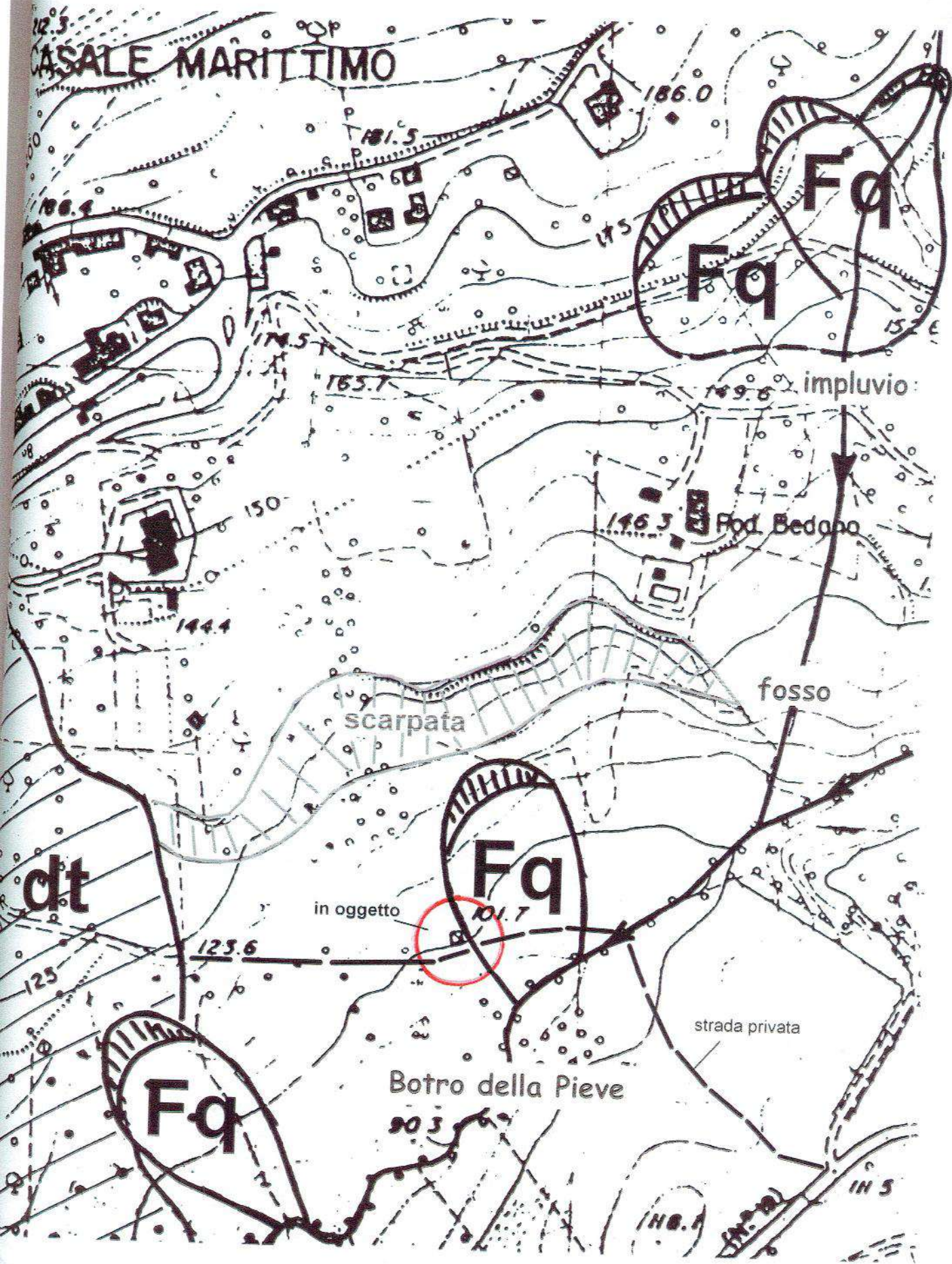
N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)







### MORFOLOGIA DELLA ZONA

Fq = frane quiescenti o relitte

dt = detrito

fig. 4

scala 1:2.500

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

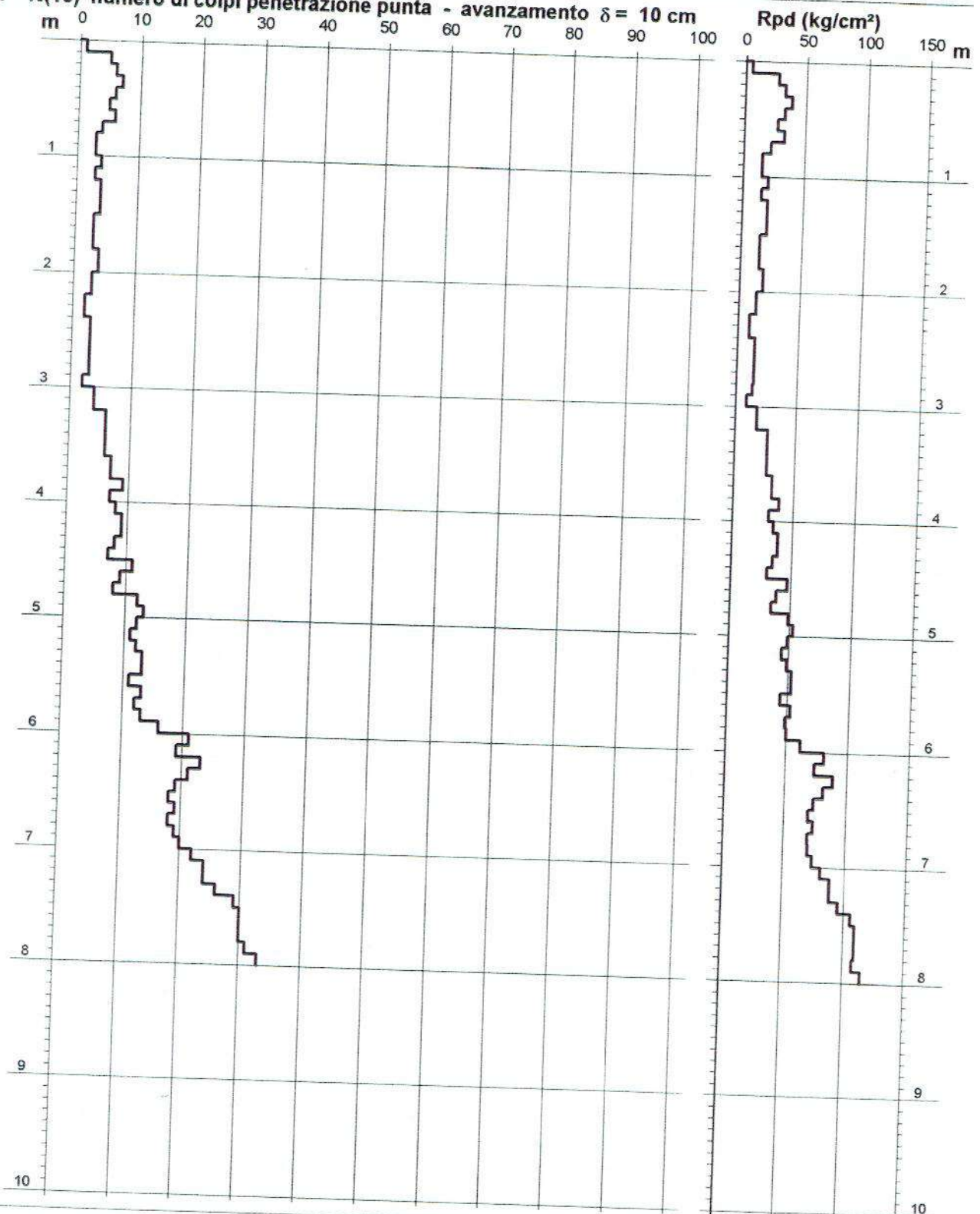
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Angelo RUGGERO  
- lavoro : Costruzione autorimessa  
- località : Località I Vignacci, Comune di Casale M.mo

- data prova : 19/05/2008  
- quota inizio : p.c. (50.0 mt. s.l.m)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 10/03/2009

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

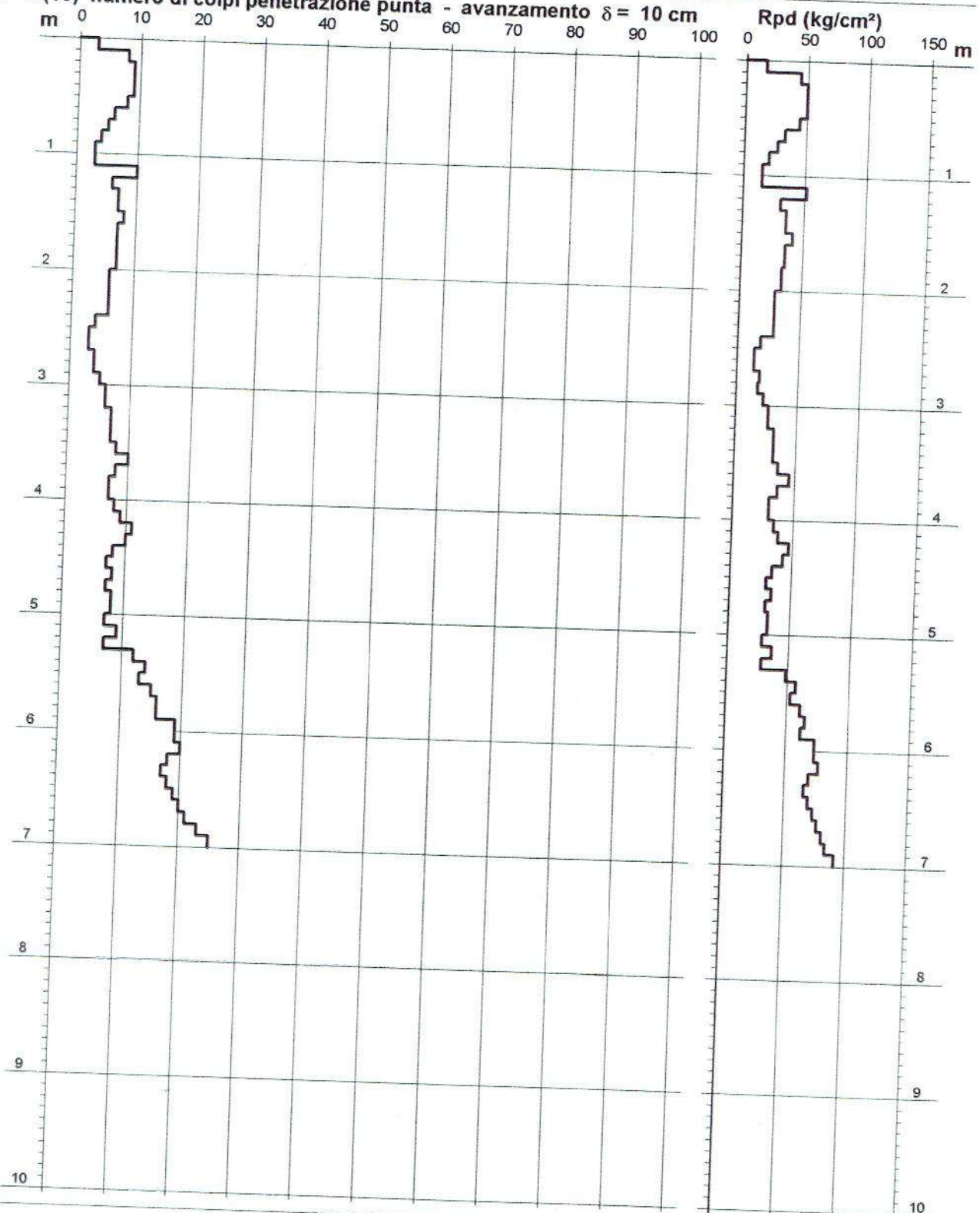
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Angelo RUGGERO  
- lavoro : Costruzione autorimessa  
- località : Località I Vignacci, Comune di Casale M.mo

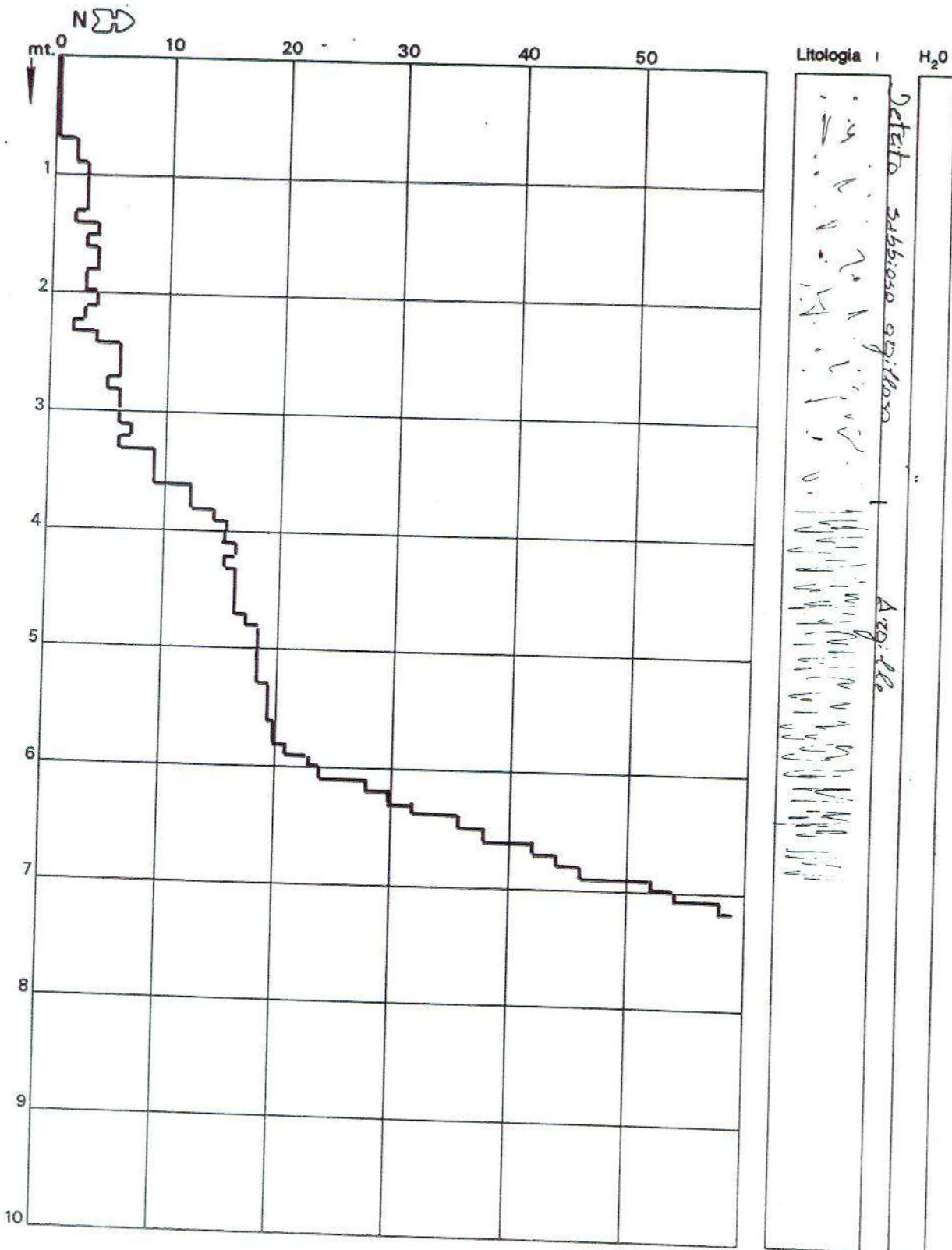
- data prova : 19/05/2008  
- quota inizio : p.c. (48.5 mt. s.l.m)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 10/03/2009

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



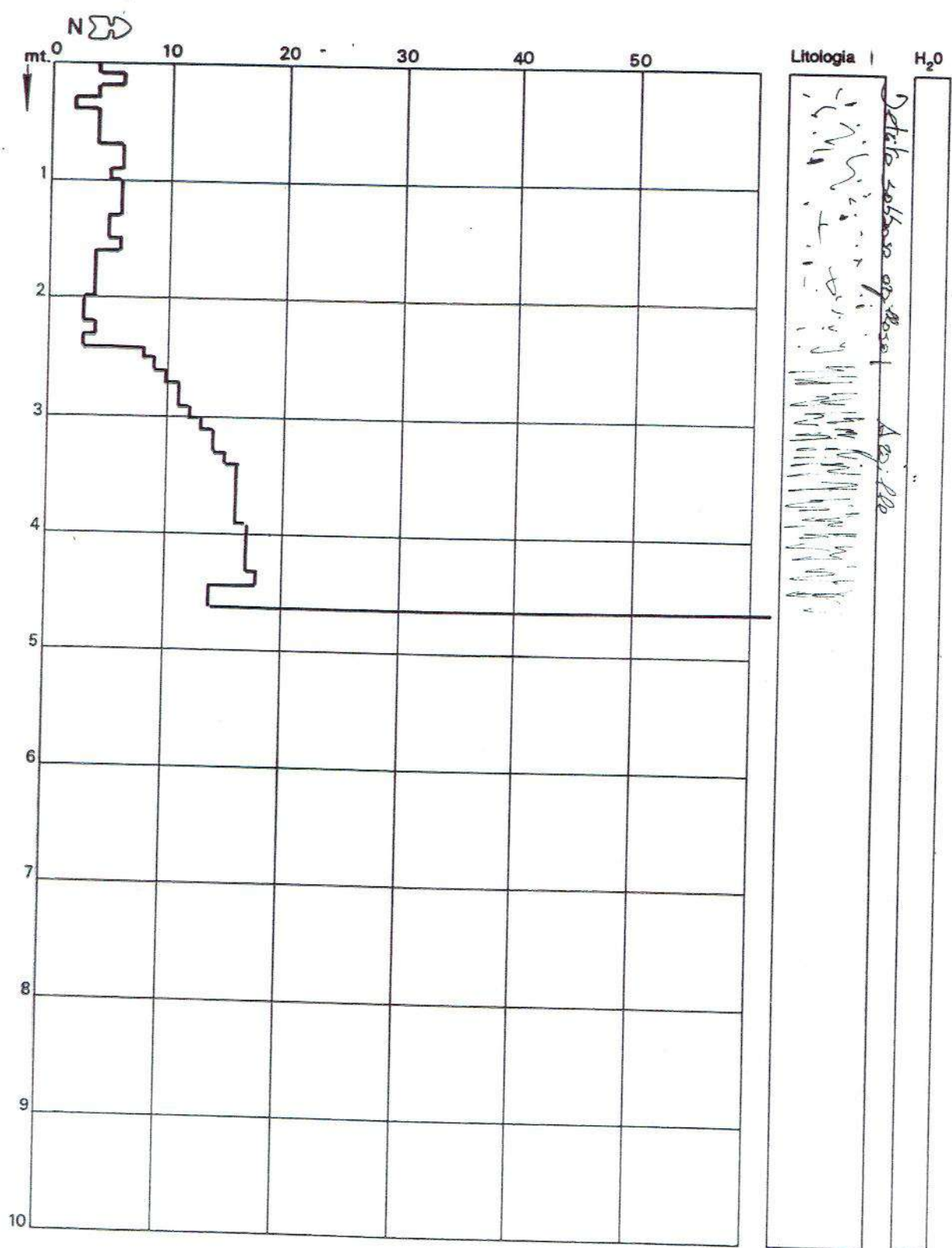
# DYNAMIC-PENETROMETER TEST



Dott. GIAN FRANCO RUFFINI  
GEOLOGO  
57010 CECINA (Livorno)  
Viale G. Falcone, 11 - Tel. (0586) 661247

Committente..... Sig. RUGGIERO Angelo Antonio  
Località... Casale M.me  
Cantiere... I Vignacci  
Test n° 1  
Data 26.02.1997

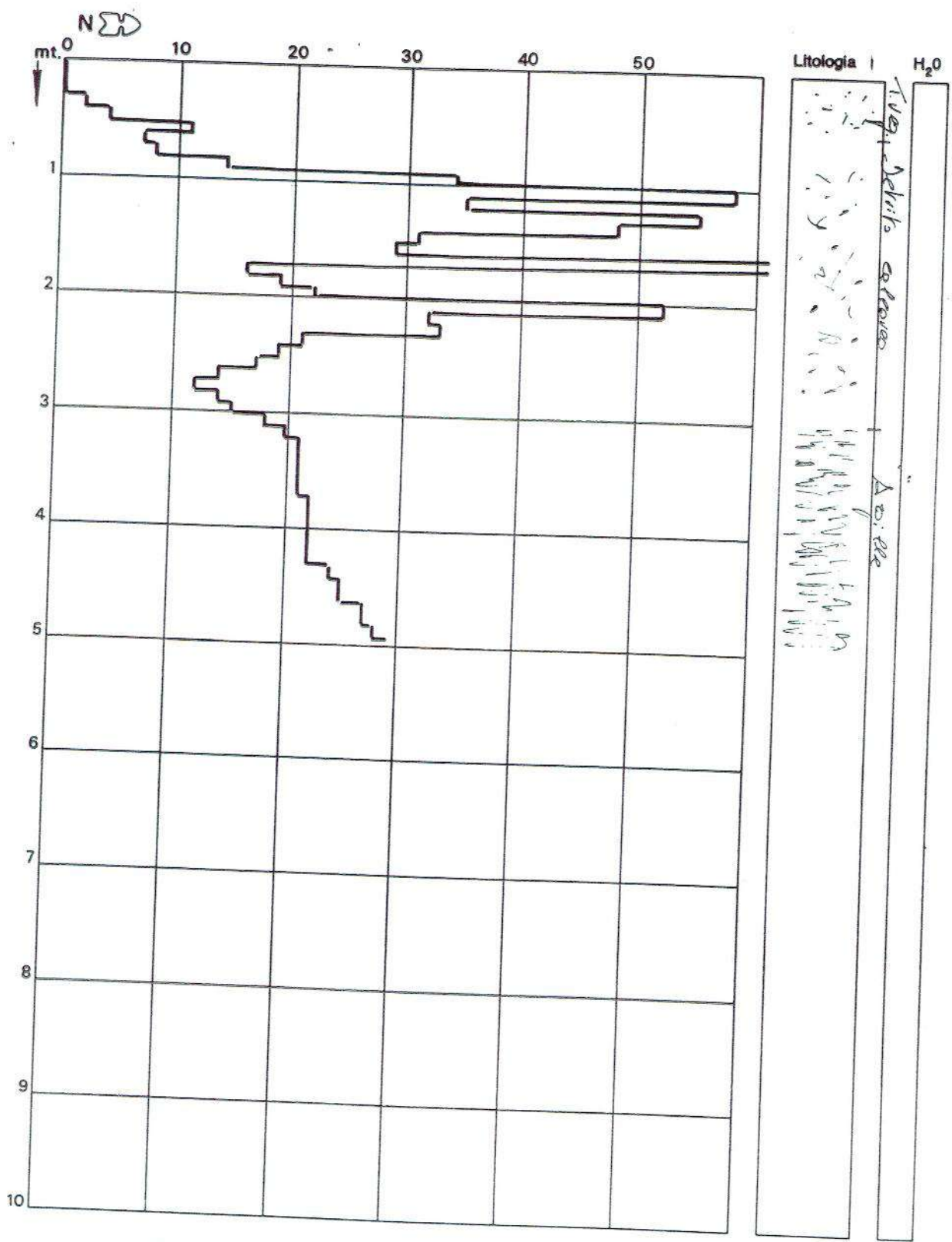
# DYNAMIC-PENETROMETER TEST



Dott. GIAN FRANCO RUFFINI  
 GEOLOGO  
 57010 CECINA (Livorno)  
 Viale G. Falcone, 11 - Tel. (0586) 661247

Committente..... Sig. RUGGIERO Angelo Antonio  
 Località..... Casale M.mo  
 Cantiere..... I Vignacci  
 Test n°..... 2  
 Data..... 26.02.1997

# DYNAMIC-PENETROMETER TEST



Dott. GIAN FRANCO RUFFINI  
GEOLOGO

57010 CECINA (Livorno)  
Viale G. Falcone, 11 - Tel. (0586) 661247

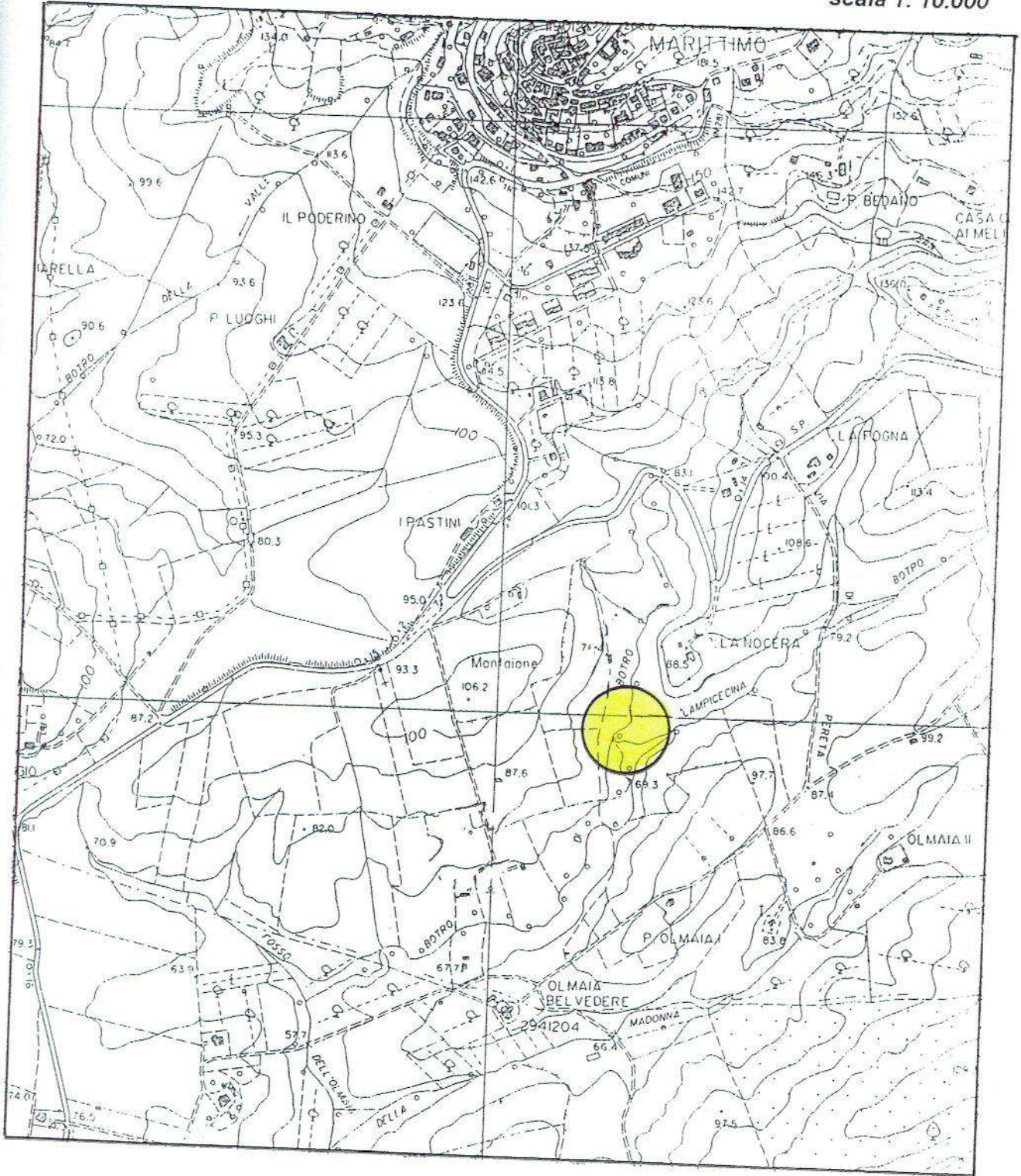
Committente Sig. RUGGIERO Angelo Antonio

Località Casale s. me

Cantiere I Vignecci

Test n° 3

Data 26.02.1997



**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

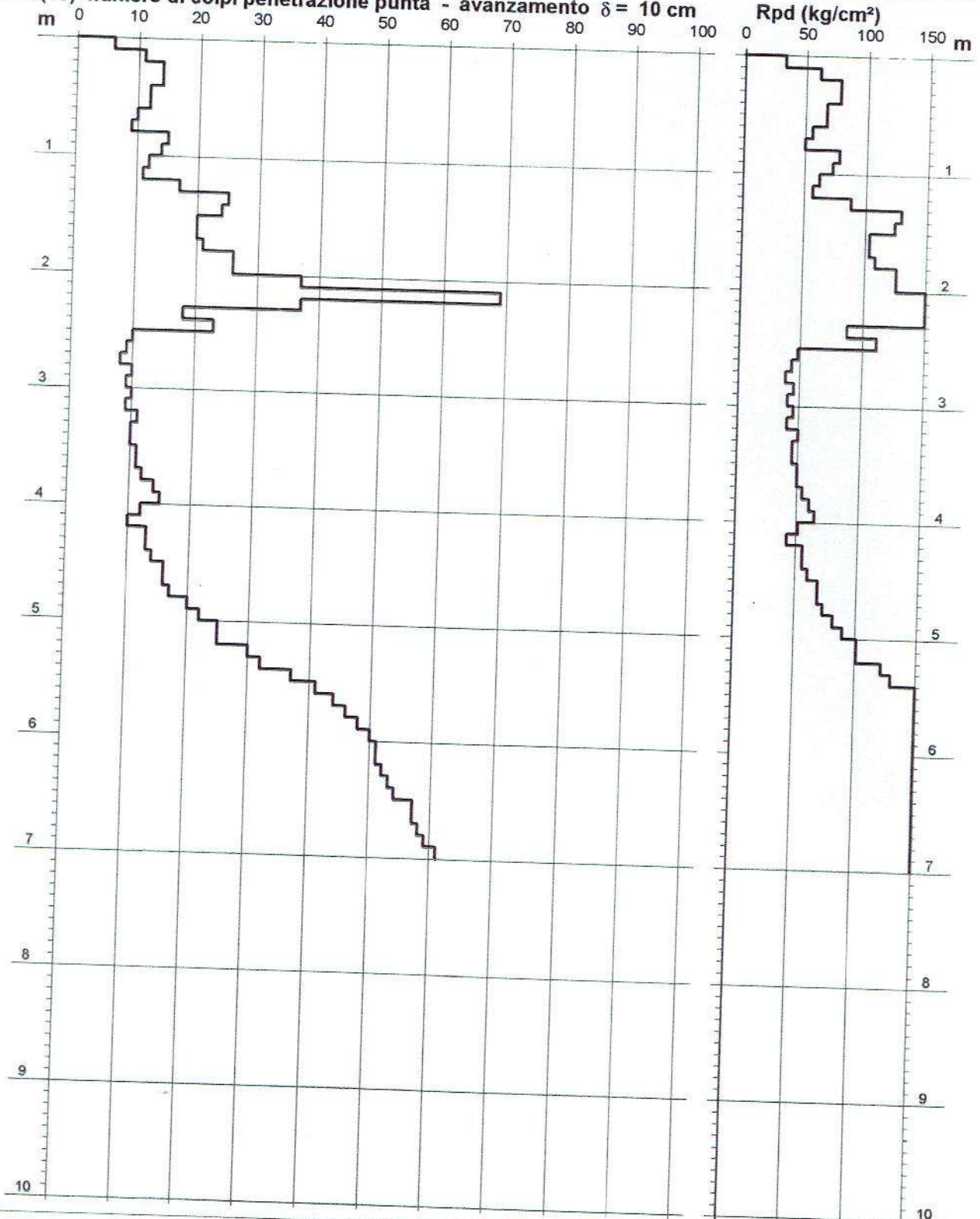
Scala 1: 50

- cantiere : Azienda Agr. Pagani De Marchi  
- lavoro : Realizzazione di tettoia metallica  
- località : Località La Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 19/09/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/10/2007

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

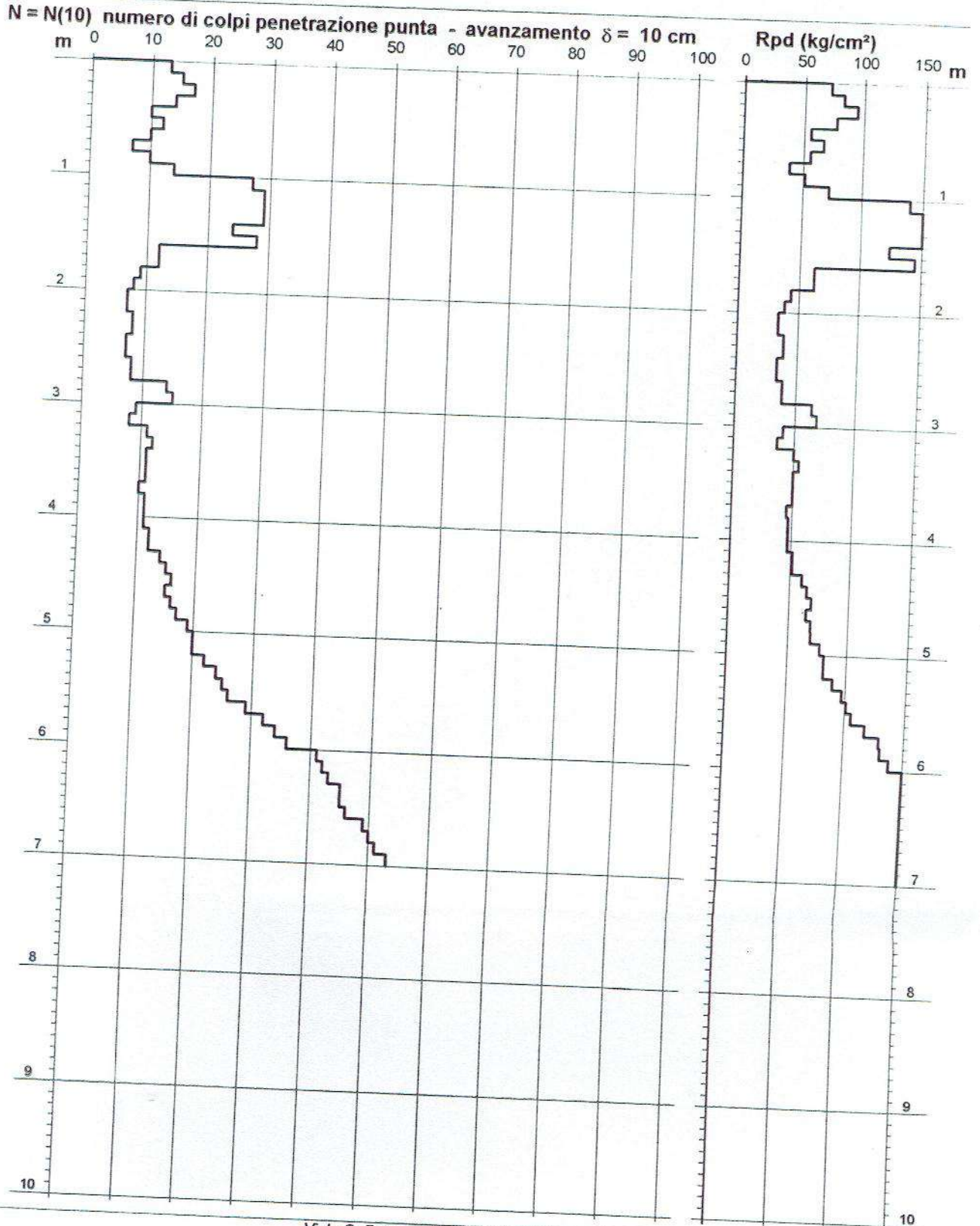
DIN PD2

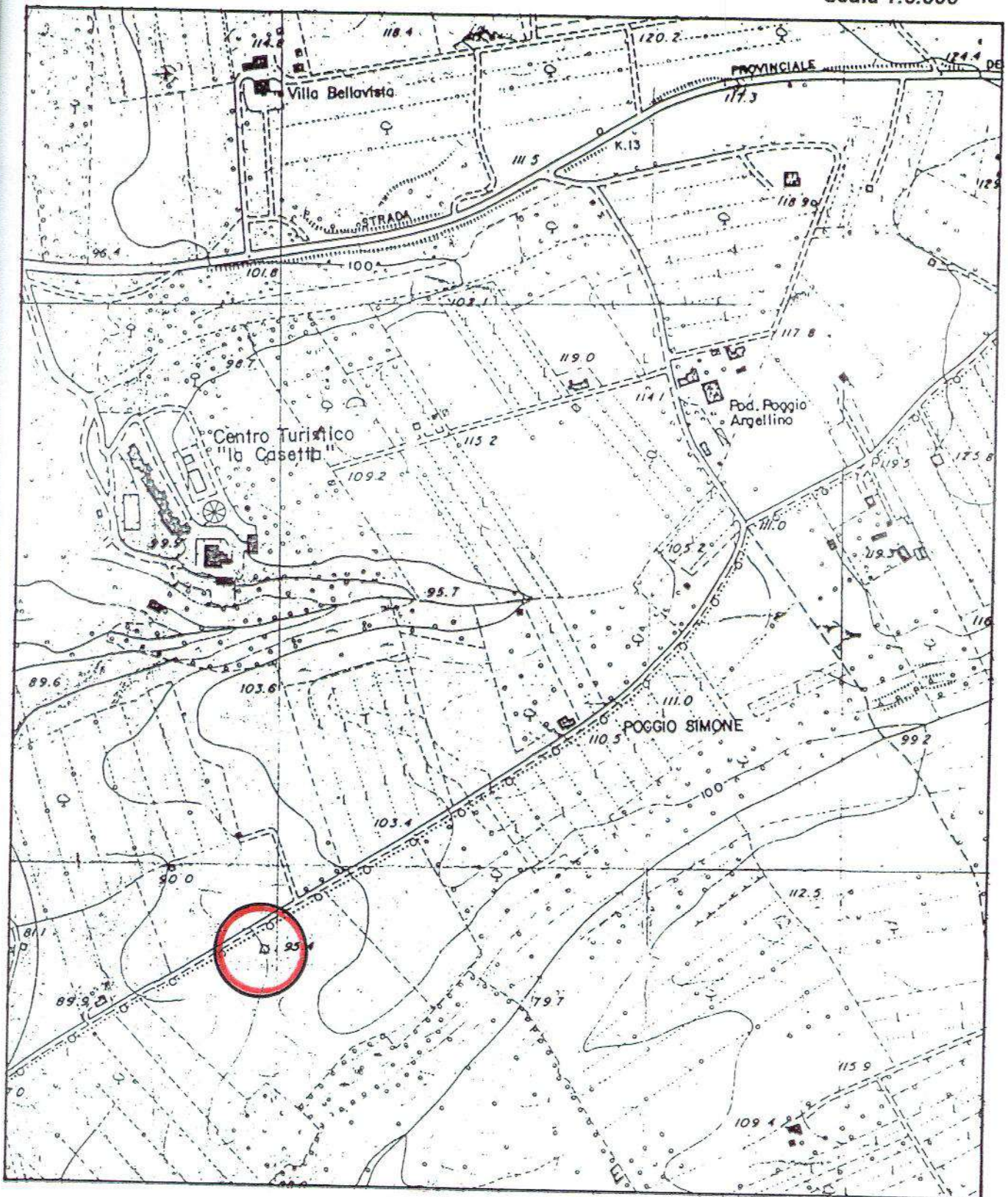
Scala 1: 50

- cantiere : Azienda Agr. Pagani De Marchi  
- lavoro : Realizzazione di tettoia metallica.  
- località : Località La Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 19/09/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/10/2007

- note :





**COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 1A

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD\*

Scala 1: 50

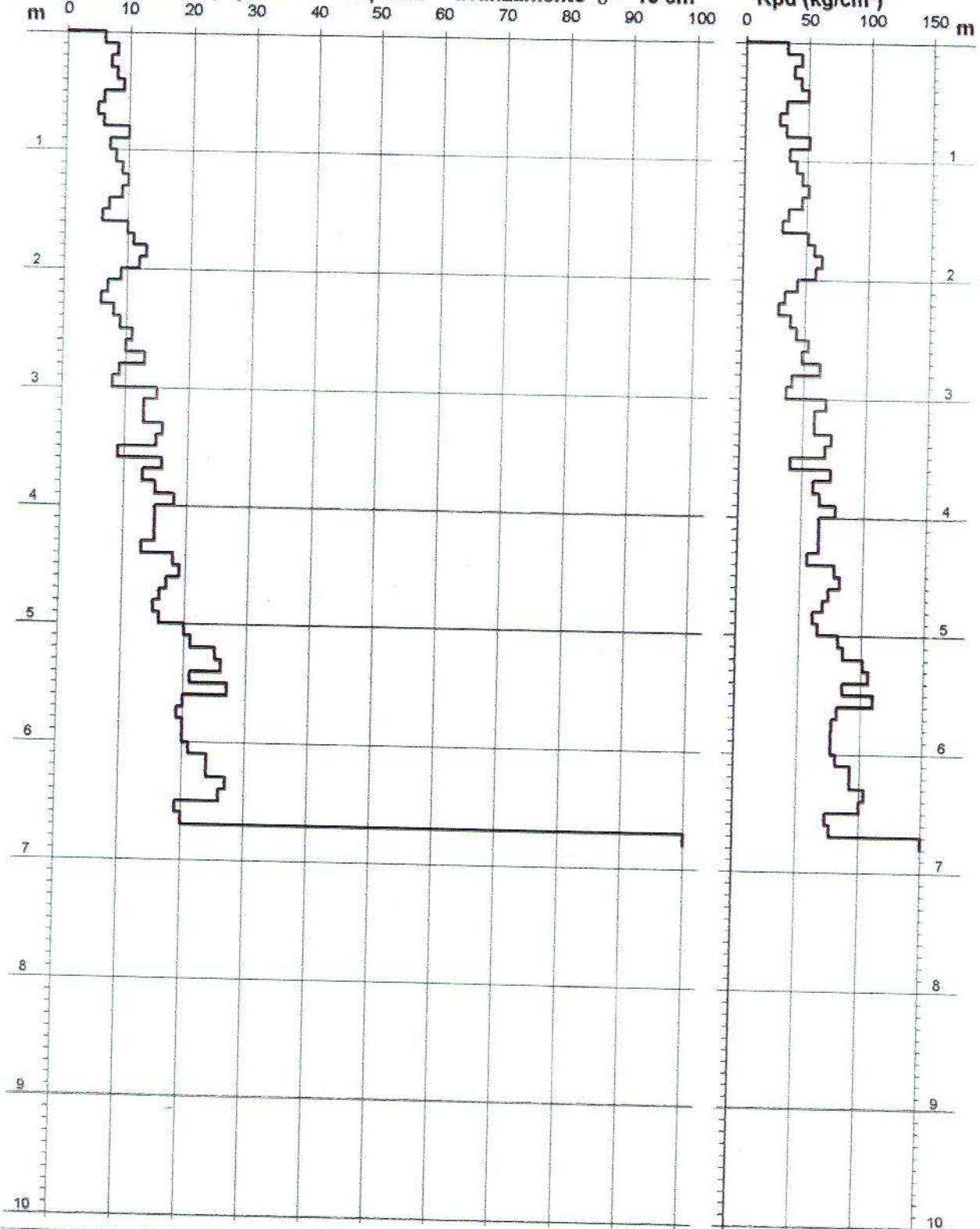
- cantiere : Sig. Marco BERNI  
- lavoro : Costruzione tettoia  
- località : Le Preselle, Comune di Casale Marittimo

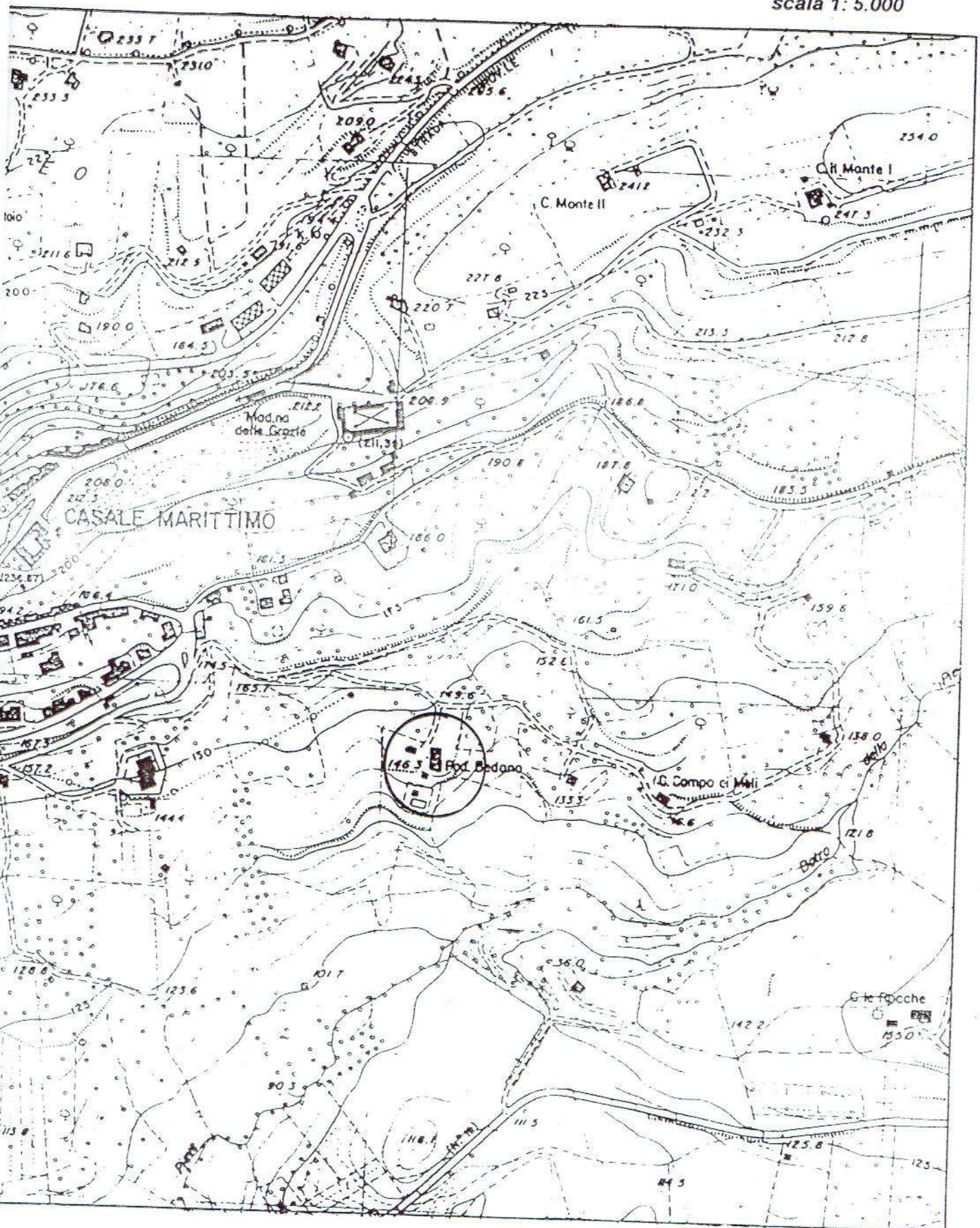
- data prova : 15/10/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 15/10/2005

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig 1

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

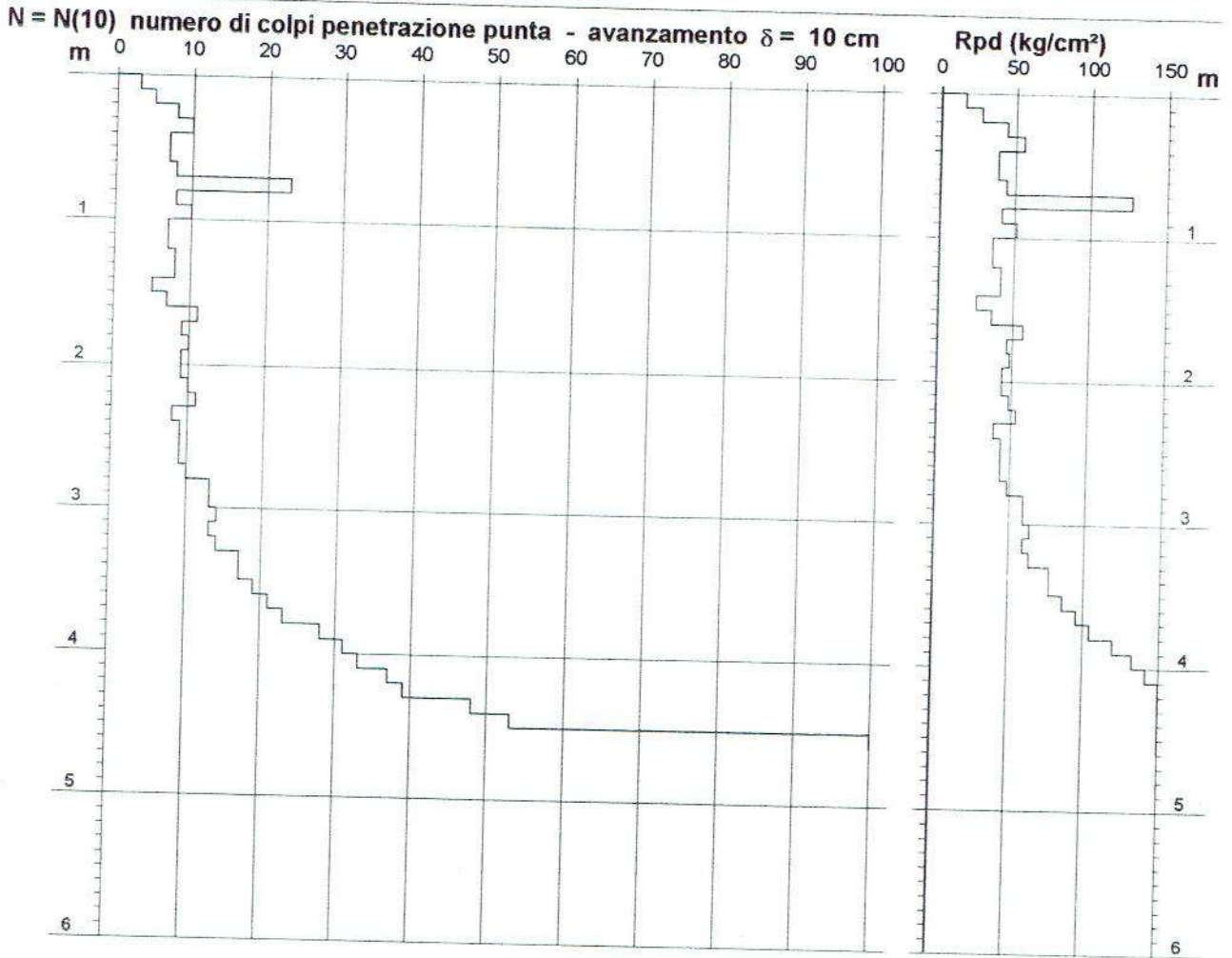
DIN PD\*1

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Ristrutturazione locale ripostiglio  
- località : Podere Bedano, Comune di Casale M.mo

- data prova : 12/05/2009  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 23/05/2009

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

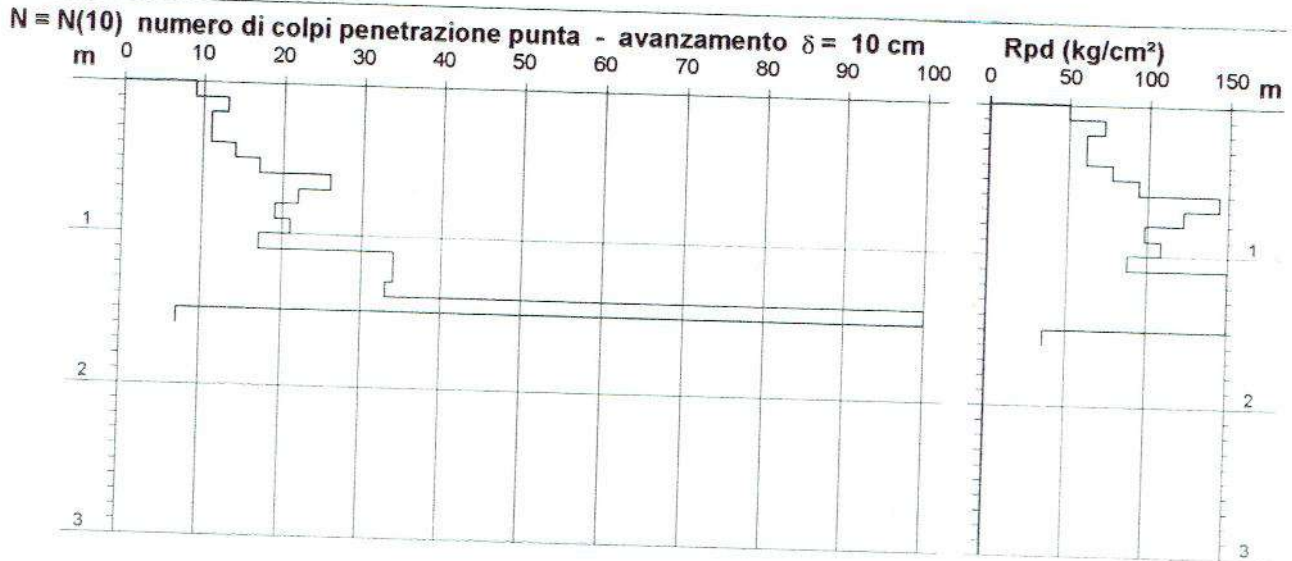
DIN PD\*2

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Ristrutturazione locale ripostiglio  
- località : Podere Bedano, Comune di Casale M.mo

- data prova : 12/05/2009  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 23/05/2009

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

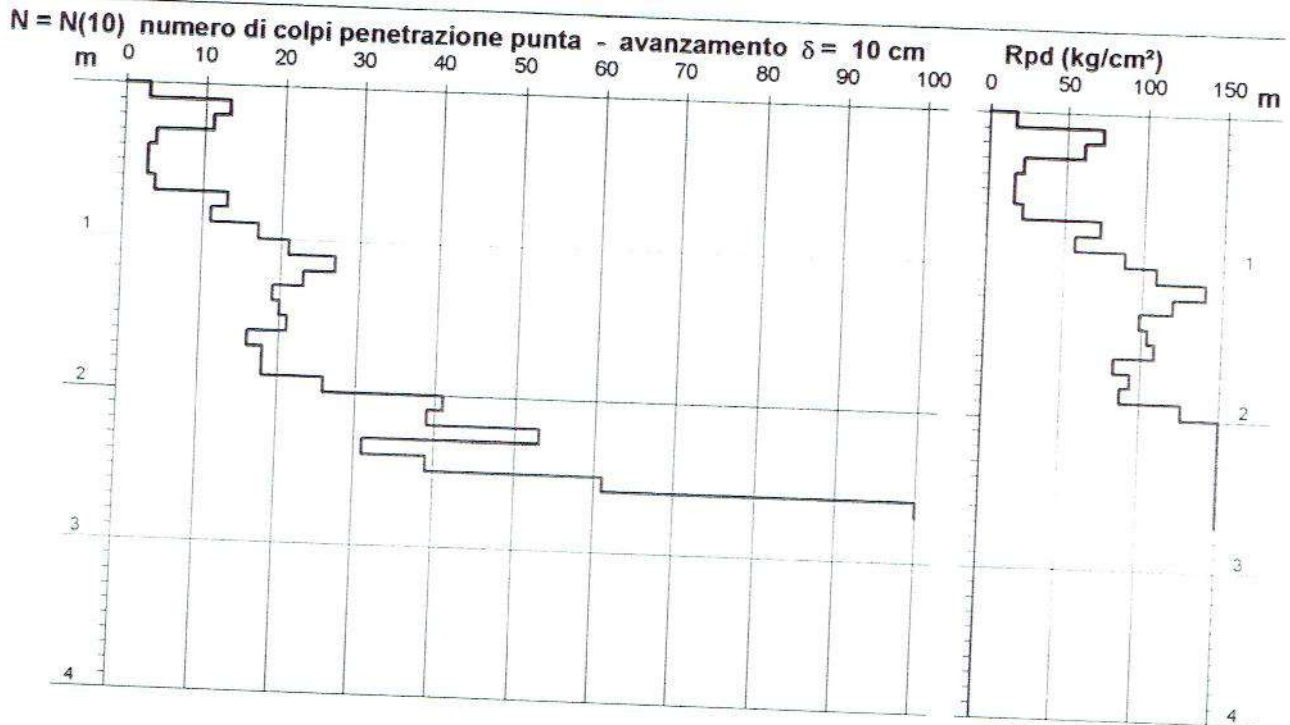
DIN PD3

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Delfina COSTA  
- lavoro : Regolarizzazione opere edilizie  
- località : Podere bedano, Comune di Casale marittimo

- data prova : 09/02/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 07/03/2007

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

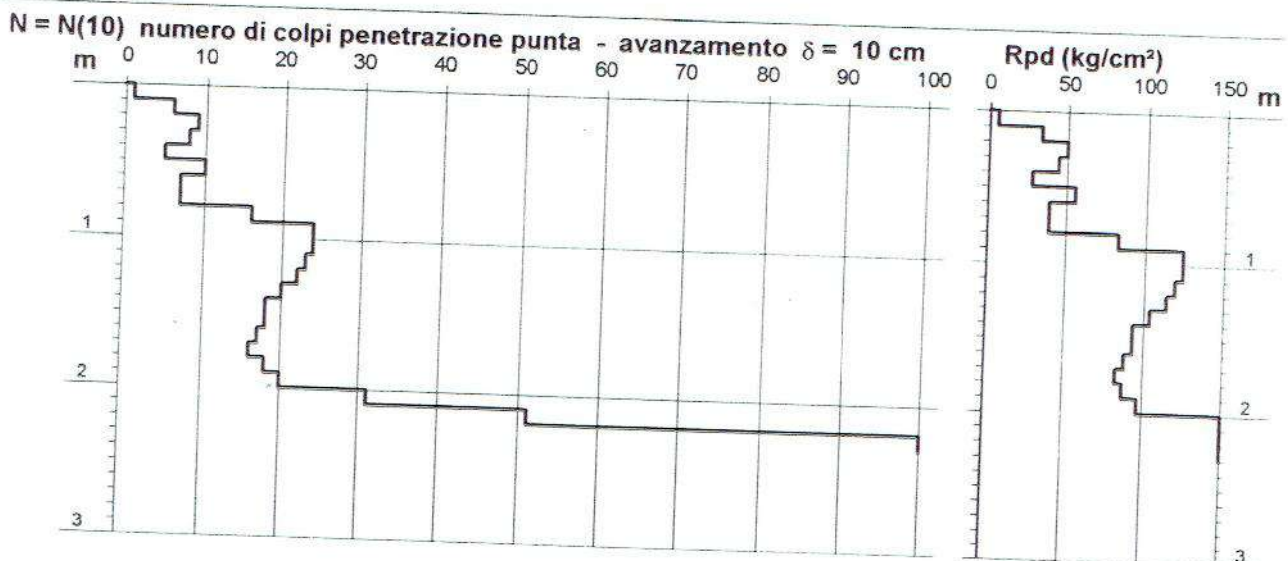
DIN PD6

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Ristrutturazione edilizia  
- località : Podere bedano, Comune di Casale marittimo

- data prova : 07/11/2007  
- quota inizio : p.c. (-2.20)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 10/11/2007

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

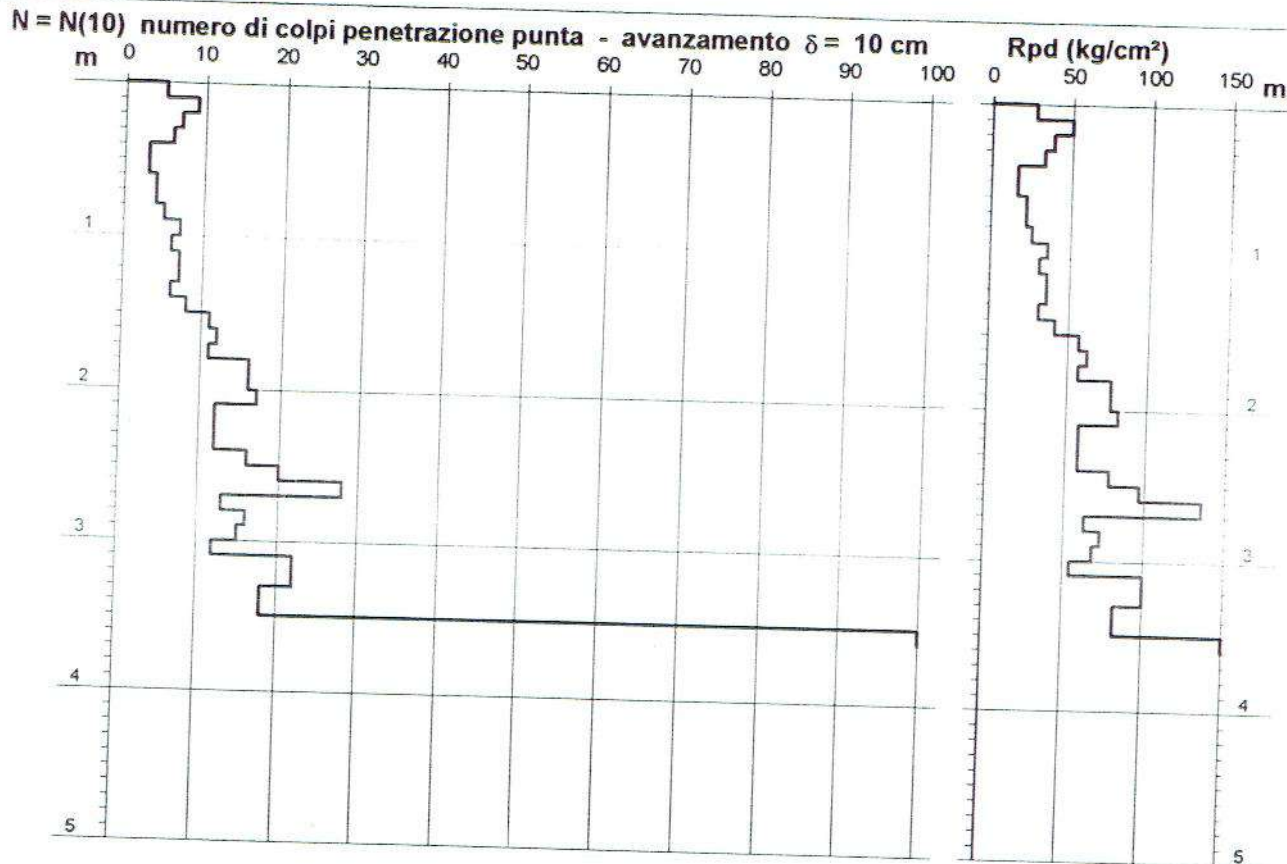
DIN PDa

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Manutenzione piscina  
- località : Podere Bedano, Comune di Casale marittimo

- data prova : 04/06/2008  
- quota inizio : p.c. (0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/06/2008

- note :





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PDc

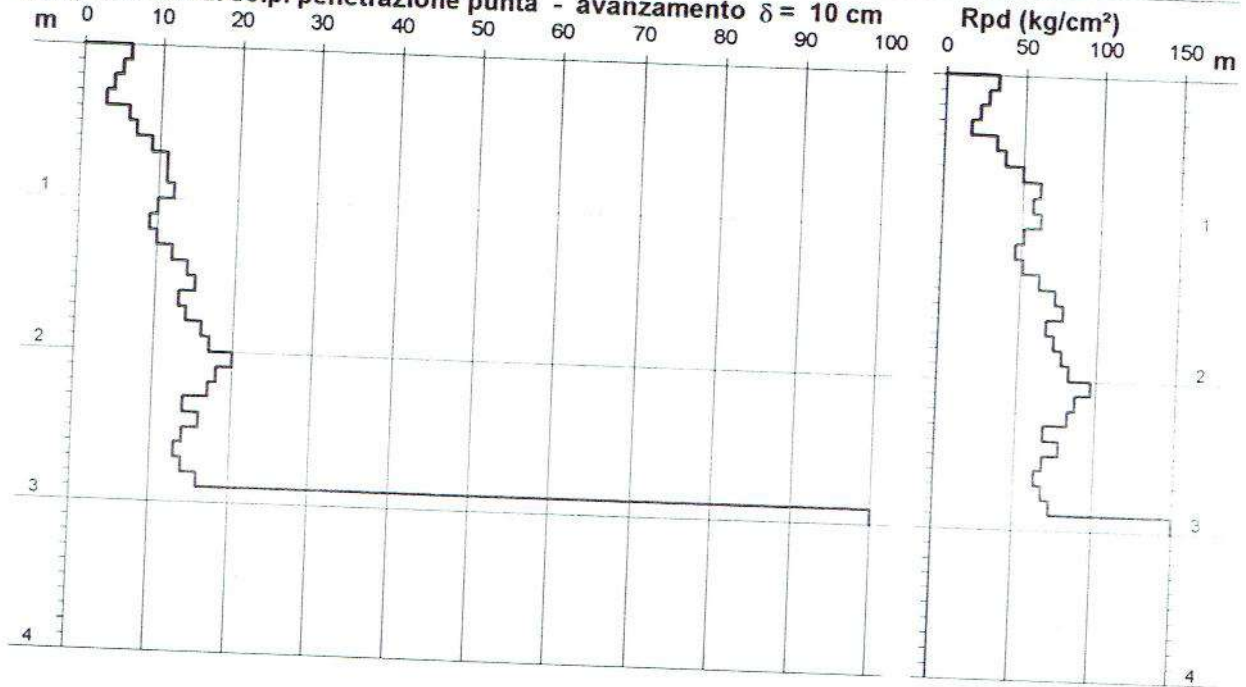
Scala 1: 50

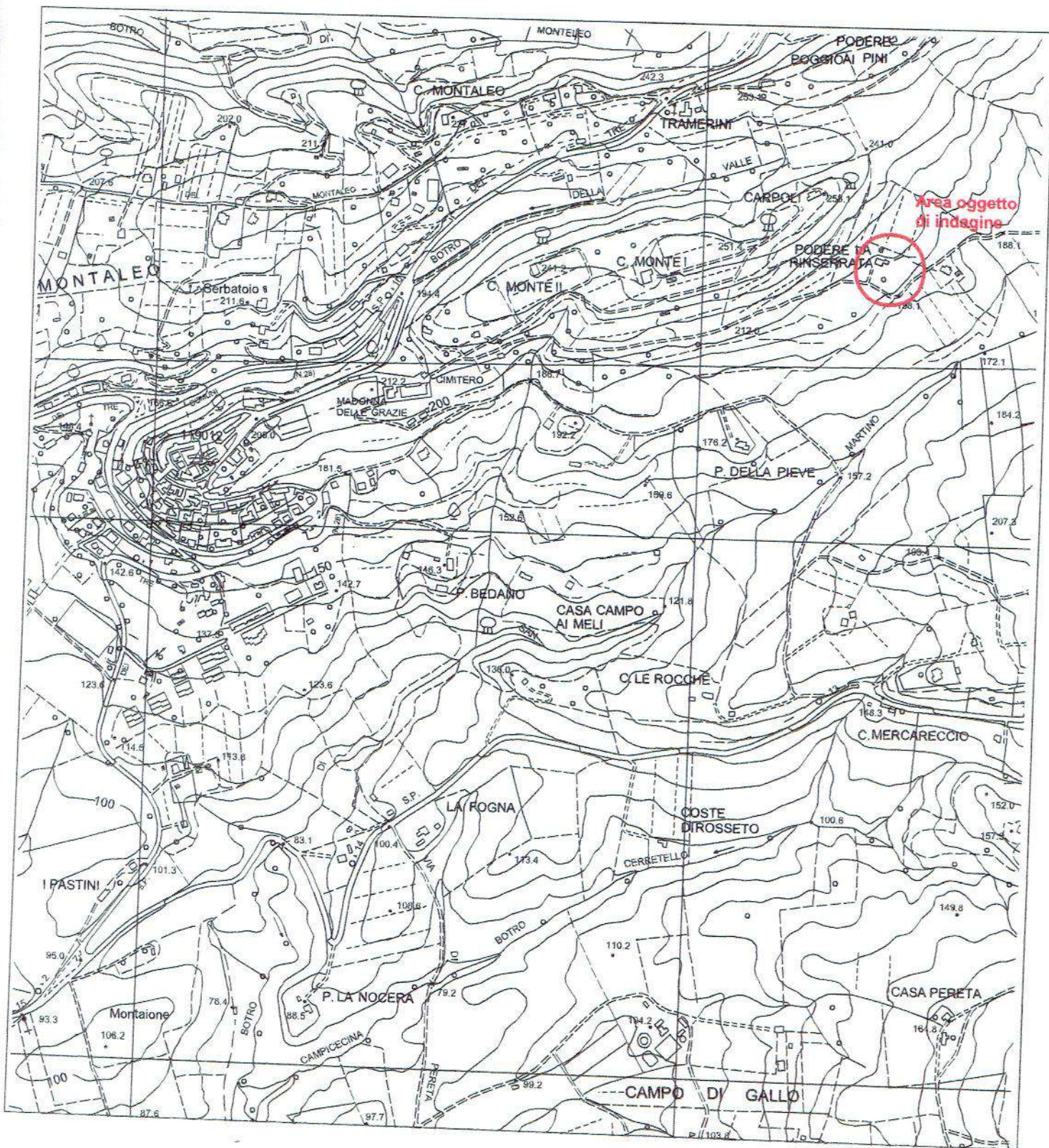
- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Manutenzione piscina  
- località : Podere Bedano, Comune di Casale marittimo

- data prova : 04/06/2008  
- quota inizio : p.c. (+1.60 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/06/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



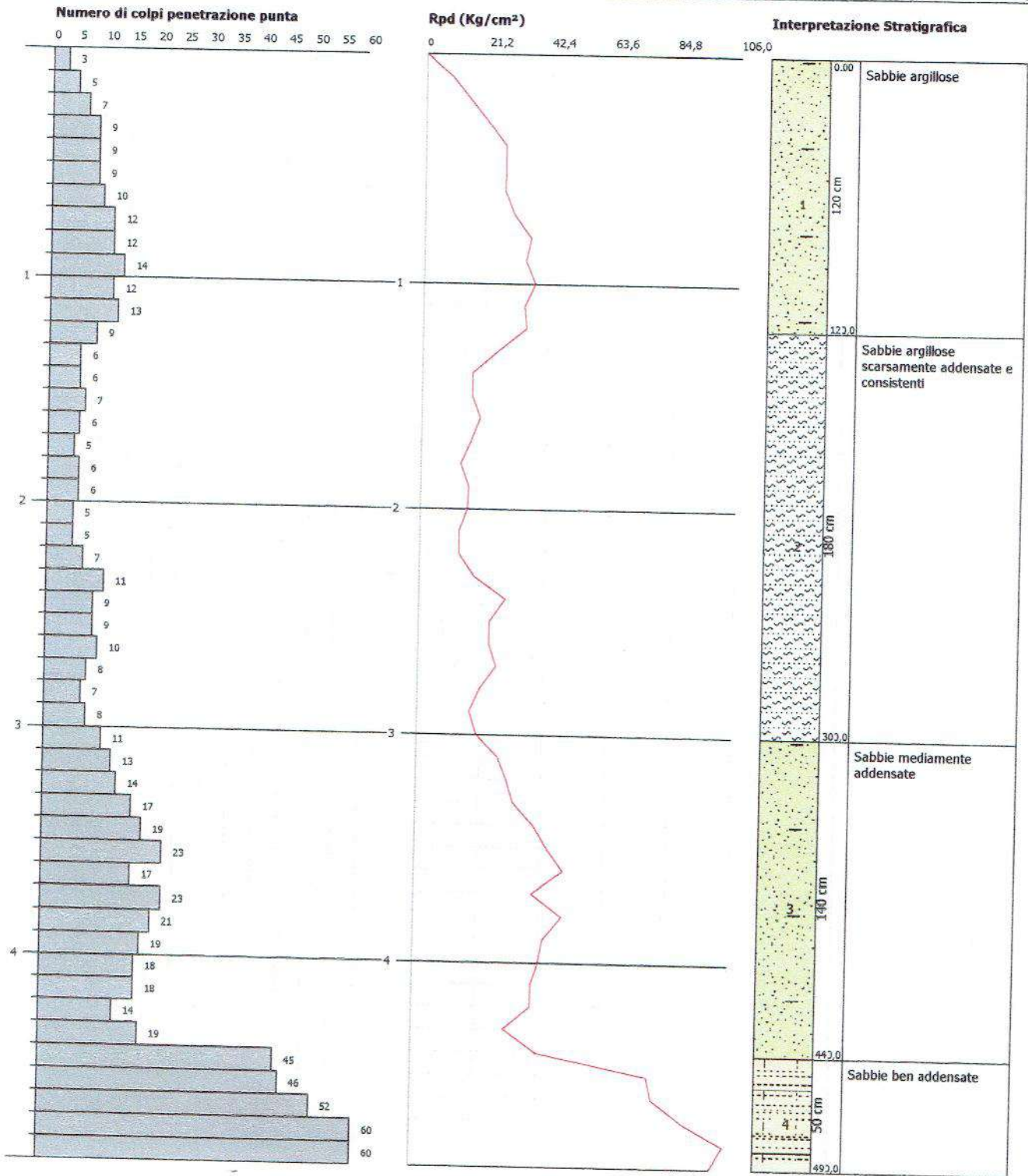


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Sig.ra Veronica Marzotto  
 Cantiere : Costruzione piscina e campo da tennis  
 Località : La Rinserrata -Casale M.mo

Data :21/04/2009

Scala 1:23

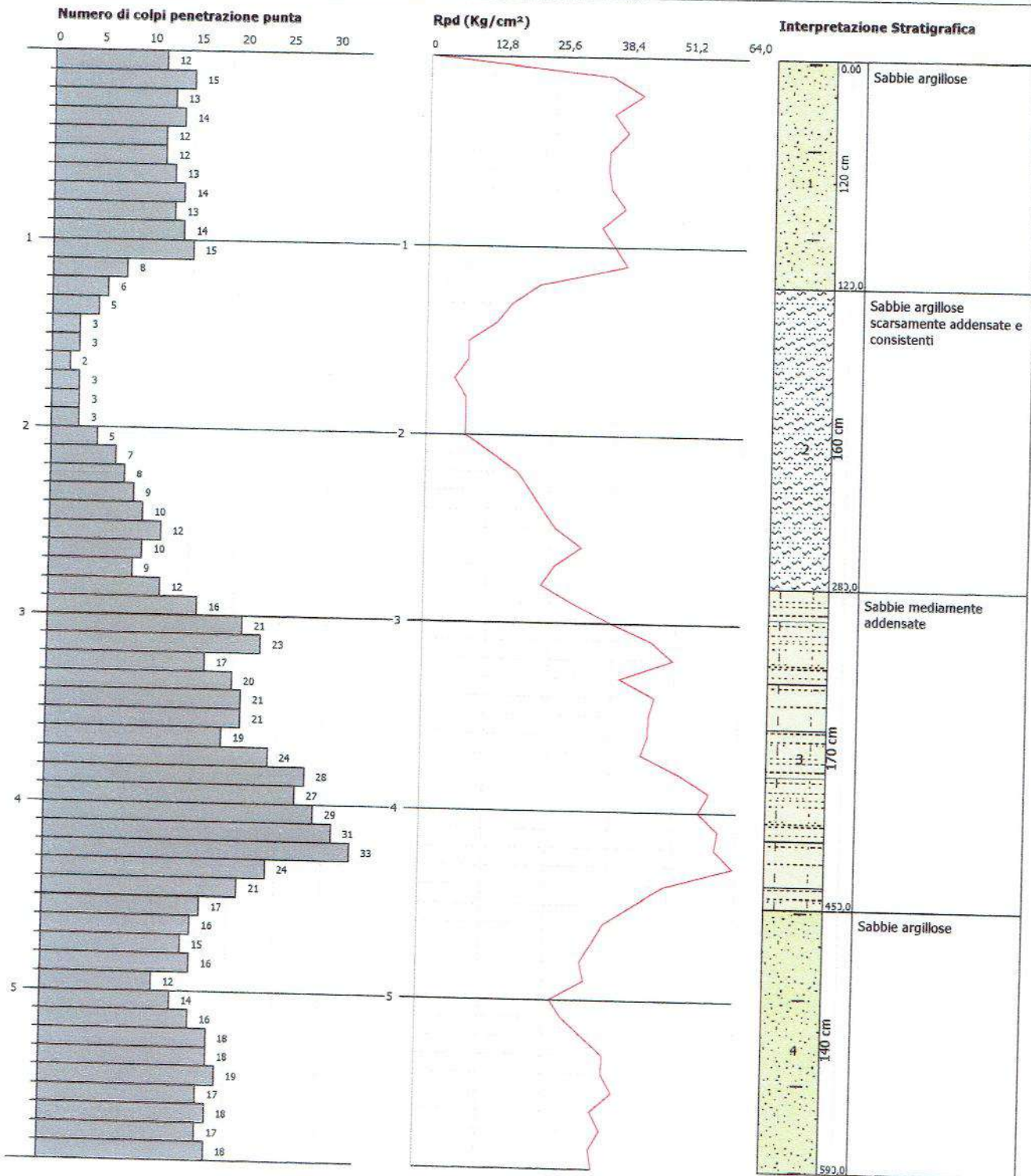


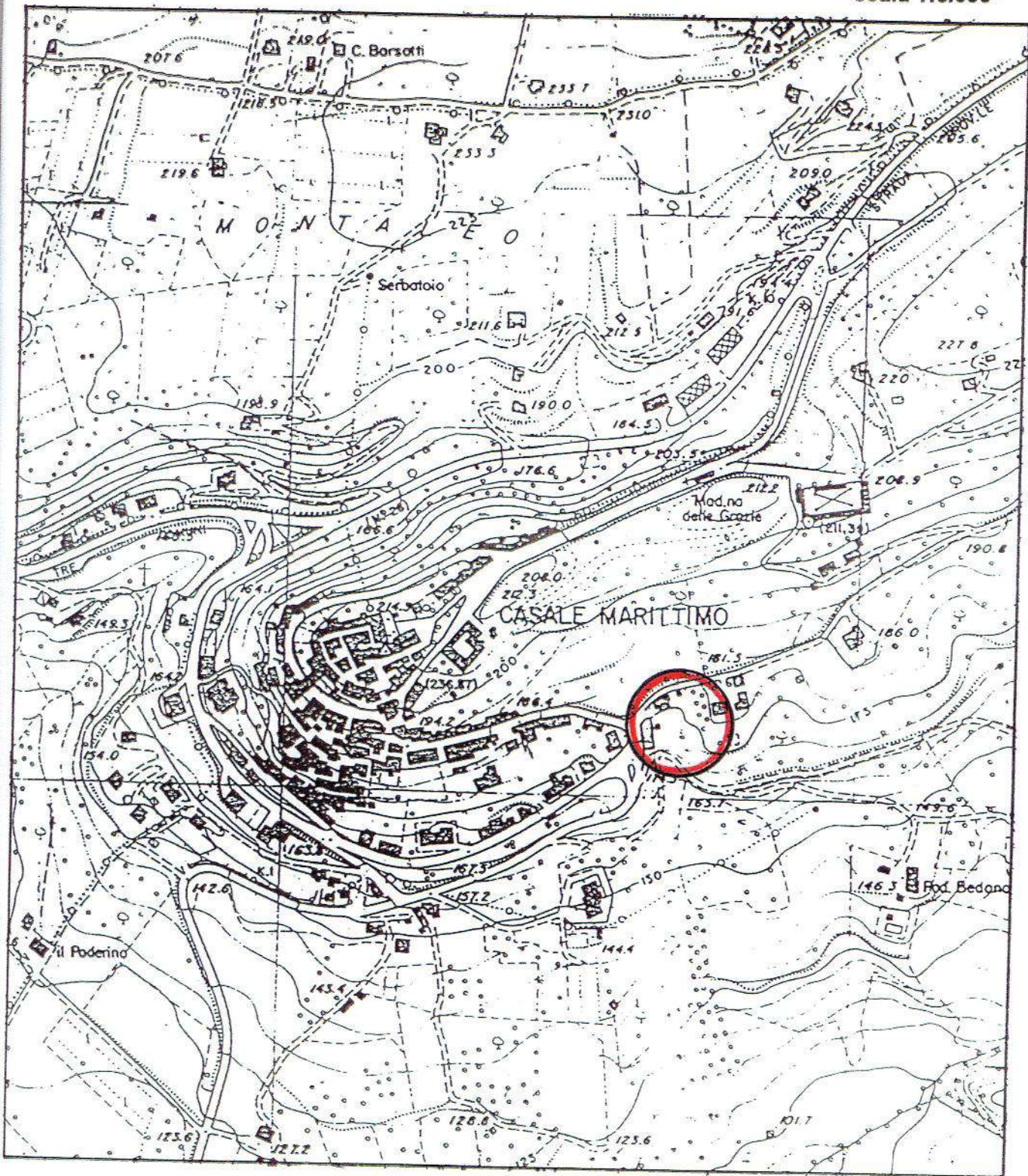
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Sig.ra Veronica Marzotto  
Cantiere : Costruzione piscina e campo da tennis  
Località : La Rinserrata - Casale M.mo

Data : 21/04/2009

Scala 1:28





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

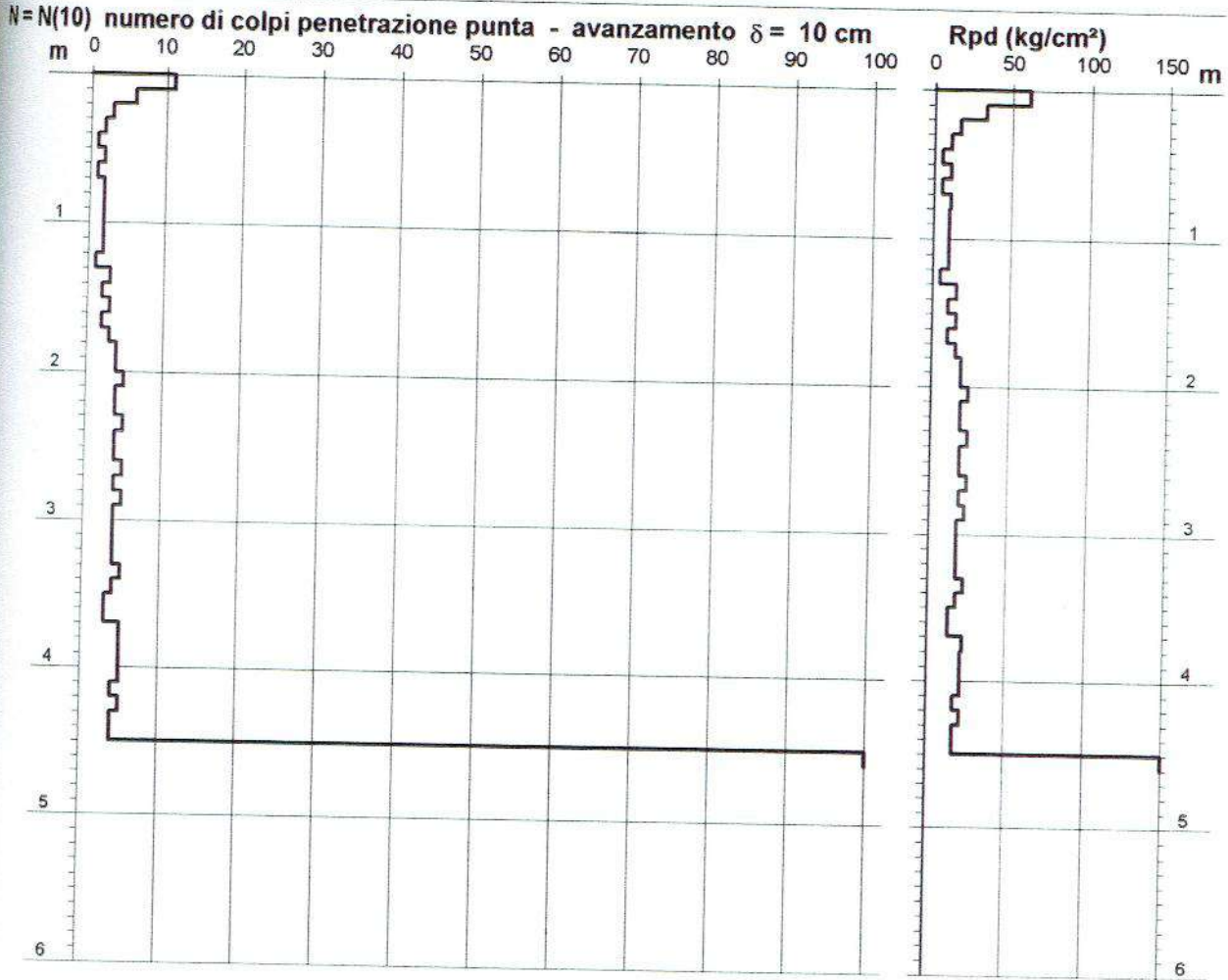
DIN PDa

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. odolfo GIANi  
- lavoro : Sostituzione edilizia  
- località : Via Roma 59-61 Comune di Casale M.mo

- data prova : 21/05/2009  
- quota inizio : p.c. (-2.80 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/07/2009

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PDb

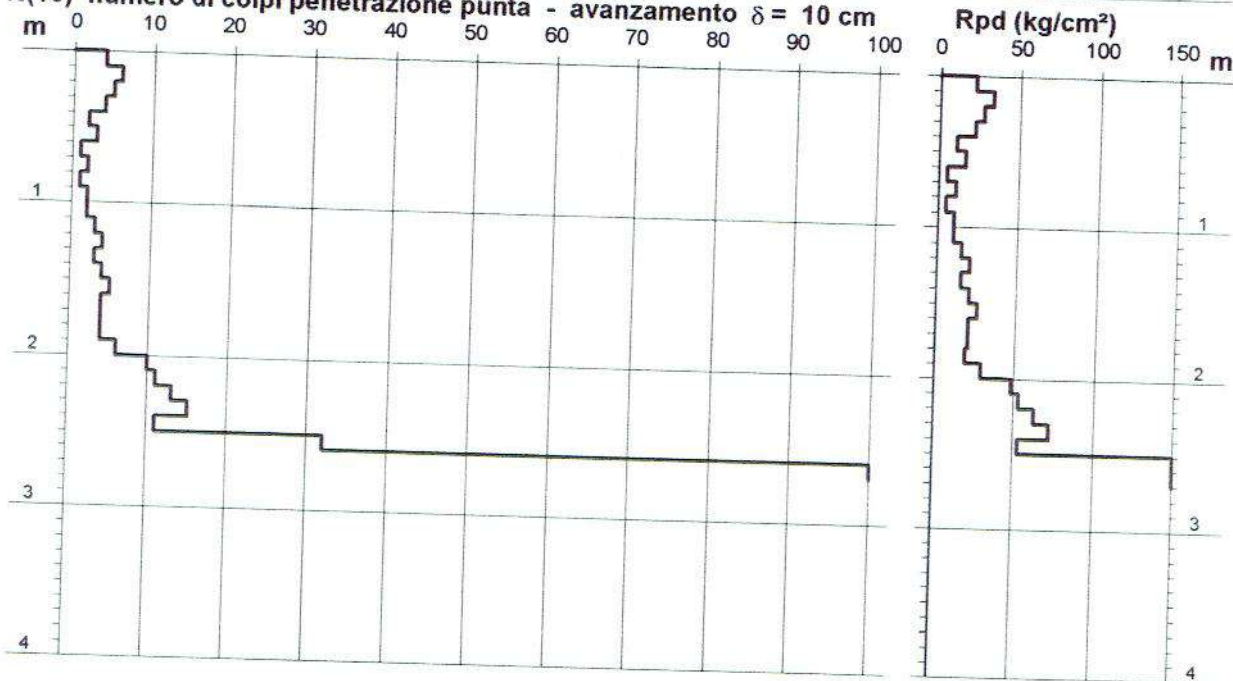
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. odolfo GIANI  
- lavoro : Sostituzione edilizia  
- località : Via Roma 59-61 Comune di Casale M.mo

- data prova : 21/05/2009  
- quota inizio : p.c. (-3.20 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/07/2009

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

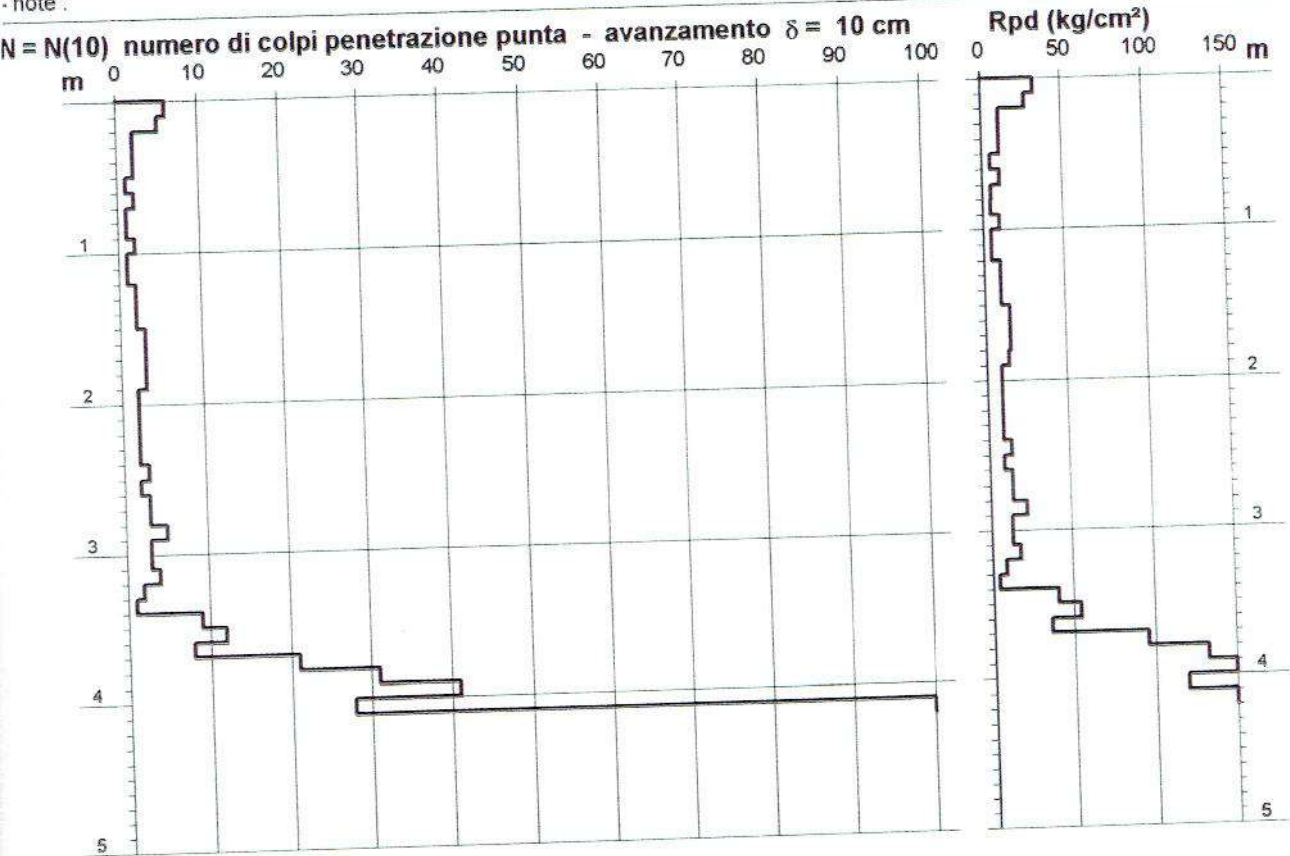
DIN PDc

Scala 1: 50

cantiere : Sig. odolfo GIANI  
lavoro : Sostituzione edilizia  
località : Via Roma 59-61 Comune di Casale M.mo

- data prova : 21/05/2009  
- quota inizio : p.c. (-4.70 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/07/2009

- note :





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PDD

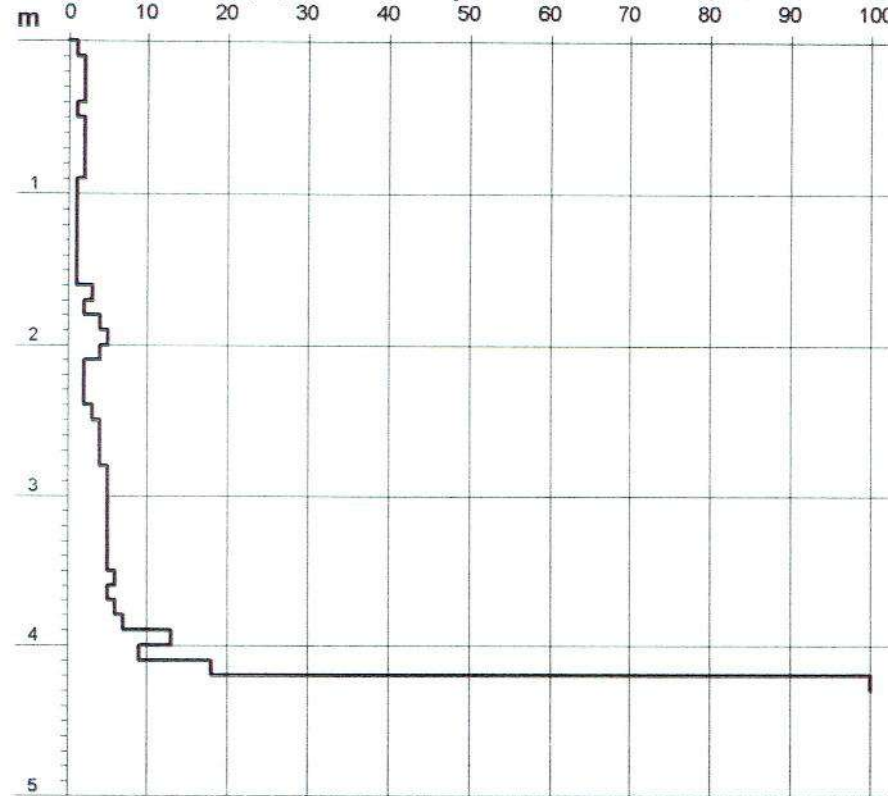
Scala 1: 50

Cliente : Sig. odolfo GIANI  
Progetto : Sostituzione edilizia  
Località : Via Roma 59-61 Comune di Casale M.mo

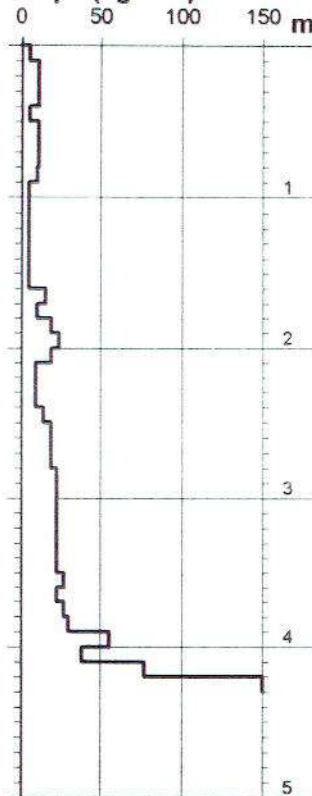
- data prova : 21/05/2009  
- quota inizio : p.c. (-5.10 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/07/2009

Legenda:

N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° PD1

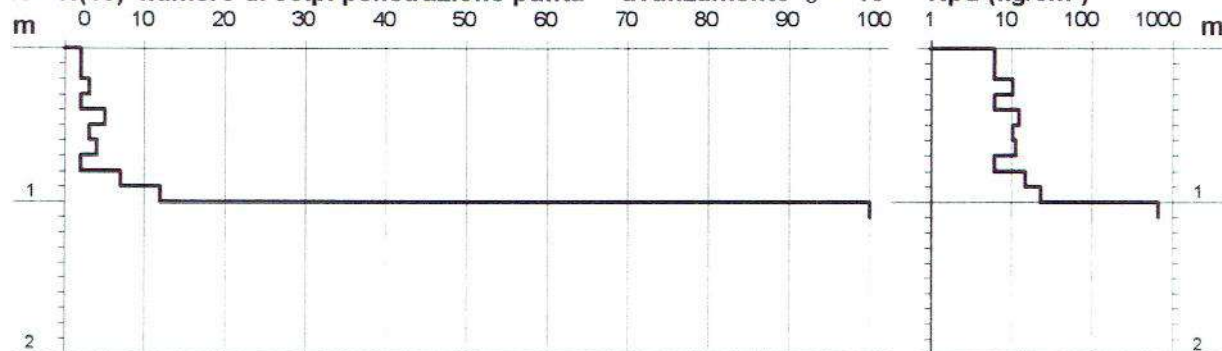
Scala 1: 50

gine : Costruzione di civile abitazione  
 iere : Via Roma n° 57 Sig. GIANI  
 lità : Comune di Casale Marittimo

- data : 30/06/2003  
 - quota inizio : p.c. (-2.20)  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° PD2

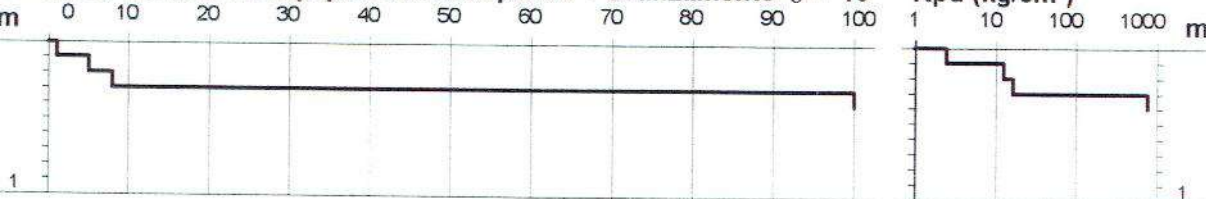
Scala 1: 50

gine : Costruzione di civile abitazione  
 ere : Via Roma n° 57 Sig. GIANI  
 tà : Comune di Casale Marittimo

- data : 30/06/2003  
 - quota inizio : p.c. (-1.60)  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



OMETRO DINAMICO tipo : TG-30-20 4x4

ssa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

ro Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm]

- A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

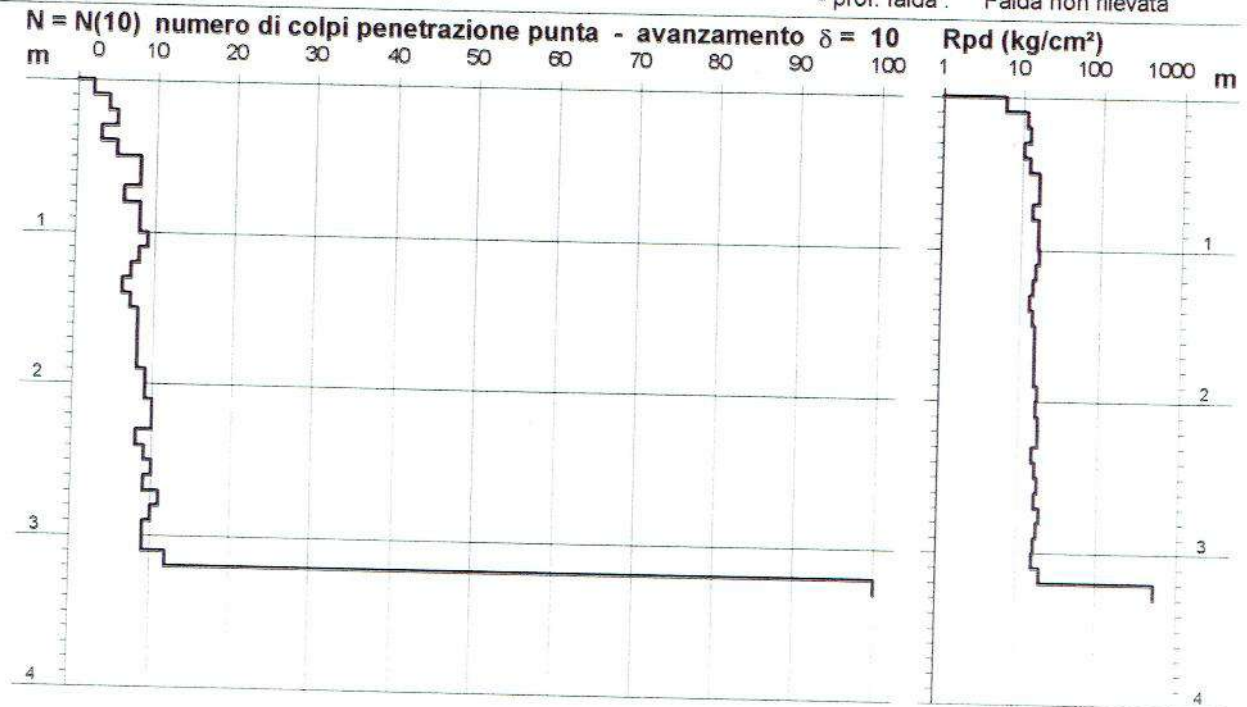
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD3

Scala 1: 50

- indagine : Costruzione di civile abitazione  
- cantiere : Via Roma n° 57 Sig. GIANI  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 30/06/2003  
- quota inizio : p.c. (-2.20)  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

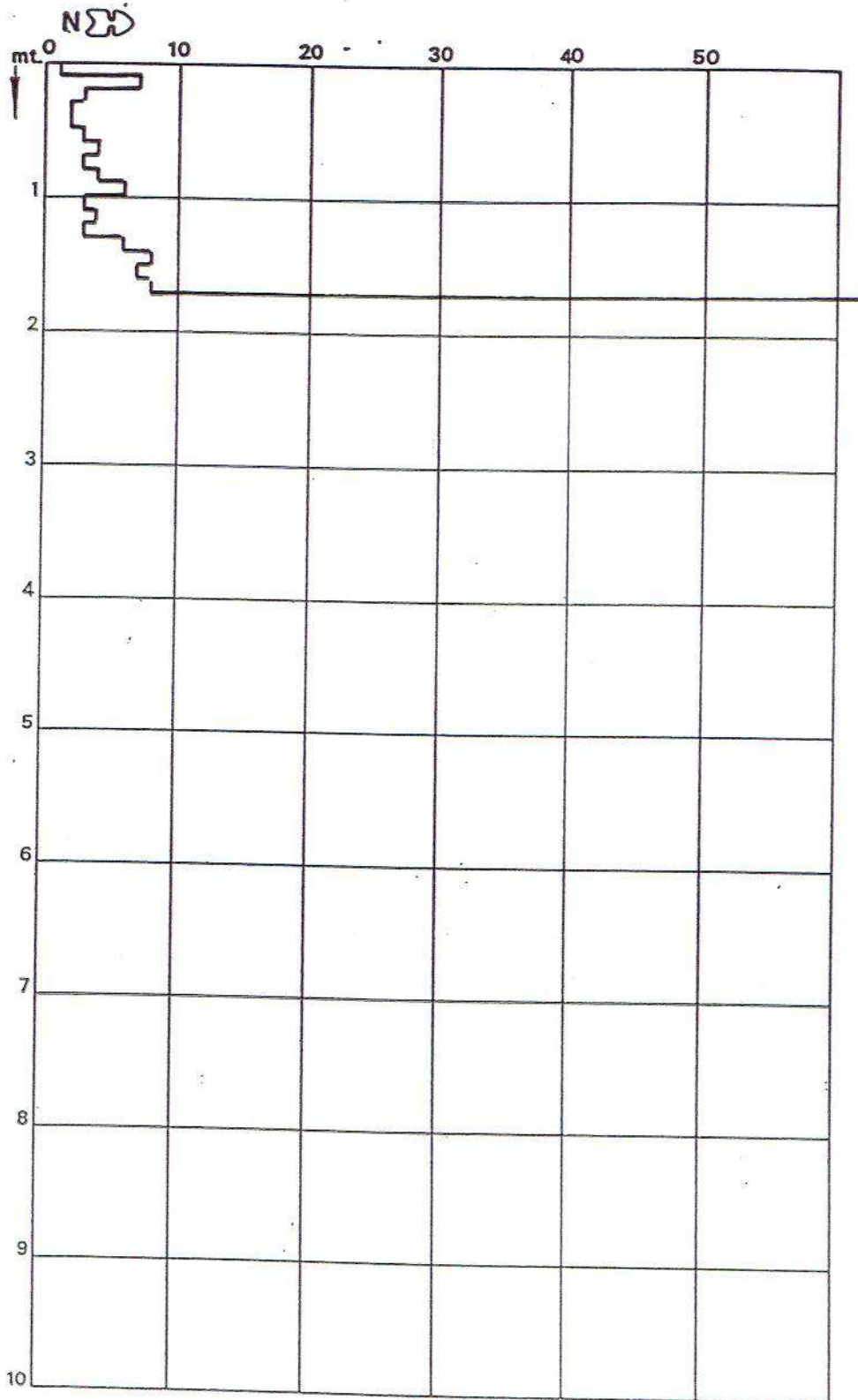
- Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm]

- A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

Dott. GIAN FRANCO RUFFINI  
GEOLOGO

DYNAMIC-PENETROMETER TEST



Committente

Sig. GIANI Rodolfo

Località Ristorante Le Volte Prova unica

Comune Casale Marittimo Data 29.12.1997

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD9

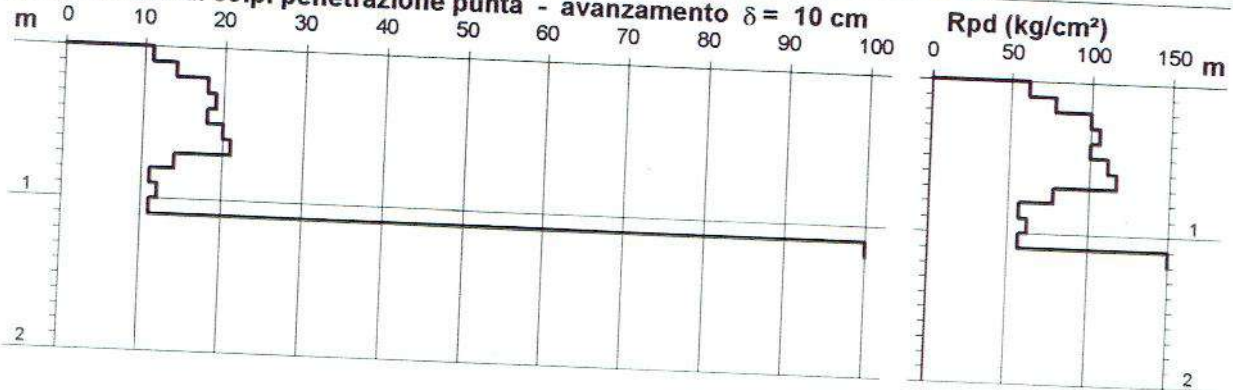
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD10

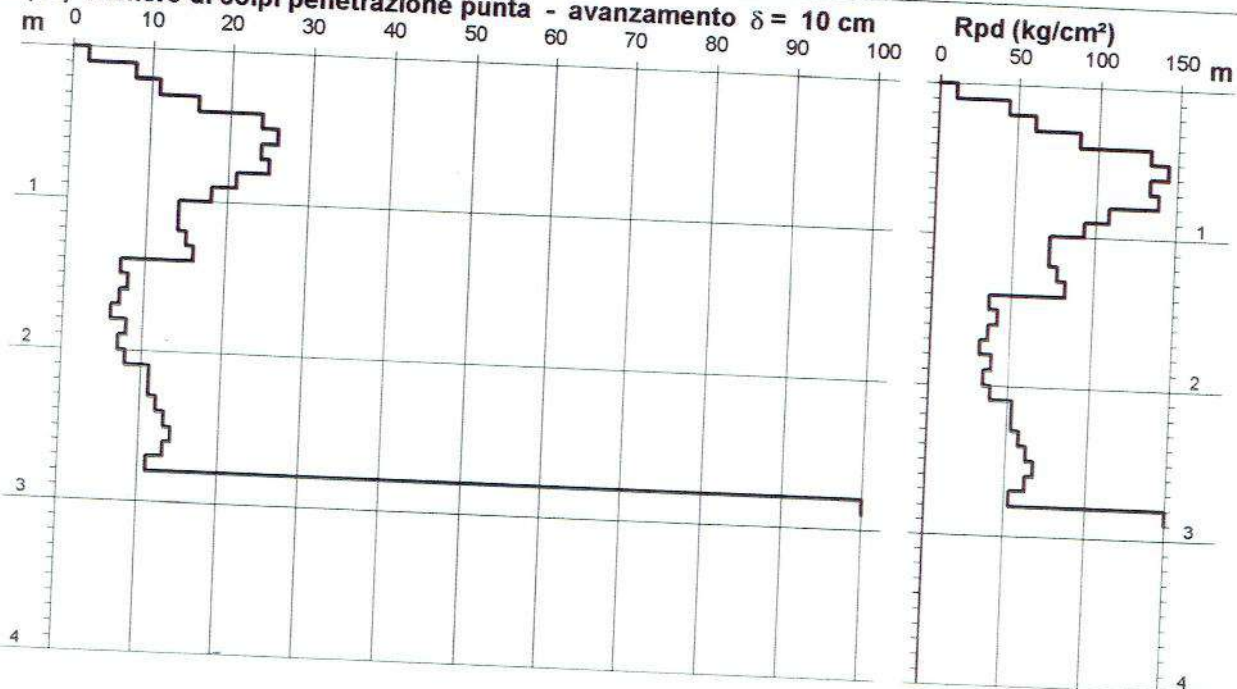
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

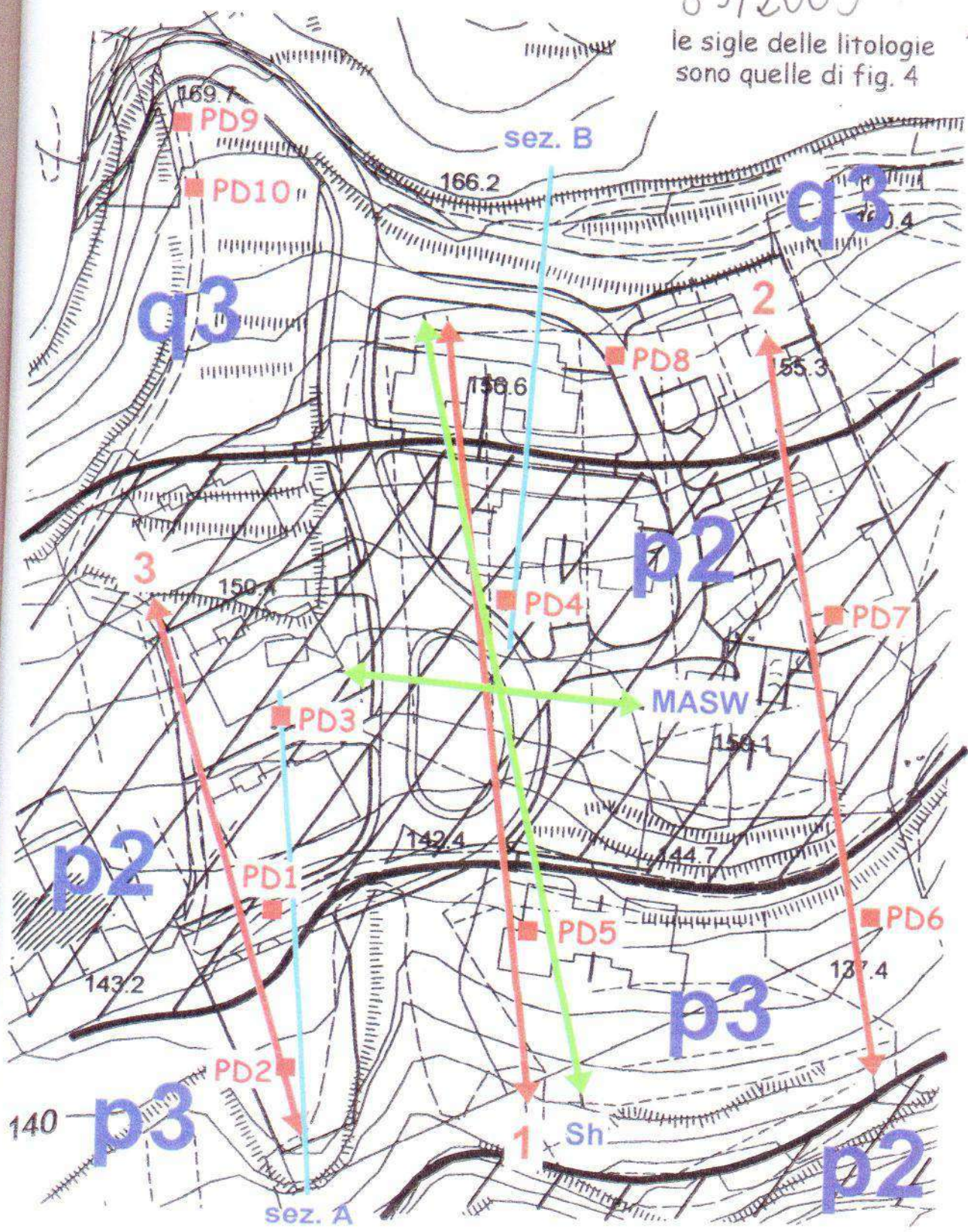
- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



le sigle delle litologie sono quelle di fig. 4



**UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE  
E DELLE SEZIONI LITOLOGICHE**

- sezioni litologiche di fig. 15
- ↔ profili tomografici e sezioni di fig. 14
- penetrometrie dinamiche
- ↔ indagine sismica

fig. 13

scala 1:1.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

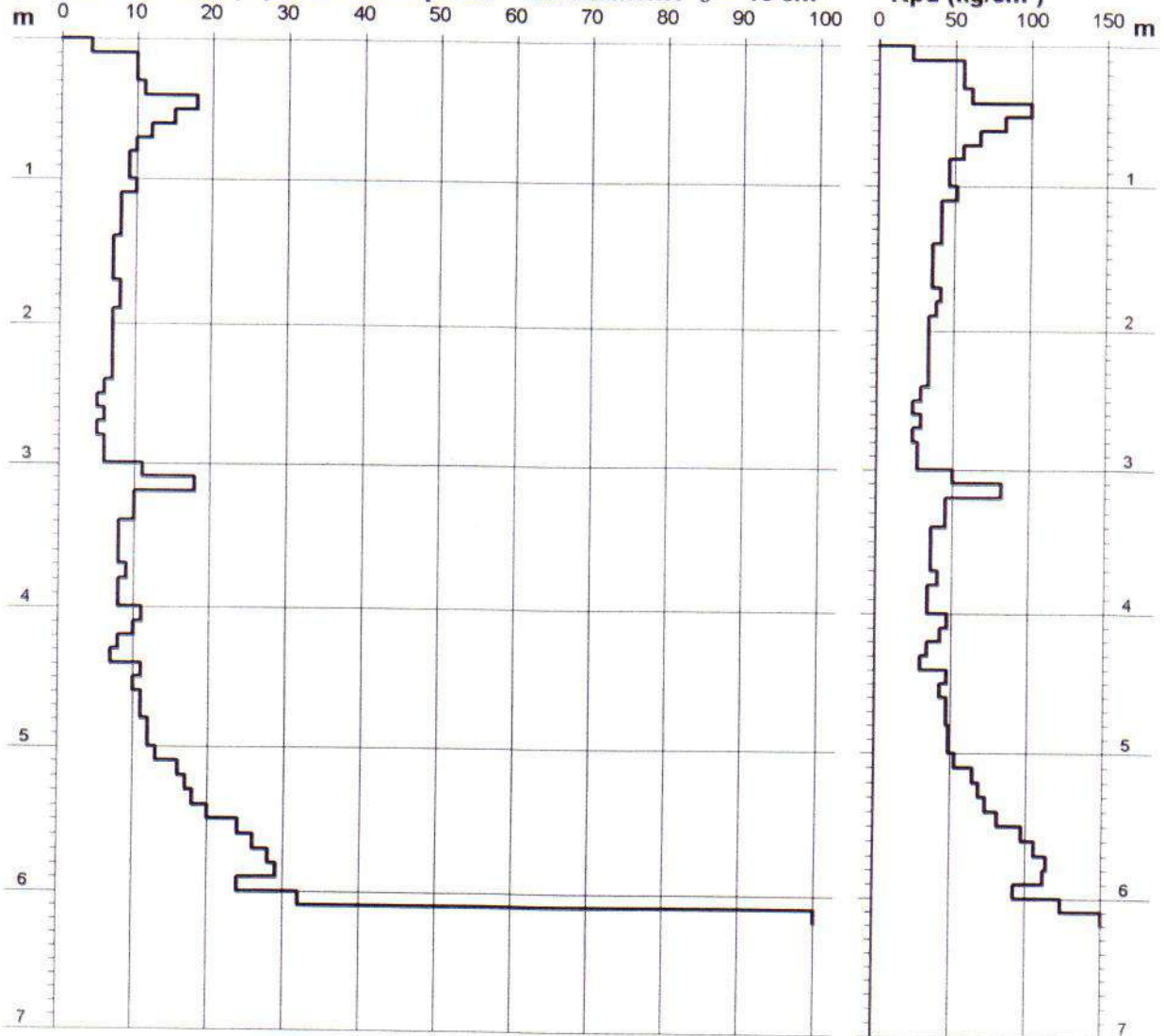
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

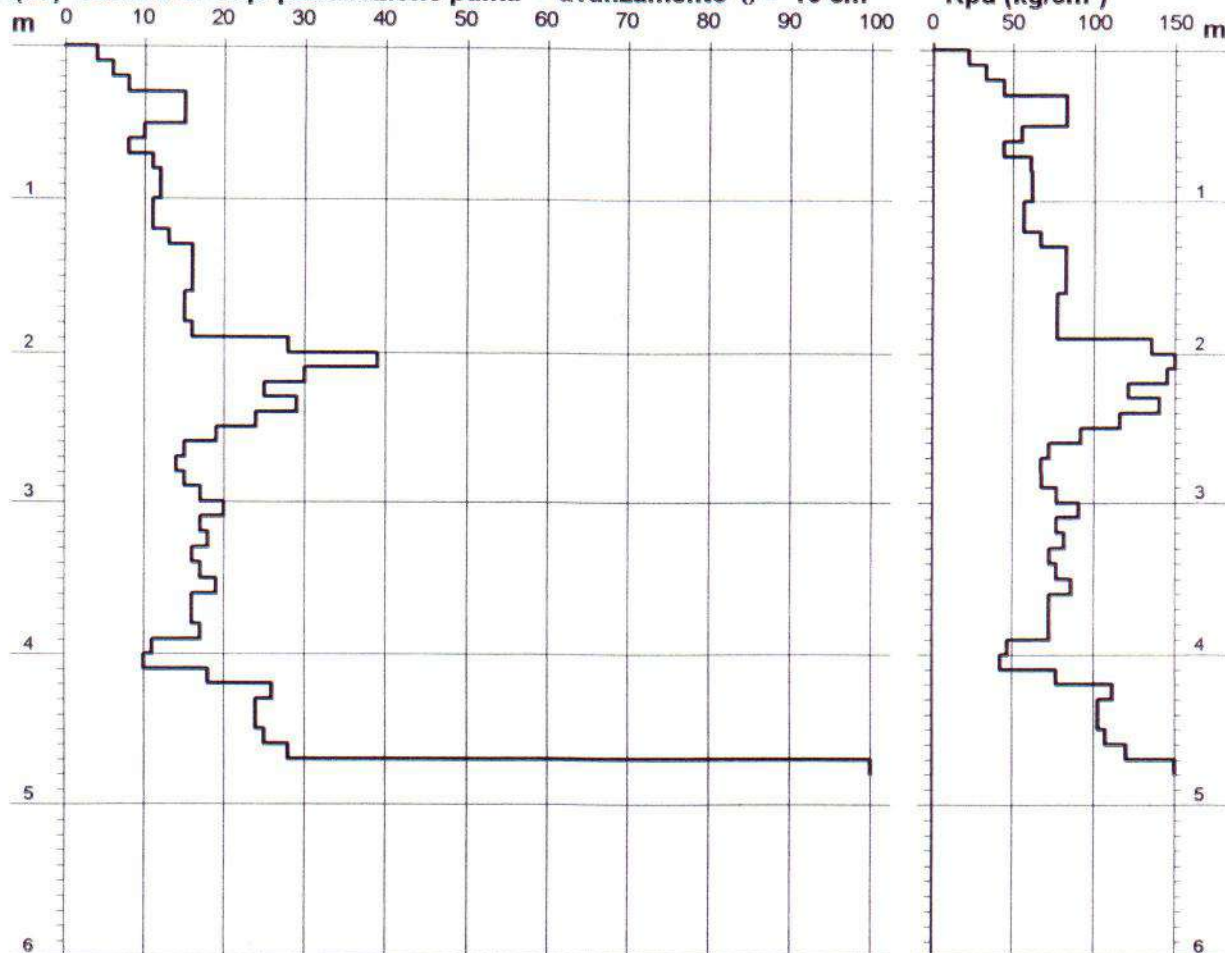
- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

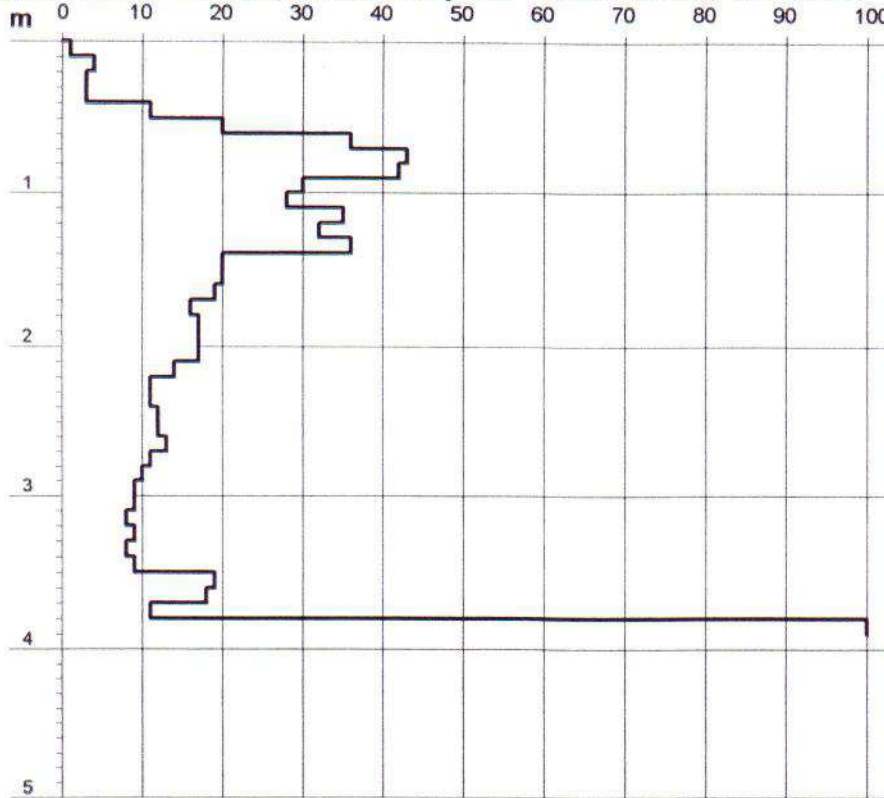
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

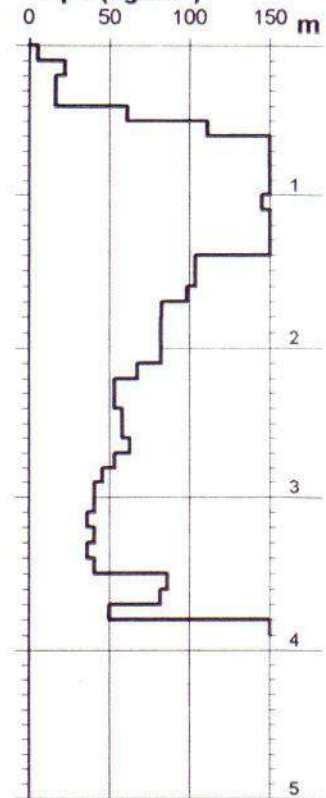
- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



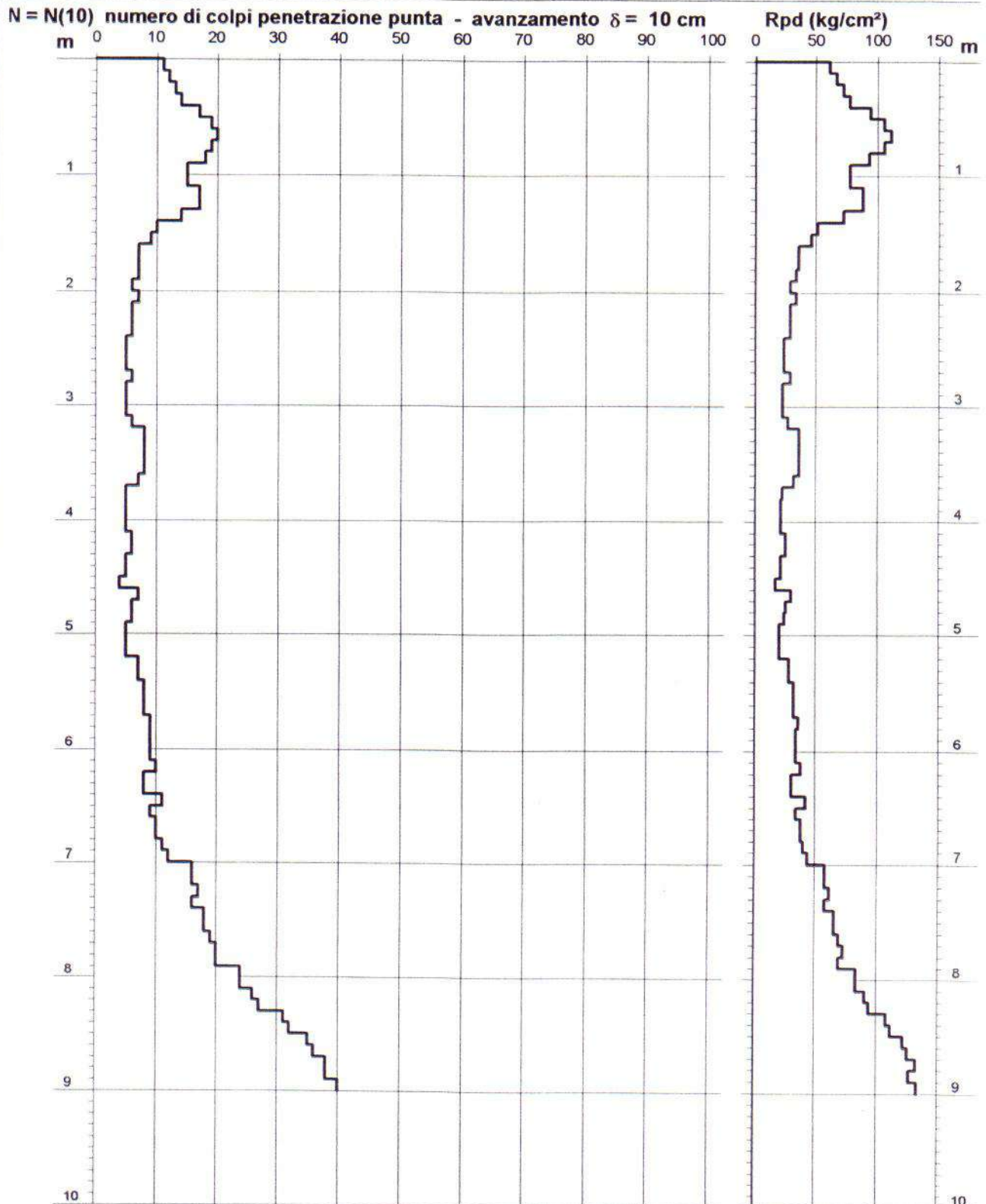
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD4

Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo
- data prova : 08/10/2008
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/11/2008

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD5

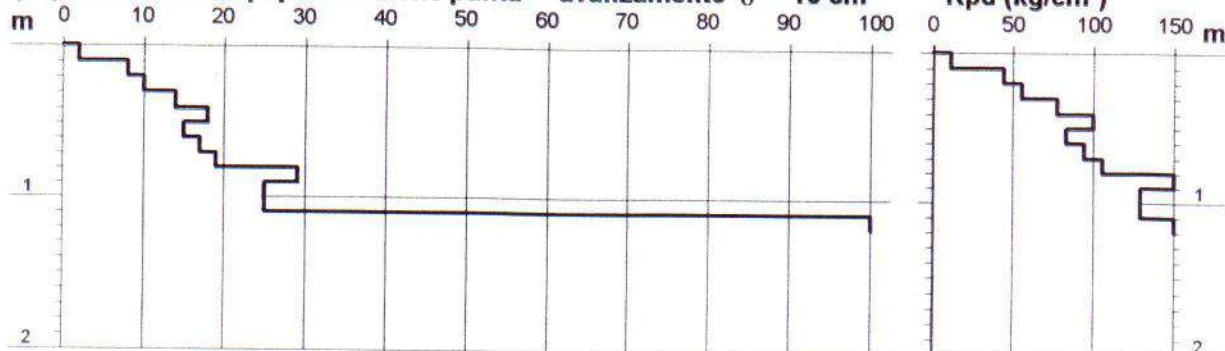
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD6

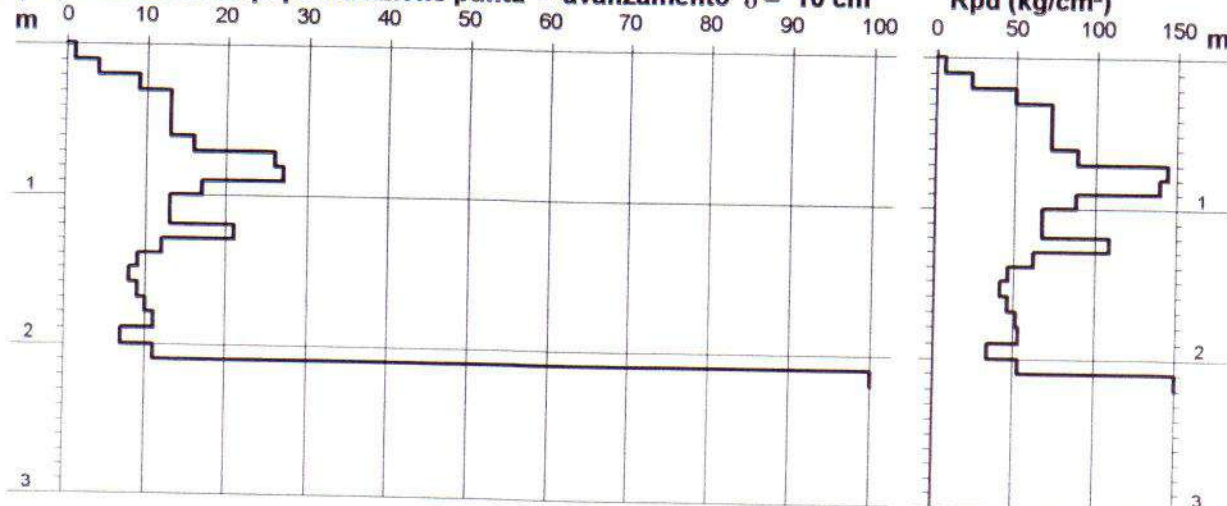
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

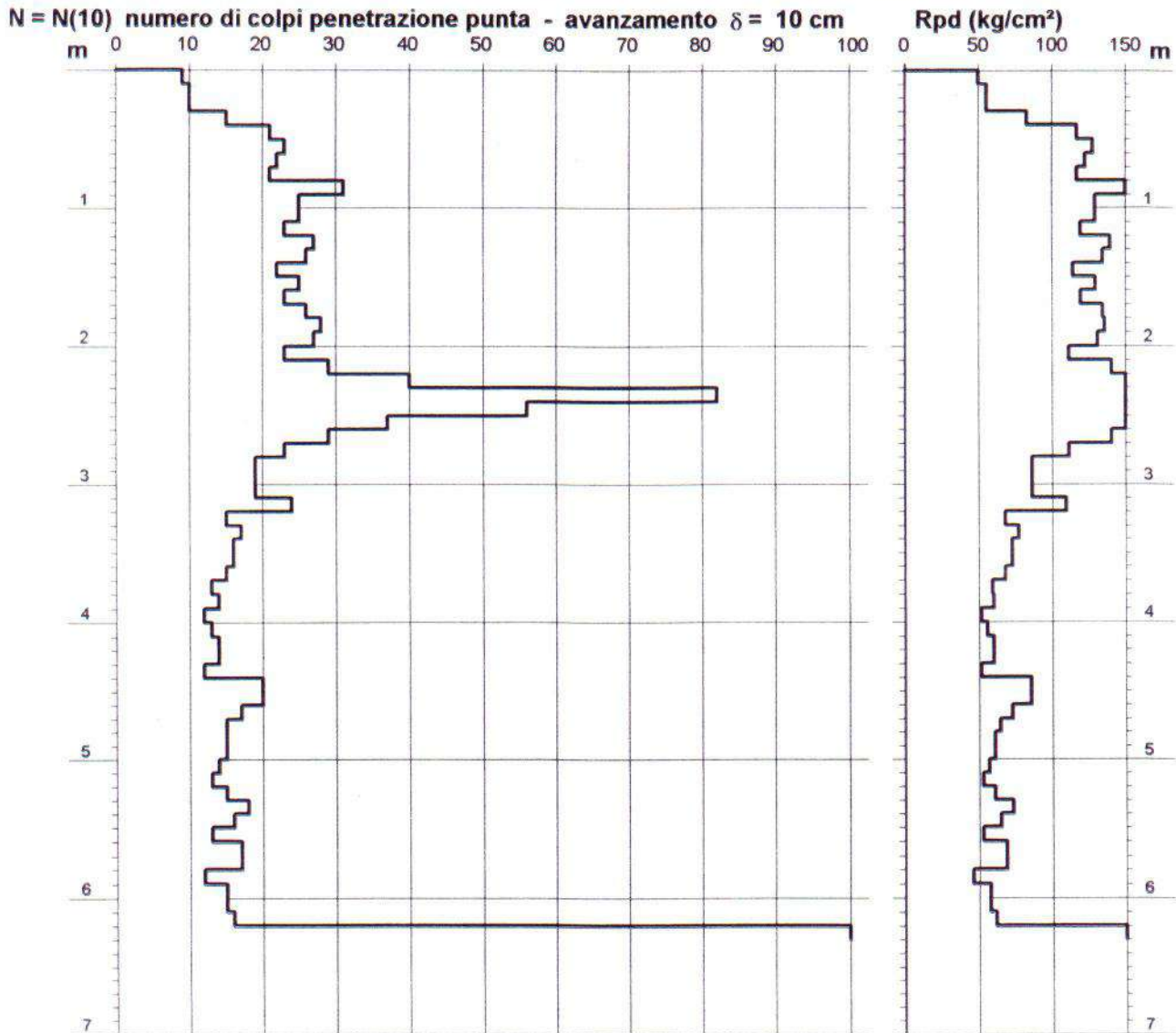
DIN PD7

Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD8

Scala 1: 50

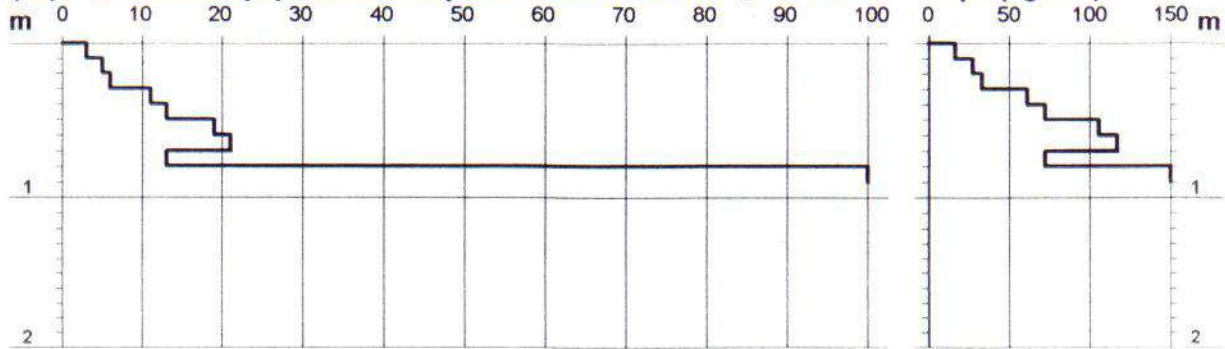
- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD9

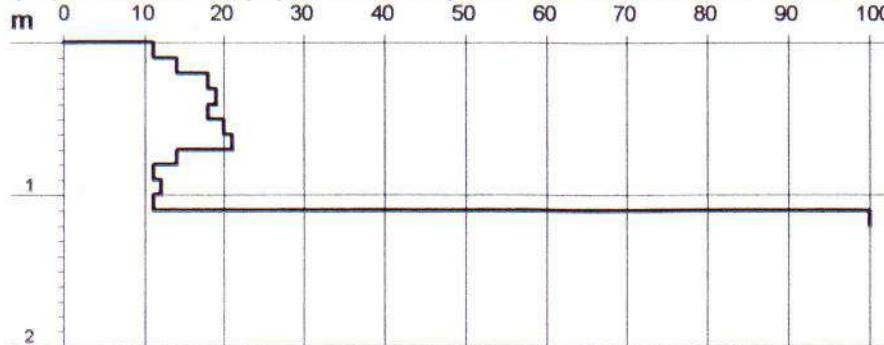
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

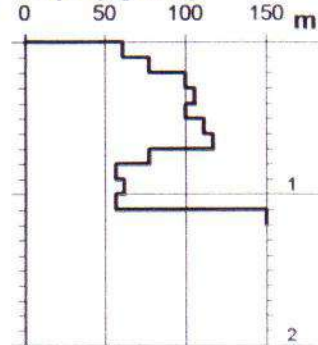
- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD10

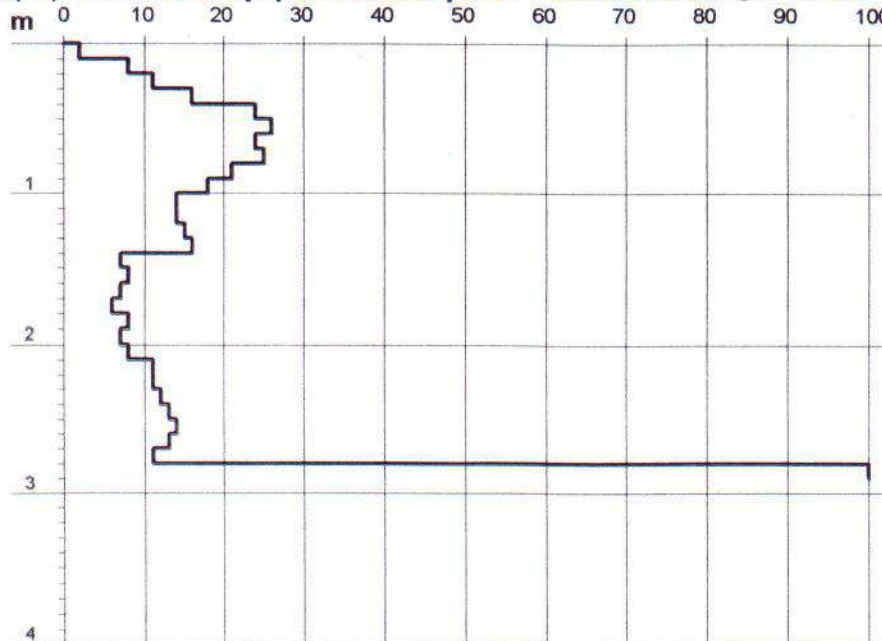
Scala 1: 50

- cantiere : Intoscana s.r.l. e altri  
- lavoro : Piano di Lottizzazione Comparto A-C  
- località : Località Bedano Comune di Casale M.mo

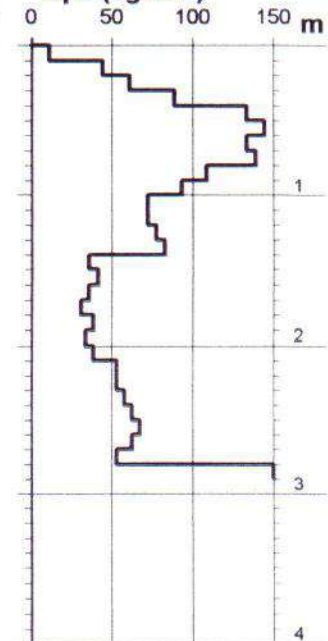
- data prova : 08/10/2008  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/11/2008

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# Andrea Casella Geologo

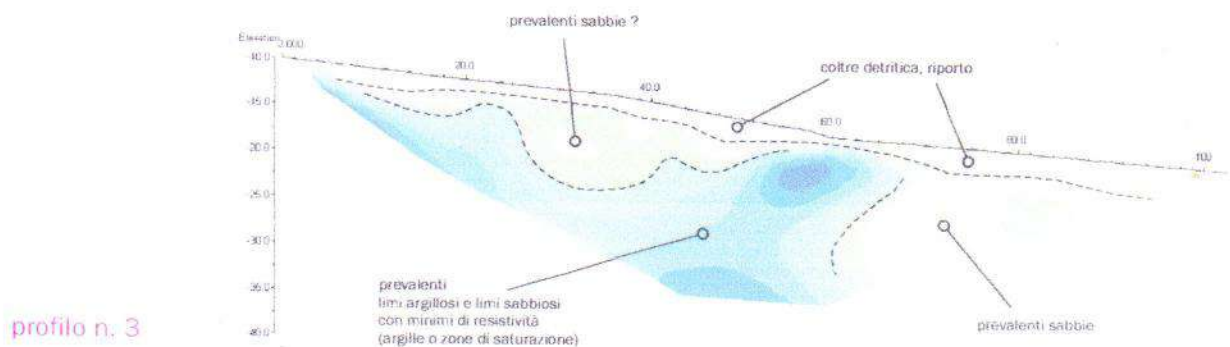
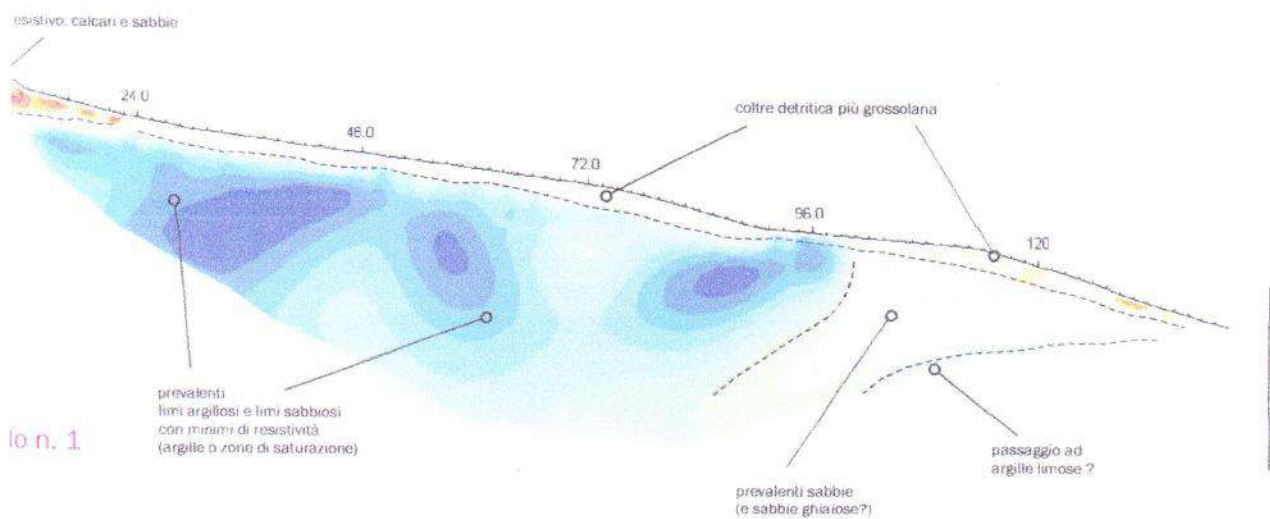
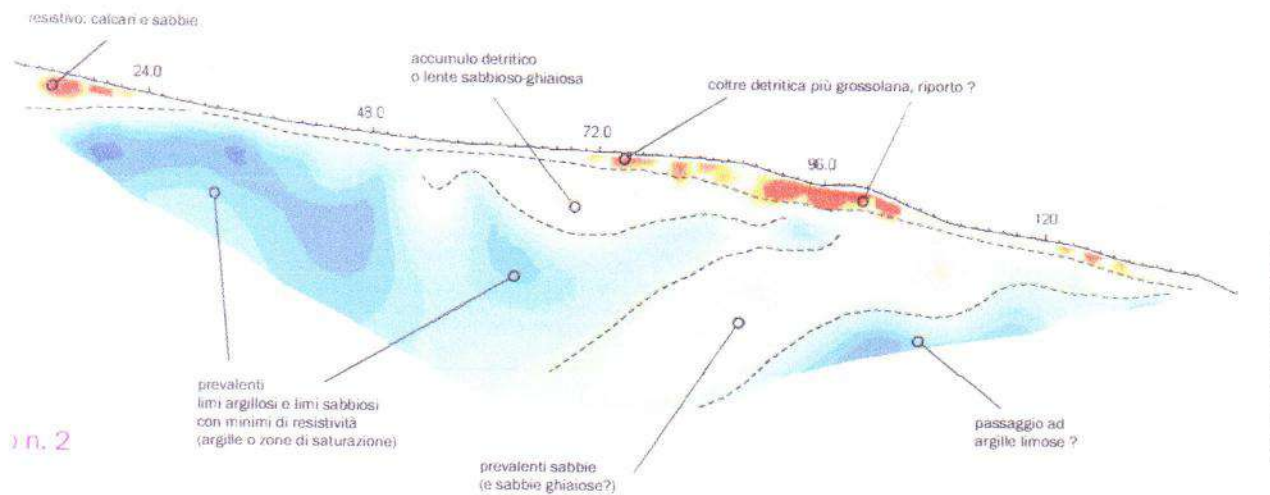
studio tecnico - Piazza Berlinguer 38, 56010 Metato (San Giuliano Terme - PI)

RISULTATI DELLE INDAGINI GEOELETTRICHE  
ESEGUITE TRAMITE 3 PROFILI DI RESISTIVITÀ 2D  
IN LOC. "BEDANO"  
PRESSO CASALE M.MO (PI)

Comm.te: Dr. G. Ruffini

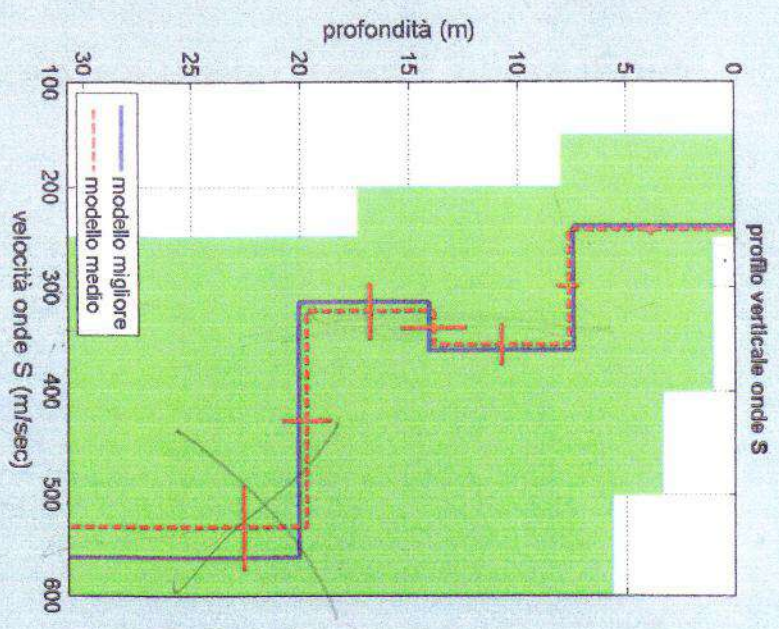
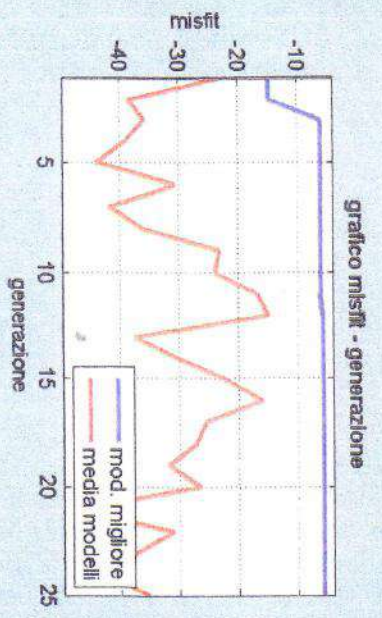
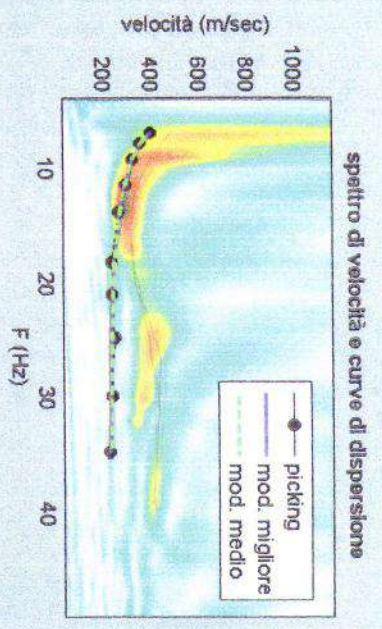
SETTEMBRE 2008





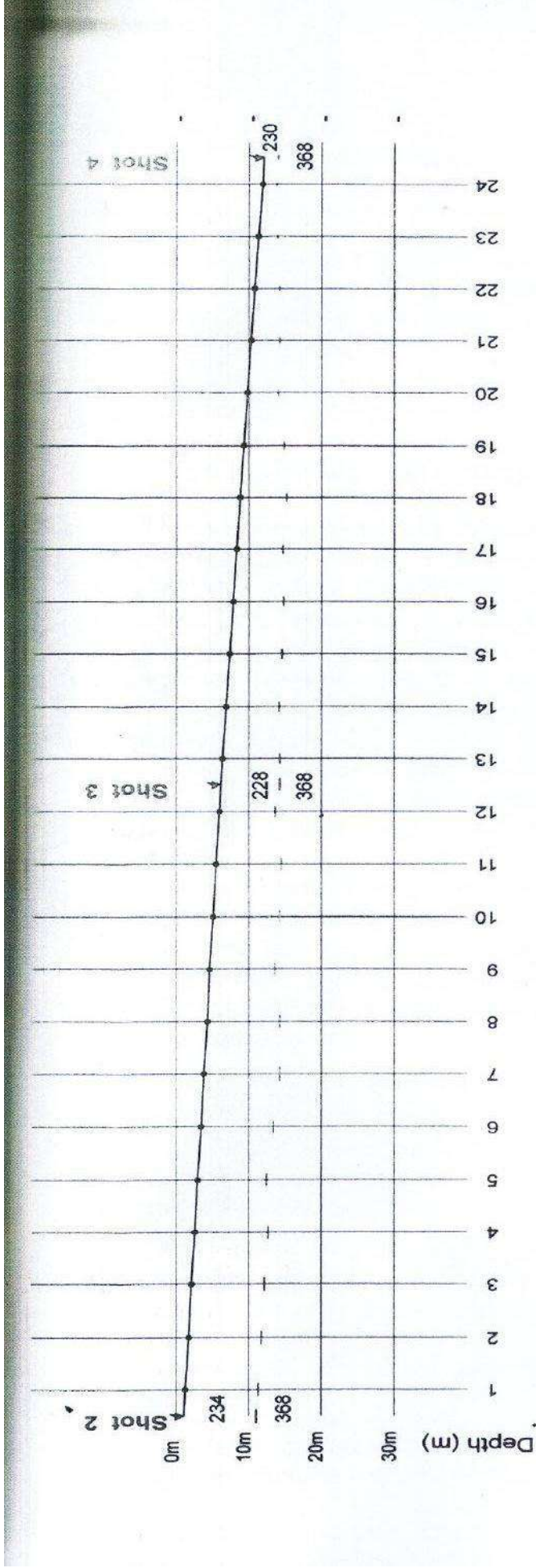
SEZIONI ELETTROSTRATIGRAFICHE CON NOTE INTERPRETATIVE





dataset: 12m.sgy  
 curva di dispersione: bedano12m.cdp  
 modello migliore VS30: 348 m/sec  
 modello medio VS30: 347 m/sec

Allegato n°11  
Elaborati indagine sismica a rifrazione in onde Sh



sismostratigrafia da metodo IT

shot n.	2	3	4
strato 1	234 m/sec 10,01 m	228 m/sec 8,31 m	230 m/sec 2,06 m
strato 2	368 m/sec	368 m/sec	368 m/sec

sismostratigrafia da metodo ABC

geofono	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
quota	-11.2	-11.7	-12.0	-12.5	-12.9	-13.4	-13.7	-14.2	-14.5	-15.0	-15.4	-15.9	-16.3	-16.8	-17.3	-17.8	-18.3	-18.8	-19.3	-19.8	-20.3	-20.8	-21.3	-21.8
posizione	1.5	4.5	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	31.5	34.5	37.5	40.5	43.5	46.5	49.5	52.5	55.5	58.5	61.5	64.5	67.5	70.5
prof. bedrock	10.1	10.0	10.1	10.1	9.5	10.0	10.6	10.1	9.1	9.3	9.2	7.8	8.0	7.4	7.3	7.1	6.4	6.4	5.7	4.3	4.1	3.5	2.7	2.0

Loc. Bedano (casale M.mo - PI) - Indagini sismiche a rifrazione - onde Sh

profilo metodo IT (intercetta) e ABC (delay)



petra

## INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Winsism 10.0* della *W\_geosoft*. Tale programma è in grado di convertire i dati della strumentazione *Ambrogeo* in formato *SU (seismic unix)* e operare direttamente su tali records per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone (travel-time curves)*.

Può essere successivamente effettuato il calcolo delle velocità, pervenendo quindi alla determinazione delle profondità dei vari strati con il *metodo dell'intercetta* o della *distanza critica*.

Nel caso in oggetto, si sono effettuate le valutazioni ed i calcoli relativi alle onde *Sh*, utilizzando il metodo *IT*, per la verticale degli shots 2, 3 e 4. E' stato in seguito utilizzato il *delay method (ABC)* per determinare la profondità del substrato sotto ciascun geofono.

In allegato si riportano i sismogrammi di campagna, i diagrammi primi arrivi-distanze (*dromocrone o travel time curves*) e la sezione sismo-stratigrafica derivante dall'interpretazione, effettuata al calcolatore, con il metodo dell'intercetta e con il *delay method*.

In riferimento alla sezione sismo-stratigrafica interpretata è stato possibile, mediante il metodo *IT*, discriminare 2 orizzonti :

- Dalla superficie e fino a profondità rispettivamente di 10,01 / 8,31 / 2,06 m (per gli shots 2,3,4) si individua un primo strato a velocità leggermente inferiore:  $V_{Sh} = 234 / 228 / 230$  m/sec rispettivamente.
- Il secondo strato individuato, considerato substrato, presenta velocità  $V_{Sh}$  di 368 m/sec.

Mediante il metodo *ABC* si è ricavato con maggiore dettaglio l'andamento del passaggio fra questi due strati (si veda il grafico relativo).

Ai fini della classificazione nelle "categorie di suolo di fondazione", ai sensi del *D.M. 14/01/08 (Norme tecniche per le costruzioni)*, è stata effettuata una valutazione del parametro  $V_{S30}$  in 3 punti, corrispondenti alle verticali degli shots 2, 3 e 4. Il parametro  $V_{S30}$  viene calcolato utilizzando una media ponderata dei valori di velocità delle onde di taglio sul piano orizzontale dei primi 30 m di profondità mediante la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Si sono calcolati i valori per  $V_{S30}$  attribuendo la velocità del II strato all'intero spessore di terreno fino a -30,0 m da p.campagna, ottenendo:

- zona shot 2:  $V_{S30} = 309,0$  m/sec (possibile categ. suolo di fondazione = C);
- zona shot 3:  $V_{S30} = 314,5$  m/sec (possibile categ. suolo di fondazione = C);
- zona shot 4:  $V_{S30} = 353,4$  m/sec (possibile categ. suolo di fondazione = C).

## Allegato n.12 Indagine sismica MASW

Fra i diversi dati a nostra disposizione si è scelta la curva di dispersione relativa allo shot posto a 12m dalla linea geofonica.

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *winMASW*, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio  $V_s$  tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici". Tale programma è in grado di operare sui records in formato *SGY* prodotti dalla strumentazione *Ambrogeo* secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

Per dare uno spazio di ricerca al processo di inversione, è stato possibile utilizzare i dati relativi all'indagine sismica a rifrazione.

Come si osserva negli elaborati allegati, nel profilo risultante sono stati individuati 4 strati a differente velocità  $V_{sh}$ :

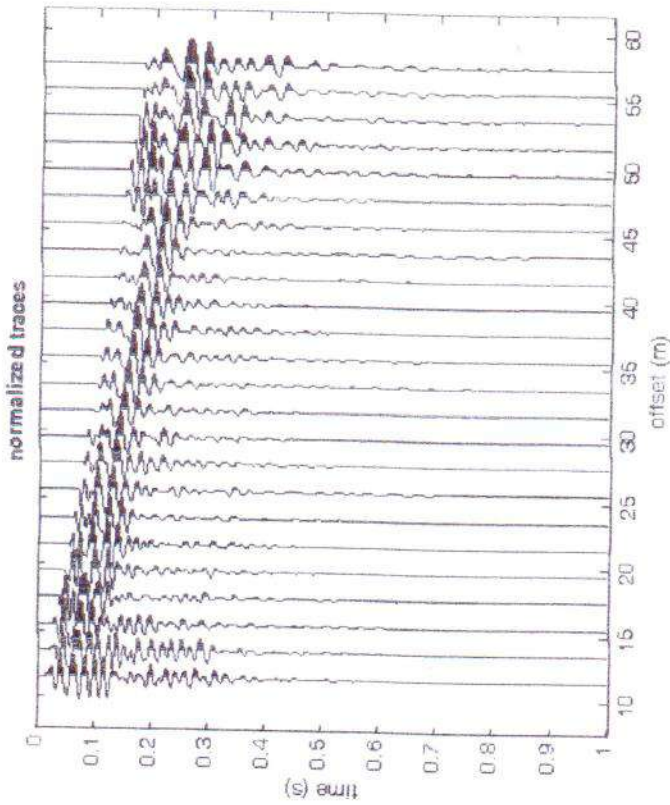
strato	modello medio		modello migliore	
	$V_{sh}$ (m/sec)	spessore	$V_{sh}$ (m/sec)	spessore
1	243,2	7,67	239,0	7,48
2	355,2	6,25	360,7	6,65
3	323,0	5,81	314,7	5,97
4	532,3		562,9	

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha:

- $V_{ss}$  del modello medio = 243 m/sec
- $V_{ss}$  del modello migliore = 239 m/sec
- $V_{s20}$  del modello medio = 296 m/sec
- $V_{s20}$  del modello migliore = 292 m/sec
- $V_{s30}$  del modello medio = 347 m/sec (possibile categ. suolo di fondazione = C)
- $V_{s30}$  del modello migliore = 348 m/sec (possibile categ. suolo di fondazione = C).

## #1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: 11-5.BGY  
 minimum offset: 11.5 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



utilities

flip traces

spectrum  20

move

data selection

refraction

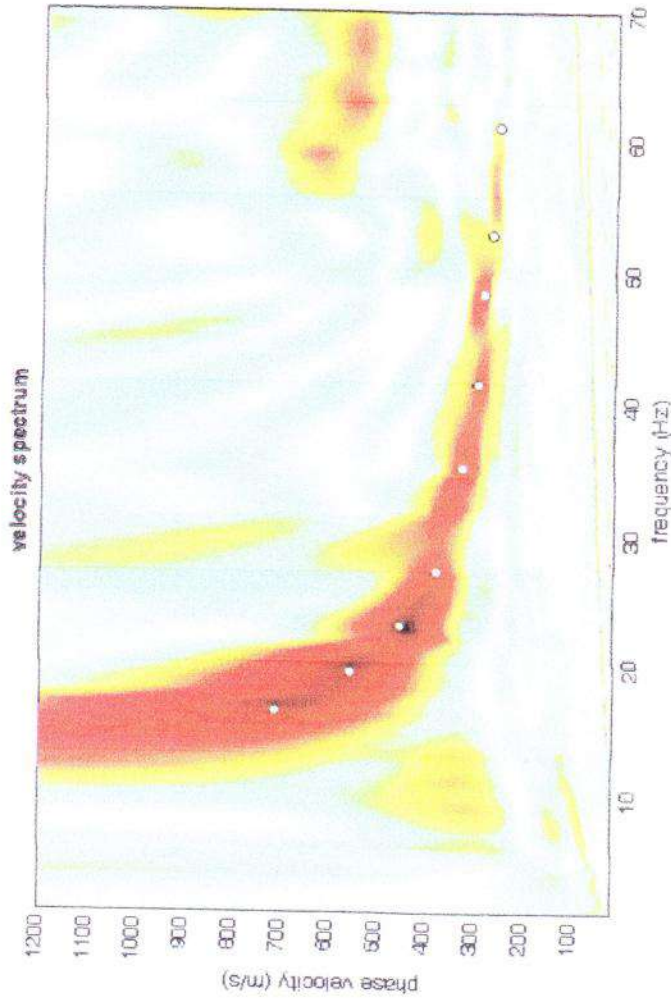


ver. 4.1 std

## #2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & RefM) analyses

MASW

visualize curves



### 11-5pic.cdp

picking

fundamental

use the right button to select the last point of the considered mode

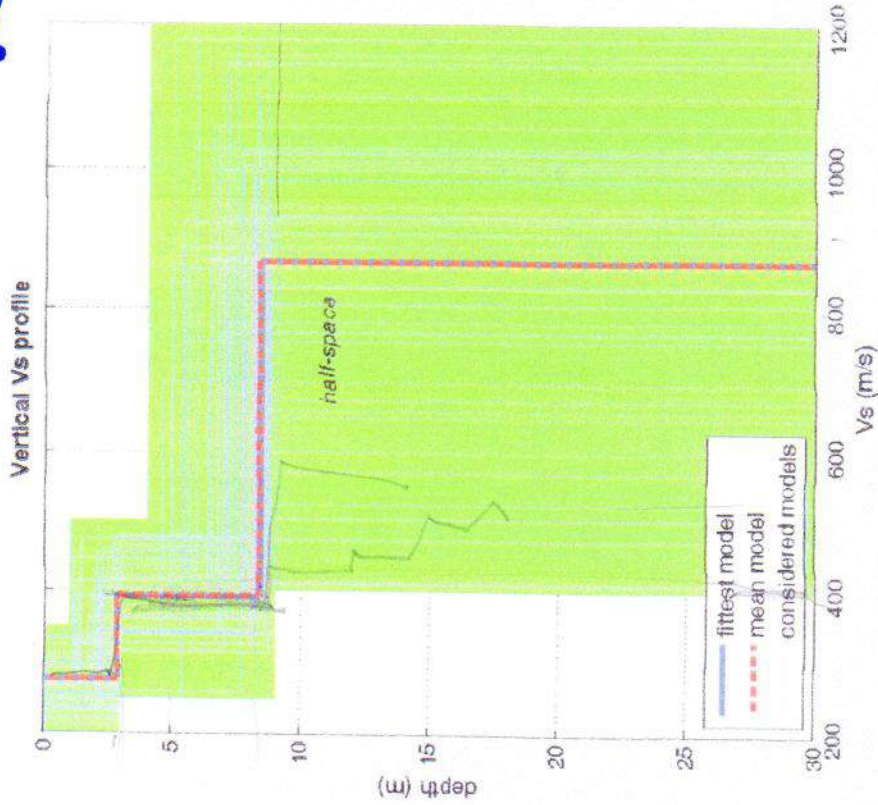
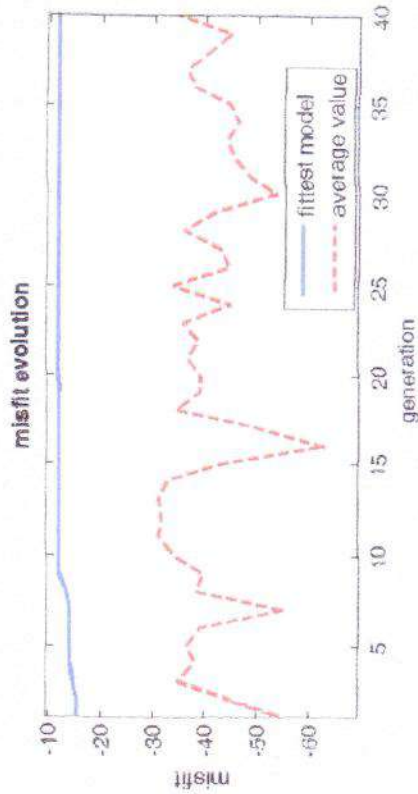
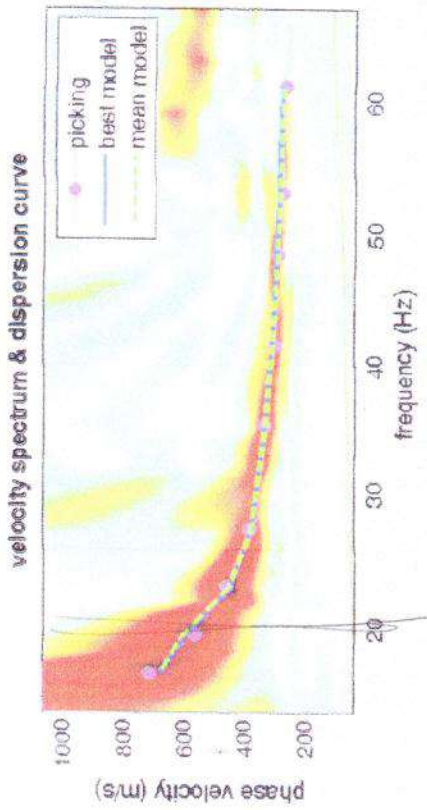
### modelling

upload model

Love analysis:

eigen periods

12



dataset: 11-5.SGY  
 dispersion curve: 11-5pic.cdp  
 VS30 (best model): 608 m/s  
 VS30 (mean model): 608 m/s



608 m/s

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

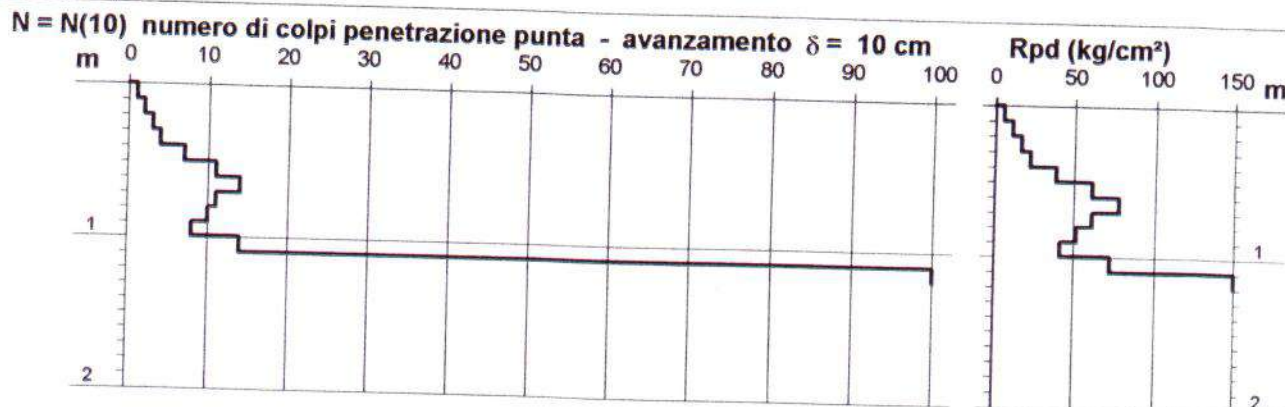
DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ri FROITZHEIM  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Località Montaleo, Comune di Casale M.mo

- data prova : 20/04/2009  
- quota inizio : p.c. (-2.00)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 22/04/2009

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

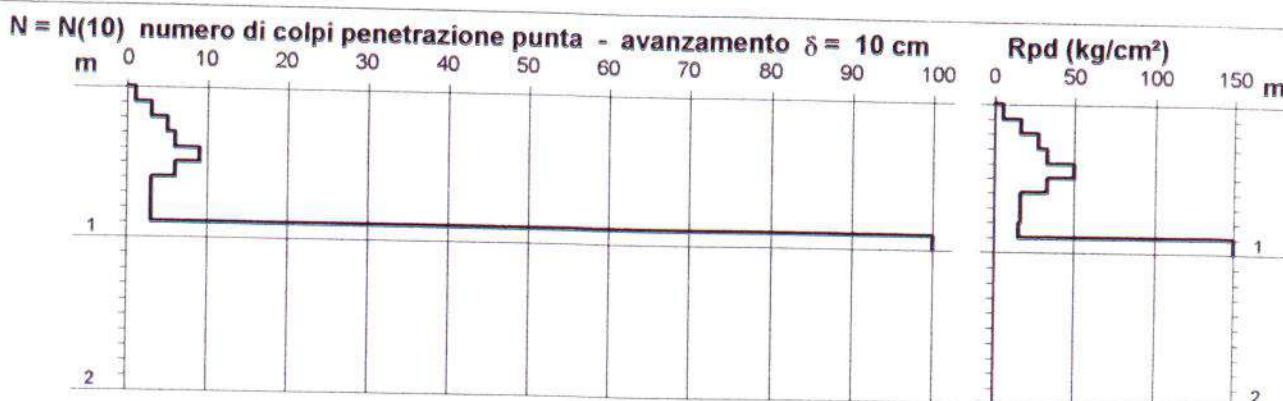
DIN PD2

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ri FROITZHEIM  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Località Montaleo, Comune di Casale M.mo

- data prova : 20/04/2009  
- quota inizio : p.c. (-1.90)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 22/04/2009

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

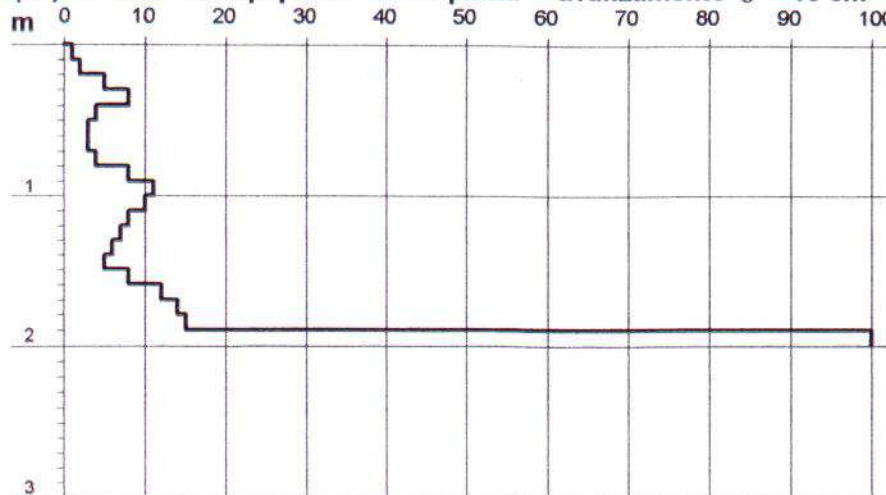
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ri FROITZHEIM  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Località Montaleo, Comune di Casale M.mo

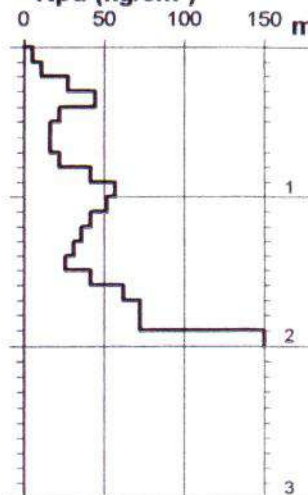
- data prova : 20/04/2009  
- quota inizio : p.c. (-0.69)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 22/04/2009

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD4

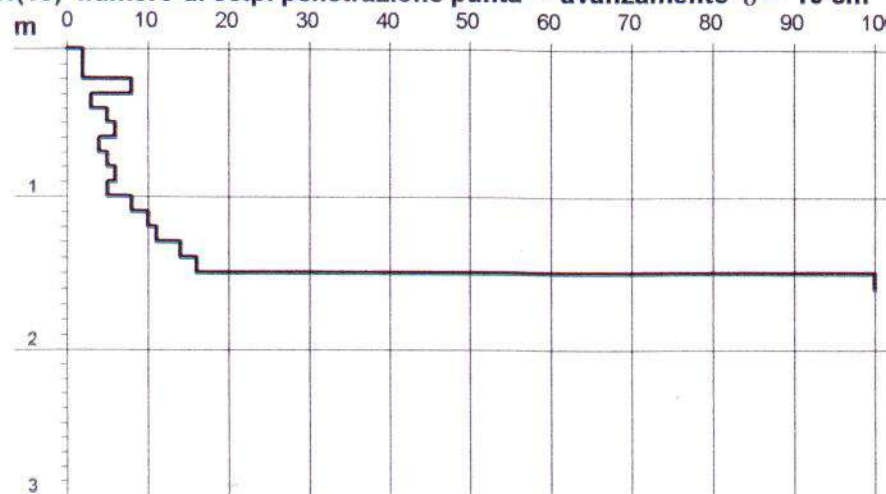
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ri FROITZHEIM  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Località Montaleo, Comune di Casale M.mo

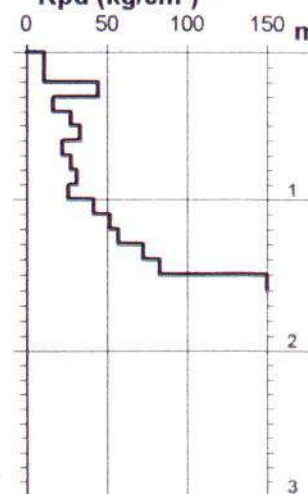
- data prova : 20/04/2009  
- quota inizio : p.c. (-0.25)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 22/04/2009

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



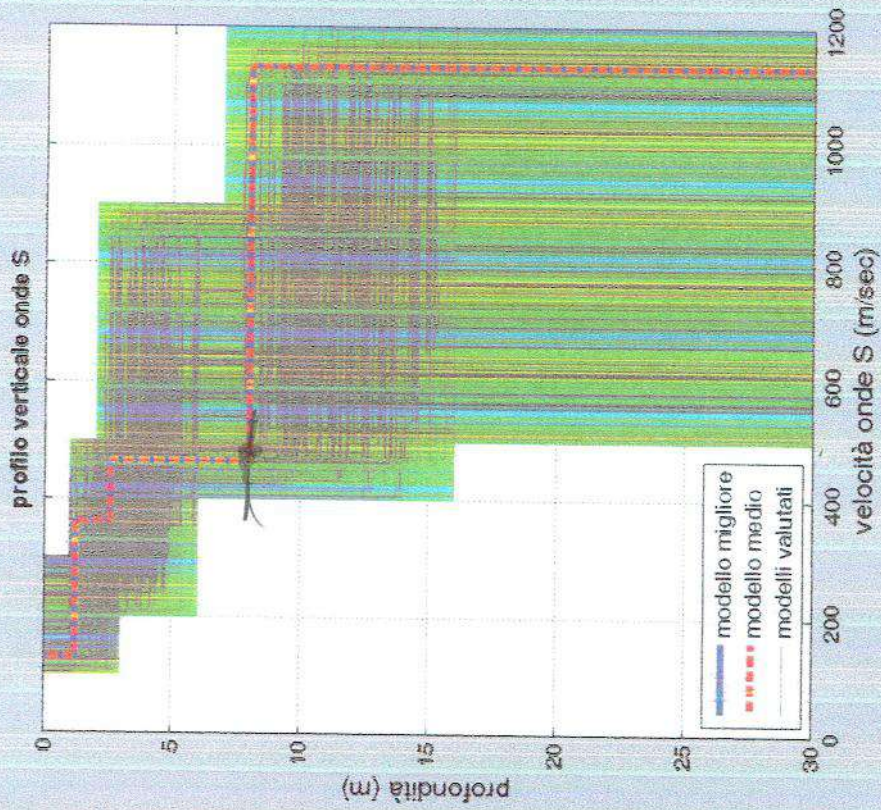
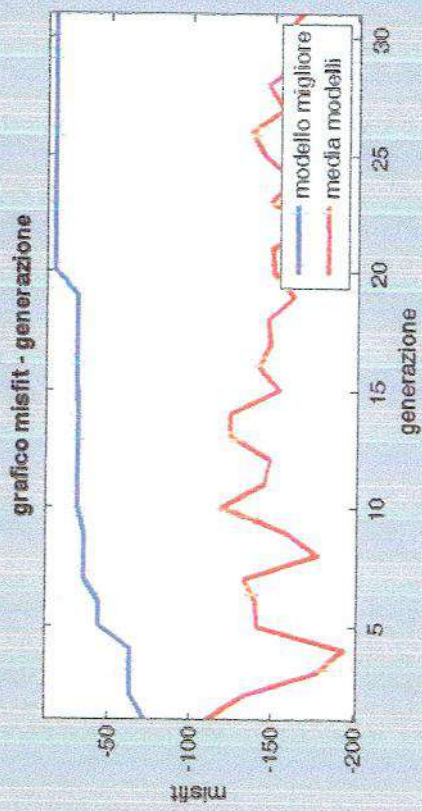
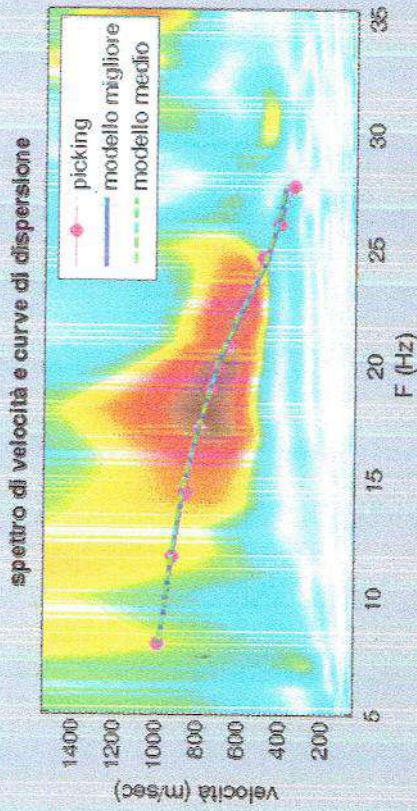
Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)





**ALLEGATO n. 3**

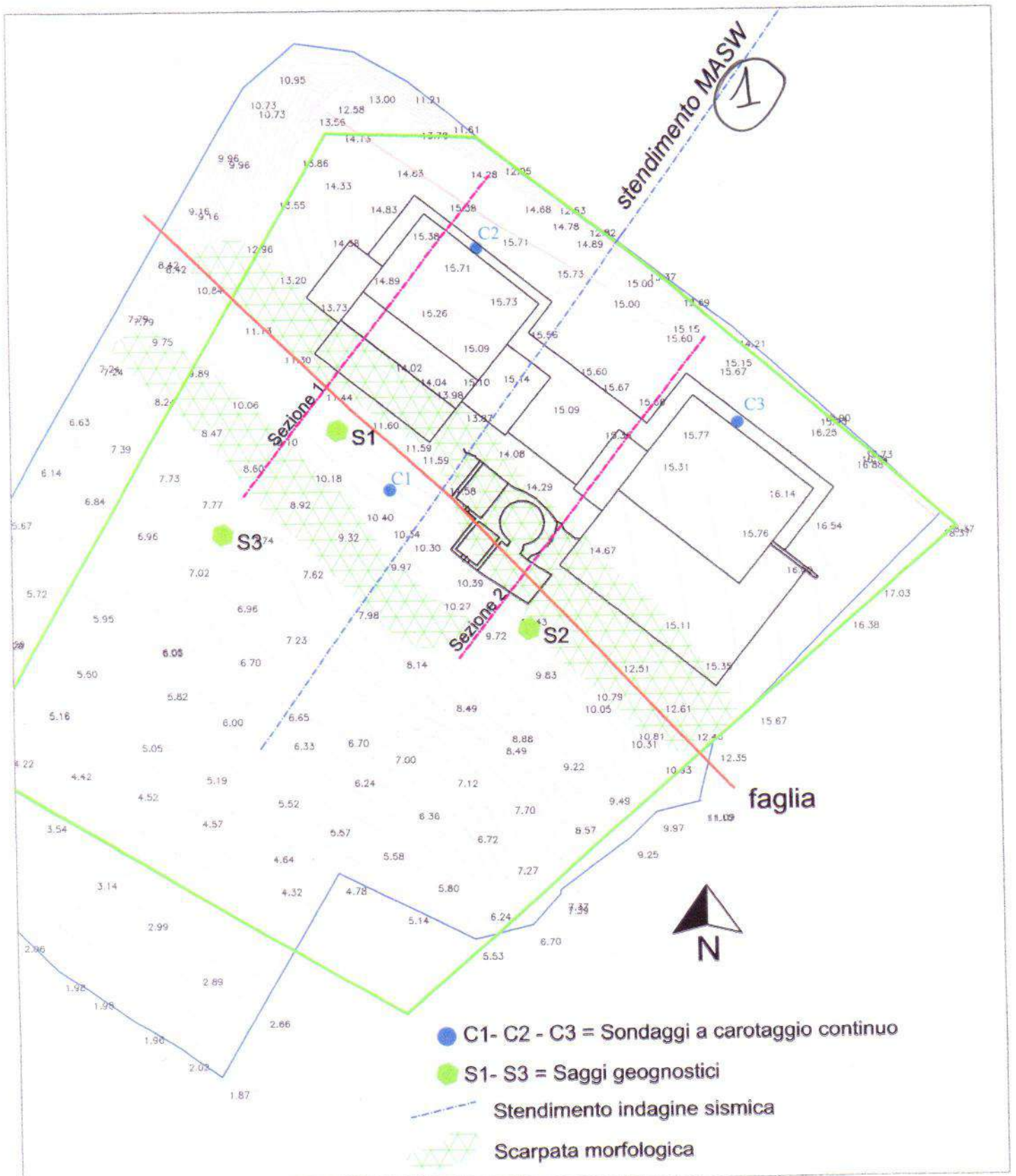
- **Indagine MASW** (a cura di Petra S.n.c. di Carmignani Andrea & C.).



dataset: 8.sgy  
 curva di dispersione: 8pic.cdp  
 modello migliore VS30: 679 m/sec  
 modello medio VS30: 679 m/sec



PLANIMETRIA DEL LOTTO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI IN SITU  
(Scala 1:400)





**INDAGINE SISMICA  
MASW  
(Multichannel Analysis of Surface Waves)**

**RELAZIONE TECNICA**

**Committente:** Geol. Paola Peccianti

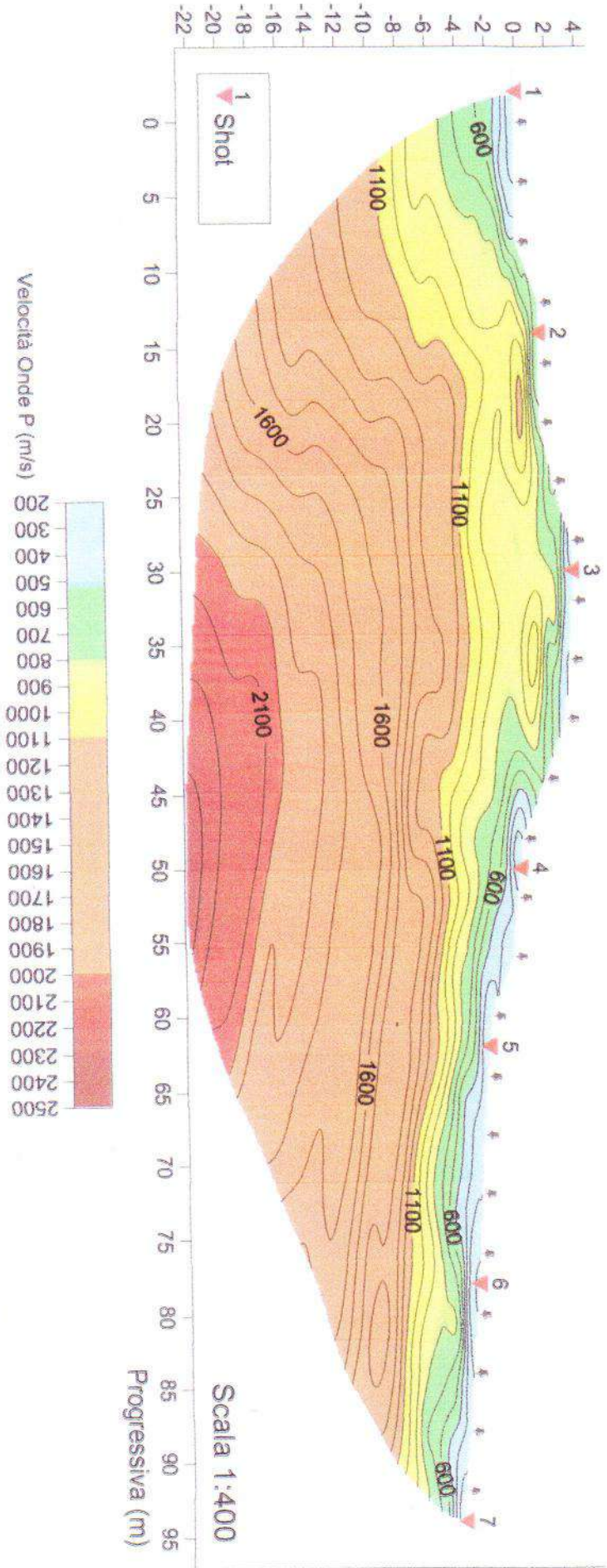
**Località:** Casale Marittimo (PI)

**Data:** Dicembre 2009

**PRISIM**

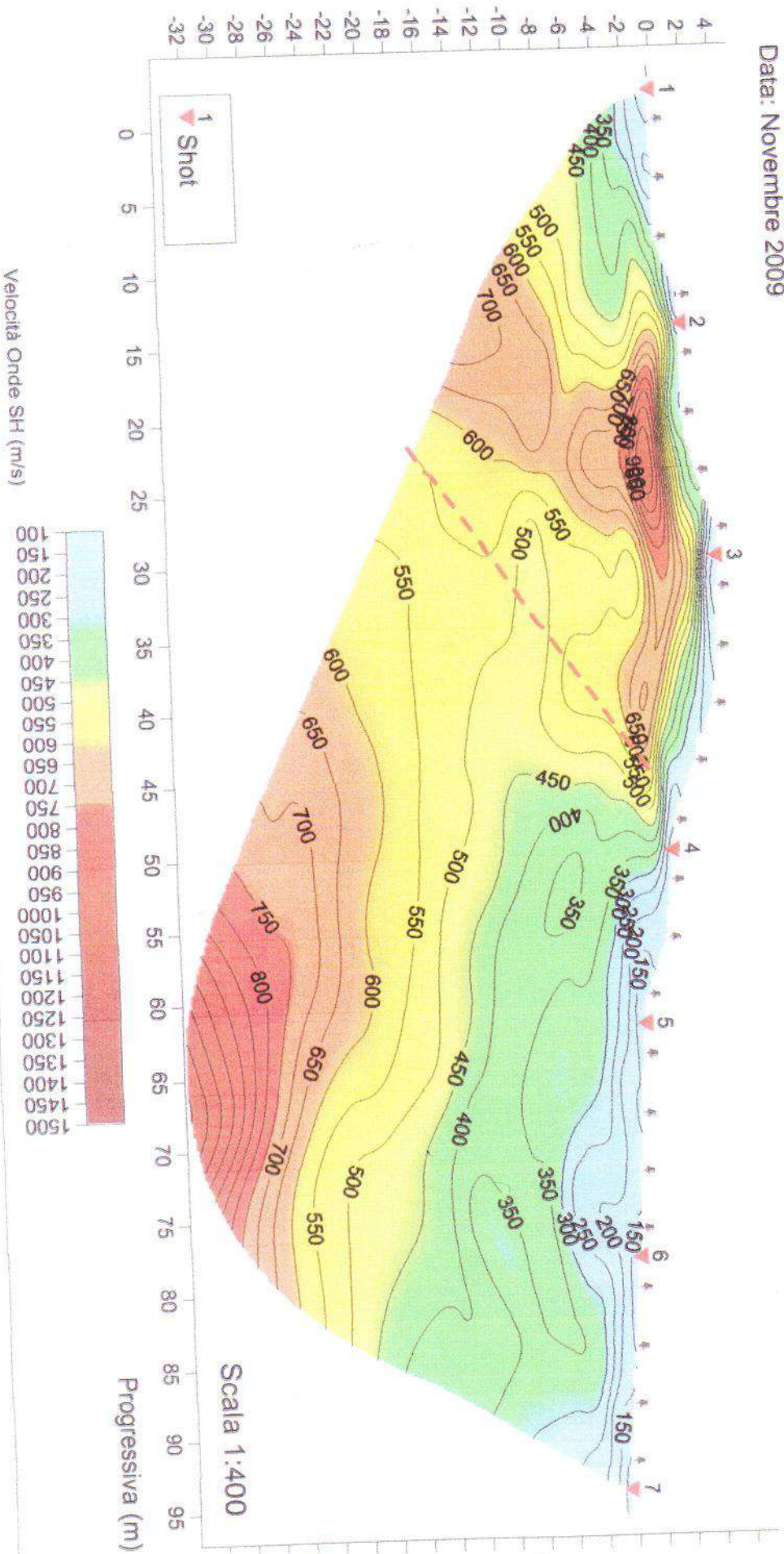
**LINE 1\_P**

Località: Casale Marittimo  
Data: Novembre 2009



Località: Casale Marittimo  
 Data: Novembre 2009

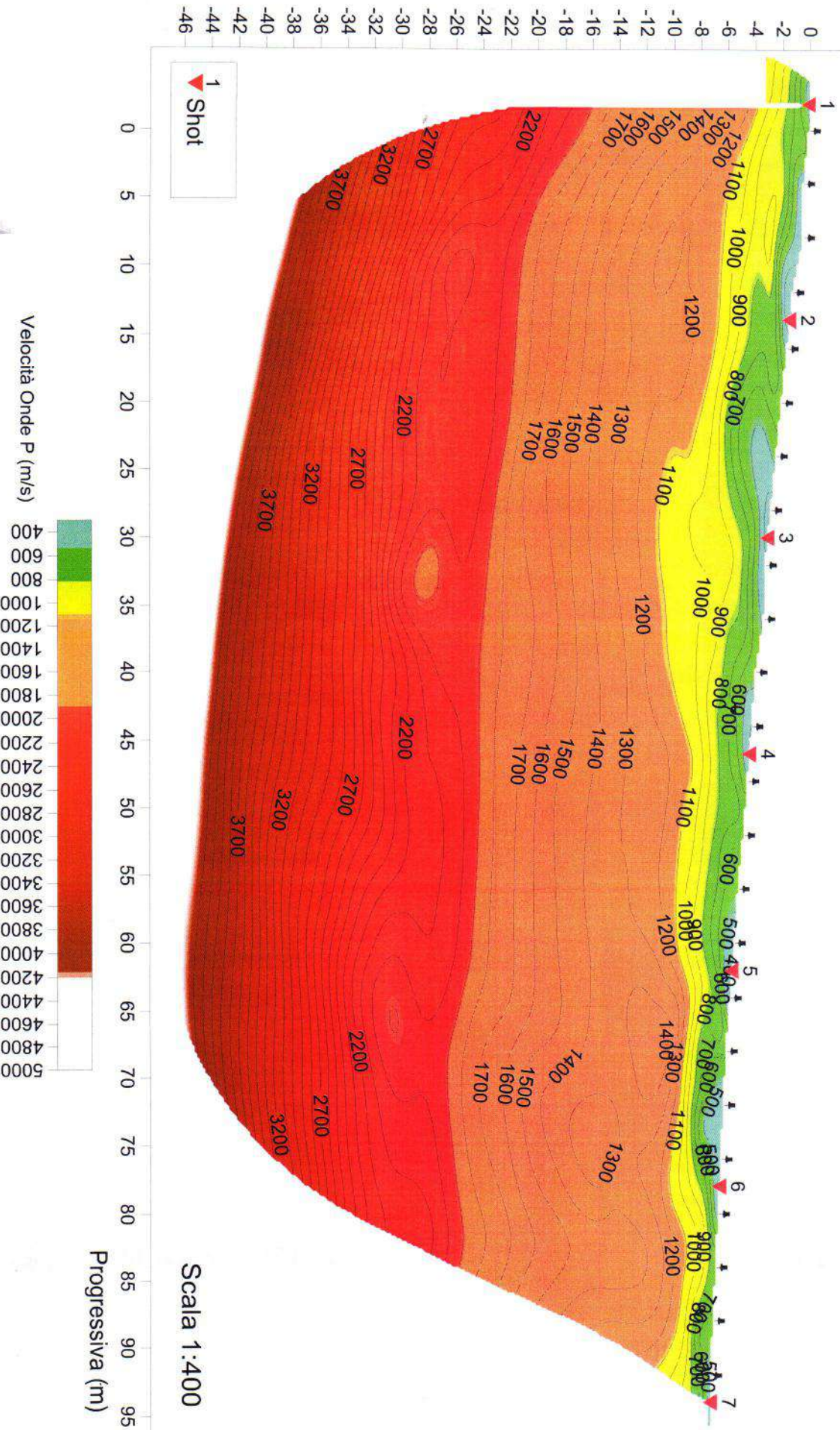
**PARISIRINE 1\_SH**



Località: Casale Marittimo  
 Data: Novembre 2009

**PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 2\_P**

*Empire/Sopra*



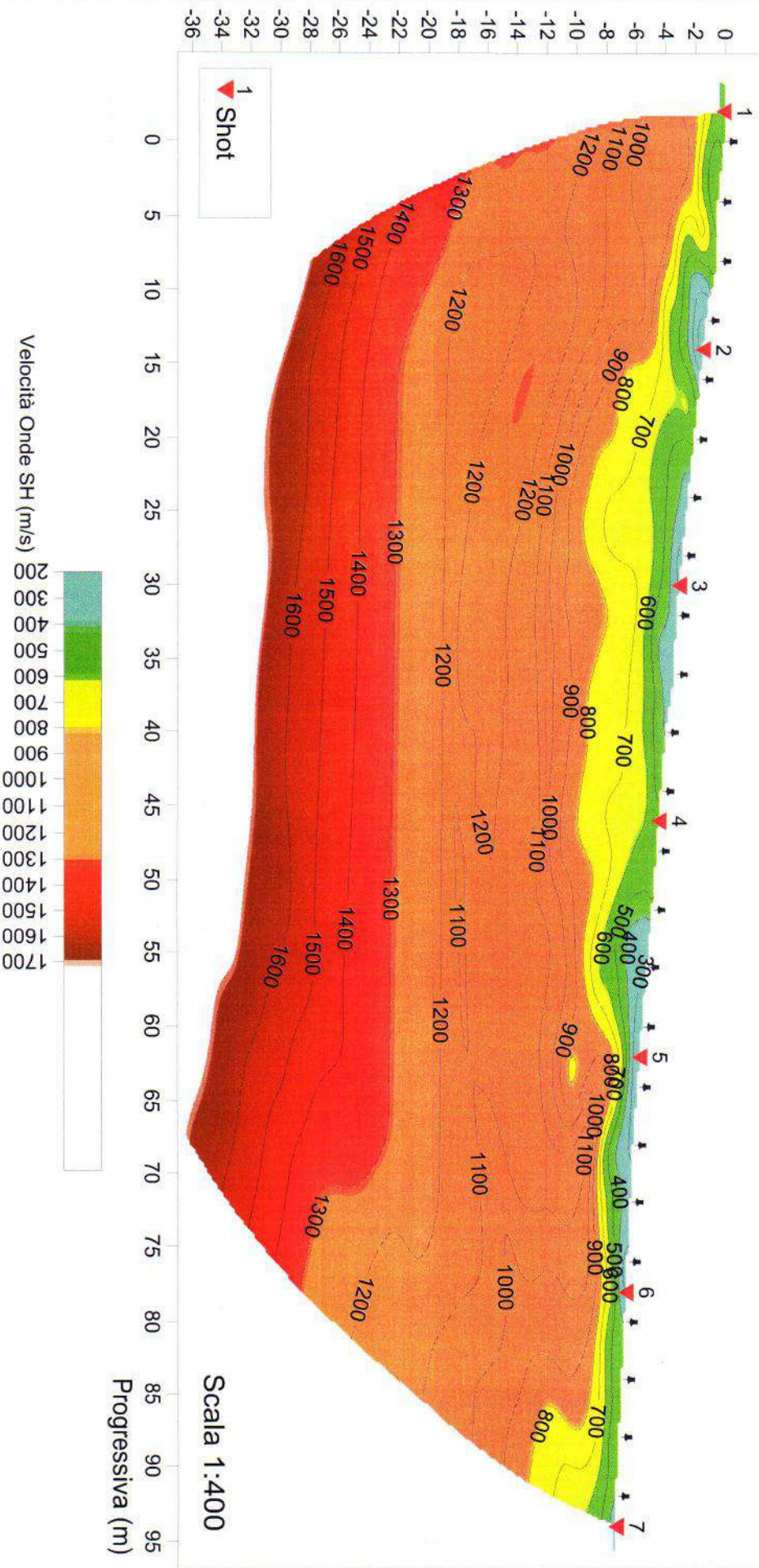
1 Shot

Scala 1:400  
 Progressiva (m)

Velocità Onde P (m/s)

Località: Casale Marittimo  
 Data: Novembre 2009

**PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 2\_SH**







Committente: Ing. Luciano Lorenzini	Profondità raggiunta 14 mt	Quota Ass. P.C. 165 mt	Inizio/Fine Esecuzione 19/10/2009 -26/10/2009
Cantiere Comparto A - Montaleo	Indagine Carotaggio continuo	Cassette Catalogatrici n.2	Note: Assenza di falda
Responsabile: Dott.ssa Silvia Bartolacci	Sondaggio Lotto 1 - 52	Tipo Carotaggio continuo	Certificato n° n.1

Scale (mt)	Litologia	Descrizione	Spessore strato	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Falda
		Terreno vegetale	0.30	g			
1		Sabbie di colore marrone	1.00	g			
		Sabbie con livelli calcarenitici	0.50	g			
2		Sabbie grossolane sciolte	0.70	g			
		Ghiaia fine	0.30				
3		Sabbie fini limose	0.70	g			
		Sabbie alternate a livelli calcarenitici			Nspt1: 21-20-30 -3.50 PC		
5			3.20	g			
6							
7		Sabbie debolmente argillose con trovanti	0.90				
8		Sabbie alternate a livelli calcarenitici					
9			3.40	g			
10							
11							
12		Sabbie grossolane sciolte	2.40	g			
13							
		Calcarenite sabbiosa	0.60	g			

Committente Ing. Luciano Lorenzini	Profondità raggiunta 14 mt	Quota Ass. P.C. 165 mt	Inizio/Fine Esecuzione 19/10/2009 -26/10/2009
Cantiere Comparto A - Montale	Indagine Carotaggio continuo	Cassette Catalogatrici n.2	Note: Assenza di Falda
Responsabile Dott.ssa Silvia Barzicchi	Sondaggio Loto 3 - S2	Tipo Carotaggio continuo	Certificato n° n.1

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Spessore strato	%Carotaggio R.Q.D.					S.P.T. (n° Culpì)	Campioni	Falda
				0	25	50	75	100			
1		Terreno vegetale	0.30								
		Sabbie di colore marrone	1.00								
2		Sabbie con livelli calcarenitici	0.50								
		Sabbie grossolane sciolte	0.70								
3		Ghiaia fine	0.30								
		Sabbie fini limose	0.70								
4		Sabbie alternate a livelli calcarenitici									
5			3.20								
6											
7		Sabbie debolmente argillose con trovanti	0.90								
8		Sabbie alternate a livelli calcarenitici									
9			3.40								
10											
11		Sabbie grossolane sciolte									
12			2.40								
13											
		Calcarenite sabbiosa	0.60								

Nsp1: 21-20-30  
-3.50 PC

Studio di Geologia INFOGEO  
 Via Monte Marmolada n.38/8A  
 7023 Cecina (LI)

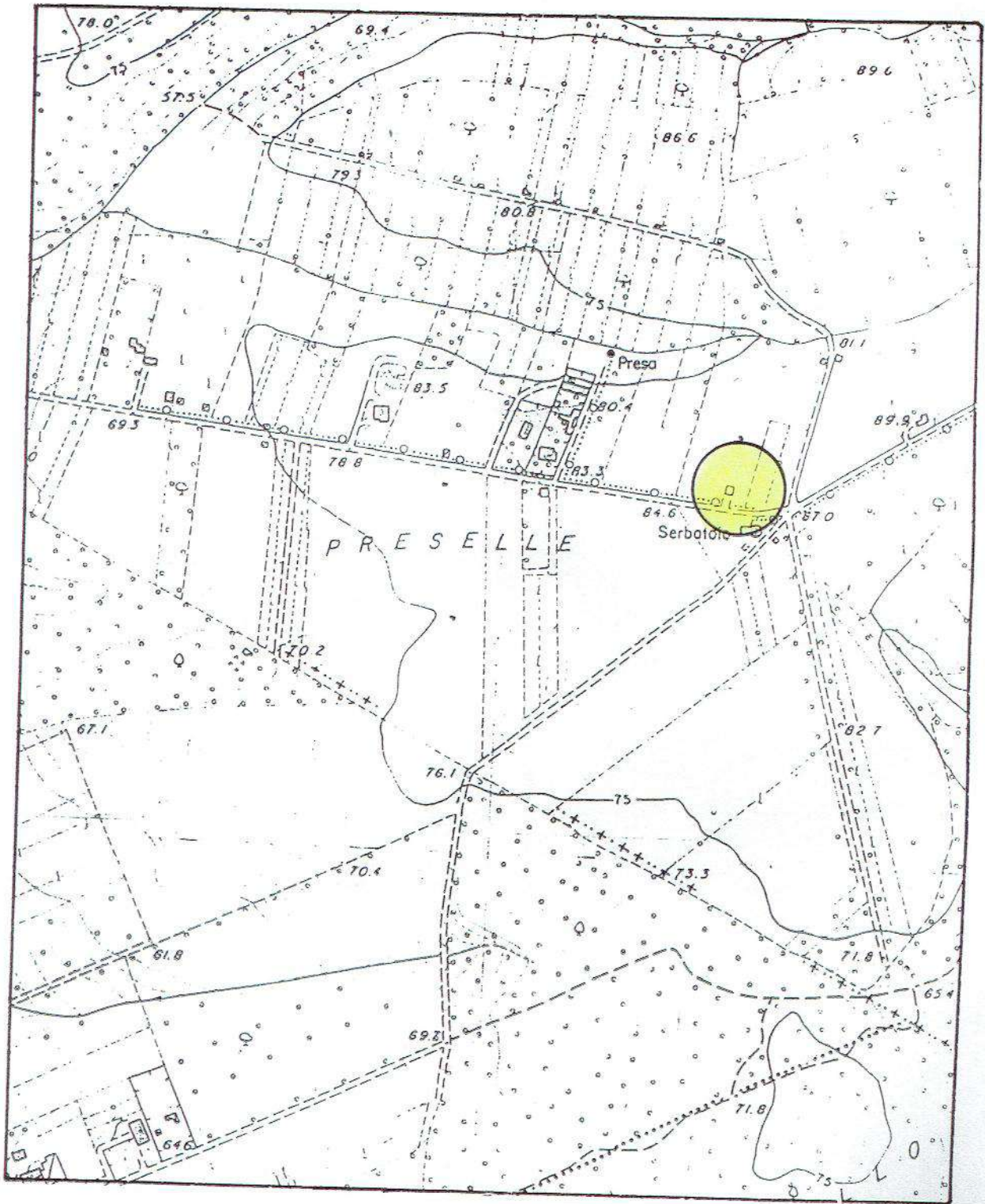
Committente Ing. Luciano Lorenzini	Profondità raggiunta 10 mt	Quota Ass. P.C. 165 mt	Inizio/Fine Esecuzione 20/10/2009 -26/10/2009
Cantiere Comparto A - Montaleo	Indagine Carotaggio continuo	Cassette Catalogatrici n.2	Note Assenza di falda
Responsabile Dott.ssa Silvia Bartoletti	Sondaggio Lotto 3 - S3	Tipo Carotaggio continuo	Certificato n°

Scala (mt)	Litoologia	Descrizione	Spessore strato	%Carotaggio R.Q.D.					S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Falda
				0	20	40	60	80			
		Terreno vegetale	0.30								
		Sabbie con livelli calcarenitici	1.10								
-1		Calcarenite sabbiosa	1.00								
-2		Sabbie limose con livelli calcarenitici	1.50								
-3		Calcarenite sabbiosa	1.60								
-4		Sabbie grossolane sciolte	1.00								
-5		Calcarenite sabbiosa	1.20								
-6		Sabbie grossolane sciolte	0.30								
-7		Calcarenite sabbiosa	0.60								
-8		Sabbie fini limose	0.90								
-9		Sabbie grossolane con livelli calcarenitici	0.50								

Nspt1: 35-48-34  
 -6.00 PC

N.15

scala 1: 5.000



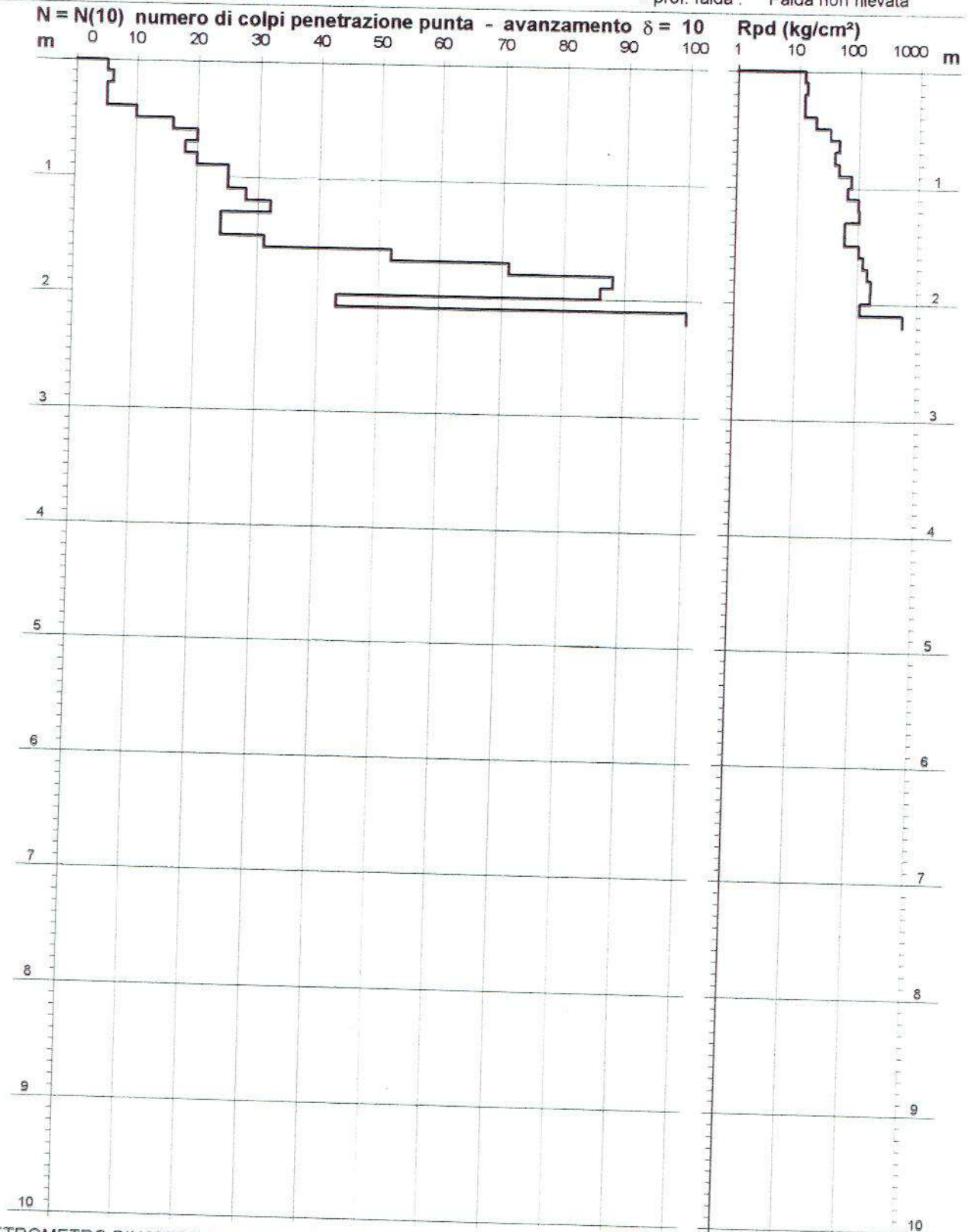
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine : Realizzazione di edificio per civile abitazione  
- cantiere : Località Preselle Sig. SZALAI  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 01/10/2002  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

- Numero Colpi Punta N = N(10) [  $\delta = 10$  cm ]

- A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

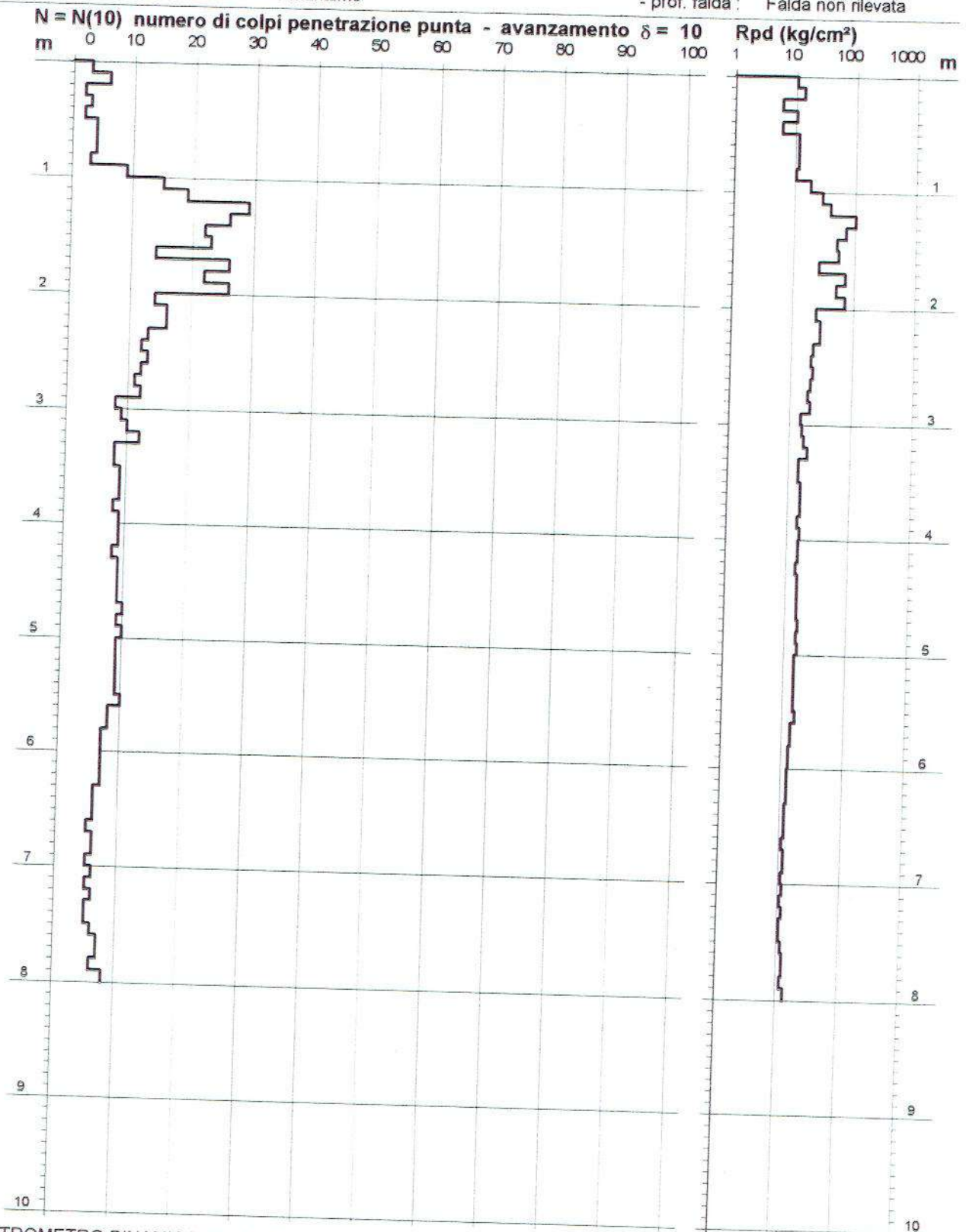
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD2

Scala 1: 50

- indagine : Realizzazione di edificio per civile abitazione  
- cantiere : Località Preselle Sig. SZALAI  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 01/10/2002  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

- Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm]

- A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

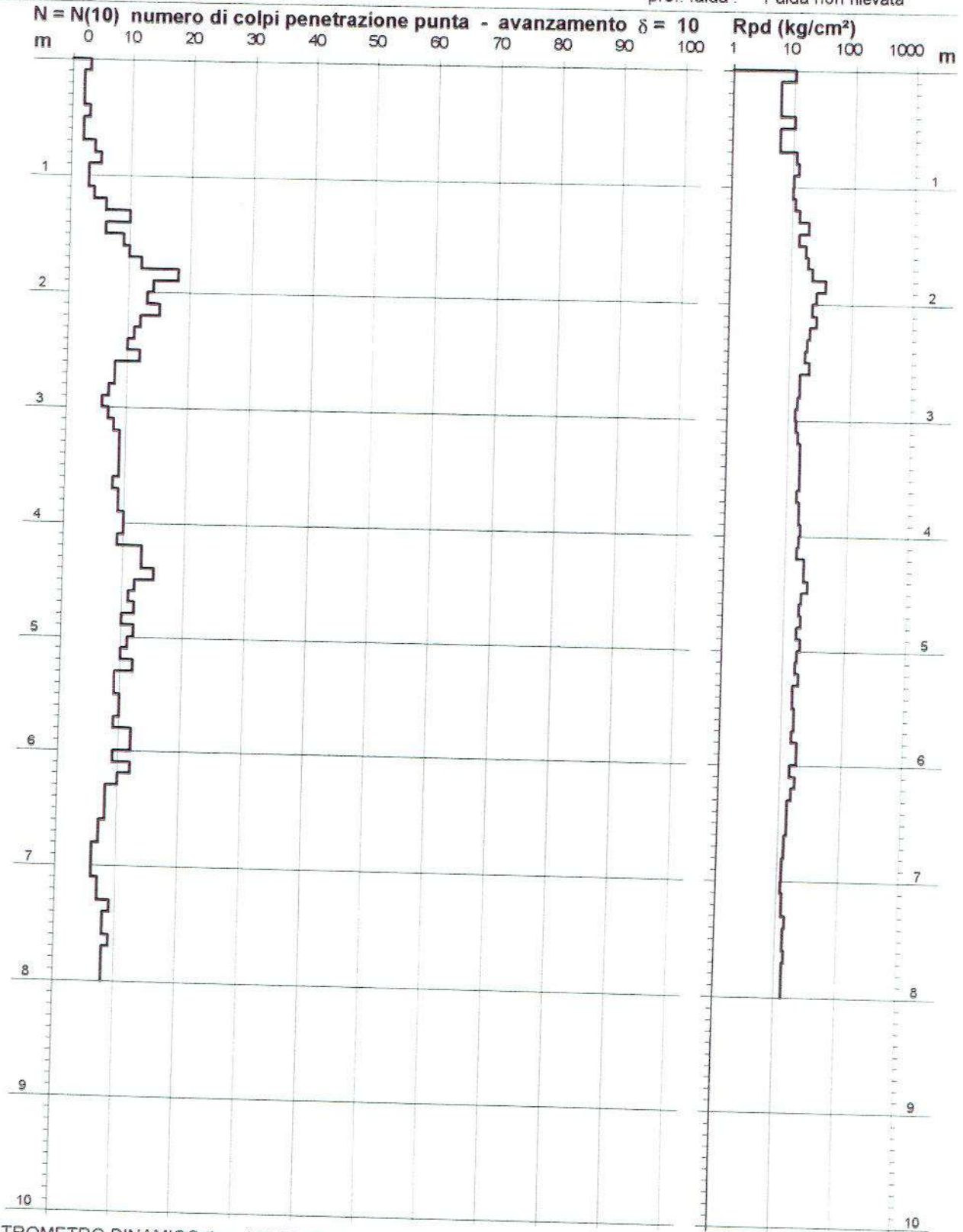
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD3

Scala 1: 50

- indagine : Realizzazione di edificio per civile abitazione  
- cantiere : Località Preselle Sig. SZALAI  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 01/10/2002  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

- Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm]

- A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO



## 1. PREMESSA

## N.16 - P.E. 32/2010

Su incarico del sig. Tagliaferri è stato eseguito uno studio geologico e geotecnico in via delle Preselle, nel comune di Casale M.mo (Fig. 1).

Lo studio prende in considerazione gli aspetti litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica dell'area di progetto (Fig. 1).

L'indagine, finalizzata alla documentata ricostruzione del modello geologico, si è svolta attraverso sopralluoghi effettuati in loco, prove geotecniche in situ, consultazione della cartografia e delle pubblicazioni esistenti.

Le indagini in sito sono state effettuate nel mese di marzo 2010.

### 1.1 FATTIBILITÀ PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI

I dati relativi alle classificazioni di seguito elencate fanno riferimento alle "indagini geologico - tecniche a supporto al Piano Strutturale del Comune di Casale M.mo.

**Pericolosità geomorfologica:** Classe G1 – Pericolosità Bassa (Fig. 2)

**Pericolosità idraulica:** Classi I1 - Pericolosità Bassa (Aree non soggette alla normativa P.A.I.) (Fig. 3)

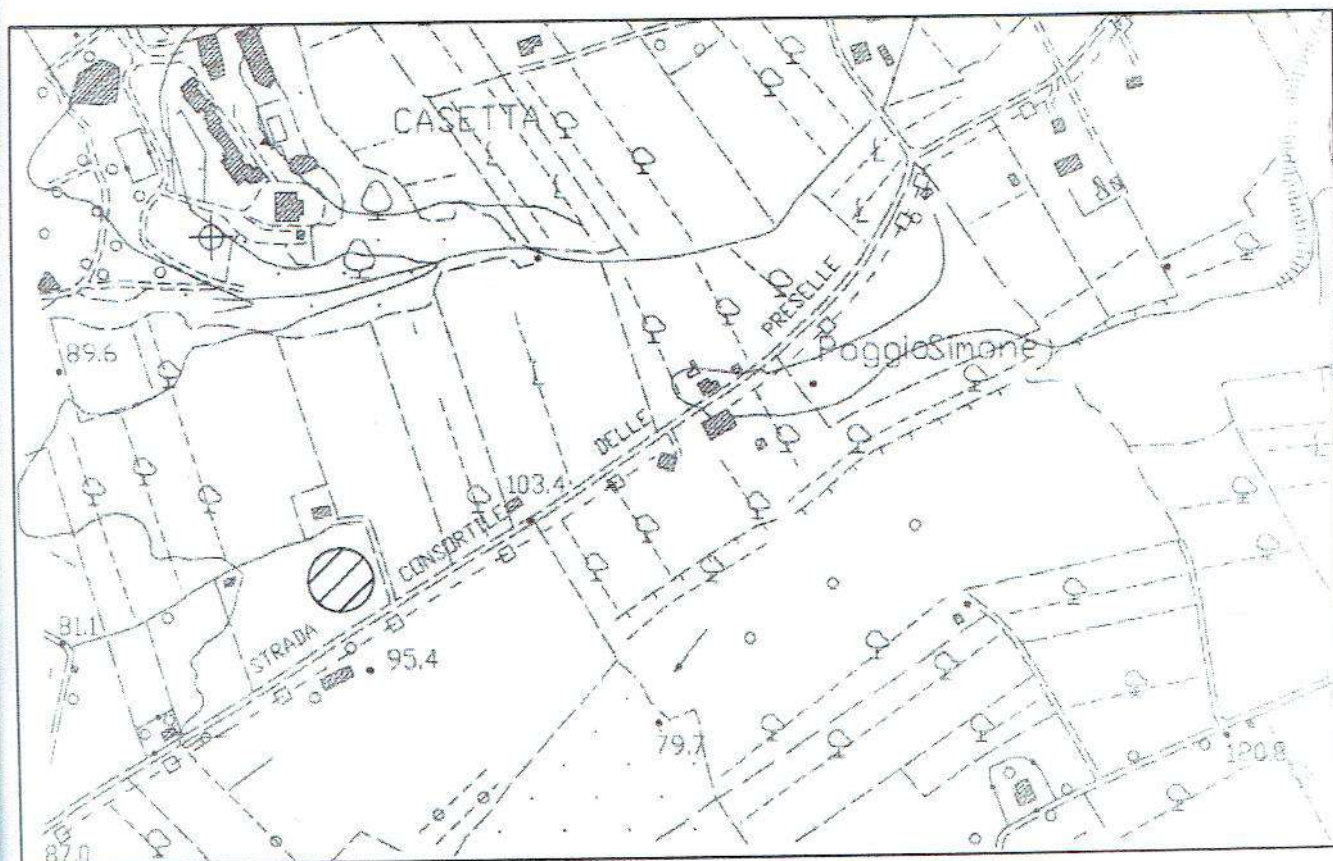
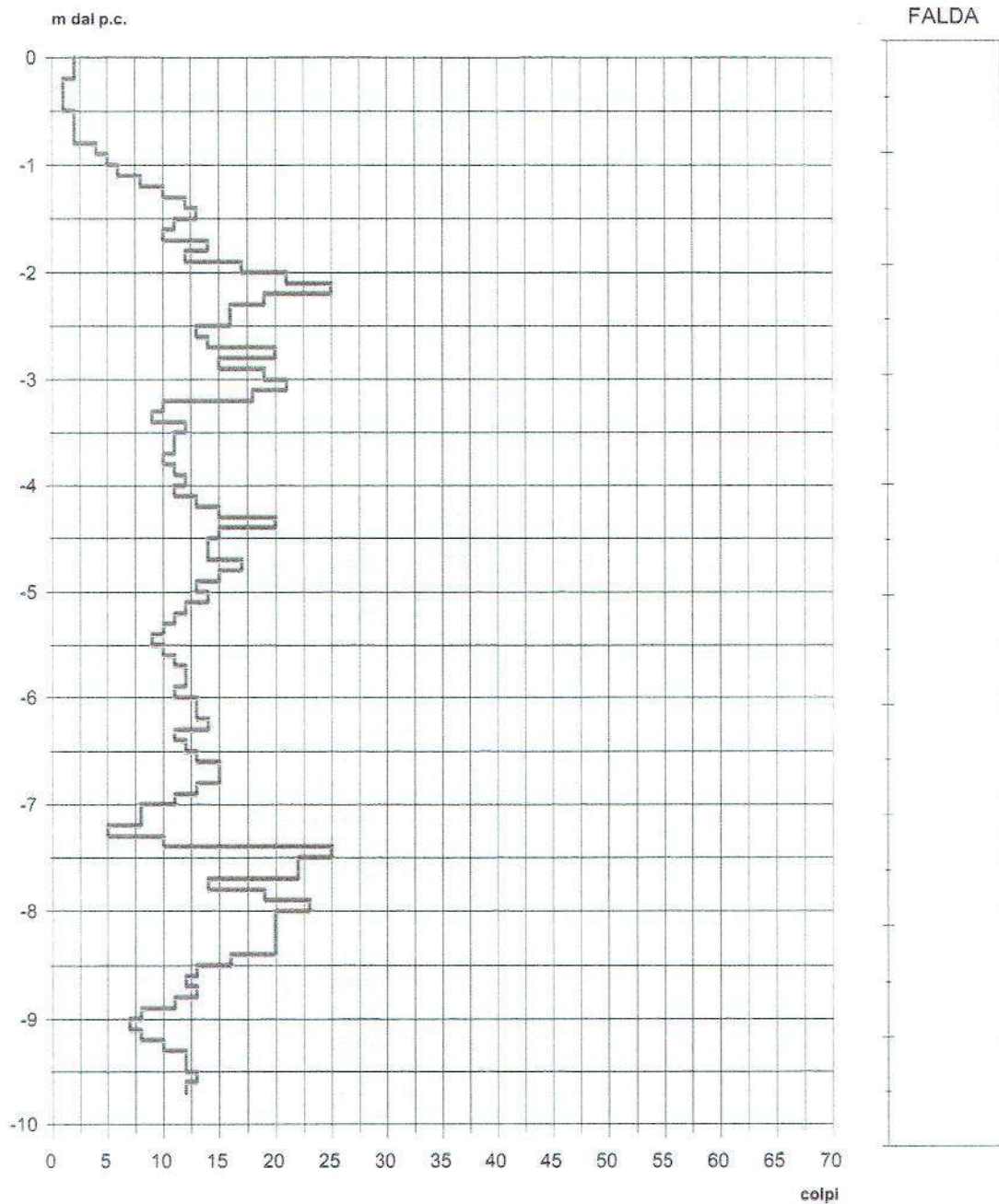


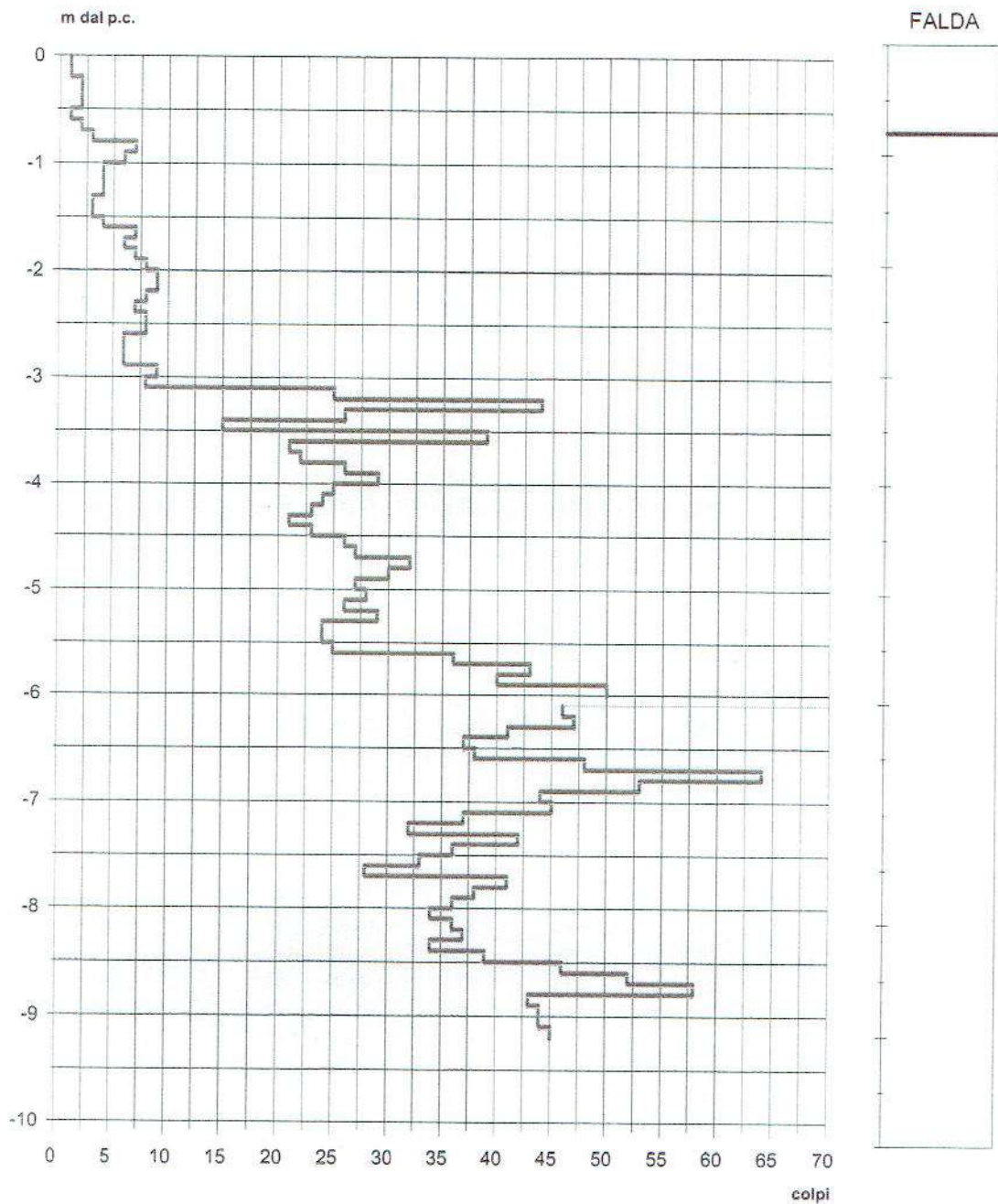
Fig. 1: Carta topografica (scala 1: 5.000) con ubicazione dell'area di indagine

<b>ID DPL</b> DPL-0651	<b>ID UTENTE</b> LV	<b>COMMITTENTE</b> SIG. TAGLIAFERRI	<b>DATA</b> 01/03/2010
<b>COMUNE</b> CASALE M.MO	<b>INDIRIZZO</b> VIA DELLE PRESELLE	<b>PV</b> PI	
<b>FALDA</b> 0	<b>Note:</b> località Casale M.mo prova 1		



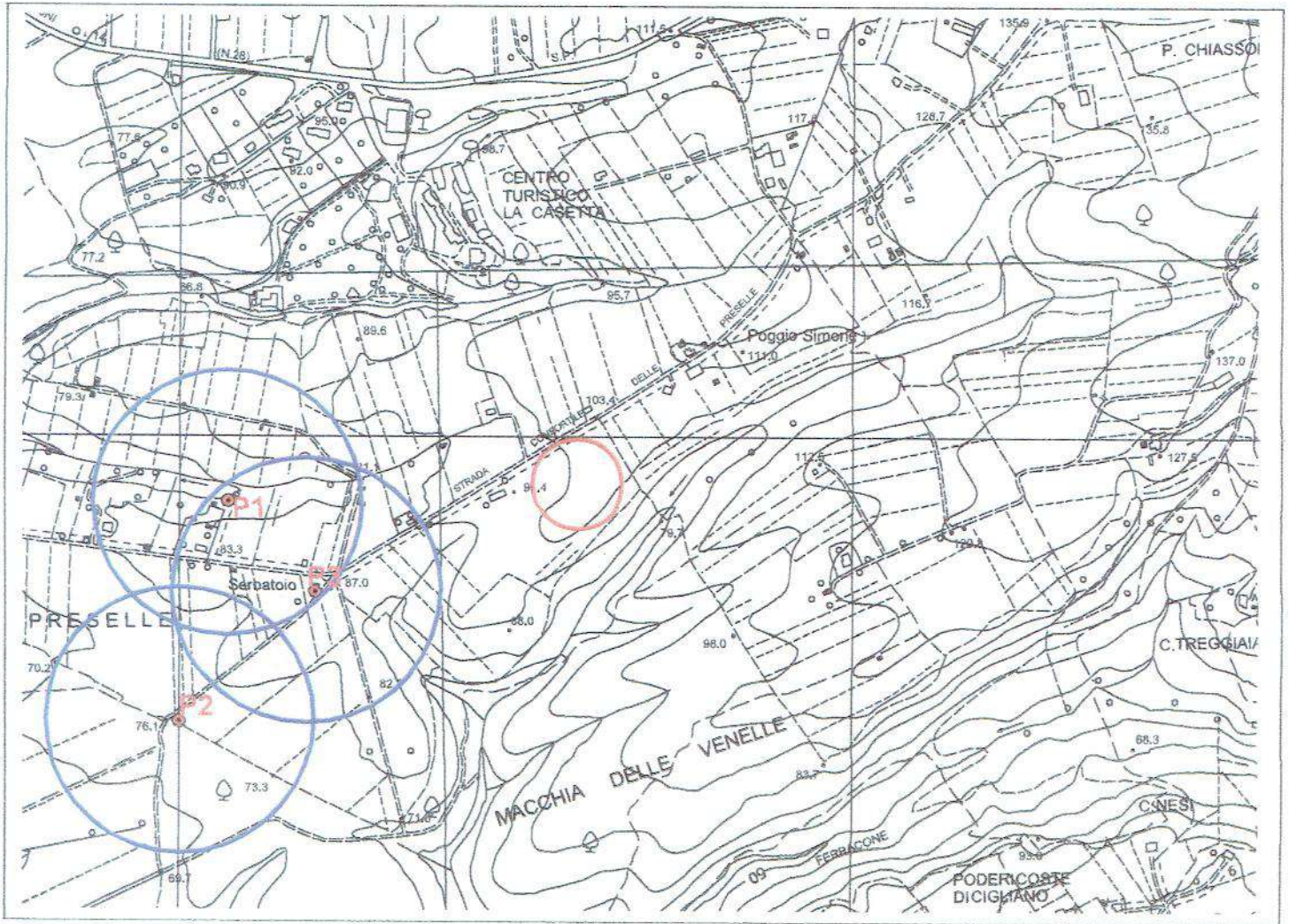
<b>Prova penetrometrica dinamica continua con punta conica - Penetrometro Sunda DL 030</b>					
<b>Caratteristiche tecniche:</b>					
<b>Maglio</b>	peso	30 Kg	<b>Rivestimento</b> diametro	33 mm	
	altezza di caduta	20 cm		peso	--
<b>Aste</b>	diametro	20 mm	<b>Punta</b>	diametro	35,7 mm
	peso	2,4 Kg m		angolo di apertura	60°

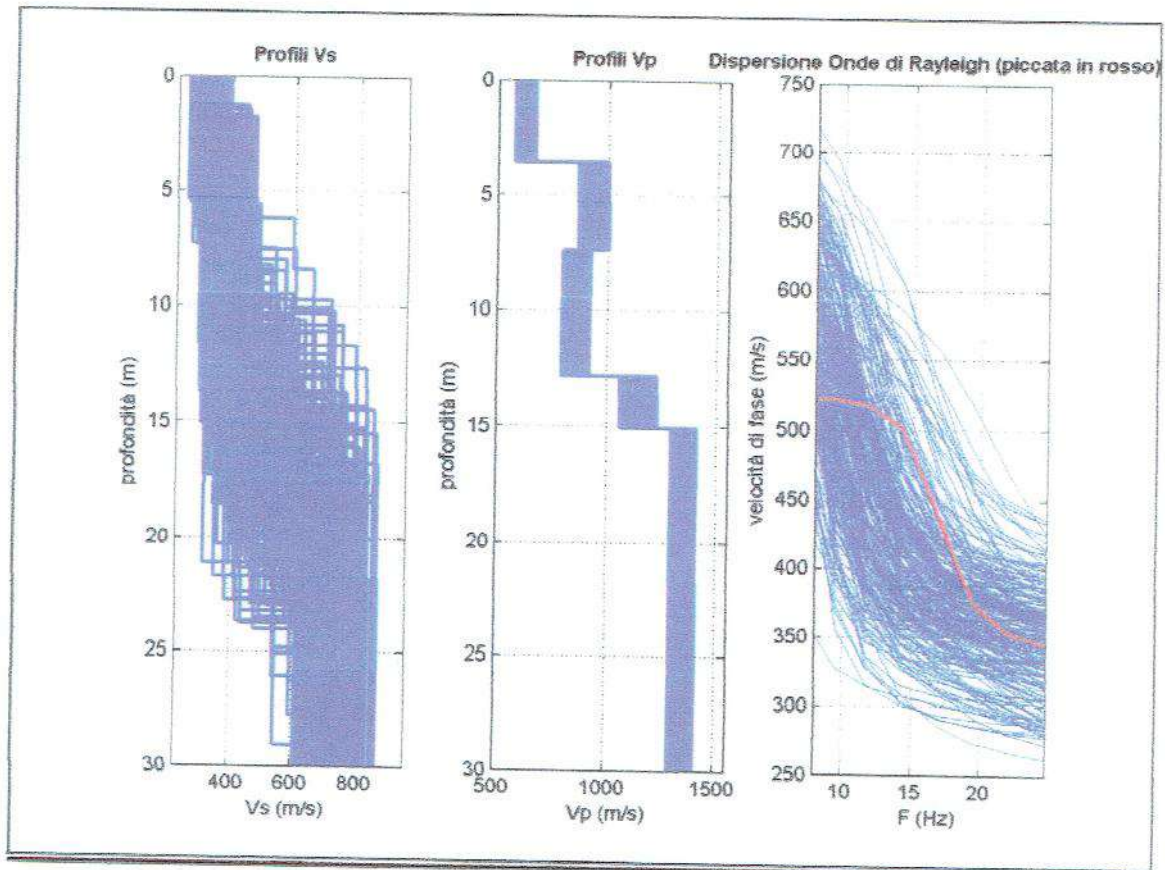
<b>ID DPL</b> DPL-0652	<b>ID UTENTE</b> LV	<b>COMMITTENTE</b> SIG. TAGLIAFERRI	<b>DATA</b> 04/03/2010
<b>COMUNE</b> CASALE M.MO	<b>INDIRIZZO</b> VIA DELLE PRESELLE	<b>PV</b> PI	
<b>FALDA</b> -0,8	Note: località Casale M.mo prova 2		



Prova penetrometrica dinamica continua con punta conica - Penetrometro Sunda DL 030					
Caratteristiche tecniche:					
<b>Maglio</b>	peso	30 Kg	<b>Rivestimento</b>	diametro	33 mm
	altezza di caduta	20 cm		peso	--
<b>Aste</b>	diametro	20 mm	<b>Punta</b>	diametro	35,7 mm
	peso	2,4 Kg m		angolo di apertura	60°

Ubicazione dell'area di indagine  
C.T.R Regionale  
Ubicazione dei Pozzi ad uso potabile  
e fascia di rispetto ai sensi del D.L 152/06  
Scala 1:10,000





### Modello medio

Vs (m/s): 302, 441, 400, 545, 701

Deviazioni Standard (m/s): 0, 0, 0, 0, 0

Spessori (m): 3.7, 4.0, 5.0, 2.3

Deviazioni Standard (m): 0.0, 0.0, 0.0, 0.0

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

### Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici (VEDI MANUALE)

Stima VP (m/s): 633, 956, 885, 1139, 1351

Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.94, 2.04, 2.02, 2.09, 2.13

Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.36, 0.37, 0.35, 0.32

Stima modulo di taglio (MPa): 177, 397, 324, 619, 1045

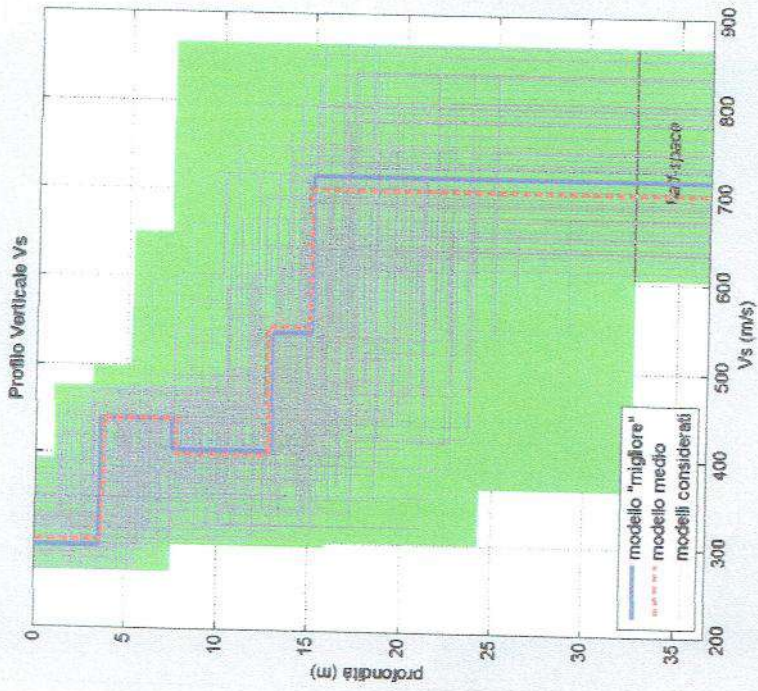
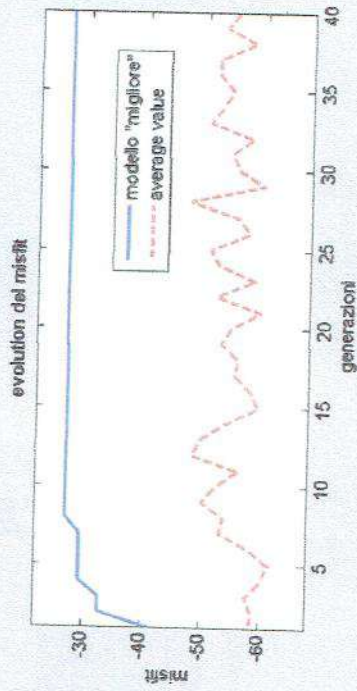
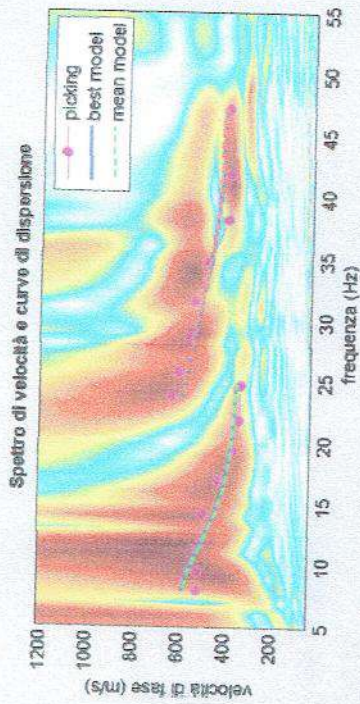
Stima modulo di compressione (MPa): 542, 1337, 1154, 1880, 2489

Stima modulo di Young (MPa): 479, 1085, 889, 1674, 2751

Stima modulo di Lamé (MPa): 424, 1073, 938, 1467, 1792

Vs30 (m/s): 504

# Elaborazione MASW 1



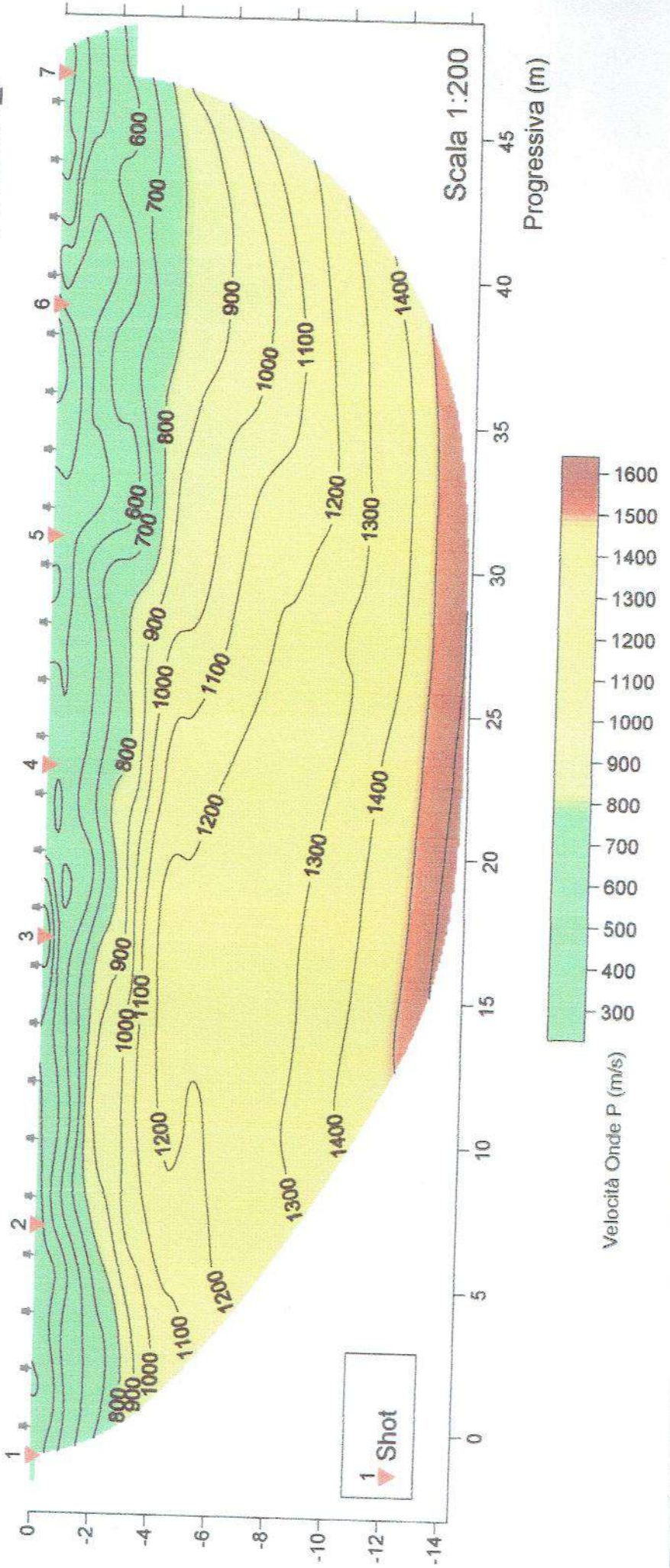
dataset: 5a.sg2  
 curve di dispersione: pickt.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 506 m/s  
 VS30 (modello medio): 504 m/s



Località: Casale Marittimo

Data: Aprile 2010

PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 1\_P

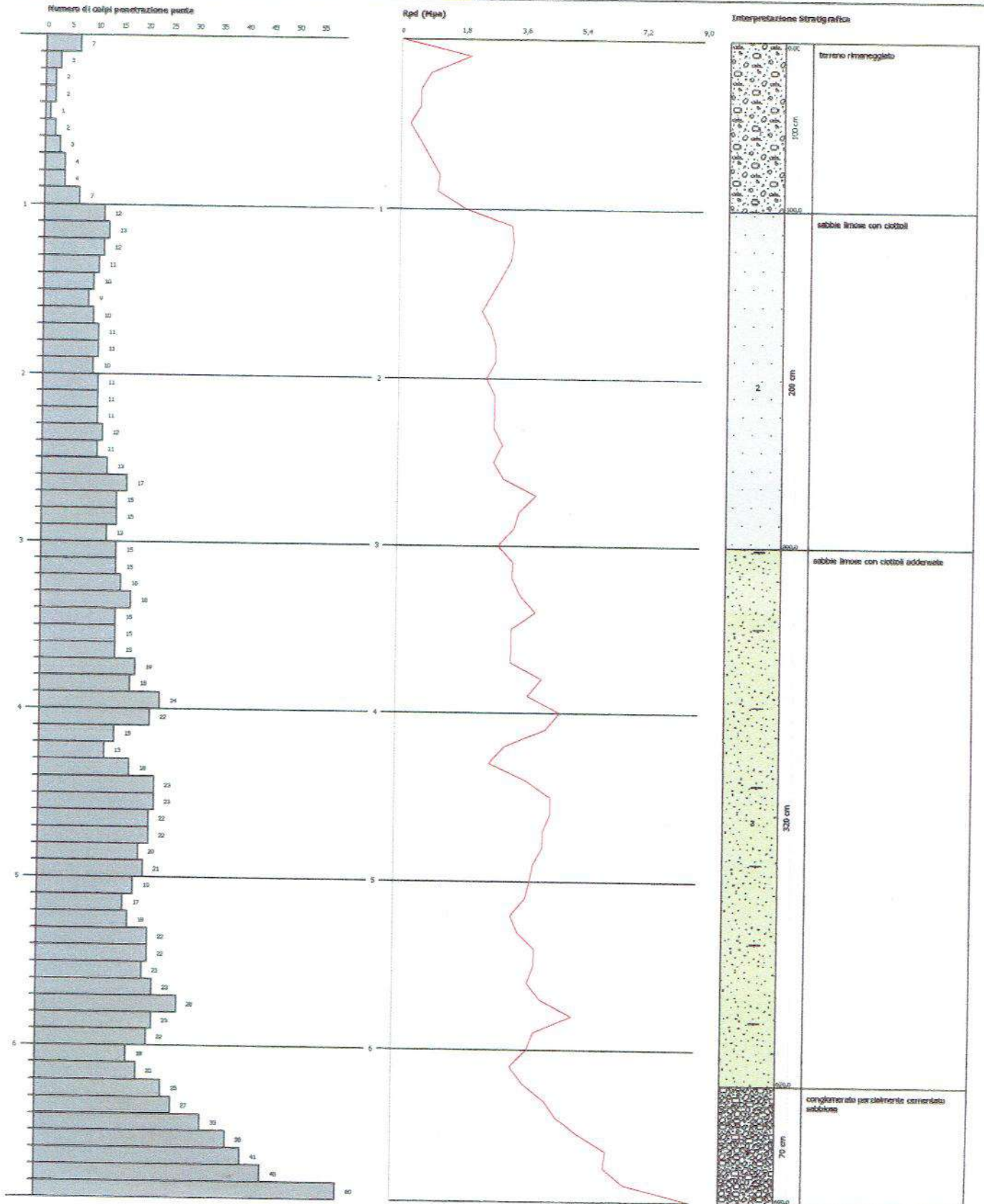


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
 Strumento utilizzato... DL-30 (60°)  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Consulente : Bianchi Michele  
 Cardine : La Piovella  
 Località : Casale Marittimo

Data : 29/03/2010

Scala 1:32



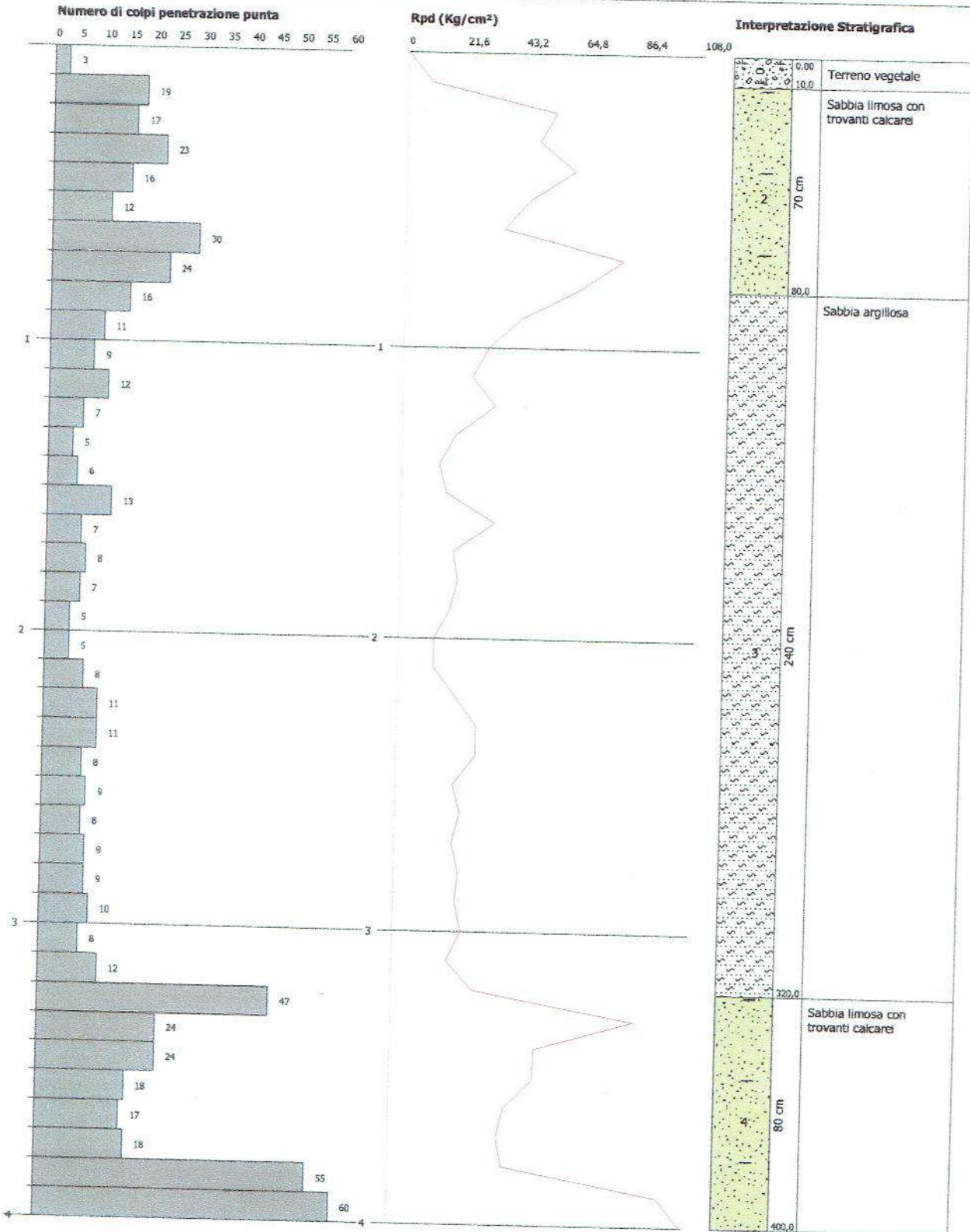


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Casini Alessandro  
 Cantiere : Via Cecinese  
 Località : Casale Marittimo

Data :14/12/2009

Scala 1:20

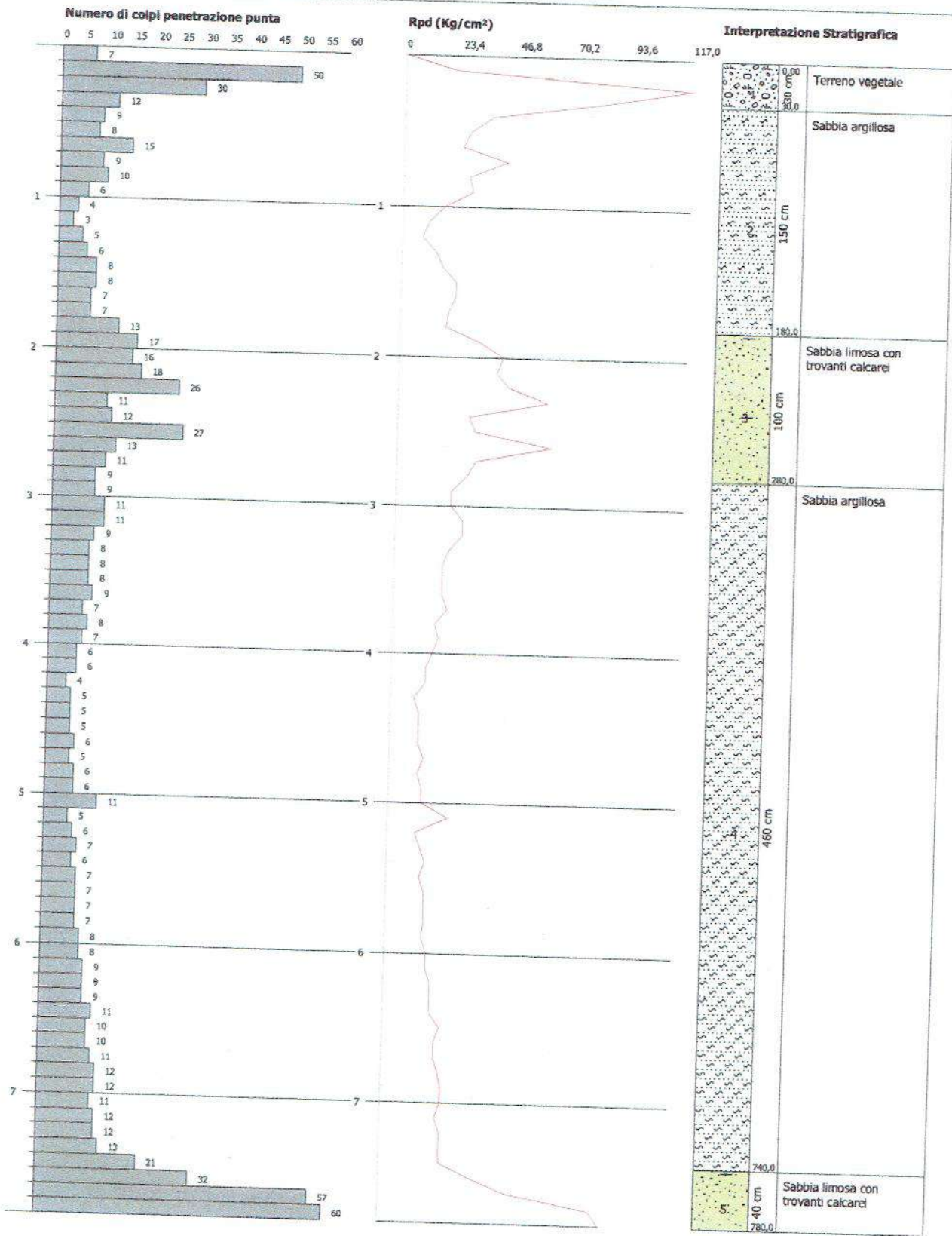


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

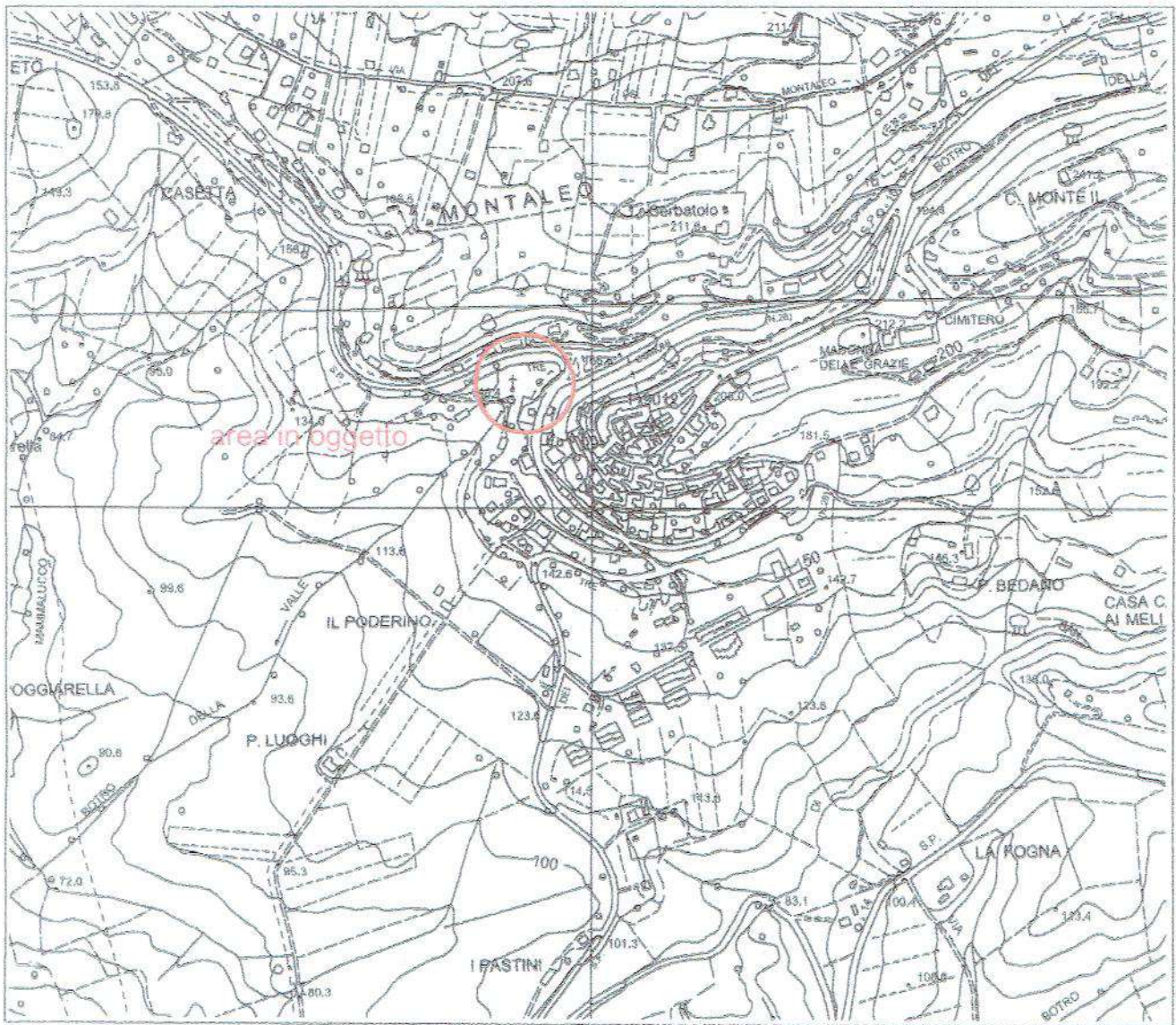
Committente : Casini Alessandro  
 Cantiere : Via Cecinese  
 Località : Casale Marittimo

Data :14/12/2009

Scala 1:38



Ubicazione dell'area di indagine  
C.T.R Regionale  
Scala 1:10.000

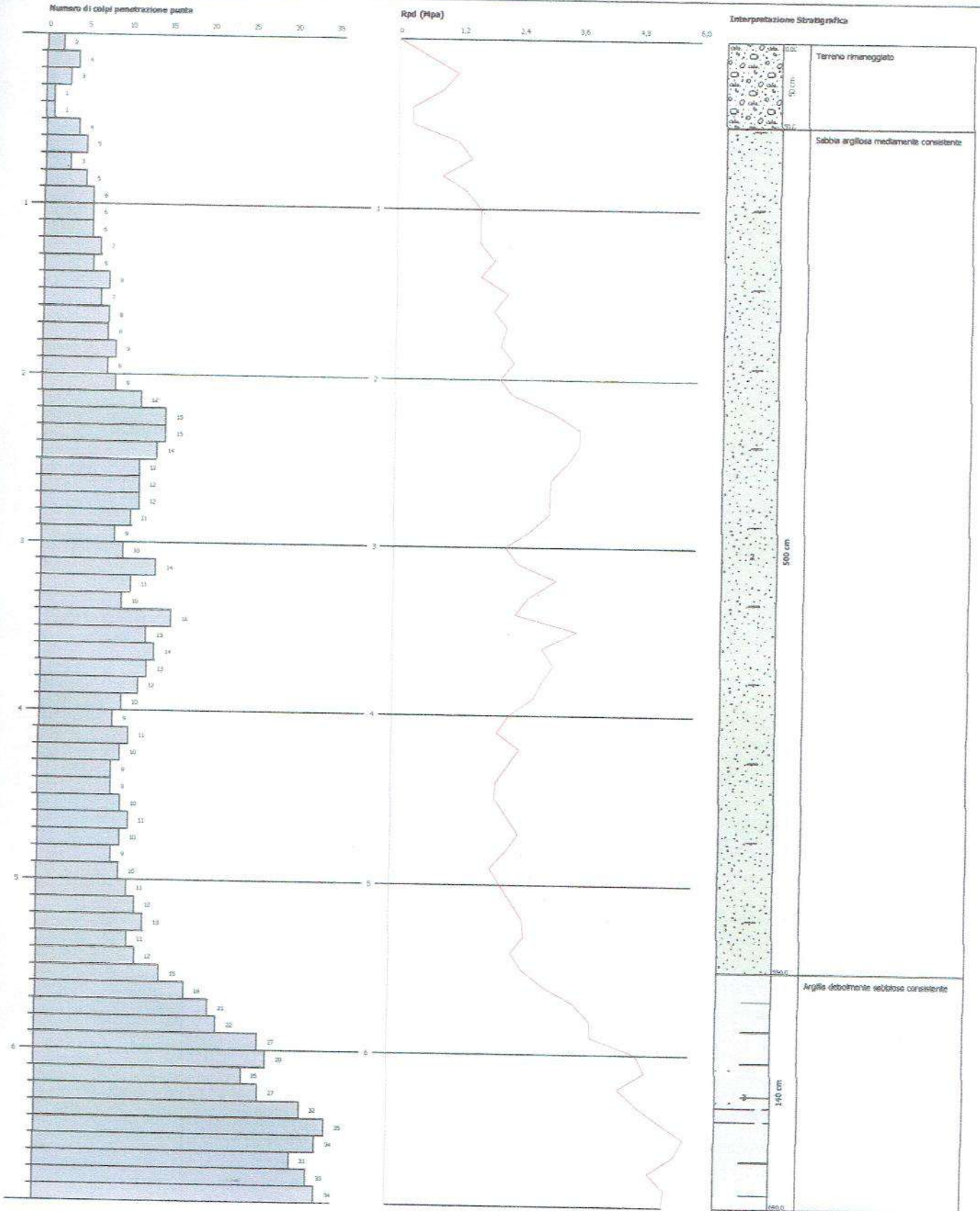


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
**Strumento utilizzato... 91-30 (60°)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Sig. Angelo Mugna  
 Cantiere : Via Occhiese  
 Località : Casale Matrazzo

Data : 14/01/2010

Scala 1:32

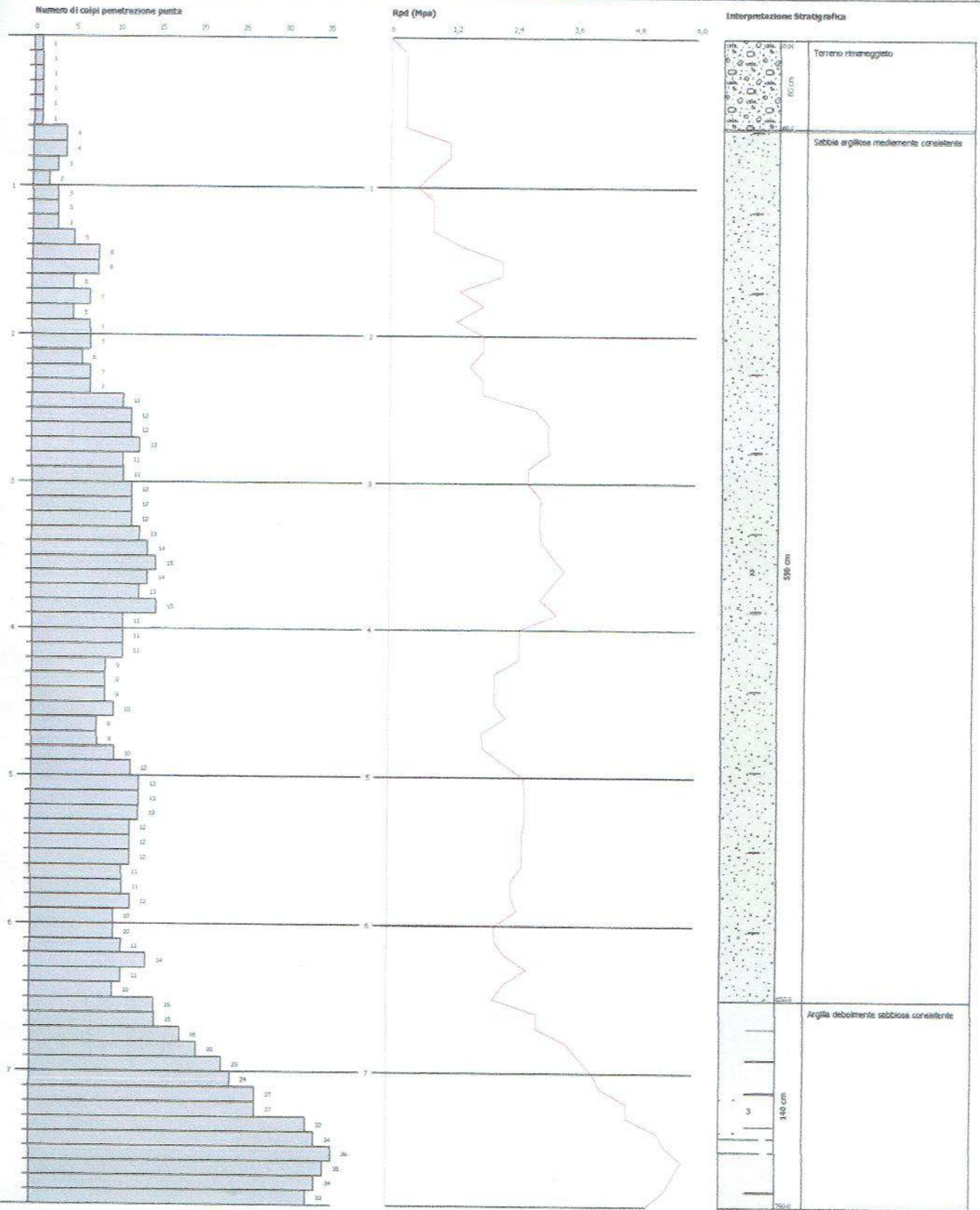


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2**  
 Strumento utilizzato... DL-30 (60°)  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PURTA-Rpd**

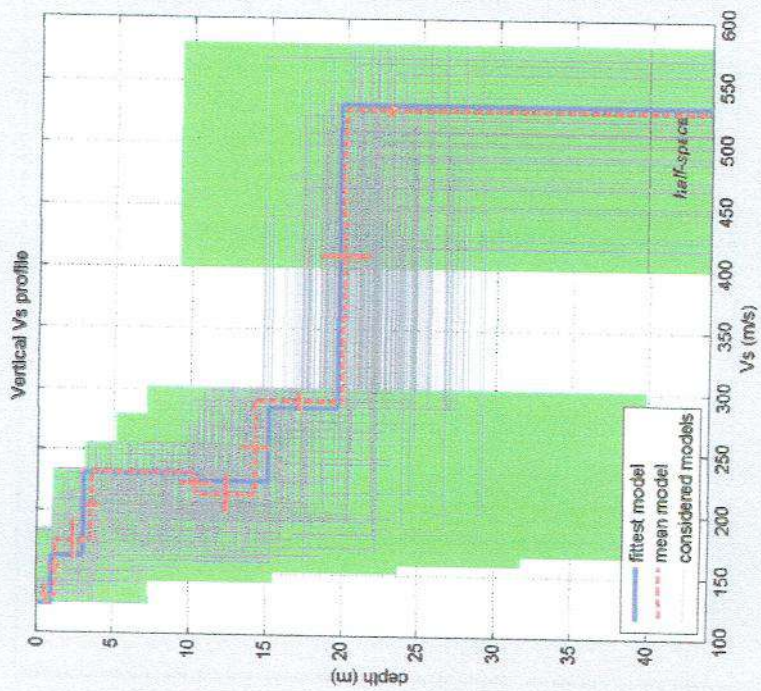
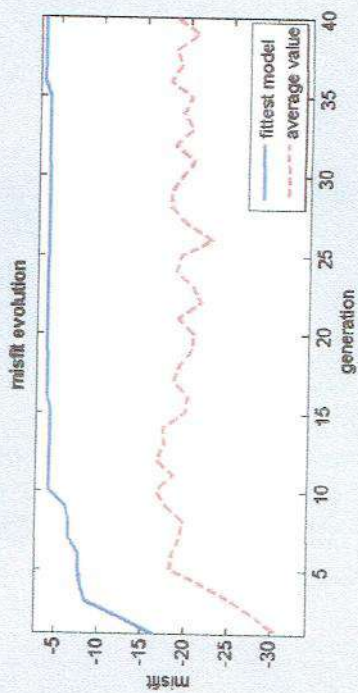
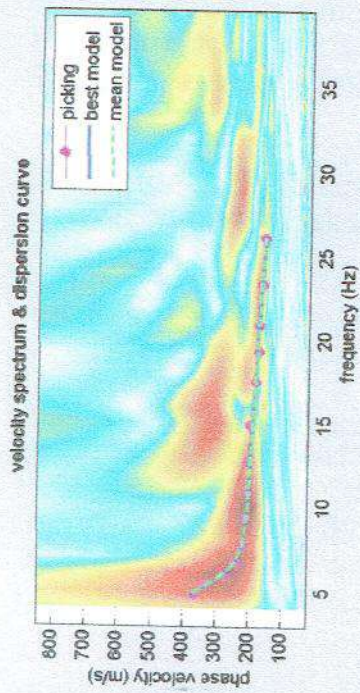
Committente : Sig. Angelo Nagni  
 Cantiere : Via Cecina 6  
 Località : Casale Marittimo

Data : 14/01/2010

Scagl. 1, 27

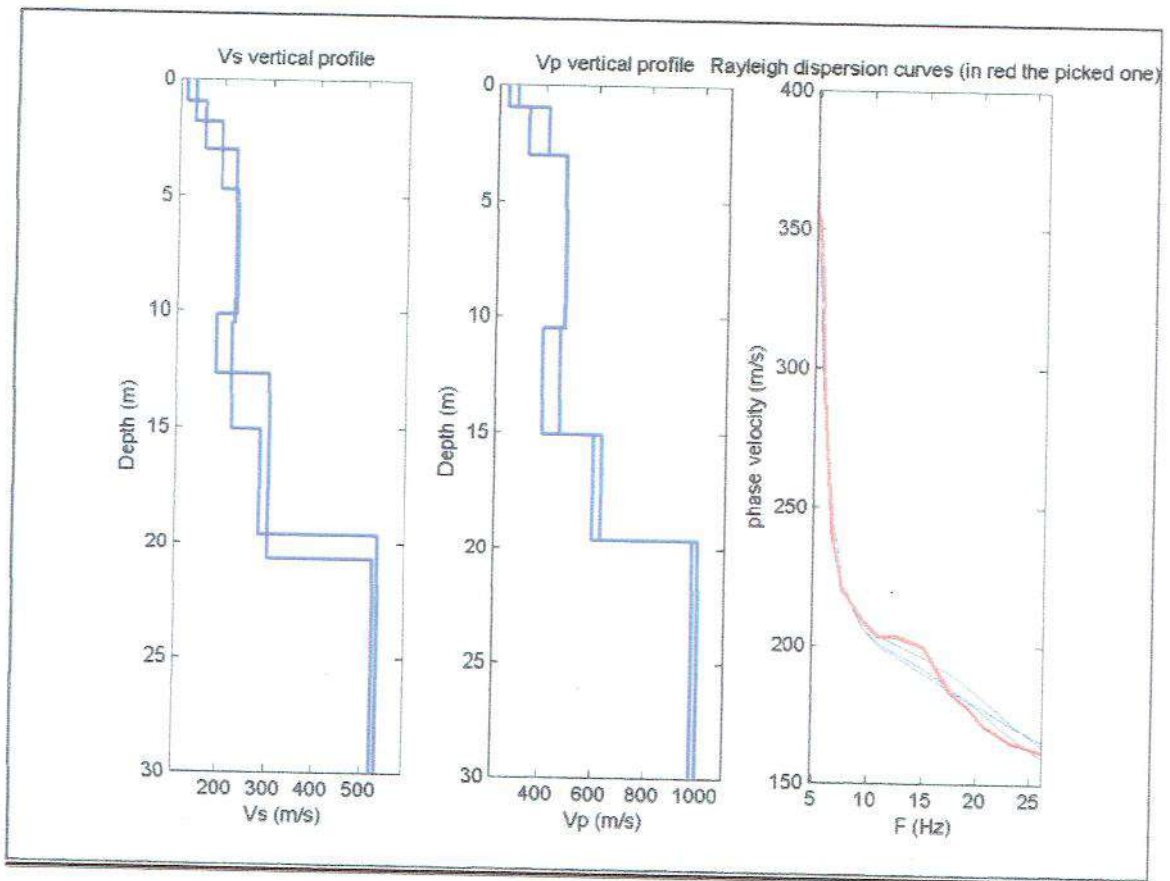


# Elaborazione MASW 1



dataset: 5d.sg2  
dispersion curve: es.cdp  
VS30 (best model): 276 m/s  
VS30 (mean model): 274 m/s





**Modello medio**

Vs (m/s): 130, 175, 231, 214, 291, 528  
 Standard deviations (m/s): 9, 17, 1, 15, 8, 6  
 Thickness (m): 1.3, 2.3, 6.8, 3.9, 5.7  
 Standard deviations (m/s): 0.4, 0.4, 1.0, 0.9, 1.6

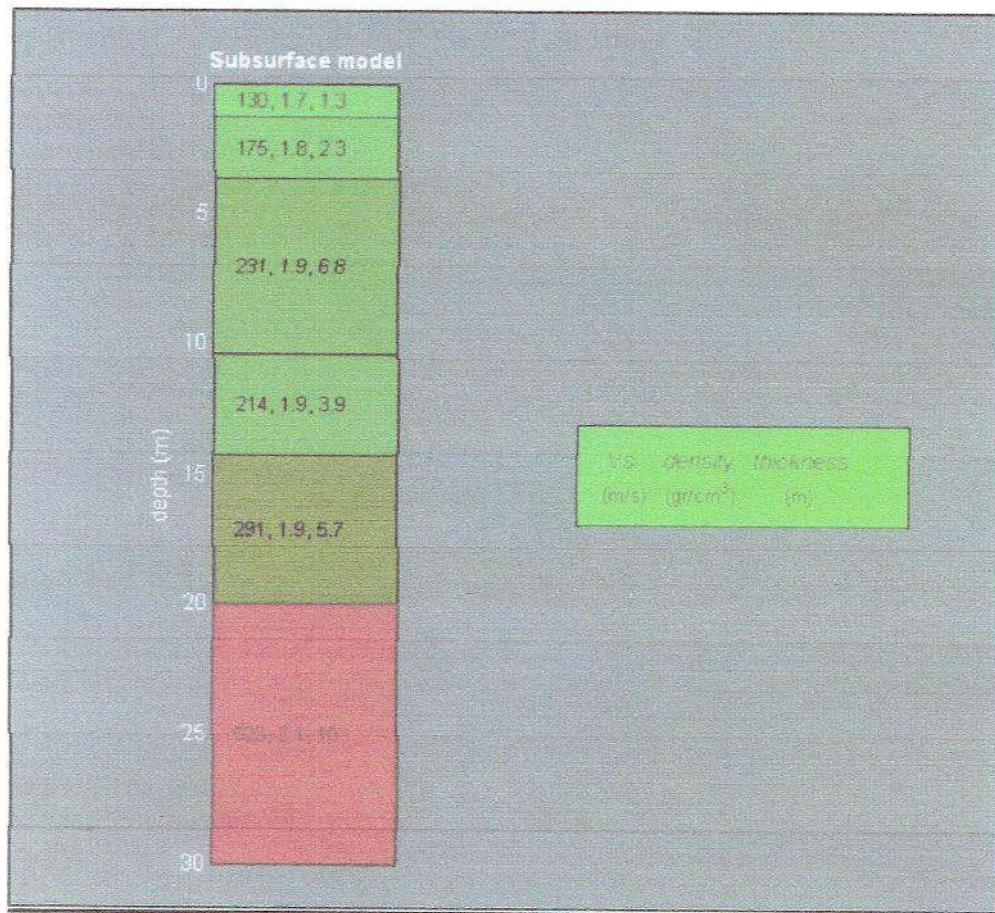
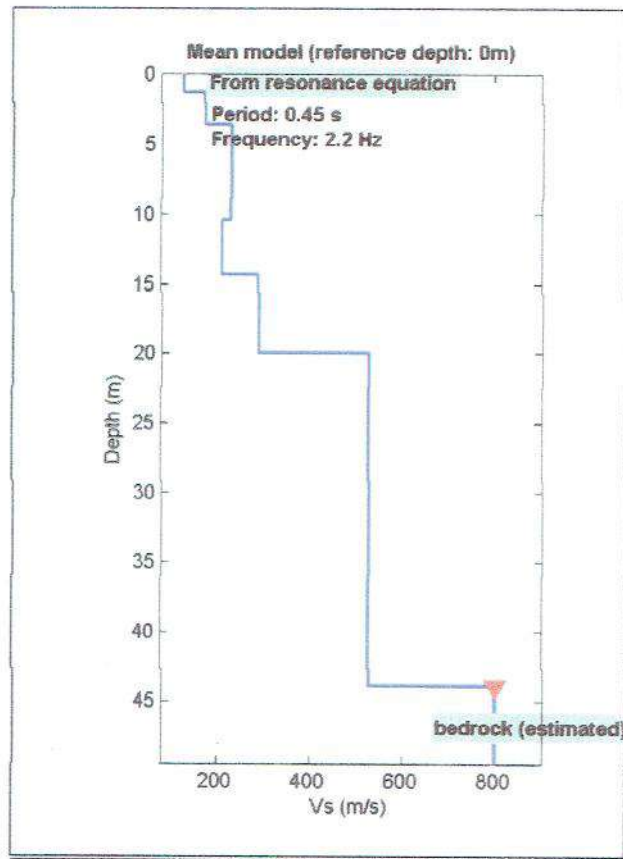
Density (gr/cm3): 1.74, 1.81, 1.88, 1.86, 1.93, 2.05  
 Shear modulus (MPa): 29, 55, 100, 85, 164, 572

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and elastic moduli

Vp (m/s): 271, 364, 481, 445, 606, 988  
 Poisson: 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.30  
 Bulk modulus (MPa): 89, 166, 301, 255, 491, 1240  
 Young's modulus (MPa): 79, 150, 270, 230, 442, 1487  
 Lamé (MPa): 69, 129, 234, 198, 382, 858

VS30 (m/s): 274

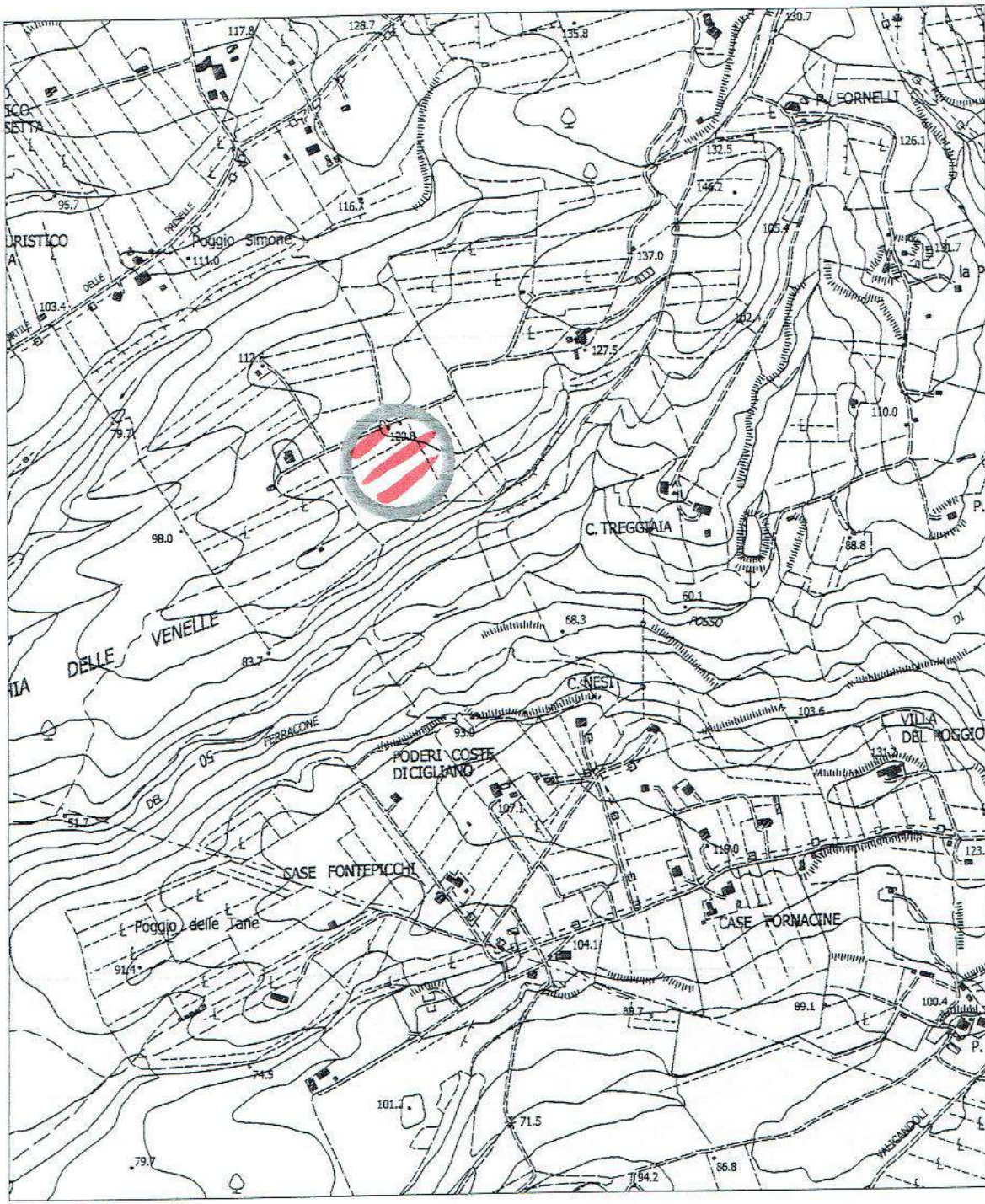


GAIA Servizi s.n.c.

Via Lenin 132/a San Martino a Ulmiano - 56017 San Giuliano Terme (PI)  
 Tel. 050 9910582 e-mail: info@studiogaia.net - P.Iva 01667250508



FIG.2 - CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO  
(Scala 1: 10.000)



- Sito in studio

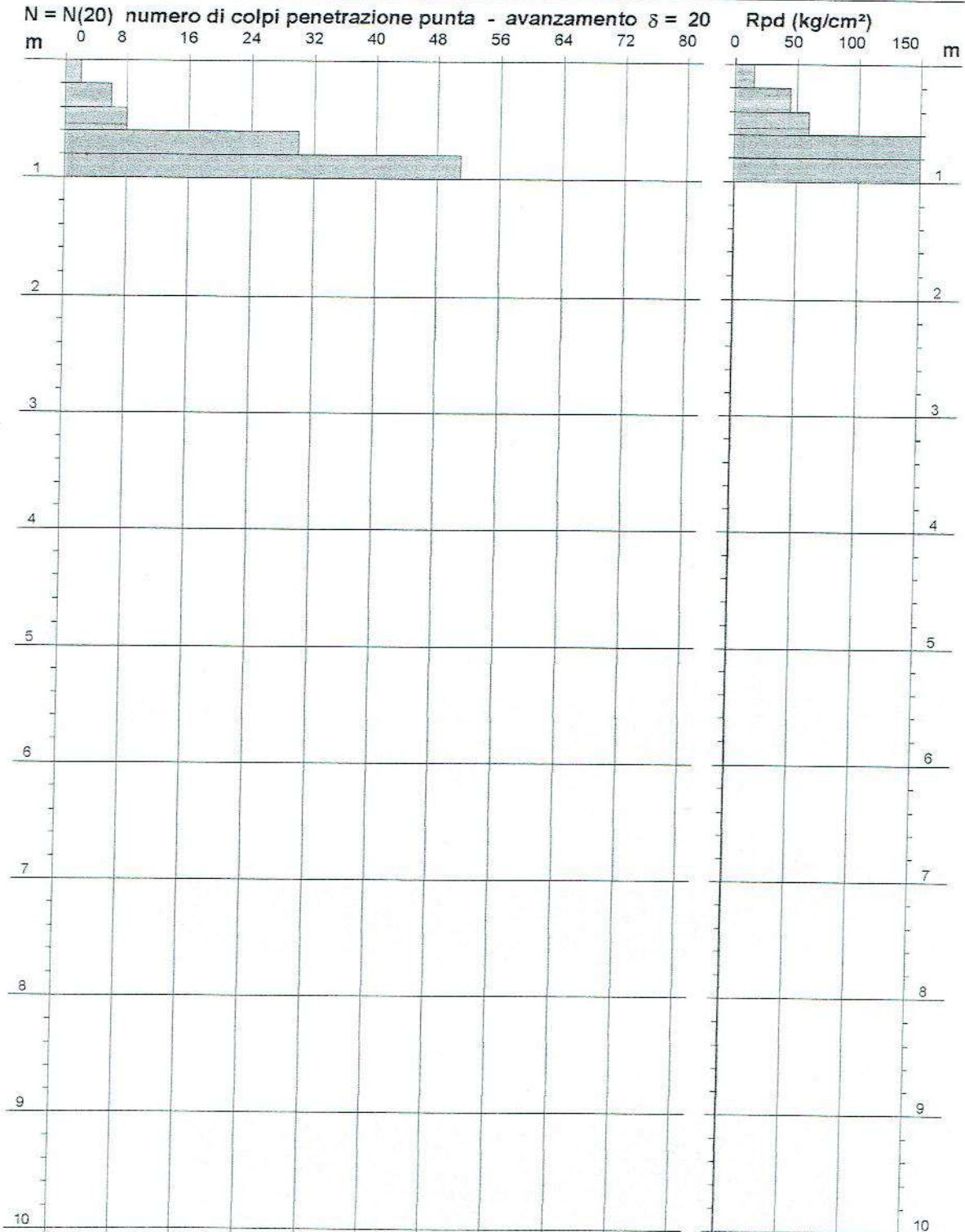
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Dott.ssa Geol. Paola Peccianti  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Casale Marittimo (PI)  
- note : rifiuto strumentale -1.0m

- data : 19/01/2009  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



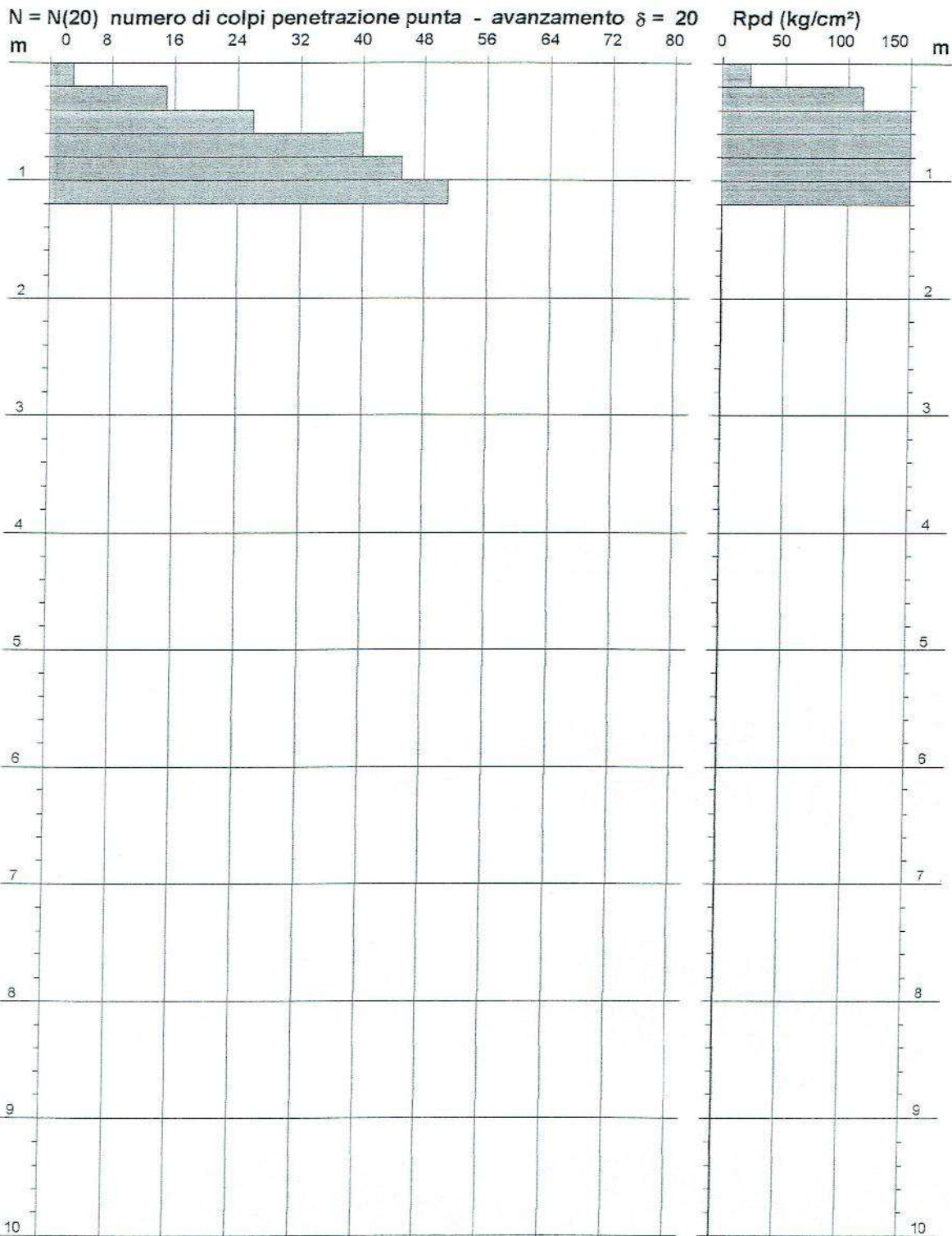
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

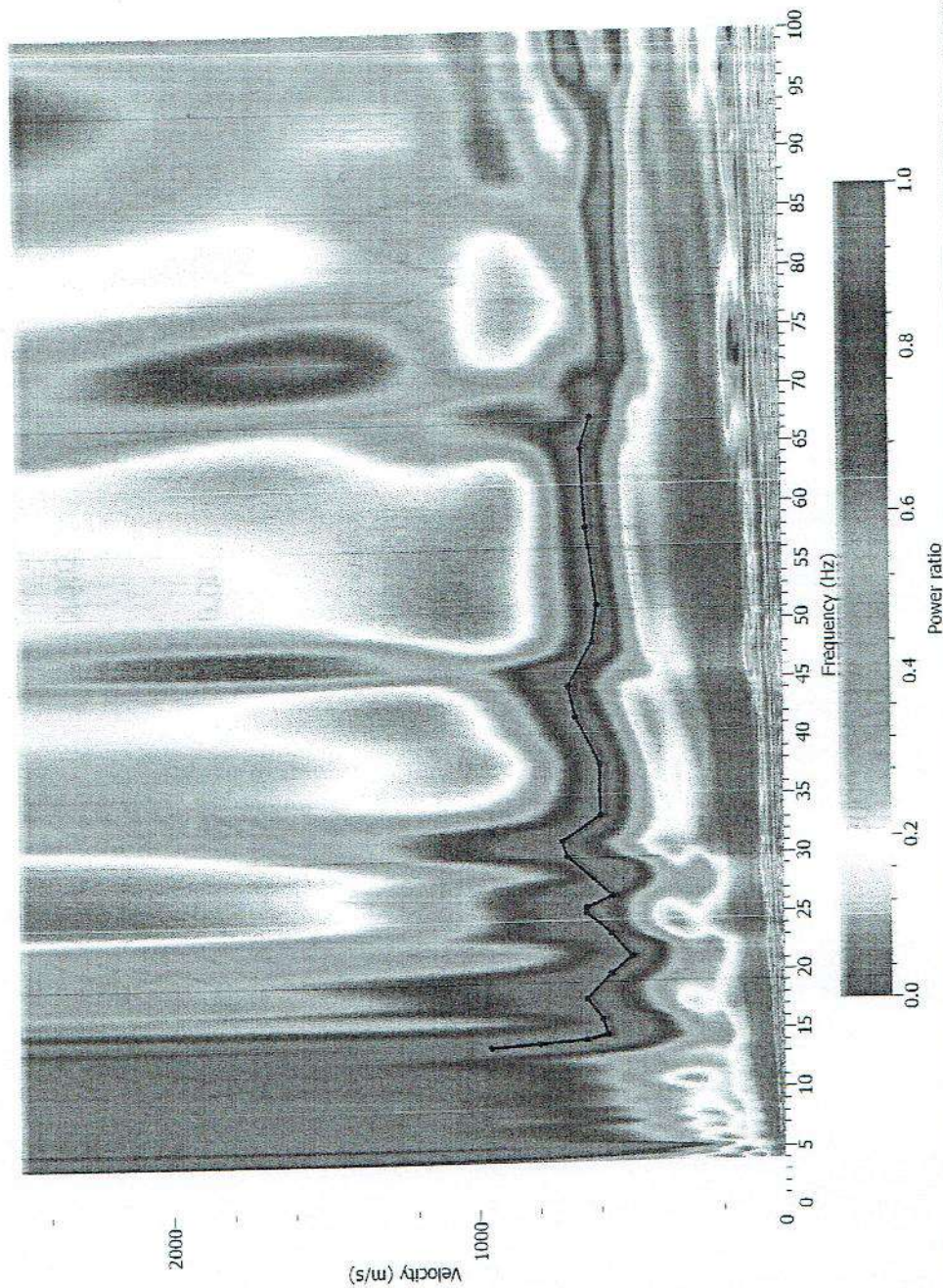
Scala 1: 50

- committente : Dott.ssa Geol. Paola Peccianti  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Casale Marittimo (PI)  
- note : rifiuto strumentale -1.0m

- data : 19/01/2009  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



Shot at (-8, 0, 0), time=2010-07-08 16:20:02

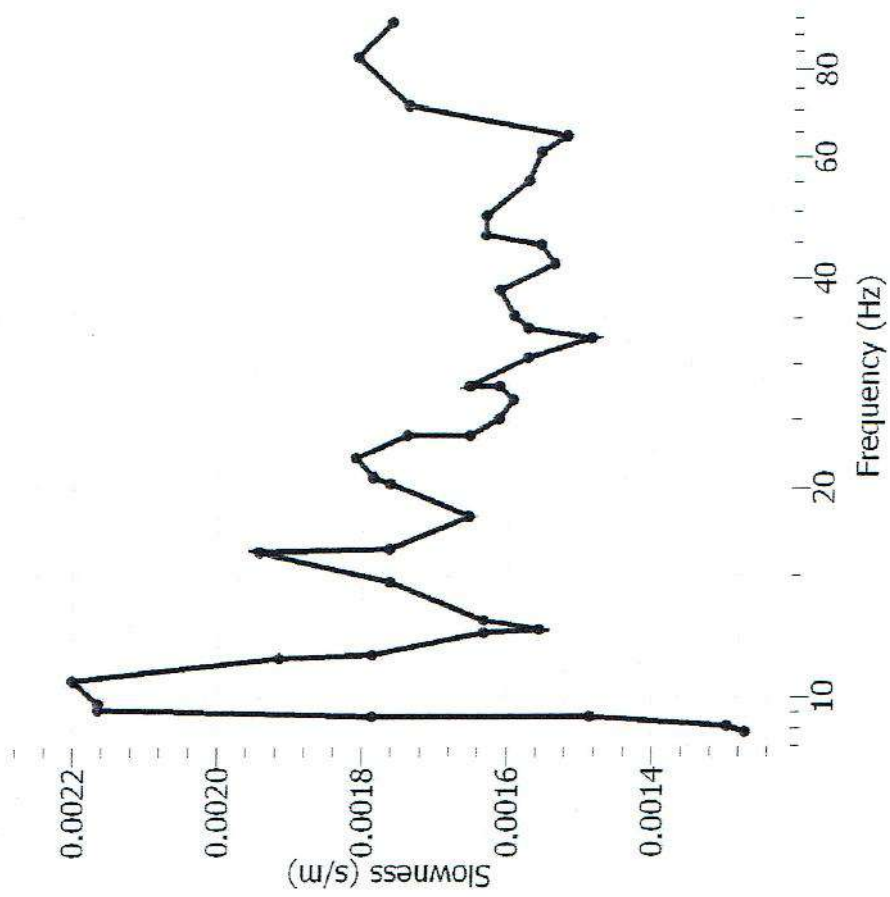
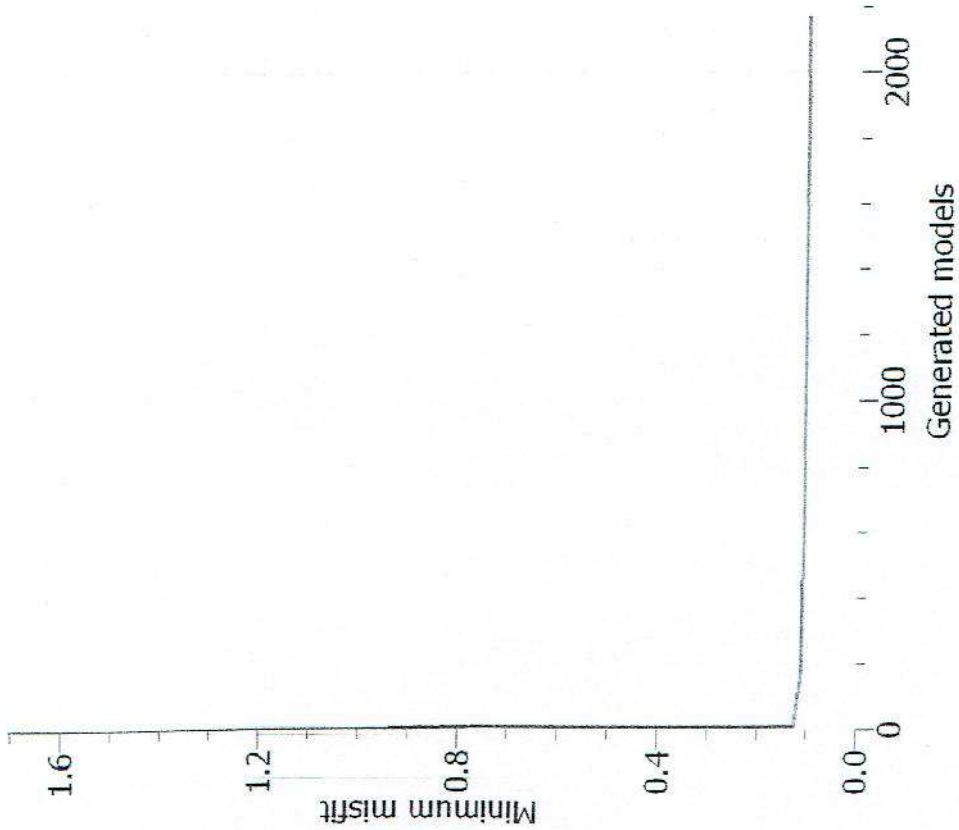


In figura è riportata una parametrizzazione del rapporto di potenza di emissione alle varie frequenze.

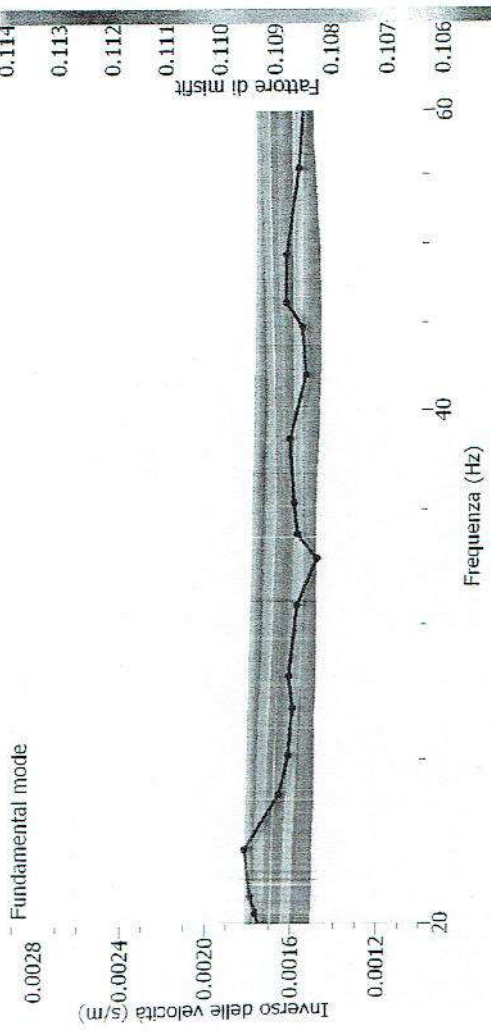
Grafico dello spettro di frequenza espresso come funzione della velocità in relazione delle frequenze. In nero è riportata la curva di picking che segue il massimo delle emissioni per le relative frequenze.

Il taglio inferiore è dovuto ad una dispersione di velocità nelle frequenze più basse dovuto probabilmente a cause litotecniche. Alte velocità in alto possono obliterare le basse frequenze.

Sopra la frequenza di circa 100 Hz il modo fondamentale risulta non identificabile.



A destra la curva di target ottenuta dal picking  
A sinistra la curva del misfit in funzione del numero di modelli calcolati.



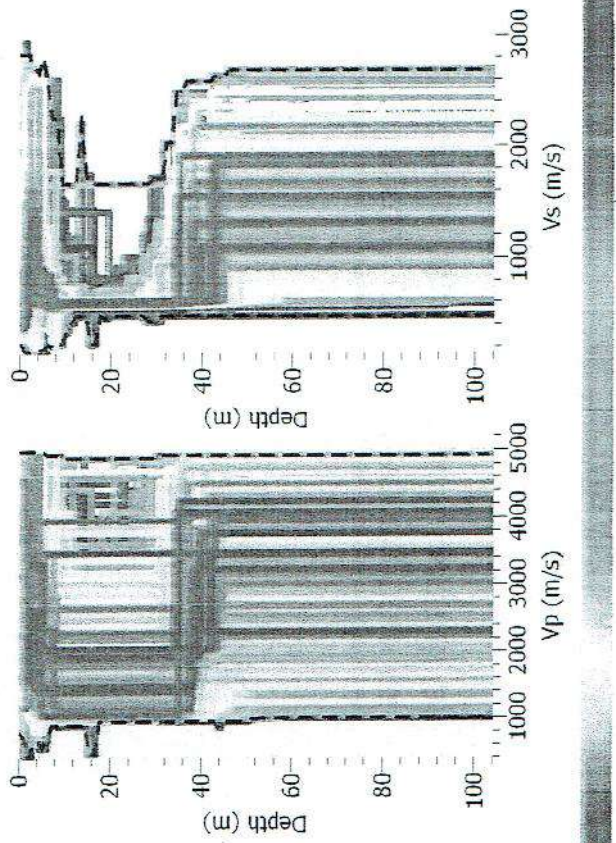
Fundamental mode

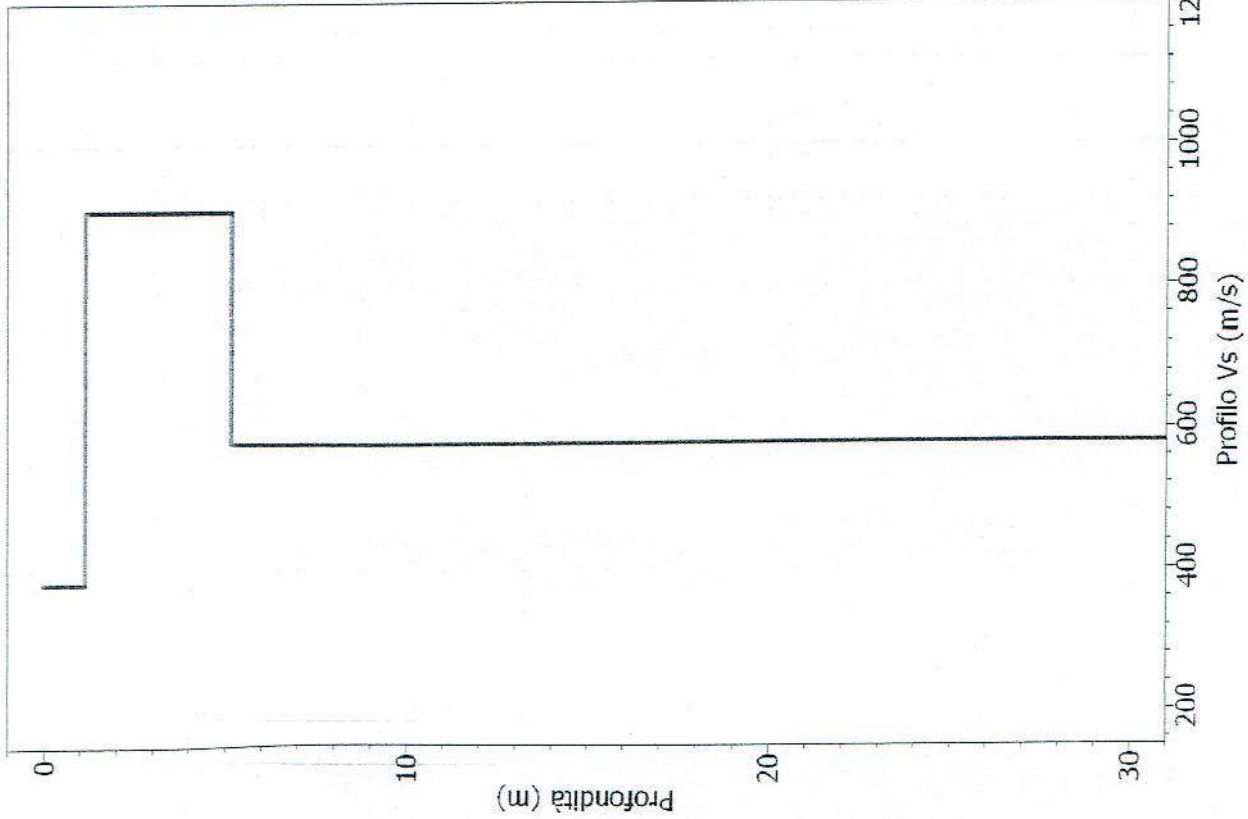
Curve di misfit relative alla curva di target (Picking).  
 Il processo di inversione fornisce curve pseudo-random che sono valutate in funzione della differenza come minimi quadrati lineari rispetto a alla curva di target.

Questo processo è stato eseguito con 50 iterazioni alle quali sono associati 50 modelli per ciascuna iterazione, più 100 modelli generati casualmente dal sistema.

Il minimo rapporto di misfit è risultato essere 0.10

Profili di velocità per le onde di compressione e di taglio e andamento della densità. In rosso la linea che mostra il miglior best fitting con il profilo ottenuto tramite il picking relativo al massimo di energia in funzione della frequenza. Le curve colorate rappresentano alcuni dei profili considerati nel processo di inversione..





Profilo di velocità per le onde di taglio.

Il profilo si riferisce al modello che offre il valore inferiore di misfit (rapporto 0.1).

Classificazione ai sensi del DM 14/01/2008:

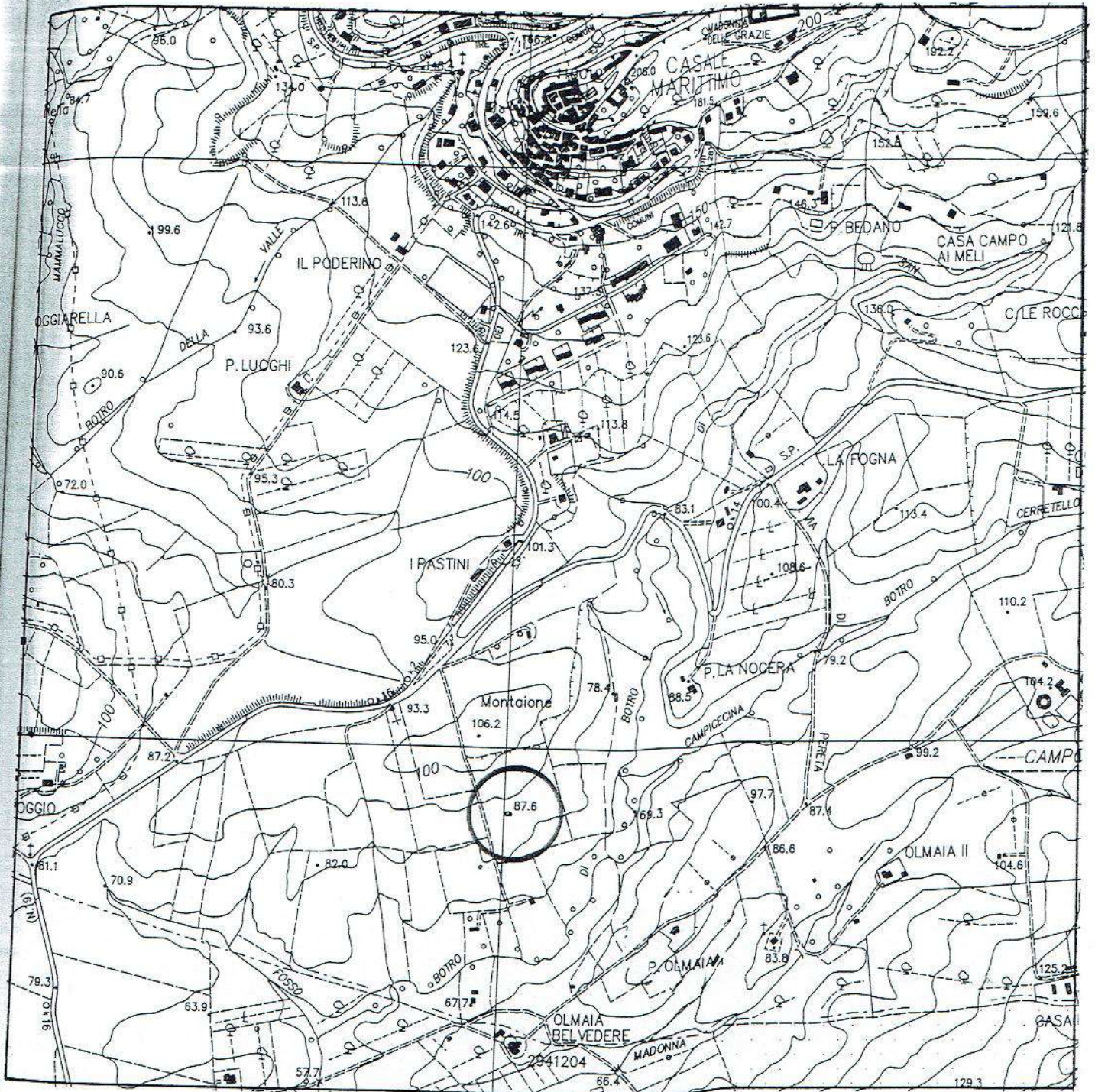
$$V_{s30} = 597,36 \text{ m/s}$$

## CATEGORIA DI SUOLO: B

Tabella di parametrizzazione del profilo  $V_{s30}$

Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
1,1	1,1	380
5,1	4	910
30	24,9	580

Dal modello proposto da Albarello e Galgani sulla velocità di fase della lunghezza d'onda di 40 metri  $V_e$ , risulta compreso tra 600 e 700 m/s risultando congruente con la determinazione di  $V_{s30}$  tramite elaborazione MASW.



**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

scala 1:10.000



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Cinzia GIORGI  
- lavoro : Costruzione di annesso  
- località : Località Montaione, Comune di Casale M.mo

- data prova : 16/06/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 27/07/2010

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

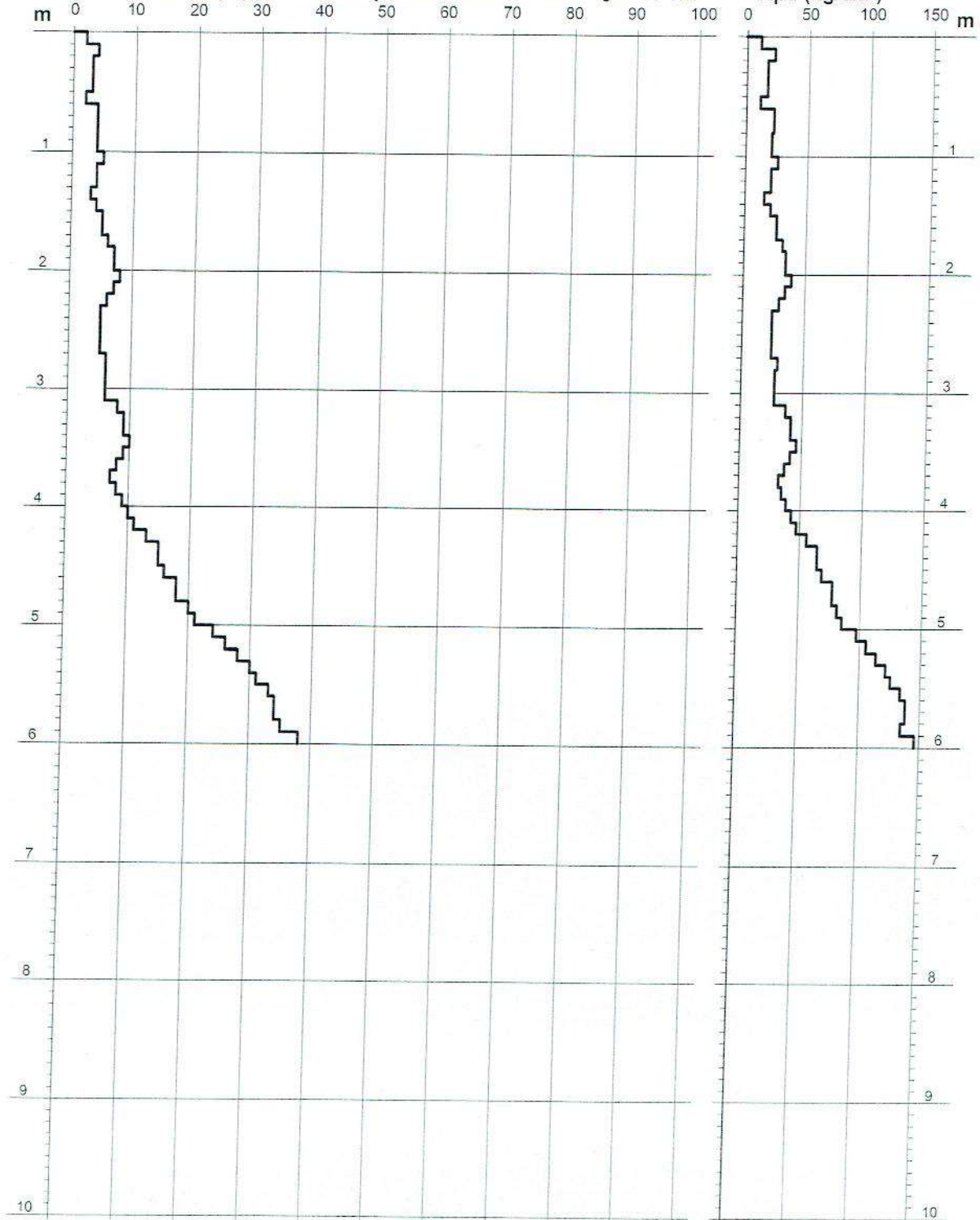
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Cinzia GIORGI  
- lavoro : Costruzione di annesso  
- località : Località Montaione, Comune di Casale M.mo

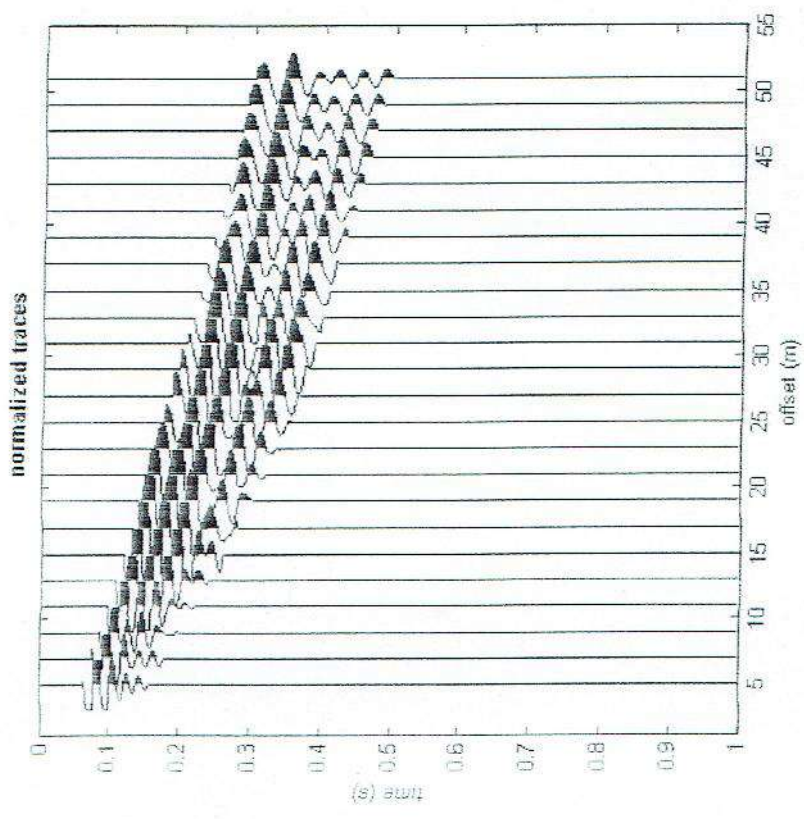
- data prova : 16/06/2010  
- quota inizio : p.c. (-1.20 mt. PD1)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 27/07/2010

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



dataset: 5 metri.sgy  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



utilities

lip traces

spectrum

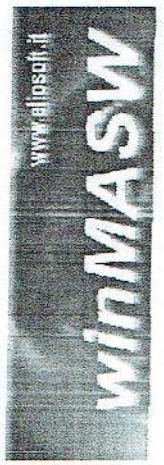
move

retraction

quick retraction

Attenuation analysis

ver. 4.1 Pro



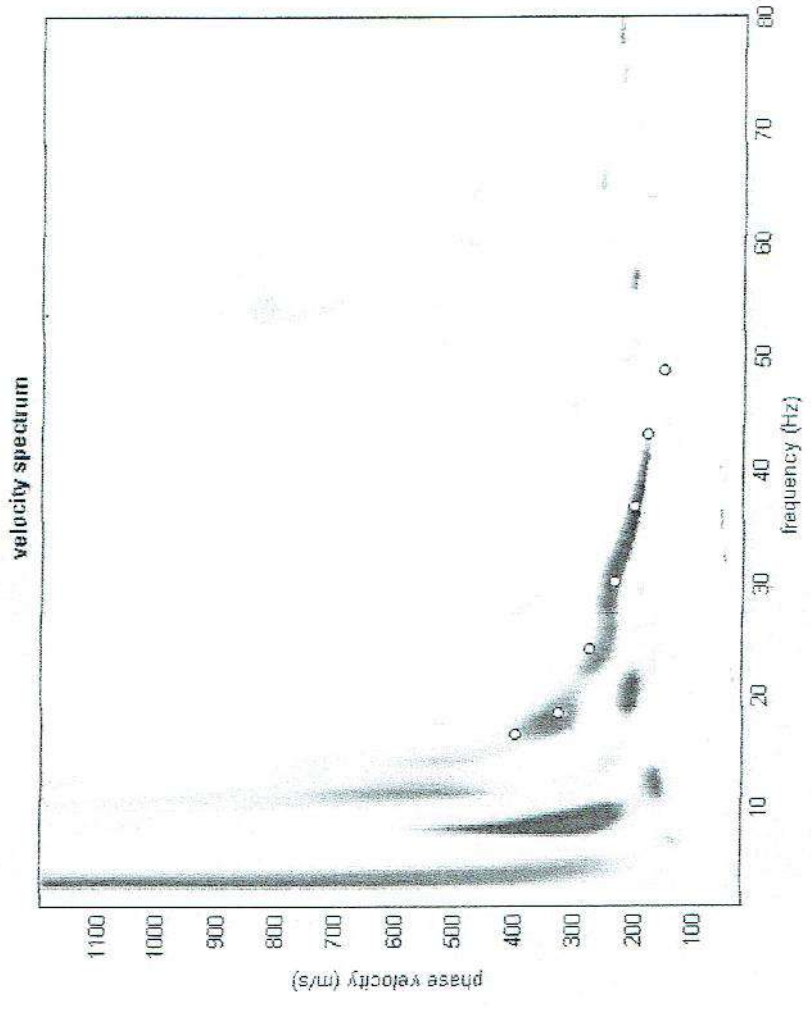
MASW

calculate spectrum  Tau - v

upload ReMi spectrum

ReMi

visualize curves



explore spectrum

modelling

parameters

upload model

elgen period

picking 5 metri.cdp

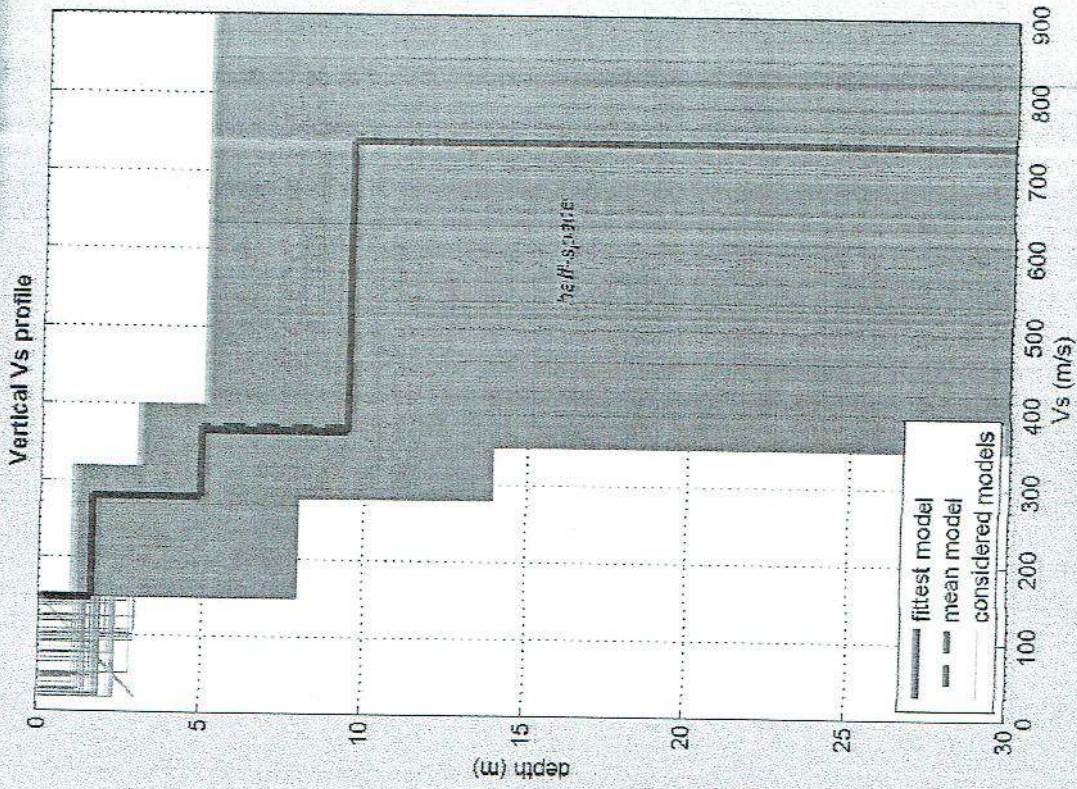
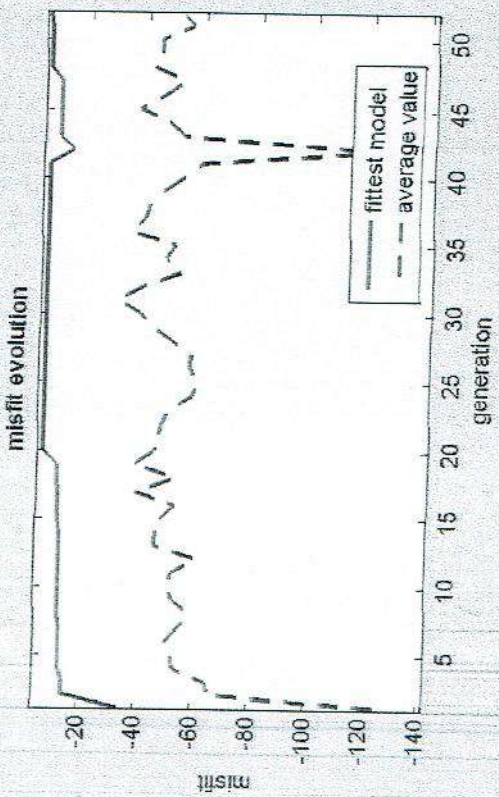
pickling

fundamental

use the right button to select the last point of the considered mode

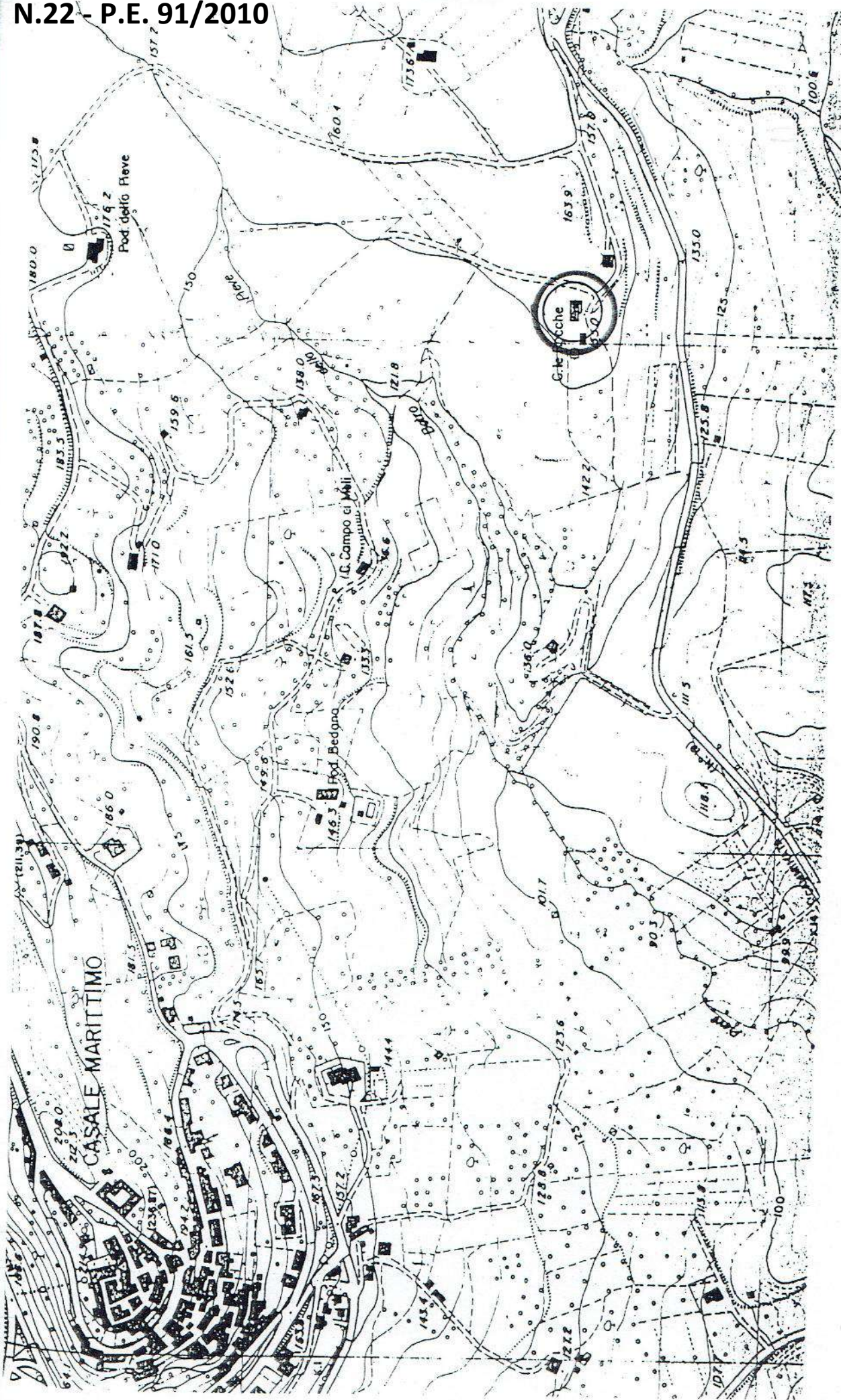
inversion

velocity spectrum & dispersion curve



dataset: 5 metri.sgy  
dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
VS30 (best model): 477 m/s  
VS30 (mean model): 478 m/s





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1 scala 1:5.000

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

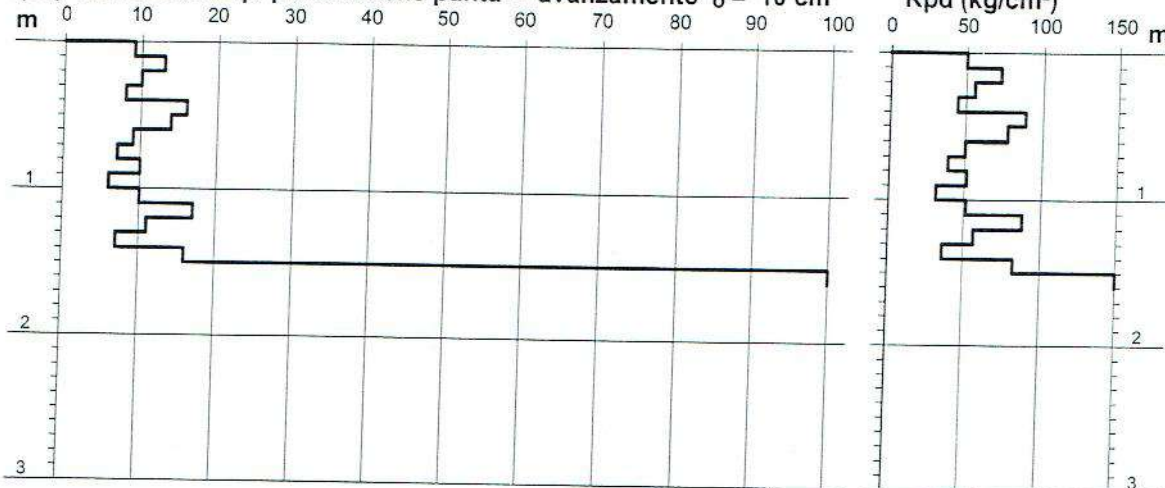
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. NADALINI  
- lavoro : Costruzione di autorimessa interrata  
- località : Località Le Rocche Comune di Casale

- data prova : 15/06/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/06/2010

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

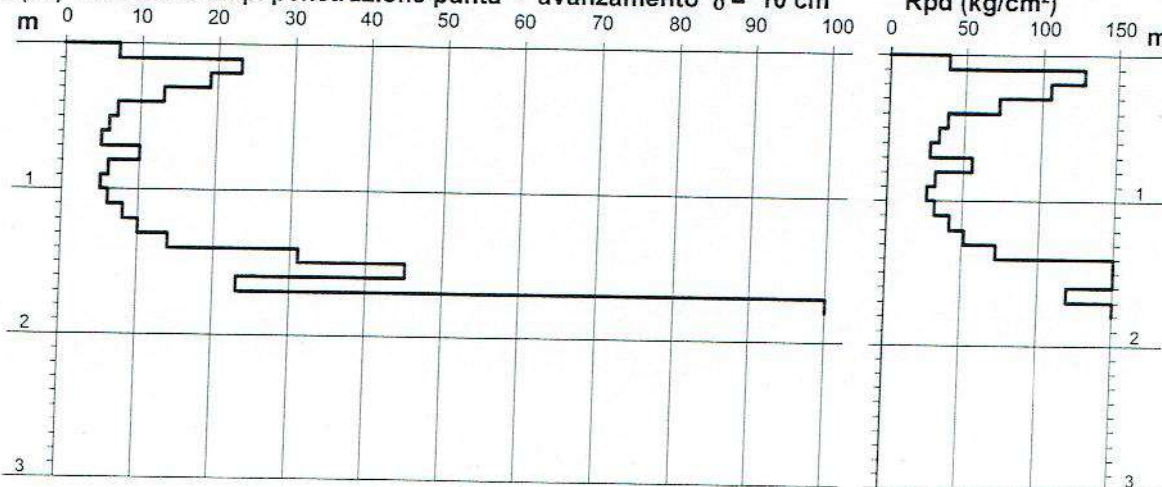
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. NADALINI  
- lavoro : Costruzione di autorimessa interrata  
- località : Località Le Rocche Comune di Casale

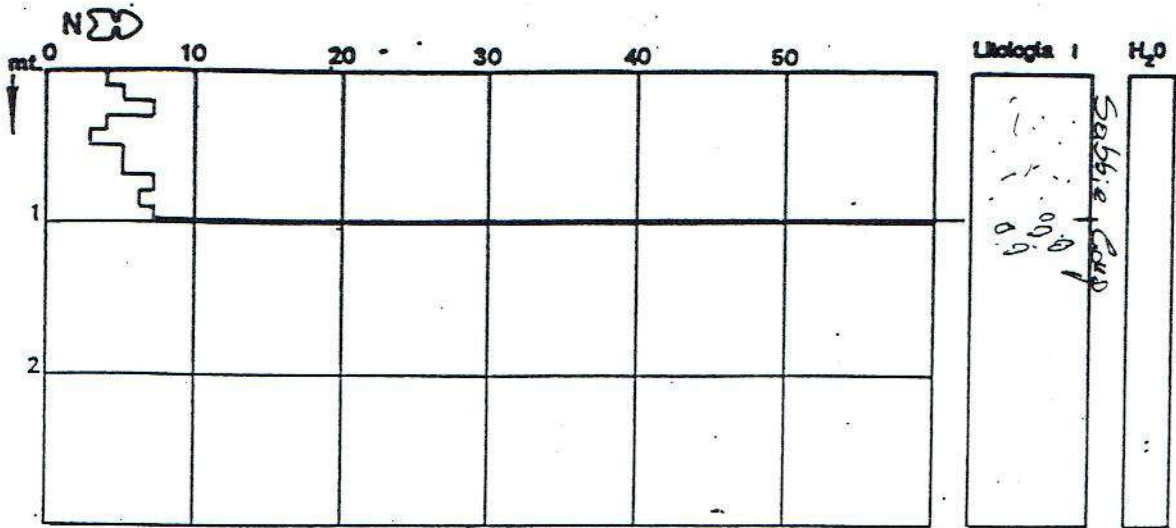
- data prova : 15/06/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/06/2010

- note :

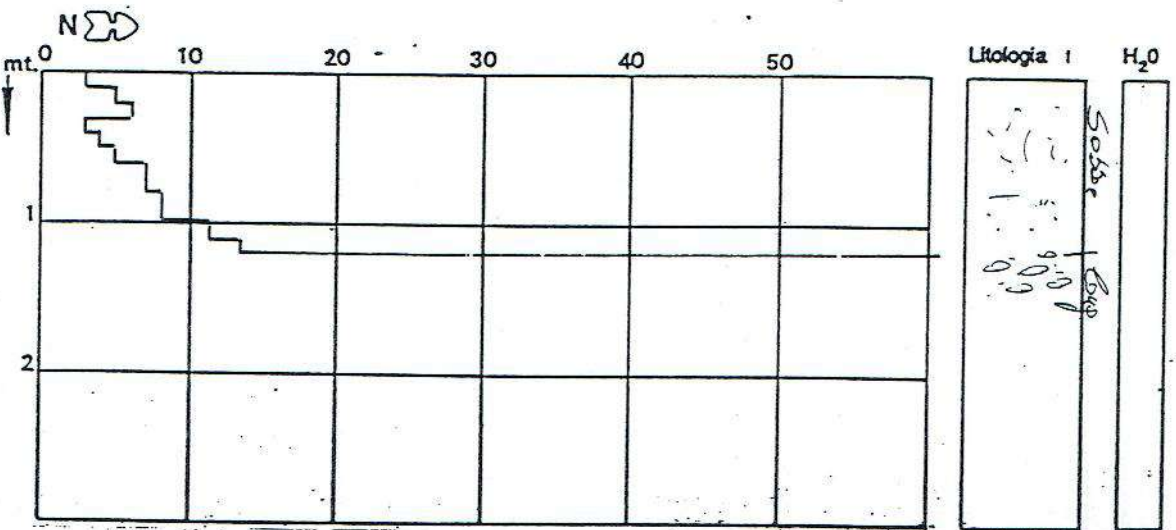
N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



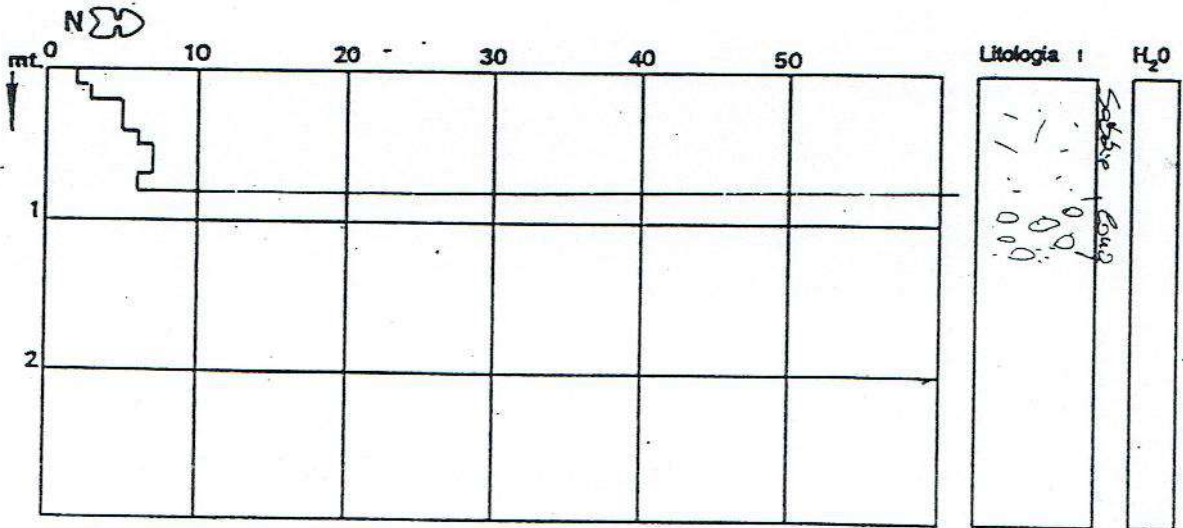
# DYNAMIC-PENETROMETER TEST



Prova 1



Prova 2



Prova 3

Dott. GIAN FRANCO RUFFINI

GEOLOGO

57010 CECINA (Livorno)  
Viale G. Falcone, 11 - Tel. (0586) 651247

Committente Sig. POPPLEWELL ed altri

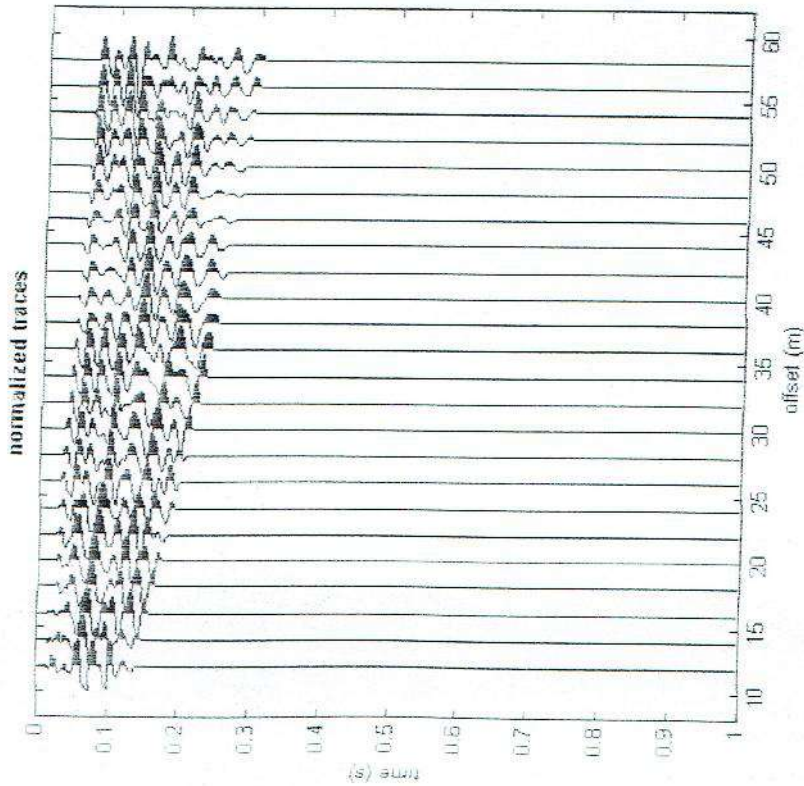
Località Casale M.mo

Cantiere Le Rocche

Test n°

Data 16.02.1998

dataset 12 metri.sgw  
 minimum offset: 12 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



utilities

flip traces  
 spectrum  
 move ?

data selection

activate  
 select 20  
 cancel save

refraction

quick refraction  
 upload save  
 clear refraction

ver. 4.1 Pro

Attenuation analysis

www.lipsoft.it

winMASW

MASW

calculate spectrum

Tau - v

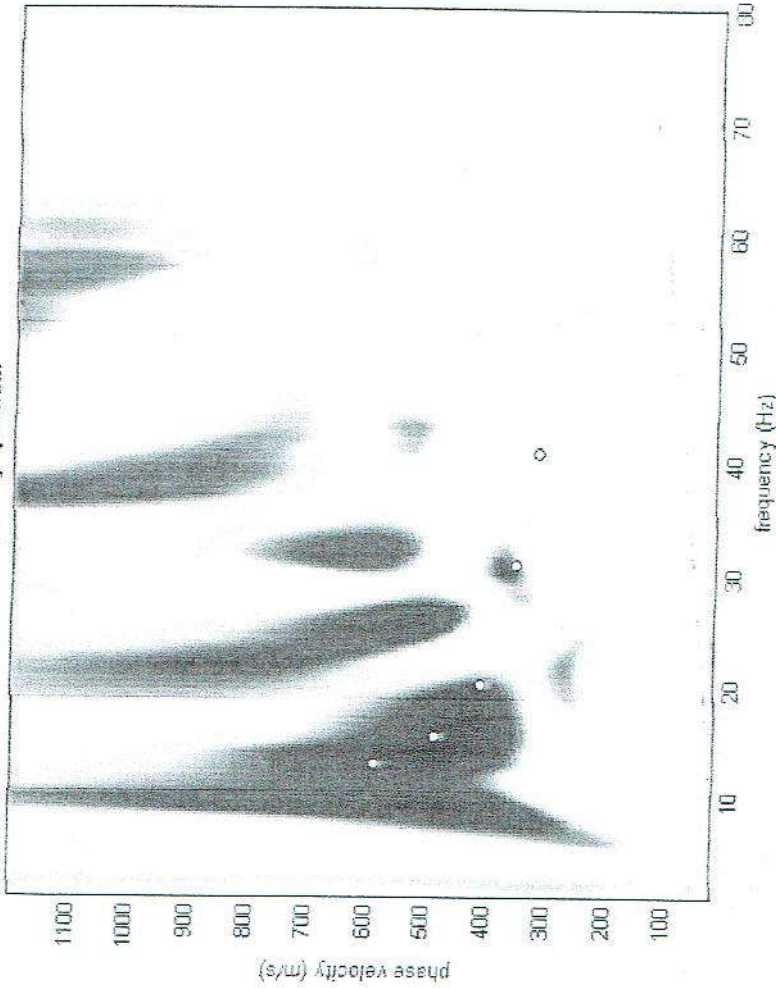
ReMi

upload ReMi spectrum

input curve

?

velocity spectrum



explore spectrum

modelling

parameters

save model

upload model

3

Rayleigh

v

eigen period

refresh

?

picking 12 metri.cdp

picking

fundamental

v

?

use the right button to select the last point of the completed mode

save picking

?

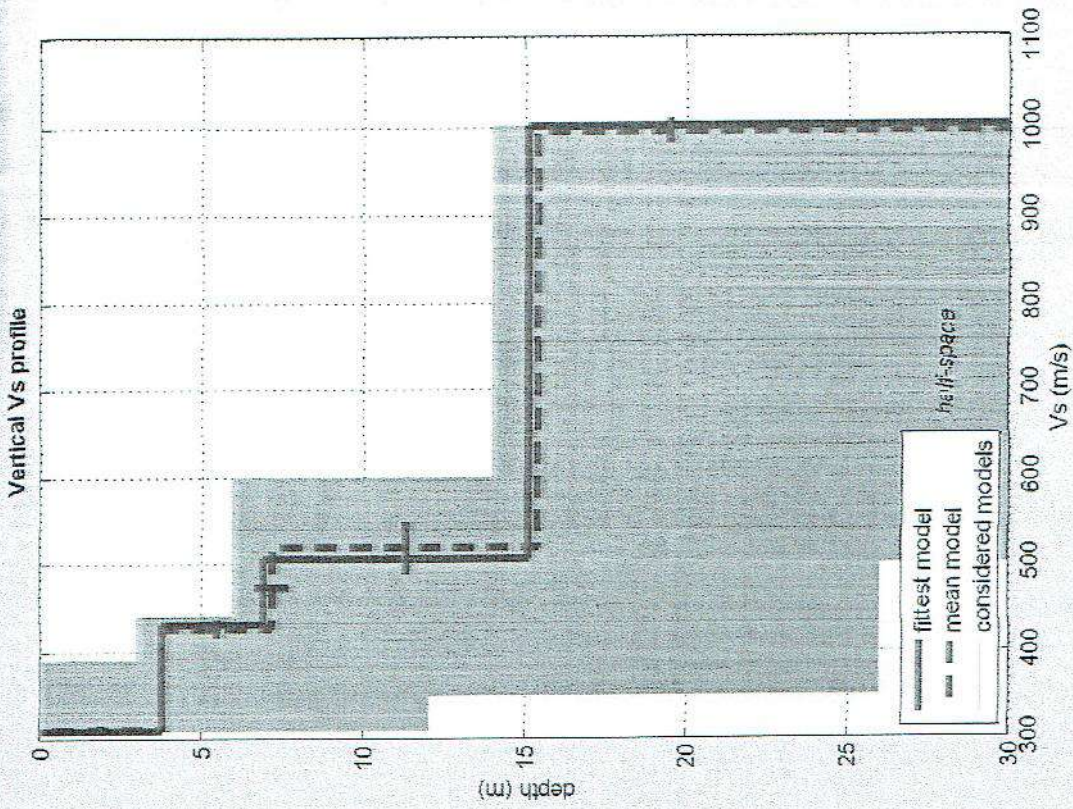
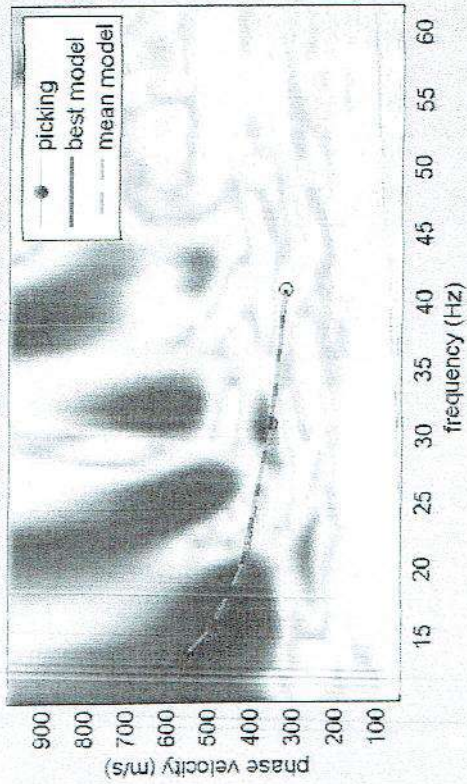
cancel picking

inversion

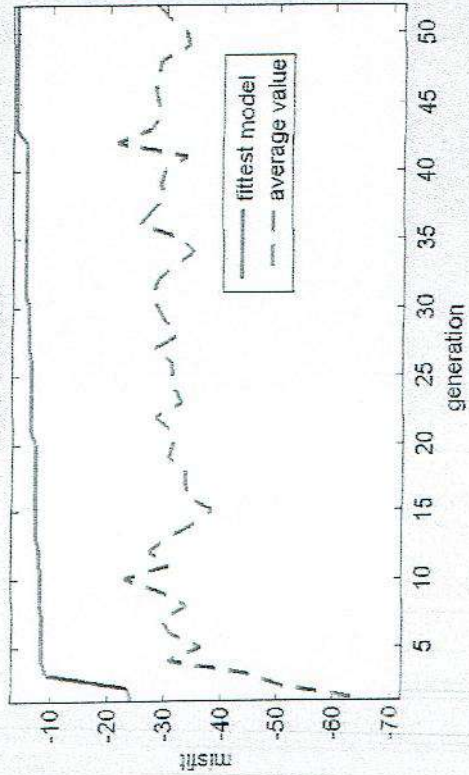
exit



velocity spectrum & dispersion curve

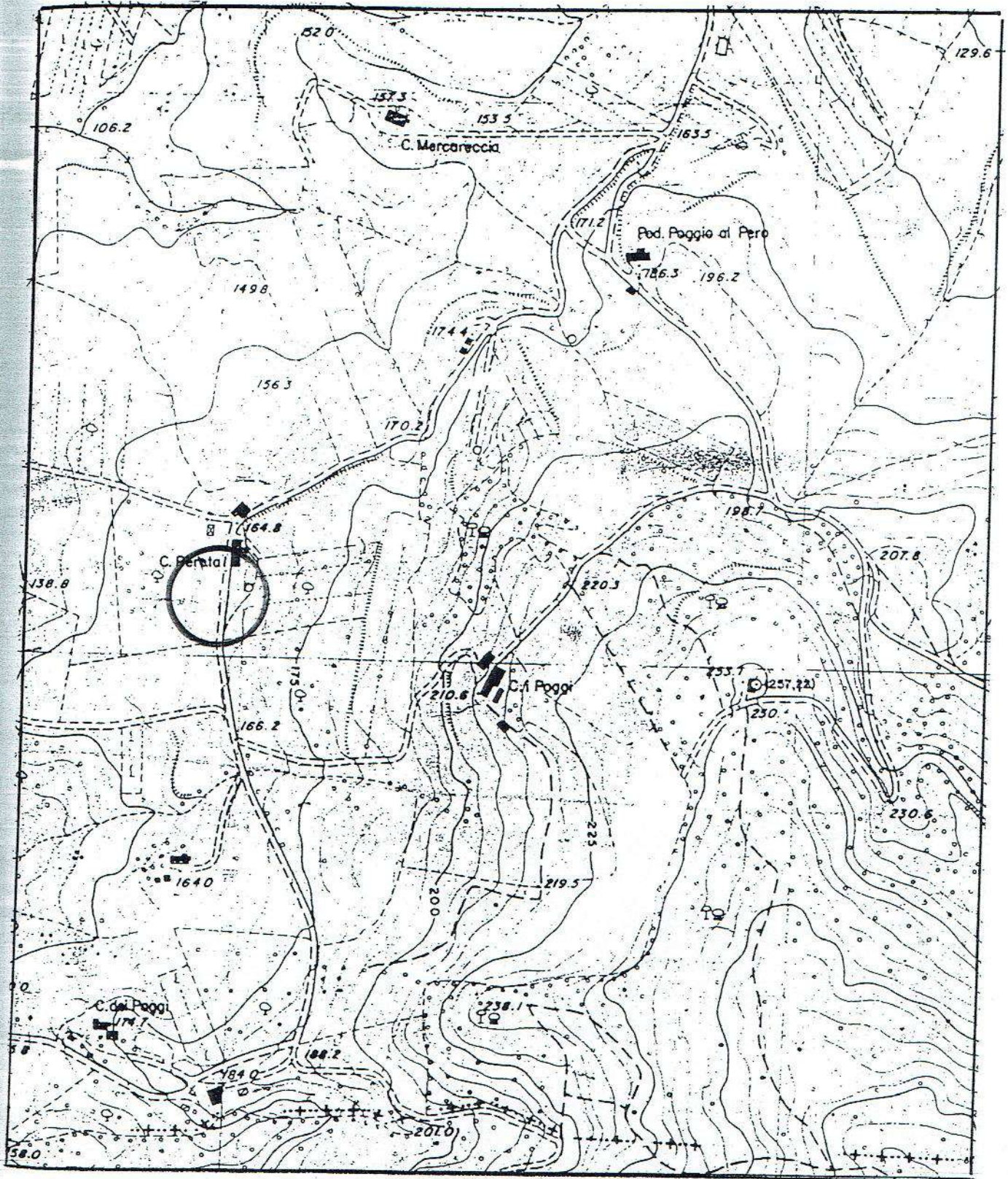


misfit evolution



dataset: 12 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 12 metri.cdp  
 VS30 (best model): 593 m/s  
 VS30 (mean model): 593 m/s





### **COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 2

scala 1:5.000

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

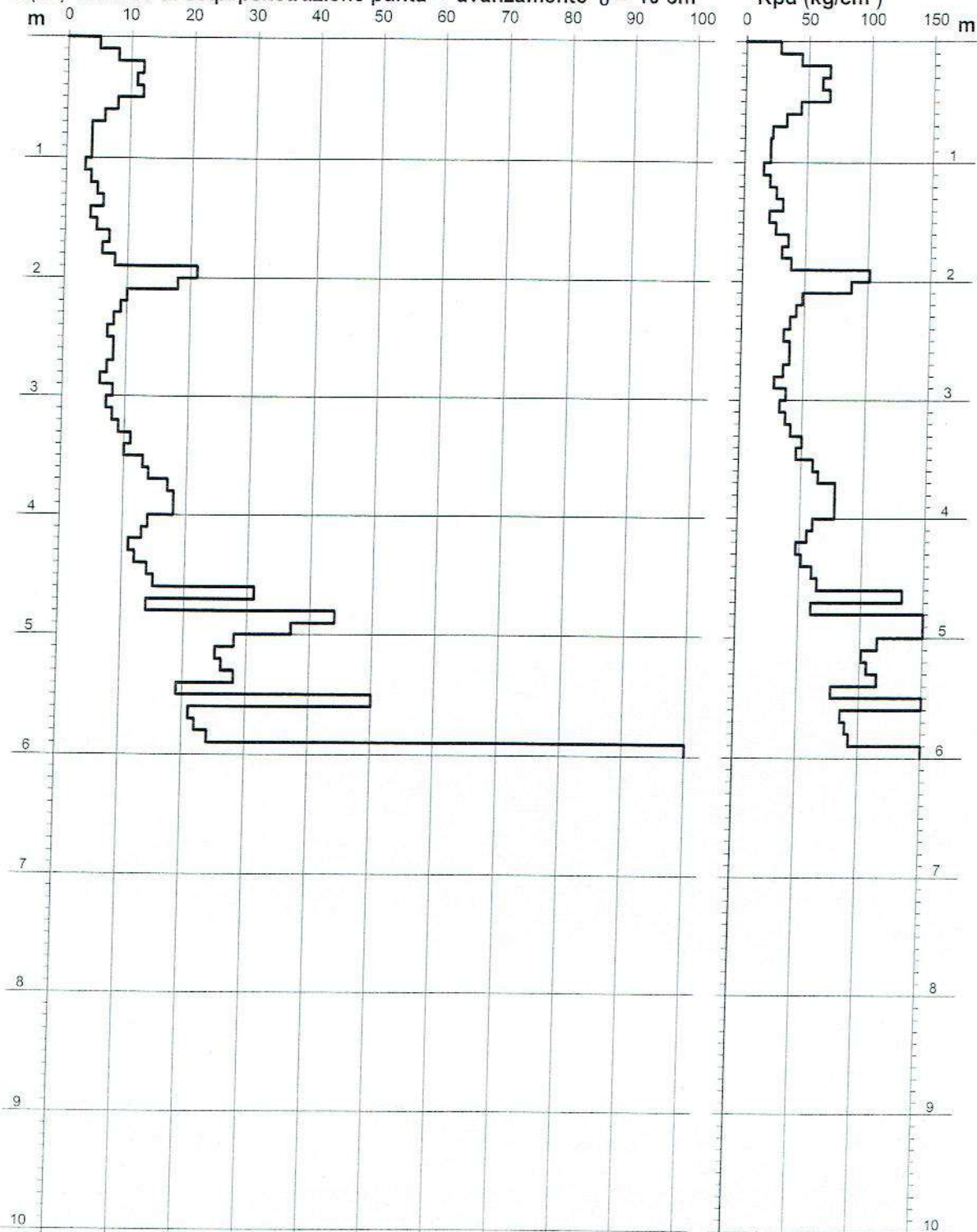
- cantiere : Sig.ri FERRARI  
- lavoro : Costruzione di locali autorimesse  
- località : Località Pereta, Comune di Casale M.mo

- data prova : 15/06/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 27/09/2010

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

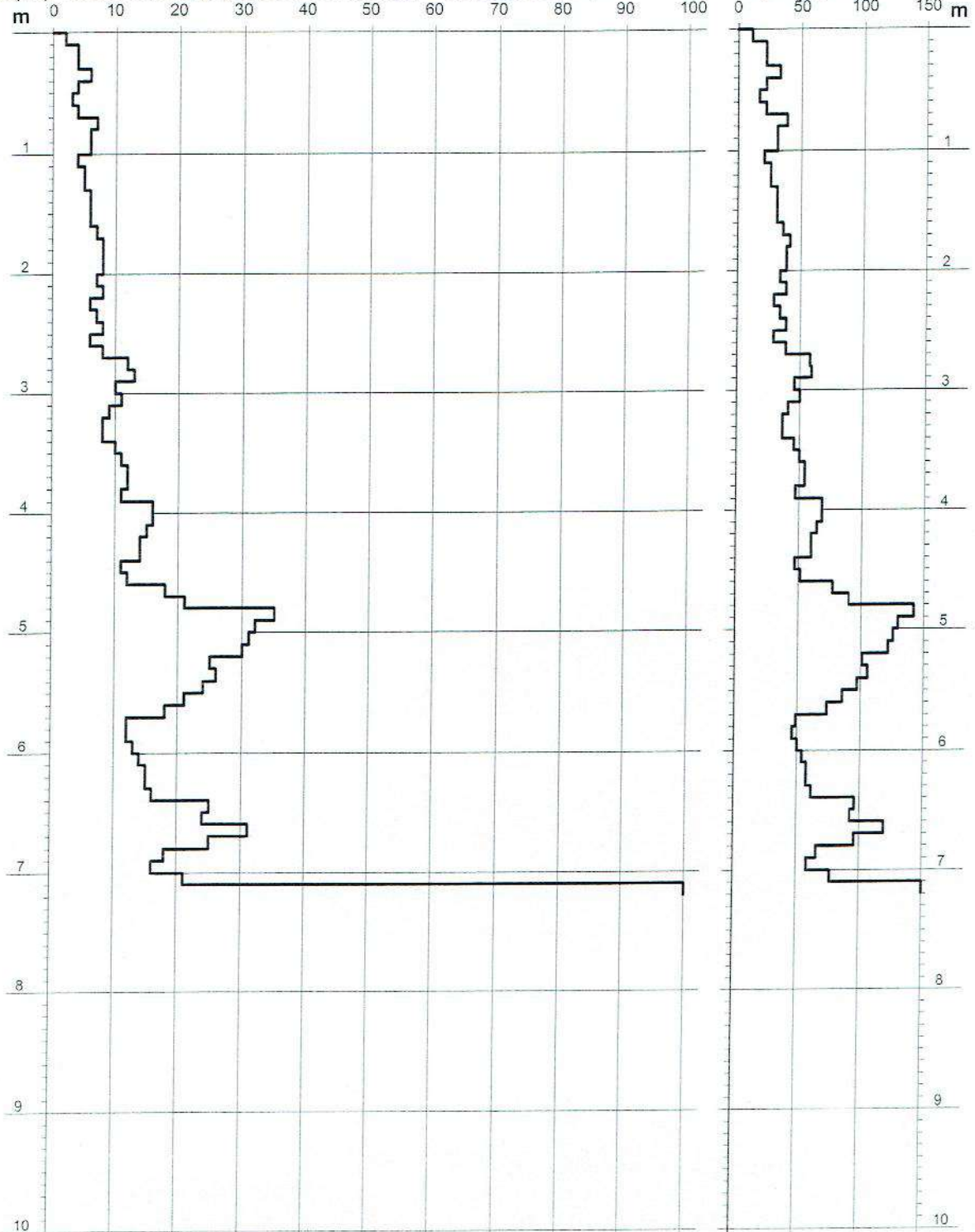
- cantiere : Sig.ri FERRARI  
- lavoro : Costruzione di locali autorimesse  
- località : Località Pereta, Comune di Casale M.mo

- data prova : 15/06/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 27/09/2010

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



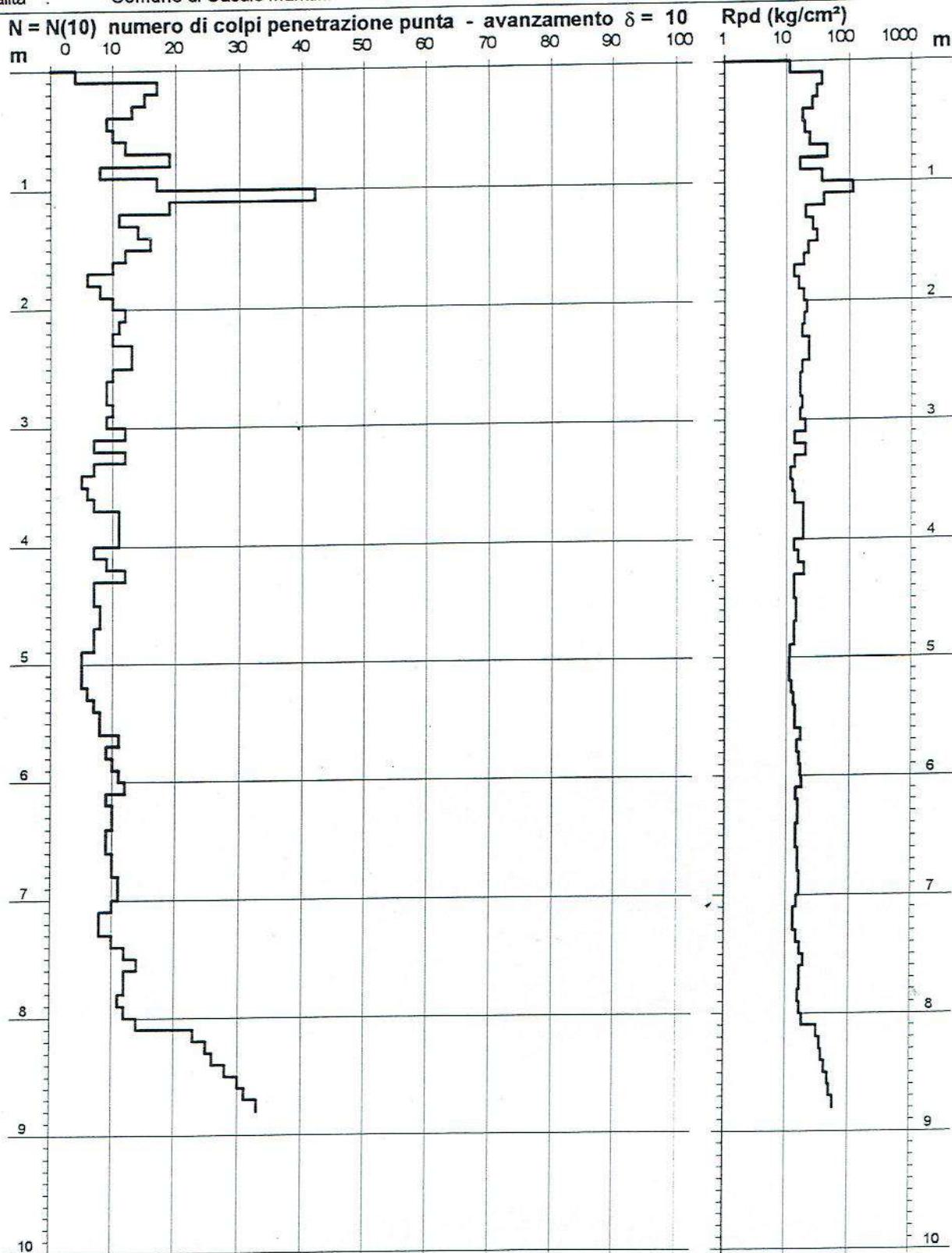
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine : Ristrutturazione di porzione di fabbricato  
- cantiere : Poderi Peretola Sig. Pasquino FERRARI  
- località : Comune di Casale marittimo

- data : 19/09/2003  
- quota inizio : p.c. (+0.50)  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

- M (massa battente)= 30,00 kg    - H (altezza caduta)= 0,20 m

- Numero Colpi Punta N = N(10) [  $\delta = 10$  cm ]

- A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup>    - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

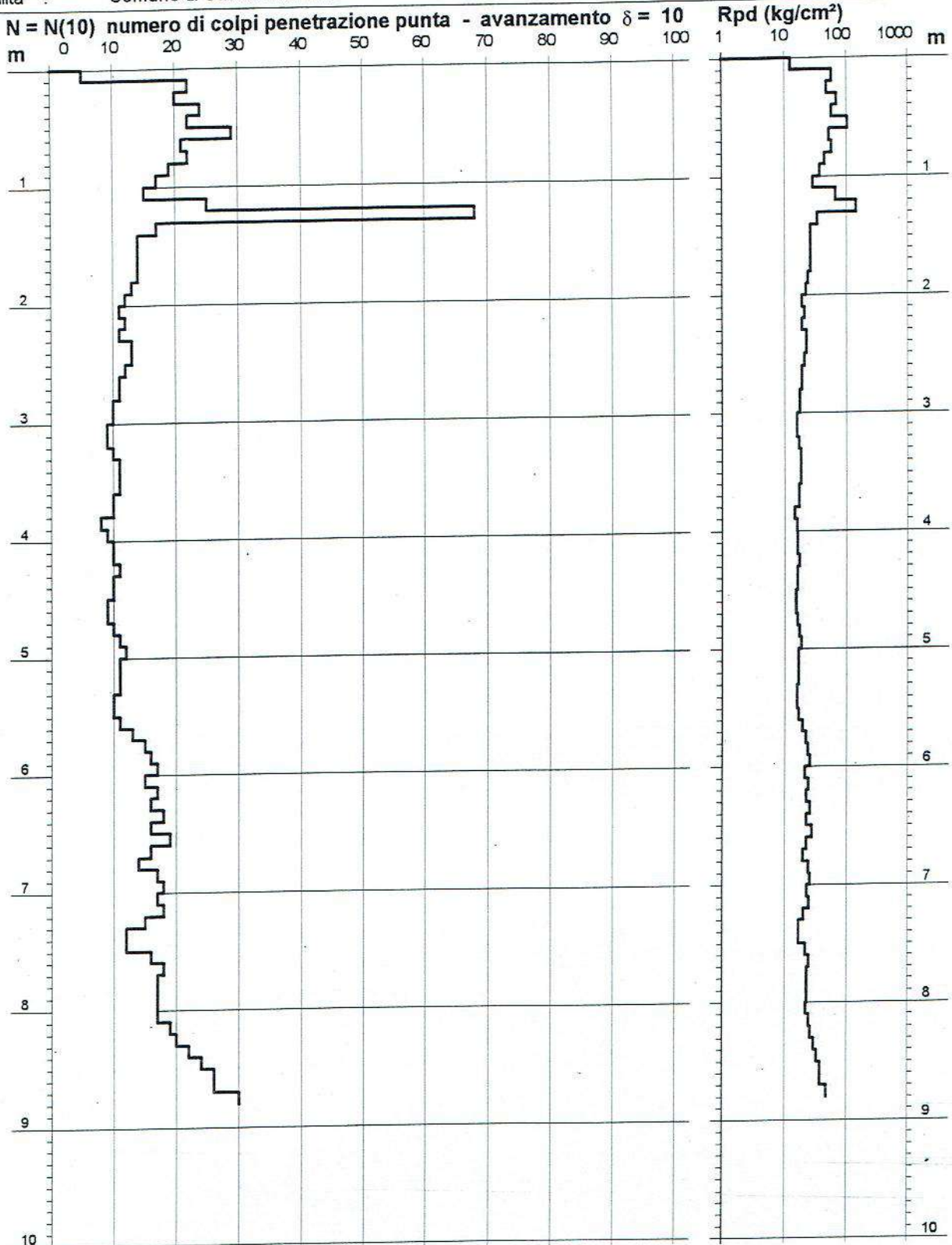
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD2

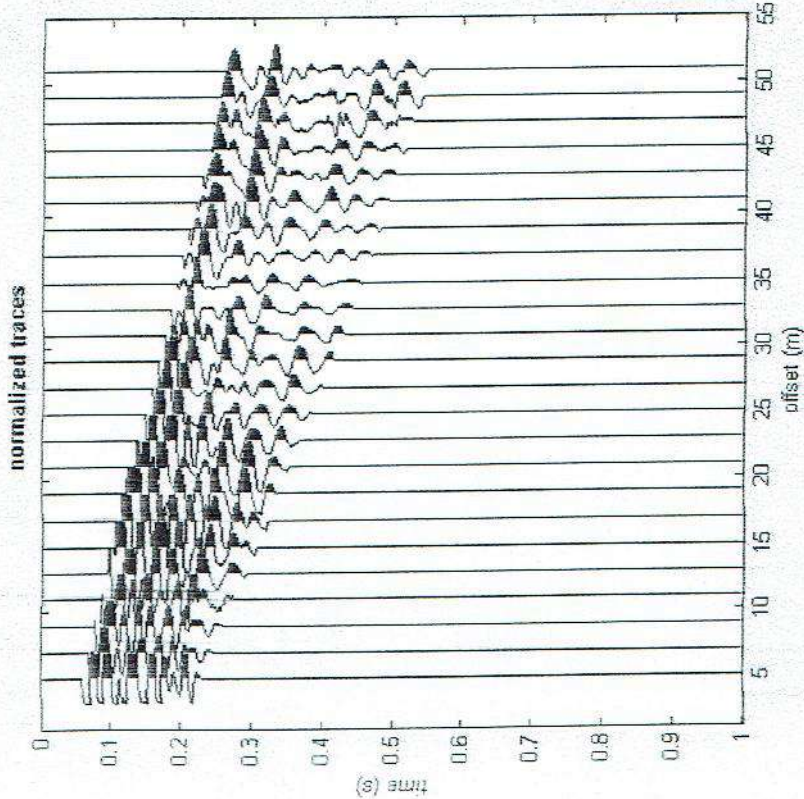
Scala 1: 50

- indagine : Ristrutturazione di porzione di fabbricato  
- cantiere : Poderi Peretola Sig. Pasquino FERRARI  
- località : Comune di Casale marittimo

- data : 19/09/2003  
- quota inizio : p.c. (+0.00)  
- prof. falda : Falda non rilevata



dataset 5 metri.sgy  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



utilities

flip traces    ?

data selection     20

refraction

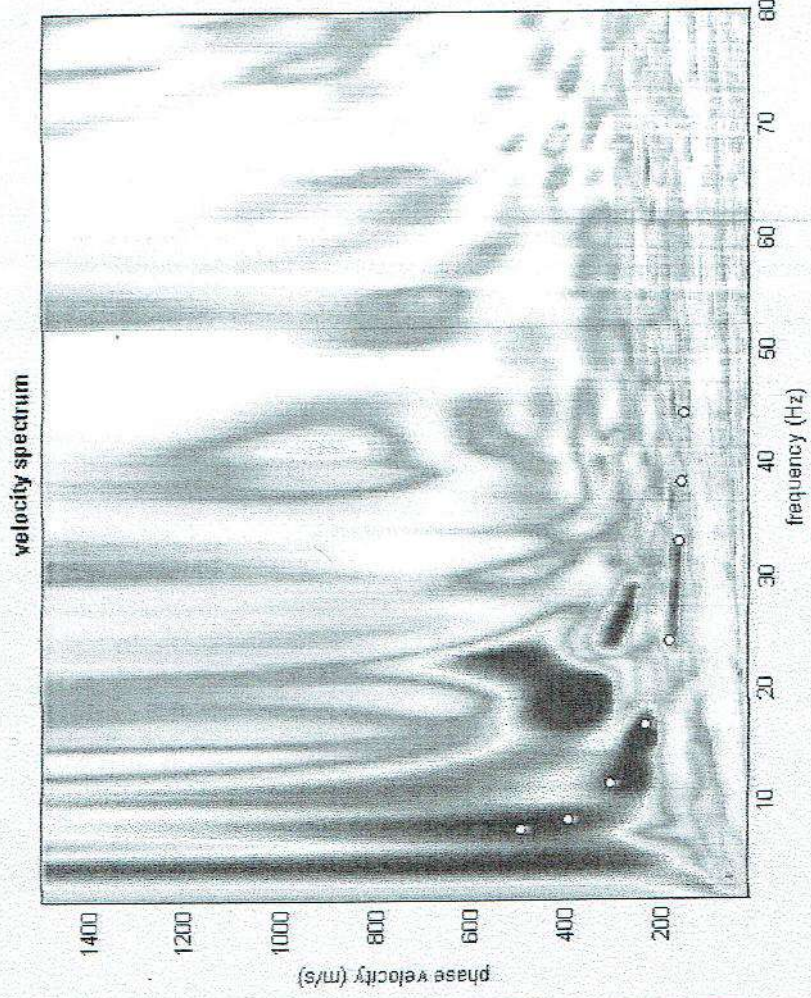


ver. 4.1 Pro

Attenuation analysis

?

Tau - v



picking 5 metri.cdp

?

use the right button to select the last point of the considered mode

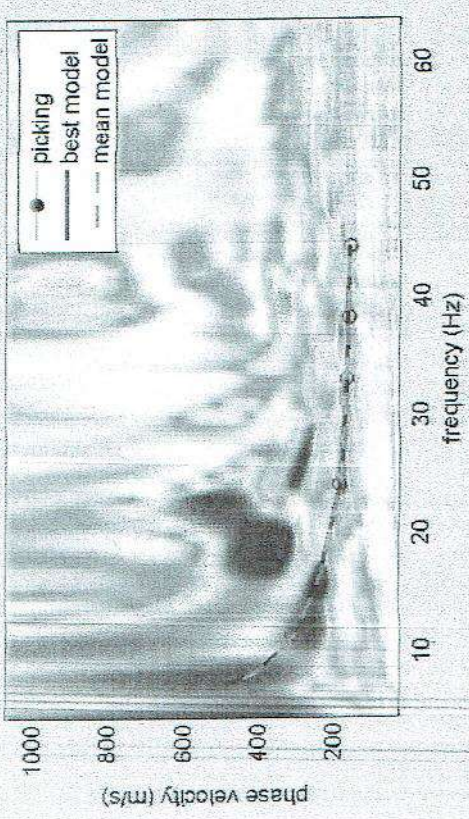
?

modeling

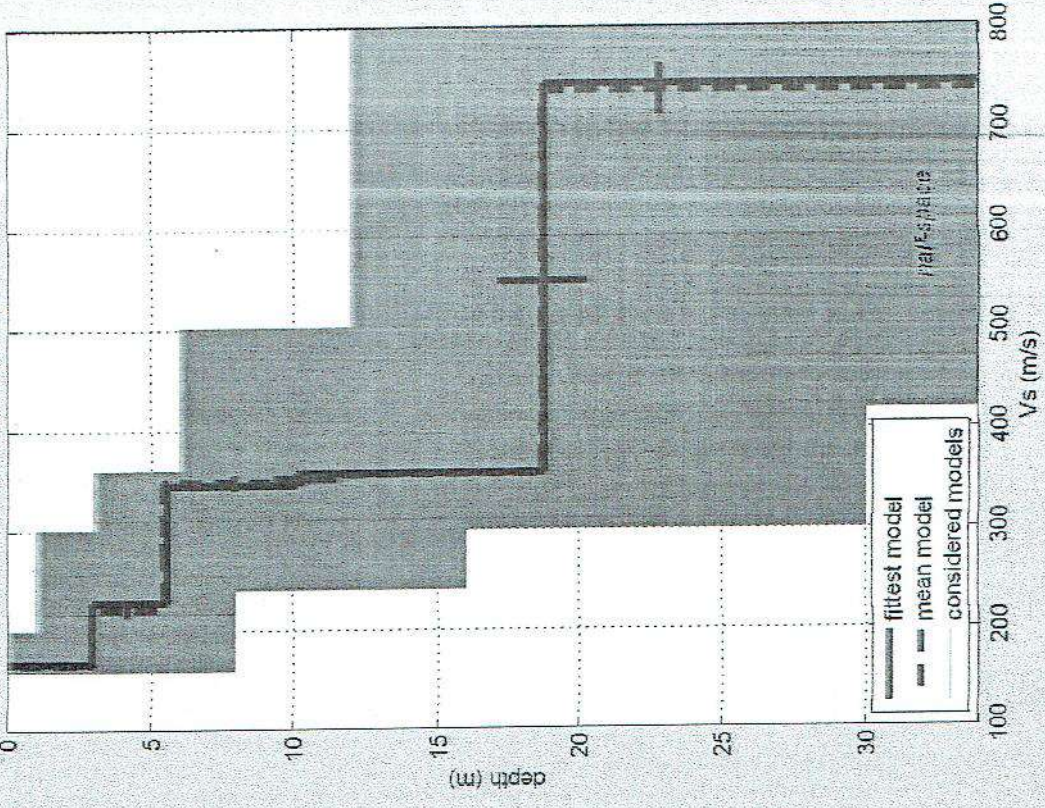
3

eigen period  ?

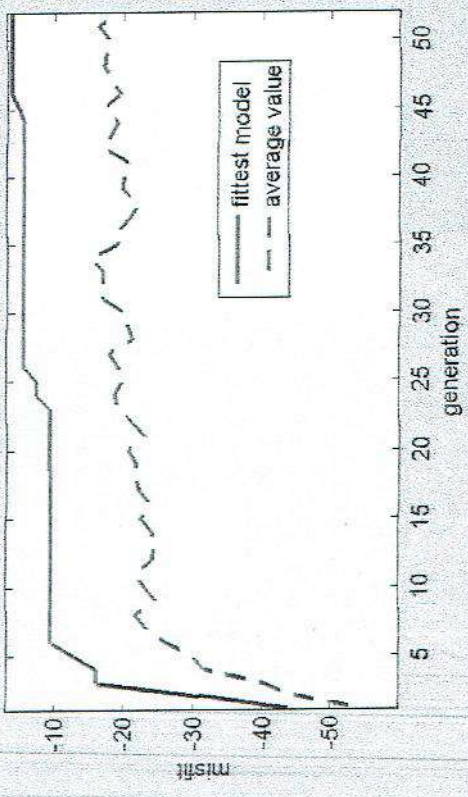
velocity spectrum & dispersion curve



Vertical Vs profile



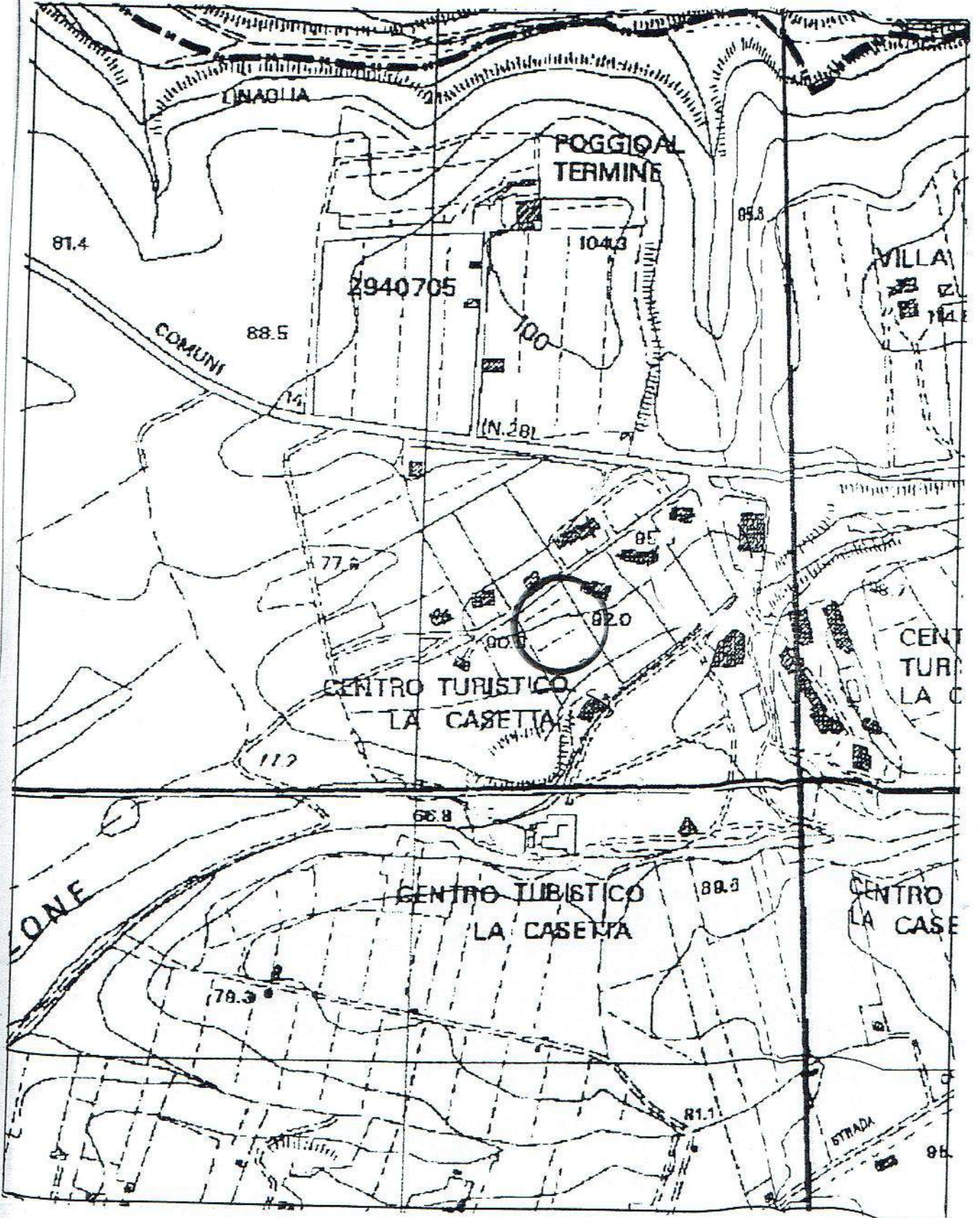
misfit evolution



dataset: 5 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
 VS30 (best model): 367 m/s  
 VS30 (mean model): 366 m/s







**COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 1A

scala 1:5.000

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

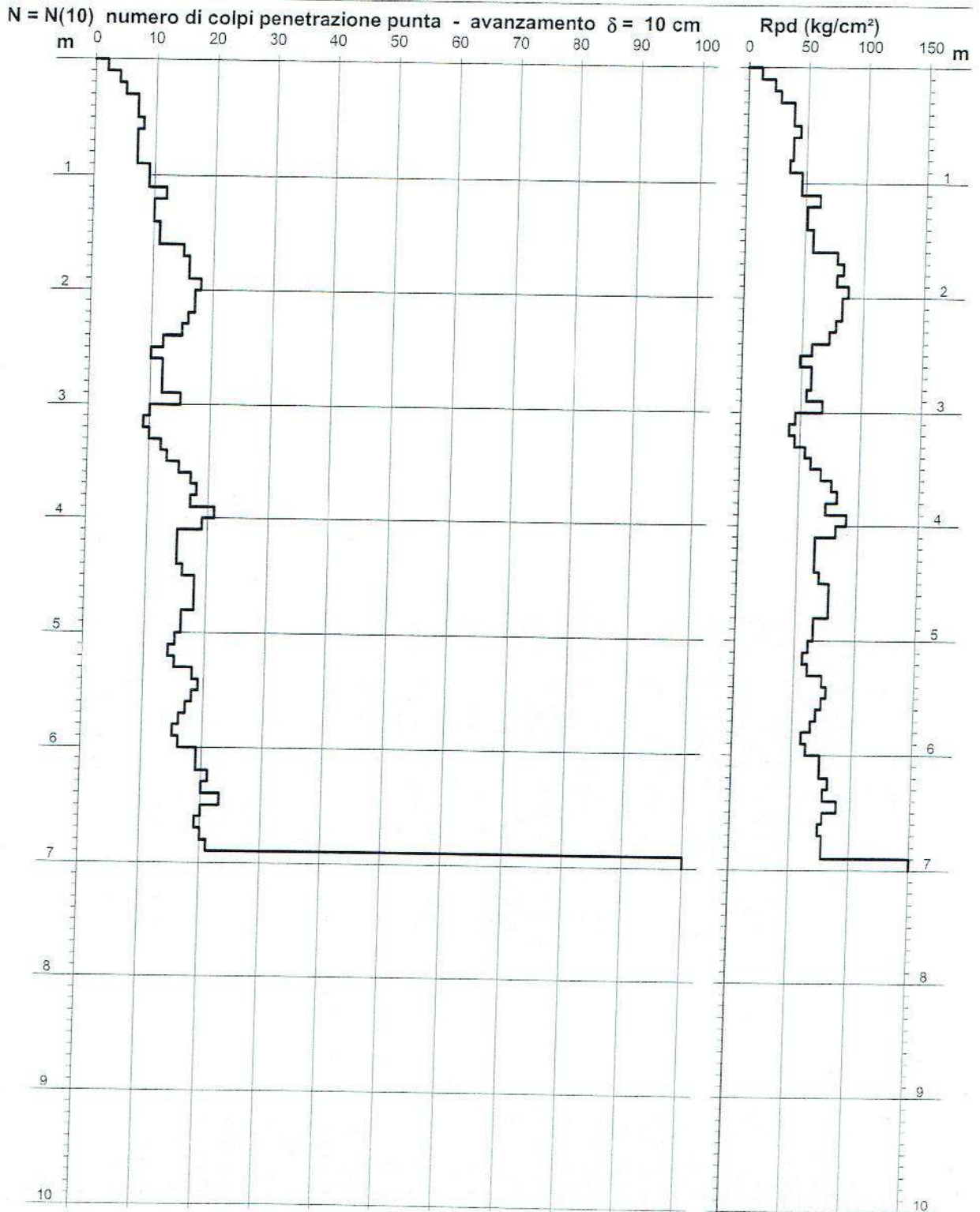
DIN PD\*

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra GEIGER Sibylle  
- lavoro : Costruzione di laboratorio  
- località : La Casetta, Comune di Casale M.mo

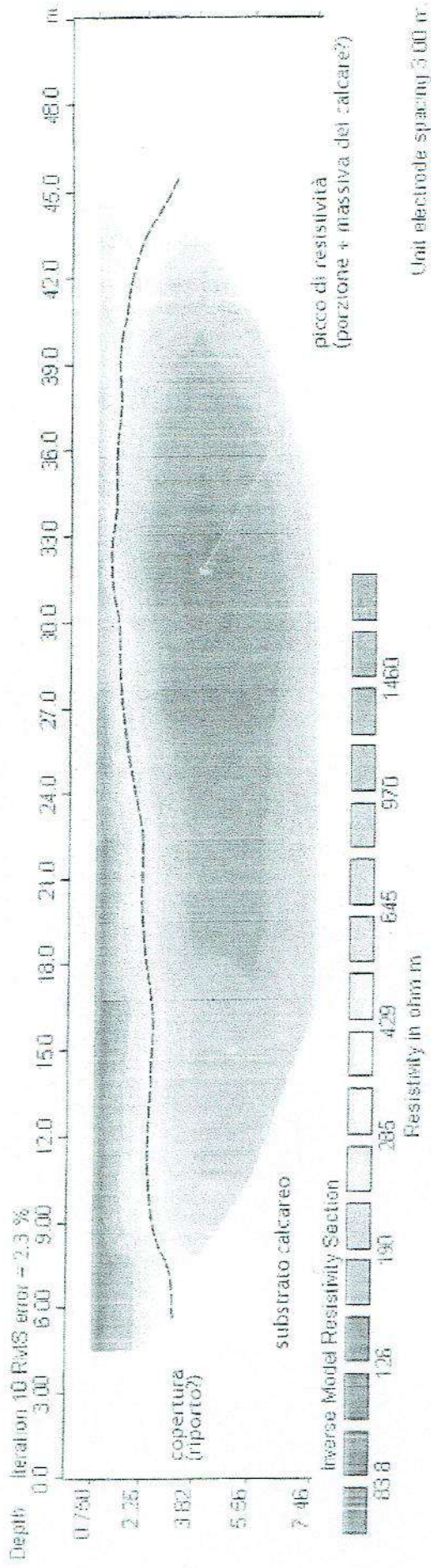
- data prova : 12/10/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 19/10/2010

- note :



la traccia della sezione è indicata sulla fig. 7

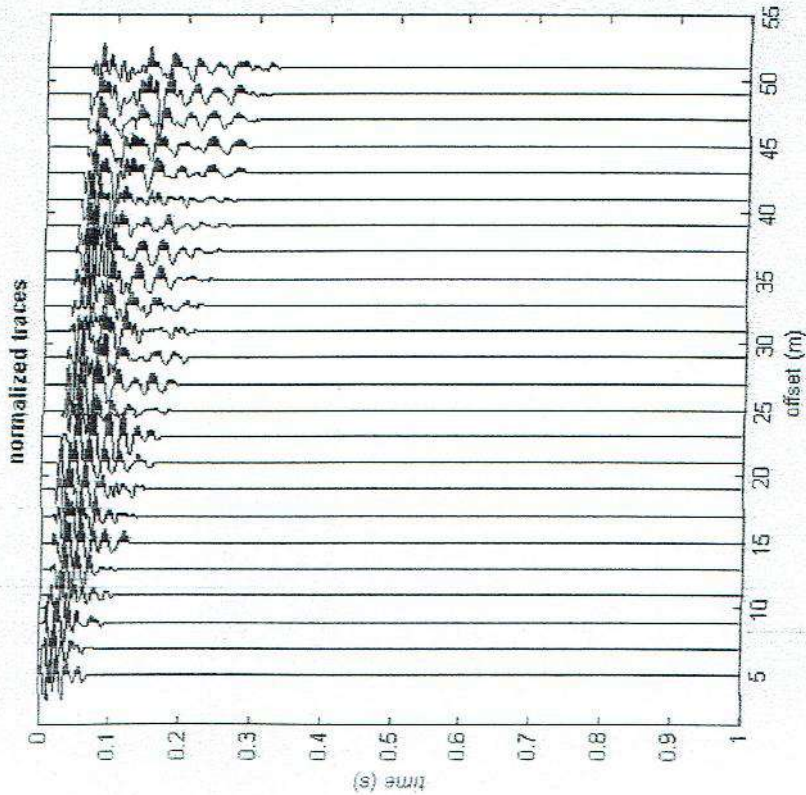
Vista da sud



## SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA RELATIVA IL SETTORE SETTENTRIONALE DEL CAMPEGGIO VALLE GAIA

(ottobre 2003)

dataset: 5 metr1.sgy  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



utilities

flip traces

spectrum

movie

data selection

activate

20

refraction

quick refraction

upload



ver. 4.1 Pro

Attenuation analysis

MASW

calculate spectrum  Tau - v

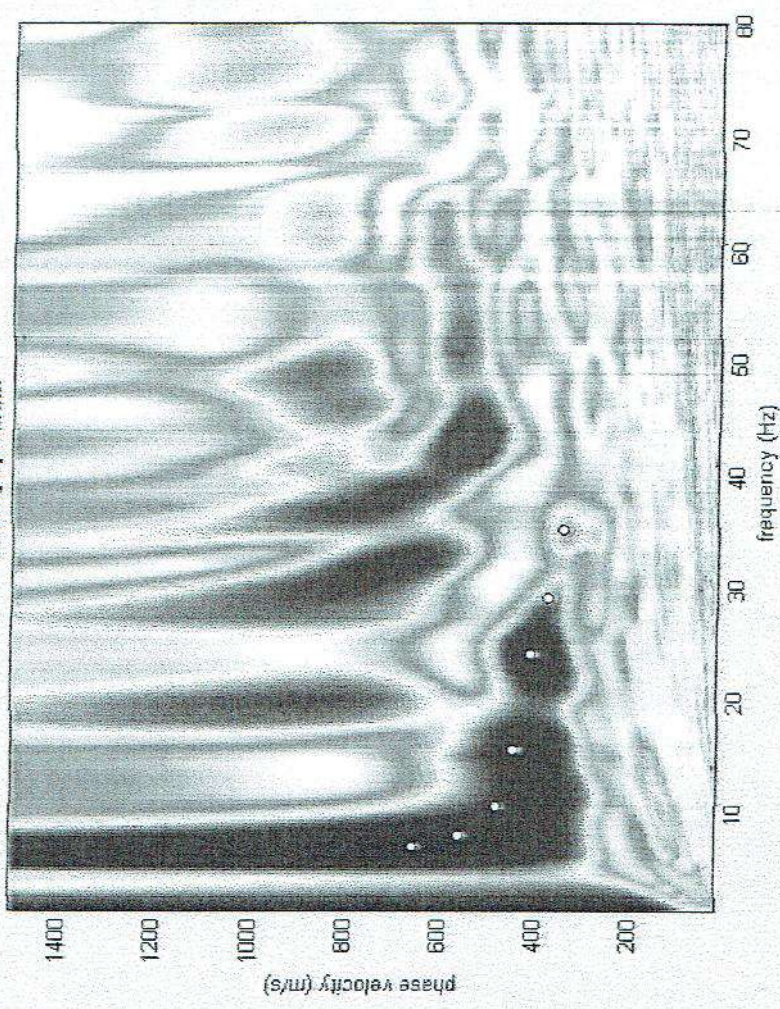
upload ReMi spectrum

ReMi

visualize curves

input curve

velocity spectrum



explore spectrum

mode lling

parameters

upload model

eigen period

picking 5 metr1.cdr

picking

fundamental

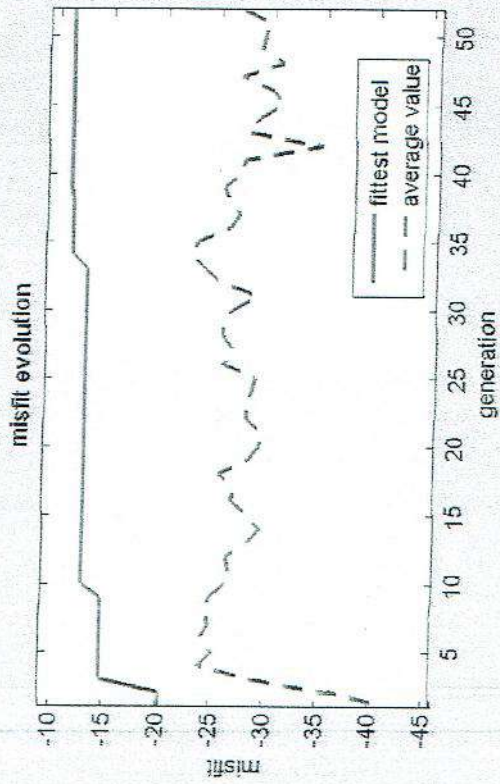
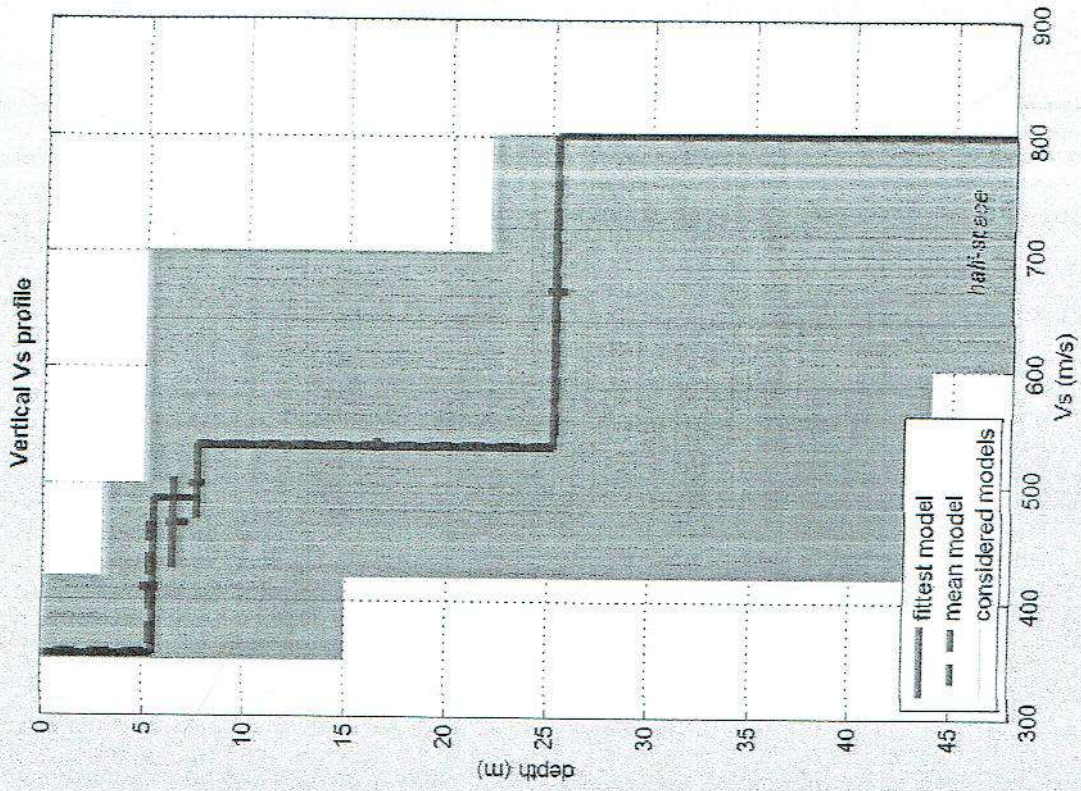
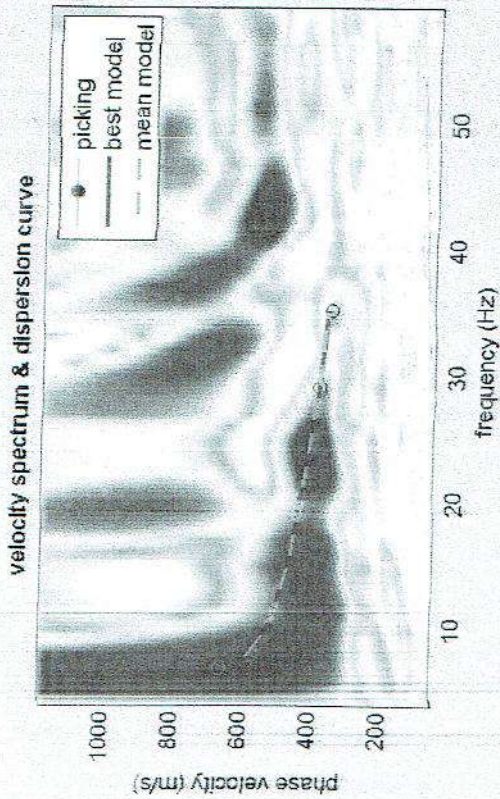
use the right button to select the last point of the consolidated mode

save picking

cancel picking

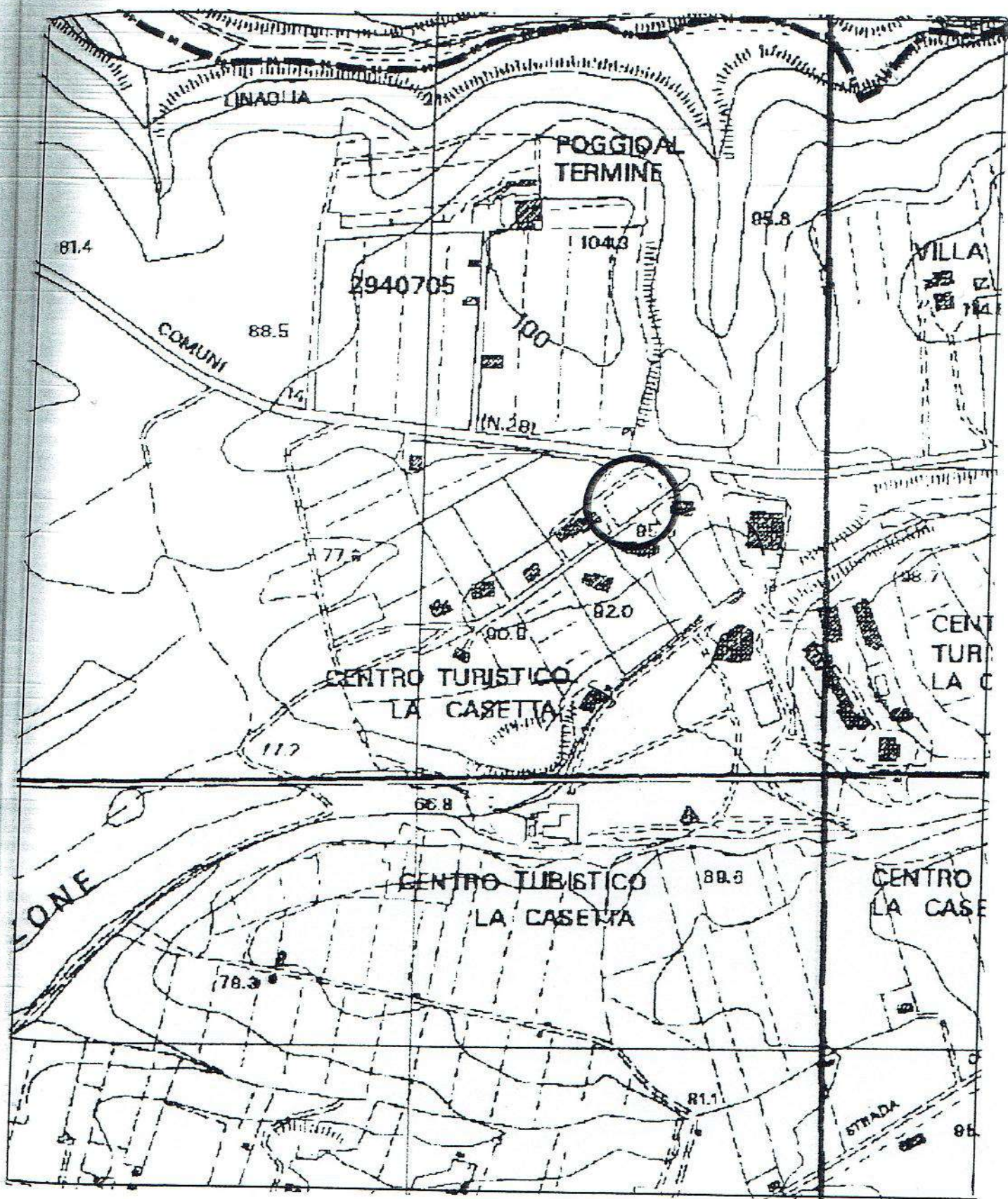
inversion

exit



dataset: 5 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
 VS30 (best model): 509 m/s  
 VS30 (mean model): 509 m/s





### COROGRAFIA DELLA ZONA

fig. 1A

scala 1:5.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

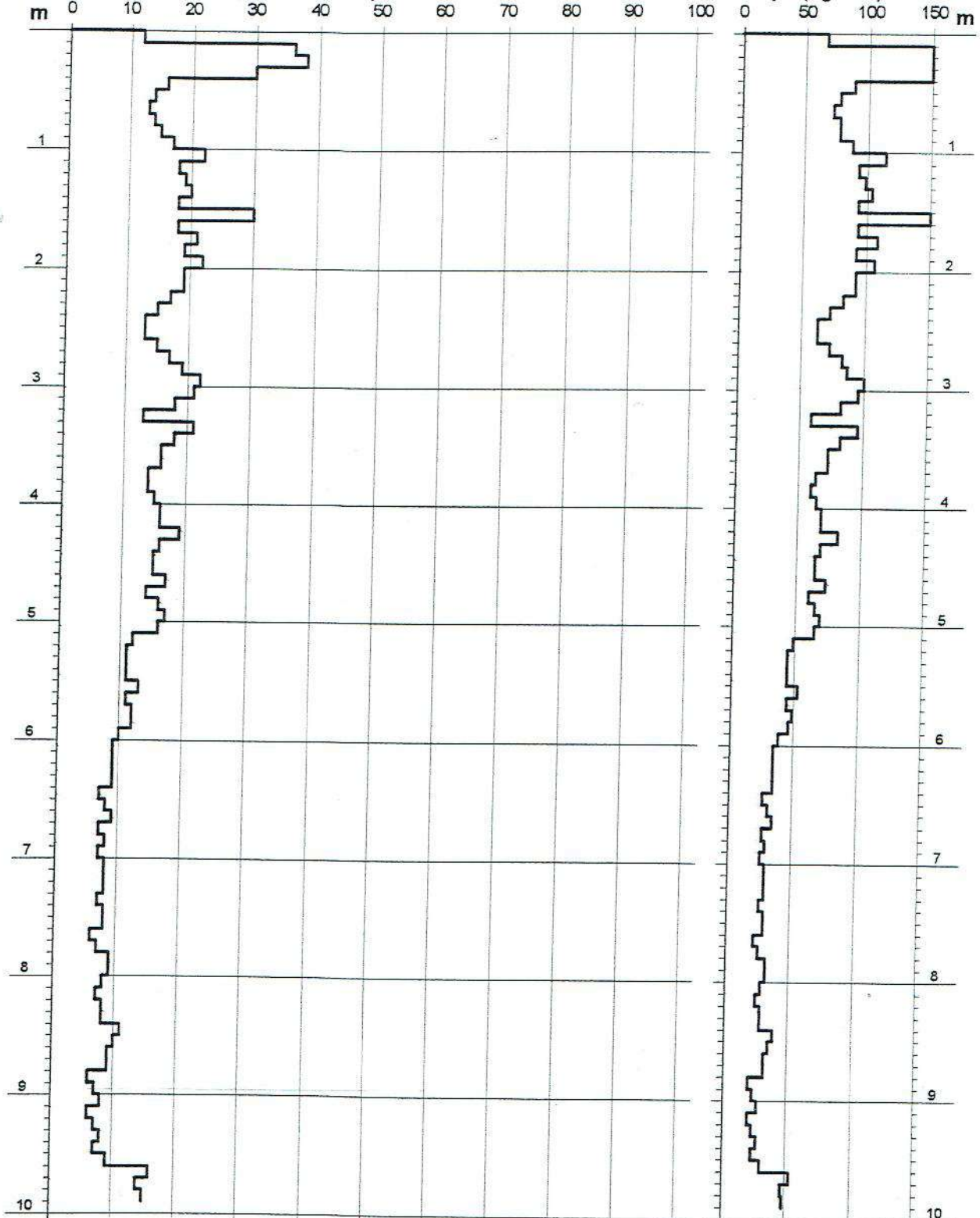
- cantiere : La Casetta Sig.ri Casini e Ruggero  
- lavoro : Costruzione di edificio bifamiliare  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data prova : 03/08/2004  
- quota inizio : p.c. (0,00)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 06/08/2004

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

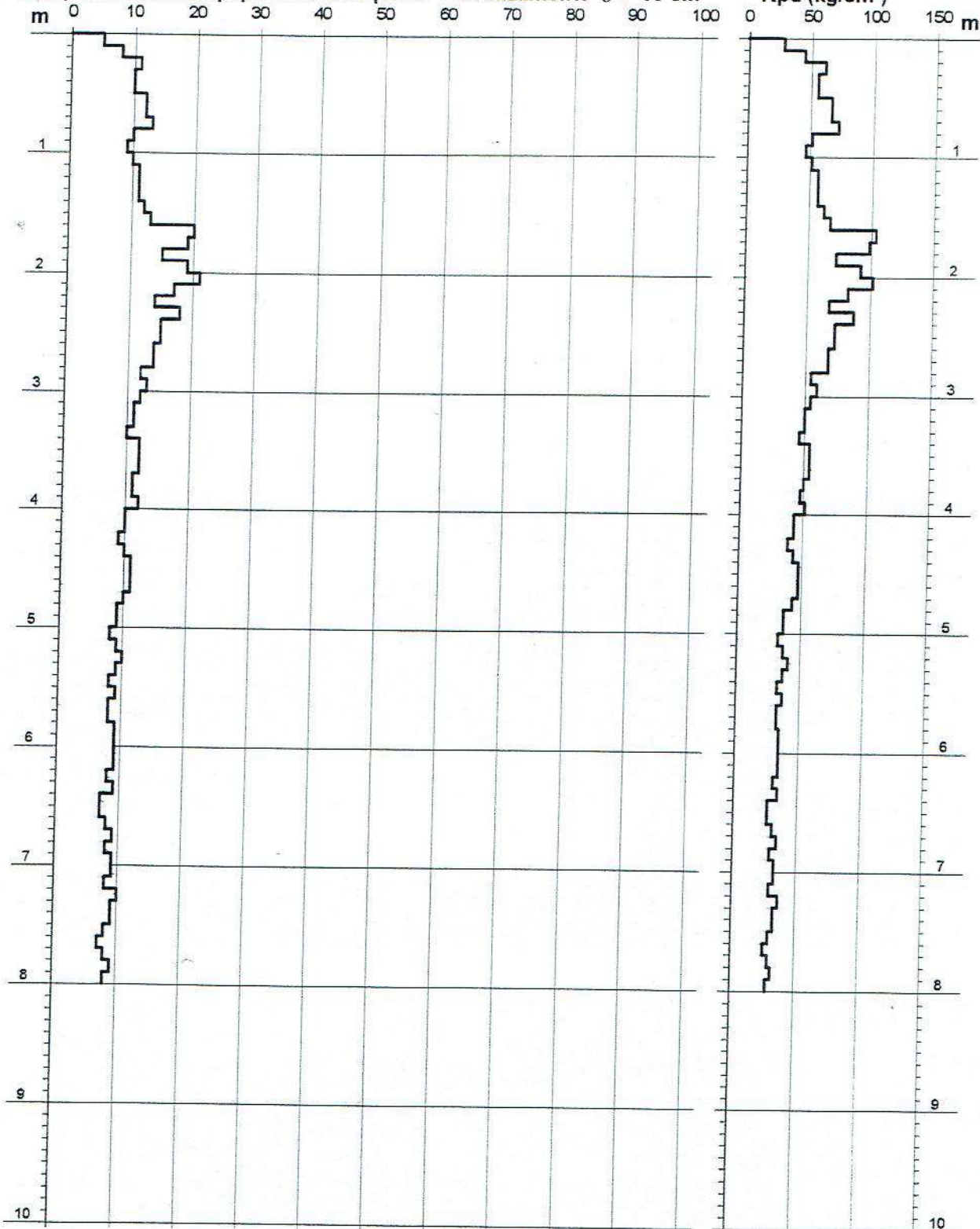
- cantiere : La Casetta Sig.ri Casini e Ruggero  
- lavoro : Costruzione di edificio bifamiliare  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data prova : 03/08/2004  
- quota inizio : p.c. (0.00)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 06/08/2004

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

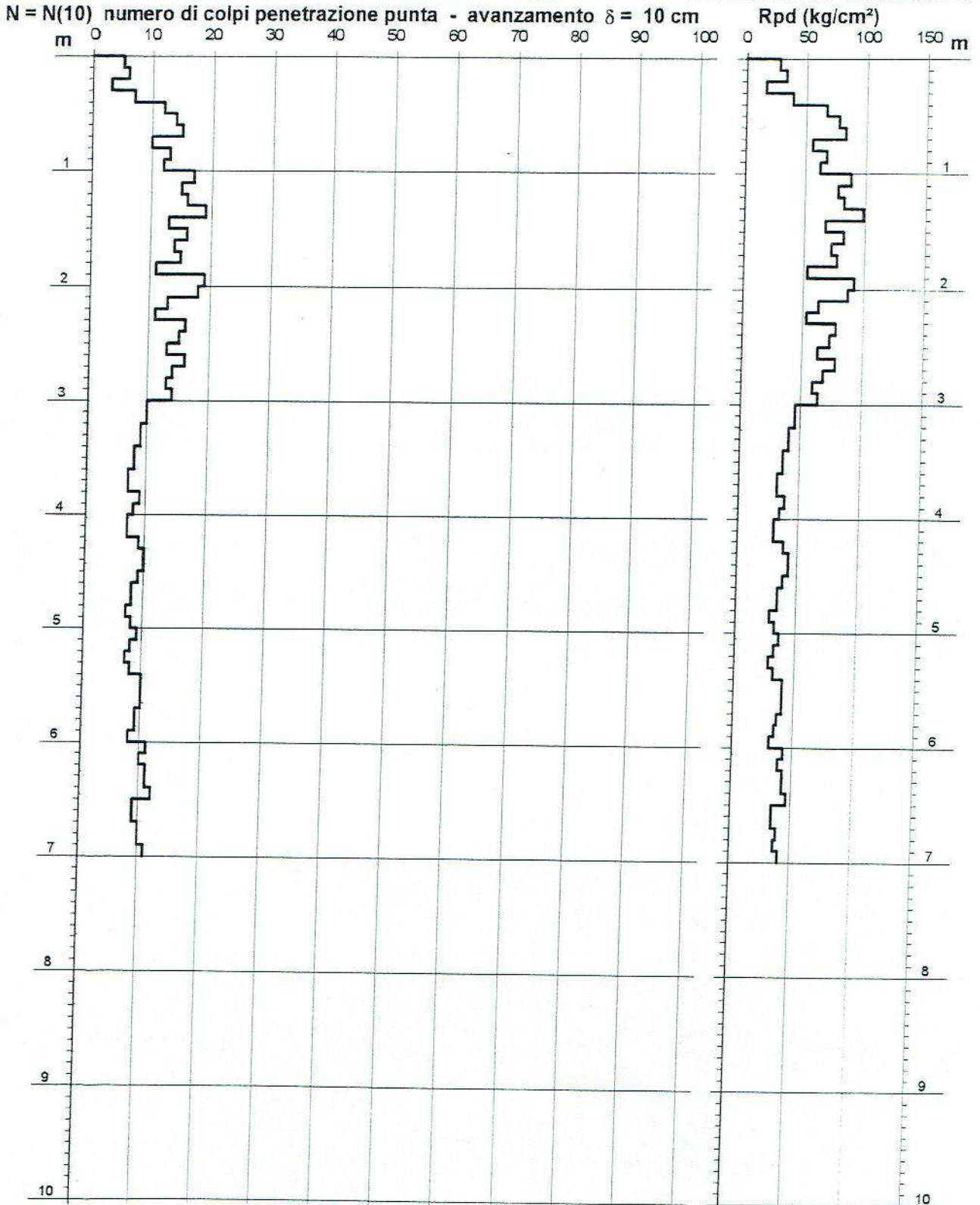
DIN PD3

Scala 1: 50

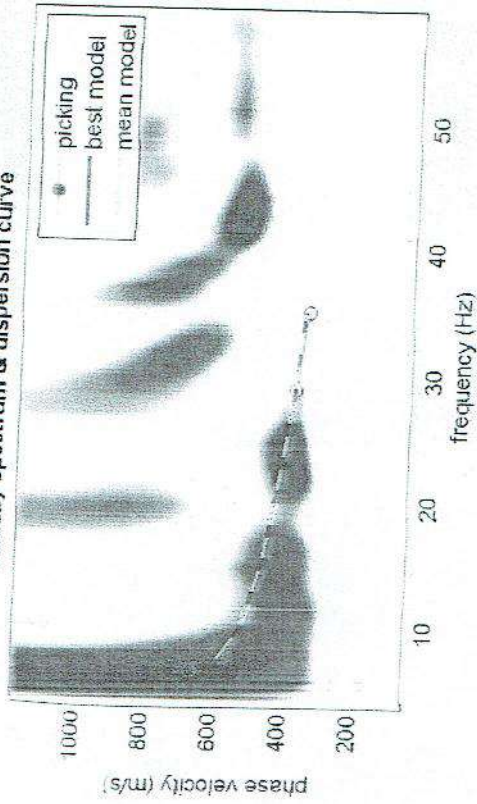
- cantiere : La Casetta Sig.ri Casini e Ruggero  
- lavoro : Costruzione di edificio bifamiliare  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data prova : 03/08/2004  
- quota inizio : p.c. (-2.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 06/08/2004

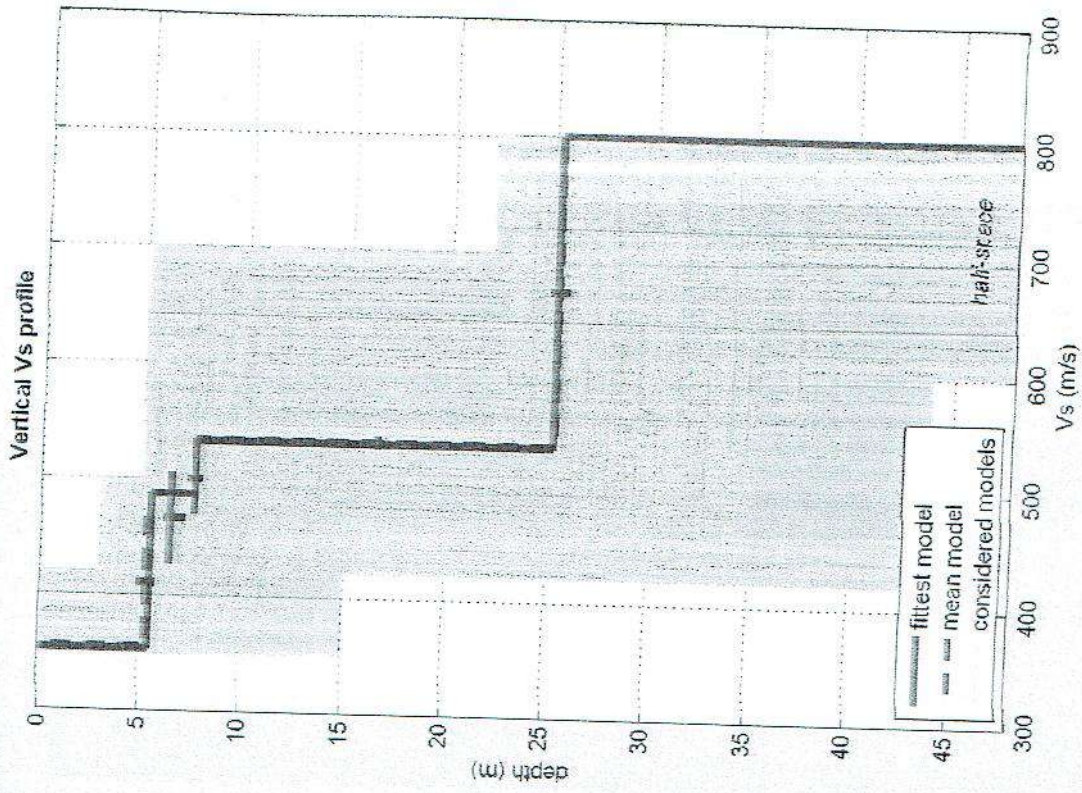
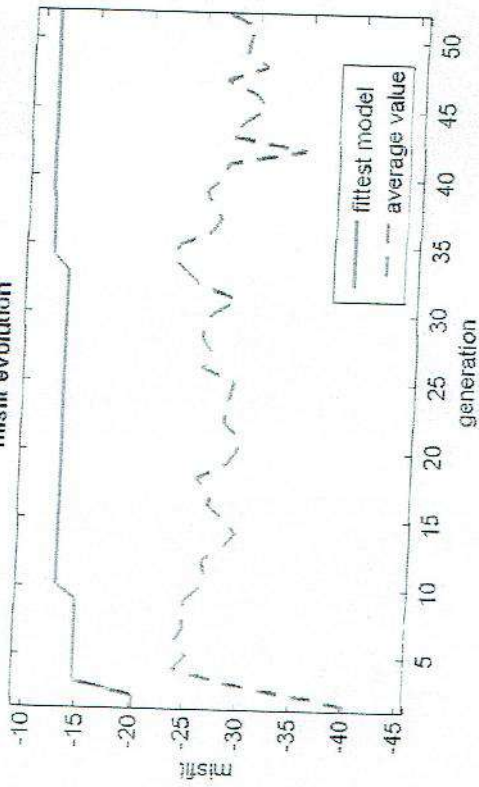
- note :



velocity spectrum & dispersion curve



misfit evolution



dataset: 5 metri.sgy

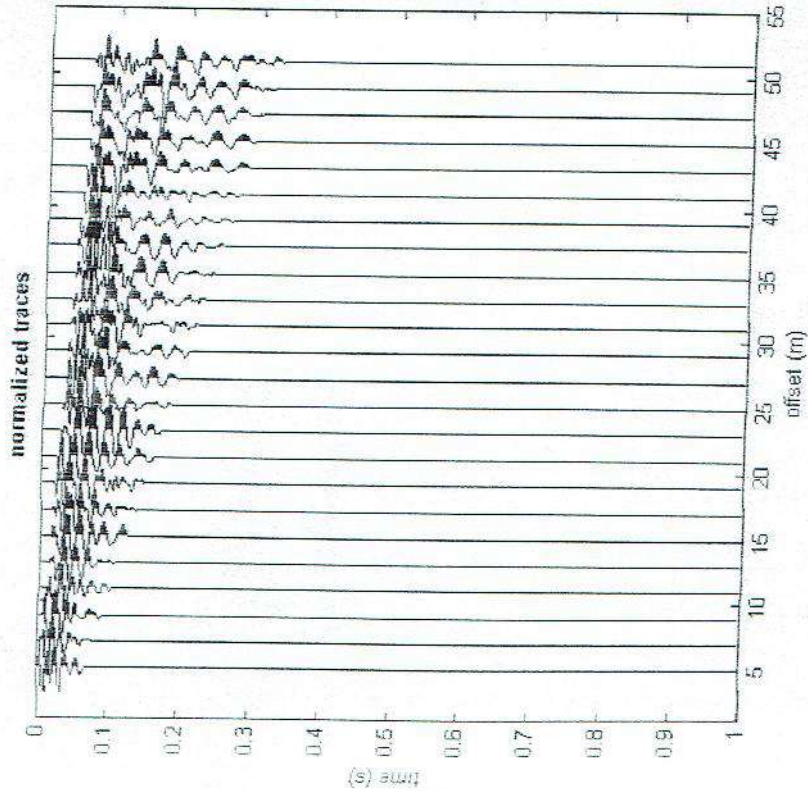
dispersion curve: picking 5 metri.cdp

VS30 (best model): 509 m/s

VS30 (mean model): 509 m/s



dataset: 5 metr1.sgy  
minimum offset: 5 m  
geophone spacing: 2 m  
sampling: 0.131 ms



utilities

flip traces

spectrum  

refraction

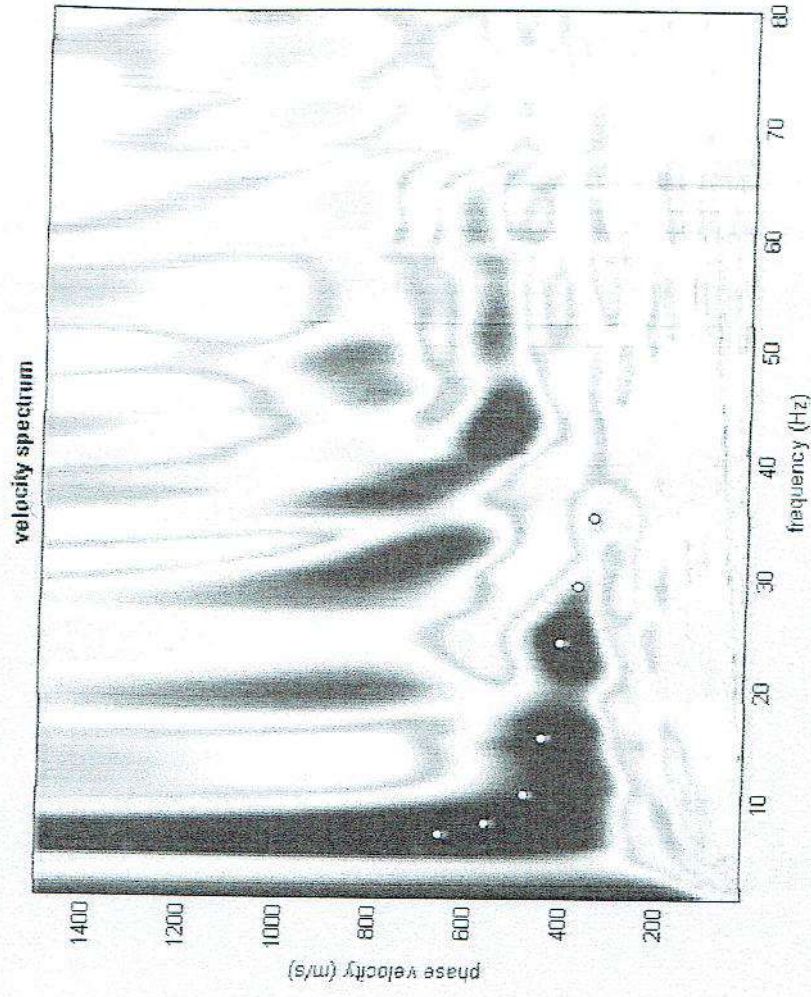
Attenuation analysis

MASW

calculate spectrum  Tau - v

ReMf

visualize curves



explore spectrum

modelling

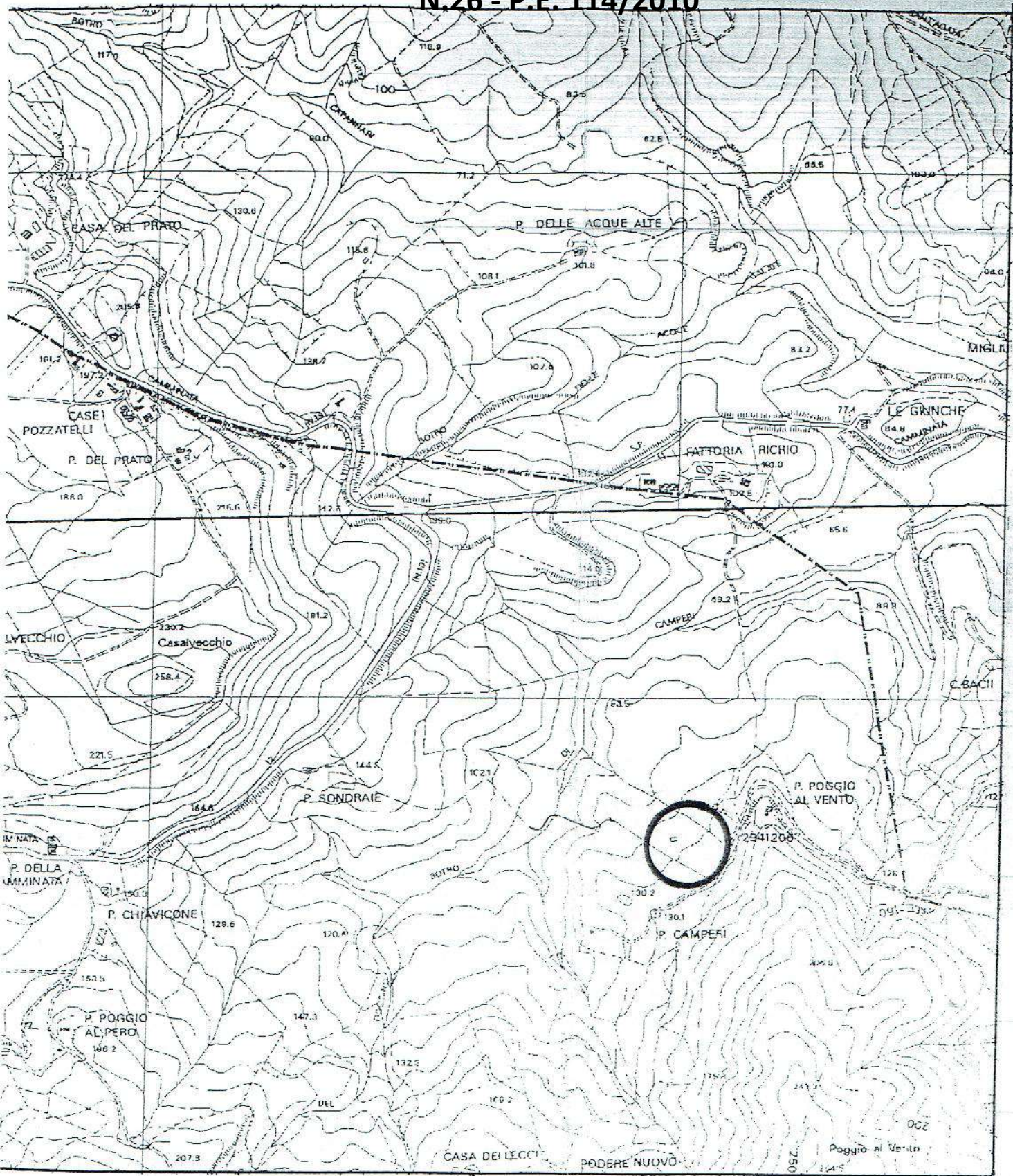
parameters

upload model    

eigen period

picking 5 metr1.cdp

use the right button to select the last point of the considered mode



**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

scala 1:10.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

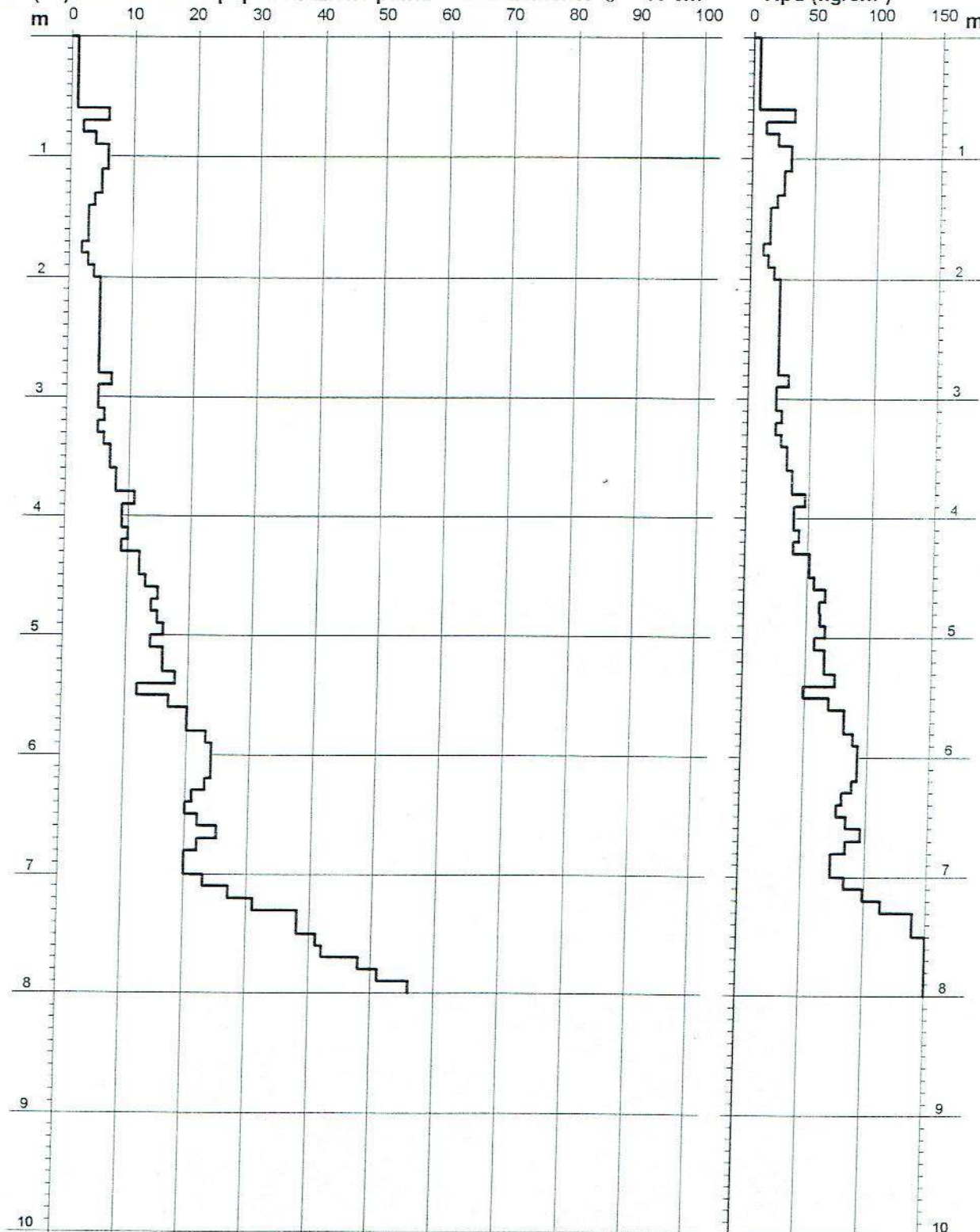
- cantiere : Valdicecina srl  
- lavoro : Ristrutturazione Podere Camperi 2°  
- località : Località Camperi, Comune di Casale M.mo

- data prova : 05/11/2009  
- quota inizio : p.c. (-2.30 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 23/11/2009

- note : umidità da 5.0 mt. dal.p.c.

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

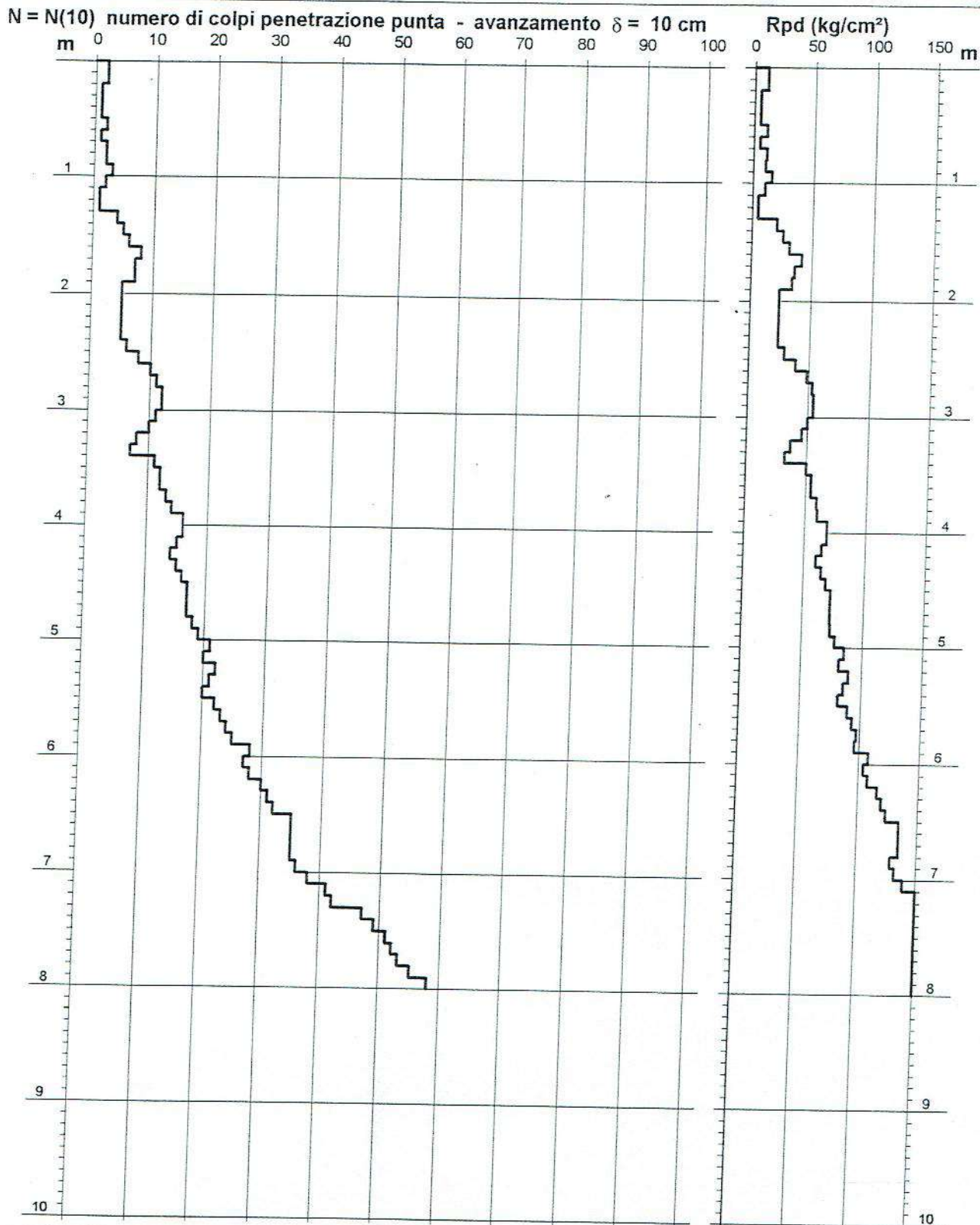
DIN PD2

Scala 1: 50

- cantiere : Valdicecina srl  
- lavoro : Ristrutturazione Podere Camperi 2°  
- località : Località Camperi, Comune di Casale M.mo

- data prova : 05/11/2009  
- quota inizio : p.c. (-1.80 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 23/11/2009

- note : umidità da 5.0 mt. dal.p.c.



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

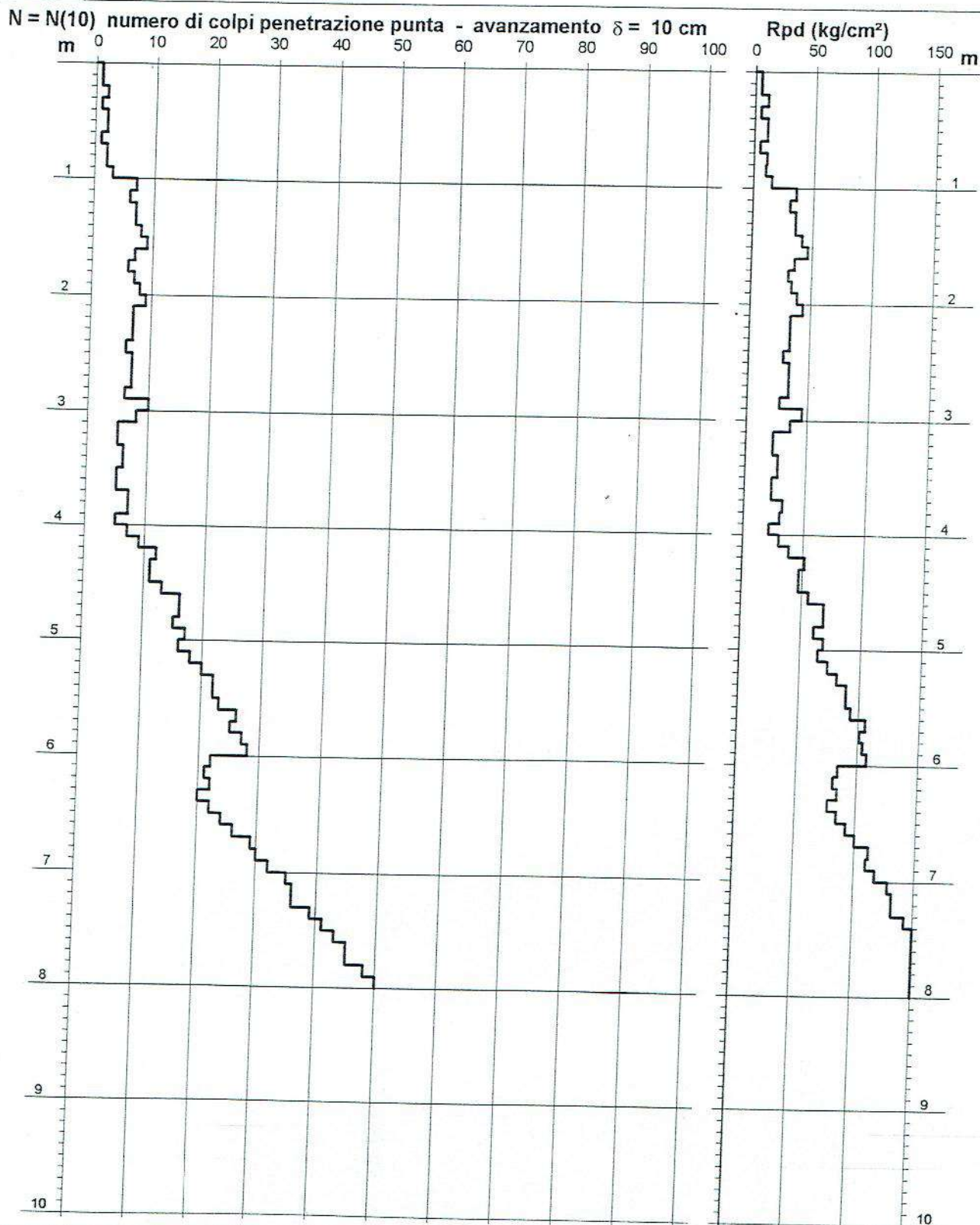
DIN PD3

Scala 1: 50

- cantiere : Valdicecina srl  
- lavoro : Ristrutturazione Podere Camperi 2°  
- località : Località Camperi, Comune di Casale M.mo

- data prova : 05/11/2009  
- quota inizio : p.c. (0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 23/11/2009

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD4

Scala 1: 50

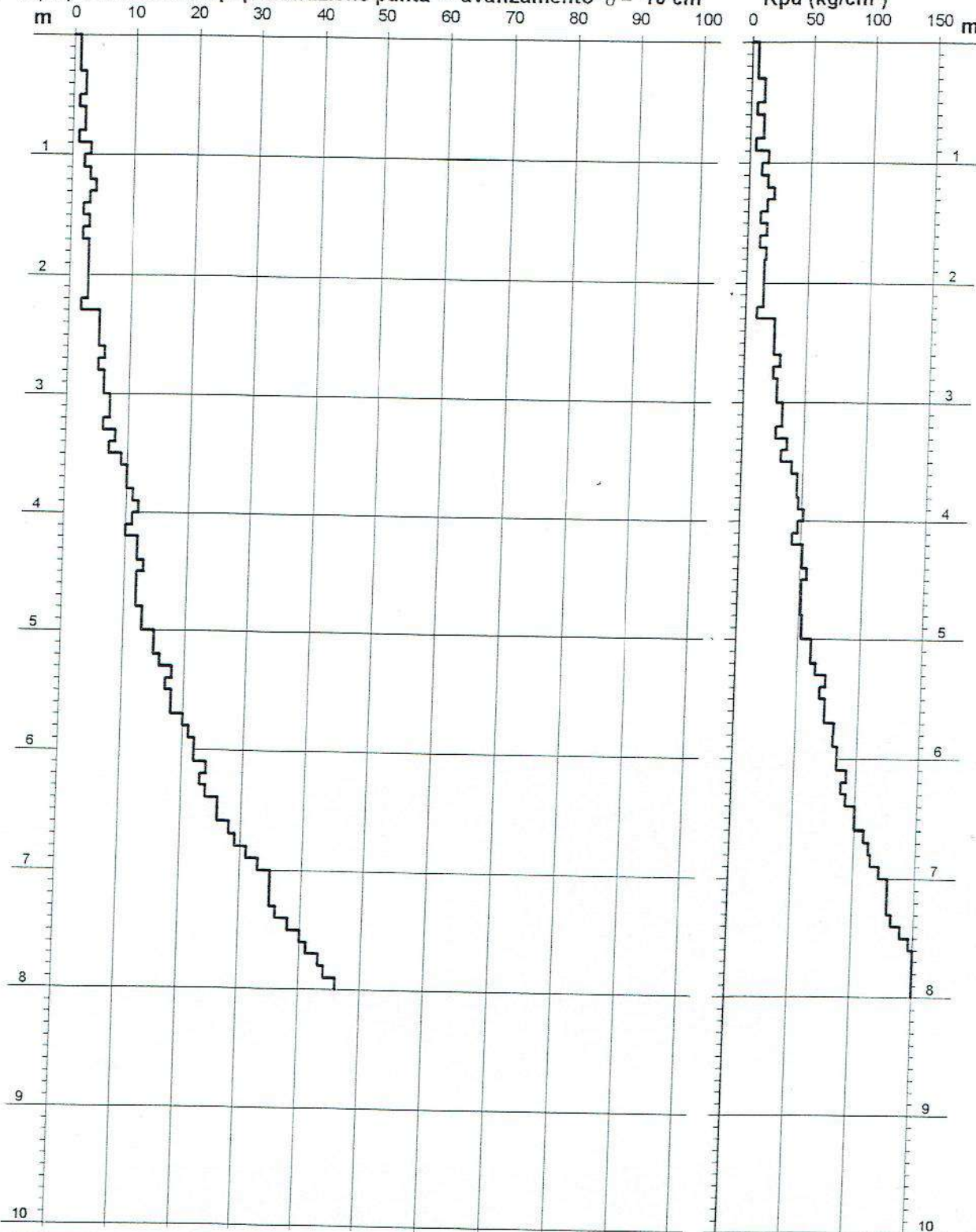
- cantiere : Valdicecina srl  
- lavoro : Ristrutturazione Podere Camperi 2°  
- località : Località Camperi, Comune di Casale M.mo

- data prova : 05/11/2009  
- quota inizio : p.c. (-2.60 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 23/11/2009

- note : umidità da 5.0 mt. dal.p.c.

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)





---

## RISULTATI DELLE INDAGINI GEOELETTRICHE ESEGUITE TRAMITE 1 PROFILO TOMOGRAFICO 2D IN LOC. "CAMPERI" (CASALE M.MO) .

---

### PREMESSE

La presente relazione sintetizza i risultati di un'indagine geoelettrica eseguita, mediante 1 profilo tomografico 2D, per contribuire a una ricostruzione geologico-idrogeologica in un tratto di versante posto presso "Pod. Camperi", nella zona di Casale M.mo.

Il profilo in oggetto è stato ubicato in modo da effettuare una ricostruzione delle caratteristiche di resistività del terreno in senso longitudinale al versante stesso, lungo un allineamento posto immediatamente a monte di un esistente pozzo superficiale.

Nell'interpretazione dei risultati delle indagini geoelettriche si deve considerare che le variazioni di resistività, che vengono evidenziate sia in senso verticale che laterale, possono essere messe in relazione con variazioni litologiche e, nell'ambito di uno stesso litotipo, con diverse condizioni di porosità, alterazione, saturazione.

Per le prospezioni è stato utilizzato un georesistivimetro *Syscal R1 + Switch 48* della *Iris Instrument*, dotato di convertitore di potenza interno (200 W, 600 V max). L'attrezzatura è completata da un dispositivo che comprende due rotoli di multicavo a 24 mandate e 48 elettrodi, utilizzabili indifferentemente come punti di corrente e di misura.

Per l'interpretazione dei risultati ottenuti è stata operata una correzione topografica di massima relativamente alle quote relative dei vari elettrodi di misura, in modo da ottenere un profilo aderente alla locale morfologia.

### MODALITÀ ESECUTIVE DEI PROFILI DI RESISTIVITÀ 2D

Nell'ambito delle indagini geoelettriche, per ottenere una più accurata ricostruzione delle caratteristiche dei terreni presenti di quanto non si abbia con i sondaggi elettrici verticali (SEV), si può ricorrere a modelli bidimensionali, in cui possano apprezzarsi variazioni di resistività, lungo la linea di sondaggio, non solo in senso verticale, ma anche in senso orizzontale.

orizzontalmente, al punto centrale del set di elettrodi cui si riferisce la misura stessa. Verticalmente il punto è proiettato, convenzionalmente, a una distanza proporzionale alla distanza tra gli elettrodi, tenendo presente anche il dispositivo elettrodico impiegato.

La pseudosezione fornisce un'immagine approssimata e distorta della resistività del terreno. Con ausilio di appositi software di inversione è possibile, a partire dall'insieme di dati ottenuti, ottenere un modello di resistività reale.

Il software utilizzato è il *RES2DINV* (vers. 3.51) della *Geotomo Software*; esso è in grado di determinare un modello di resistività bidimensionale per il terreno a partire dai dati ottenuti da un profilo di resistività.

Elaborando i valori di resistività apparente calcolati viene tracciata una pseudosezione; la routine di inversione è poi condotta mediante un metodo di ottimizzazione ai minimi quadrati, non lineare. Può essere utilizzato sia il metodo alle differenze finite che quello agli elementi finiti, ed è possibile eliminare dal modello i dati affetti da errore.

Il modello 2D utilizzato dal programma di inversione è costituito da un certo numero di blocchi rettangolari, la disposizione dei quali è strettamente legata alla distribuzione dei punti di misura nella pseudosezione.

## INTERPRETAZIONE

Il profilo in oggetto presenta le seguenti caratteristiche:

- lunghezza = 84,0 m
- passo (minima distanza interelettrodica) = 3,0 m
- numero elettrodi di misura = 29

Per una maggiore completezza di indagine sono state effettuate 2 distinte misurazioni:

- con l'array *Wenner* : 126 letture, 9 livelli di misura ( $a$  fra 3,0 e 27,0 m);
- con l'array *Schlumberger* : per  $a = 3$  m ( $n$  fra 1,0 e 7,0), per  $a = 6$  m ( $n$  fra 3,0 e 5,5) e per  $a = 9$  m ( $n$  fra 7/3 e 12/3) per un totale di 242 letture distribuite su 19 livelli di misura.

Alla presente relazione sono allegati i tabulati con le serie dei valori di resistività apparente ricavati dalle misure di campagna nei due casi. Il software utilizza una modellazione in "blocchi" per invertire i dati di resistività apparente e pervenire a sezioni 2D di resistività reale.

Nel caso del dispositivo *Wenner* il modello per l'interpretazione del profilo prevede 9 "layers" e 326 blocchi: sono stati utilizzati, per l'inversione, tutti i 126 punti, ed attivata l'opzione del software che utilizza blocchi di larghezza pari alla metà del passo elettrodo (*model refinement*).

Anche nel caso del dispositivo *Schlumberger* è stata attivata l'opzione di raffittimento. I punti di misura utilizzati sono 242, ed il modello si articola su 10 layers e 378 blocchi.

I grafici a colori che riassumono i risultati delle prospezioni si riferiscono, dall'alto verso il basso, a:

- a) pseudosezione di resistività apparente derivante dai dati di campagna;
- b) pseudosezione di resistività apparente teorica (calcolata dal nostro modello);
- c) modello di resistività del terreno ottenuto dall'inversione.

In una stessa tavola sono state riportate le sezioni elettrostratigrafiche, complete di correzioni topografiche e di note interpretative, con una comune scala delle resistività. L'andamento delle stesse è analogo, e l'errore finale sull'interpretazione è molto basso; con l'array *Schlumberger* si hanno maggiori dettagli in quanto a risoluzione laterale. In particolare:

- Le resistività calcolate con il modello di inversione variano fra 3,6 e 21,1  $\Omega\text{m}$  circa per il metodo *Wenner*, e fra 3,8 e 21,5  $\Omega\text{m}$  circa per lo *Schlumberger*.
- Il terreno è in linea di massima conduttivo, in accordo con la prevalenza di litotipi argilloso-limosi della serie del Pliocene.
- Al di sotto di uno strato di alterazione/copertura, di spessore piuttosto modesto, si osserva una graduazione di resistività relativamente regolare, con terreni più conduttivi nella zona finale del profilo.
- Nei grafici si osserva la zona dove sono presenti terreni sensibilmente più resistivi, che presumibilmente corrispondono a litotipi a maggiore componente limosa. All'altezza dei 20/30 m del profilo si ha il settore in cui la resistività è maggiore, e anche in superficie il terreno risulta relativamente più resistivo.
- Il minimo di resistività, nella zona finale del profilo, corrisponde evidentemente alla presenza di argille sature.

Nel complesso (in buon accordo con l'assetto geologico-litologico conosciuto per la zona) in corrispondenza del tratto di versante in esame prevalgono sedimenti argilloso-limosi di bassa permeabilità.

Sulla base delle risultanze della presente indagine, ai fini di ricerca

acquifera, si consiglia di concentrare l'attenzione sulla zona in cui si ha il passaggio ai terreni più resistivi, anche in superficie, in quanto la maggiore componente limosa conferisce una permeabilità leggermente superiore, e il limite di permeabilità stesso potrebbe favorire la concentrazione di acque di circolazione relativamente superficiale.

*ALLEGATI:*

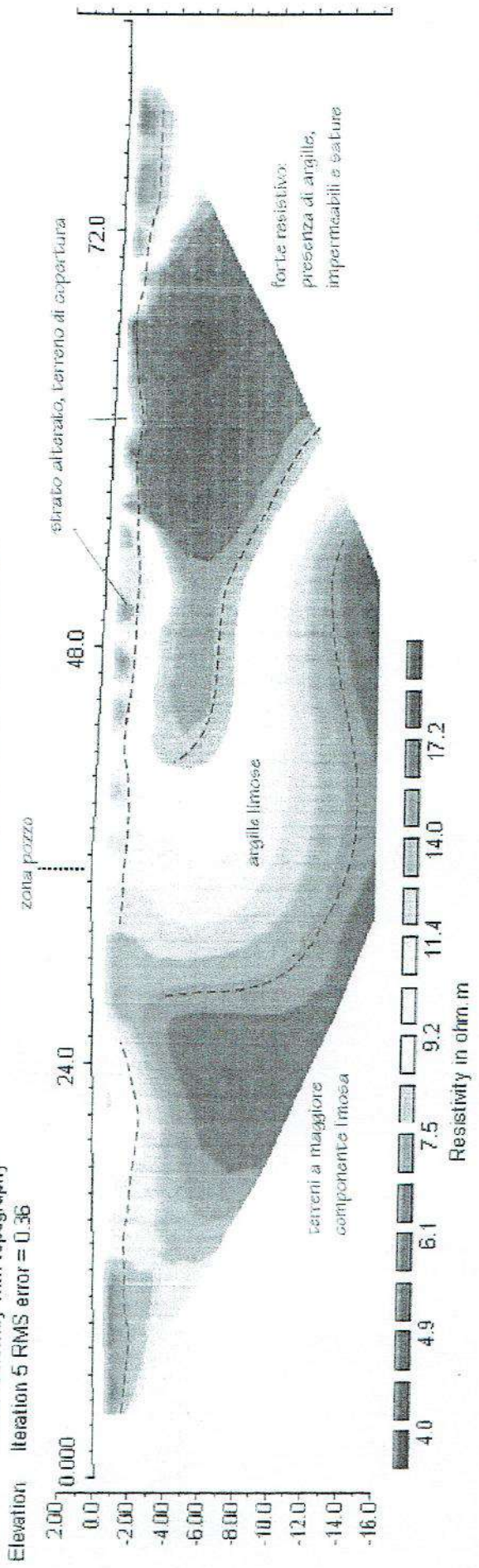
- *tabulato dati misurati e resistività apparenti - metodo Wenner*
- *tabulato dati misurati e resistività apparenti - metodo Schlumberger*
- *schema modellazione in blocchi utilizzata dal software per l'inversione dei dati - metodo Wenner*
- *schema modellazione in blocchi utilizzata dal software per l'inversione dei dati - metodo Schlumberger*
- *pseudosezioni e modello di resistività - metodo Wenner*
- *pseudosezioni e modello di resistività - metodo Schlumberger*
- *sezioni elettrostratigrafiche con note interpretative*

San Giuliano T.me, 14/02/2006



2D survey n. 1 loc. Camperi (Casale) array Schlumberger

Model resistivity with topography  
Iteration 5 RMS error = 0.36



forte resistivo:  
presenza di argilla,  
impermeabili e sature

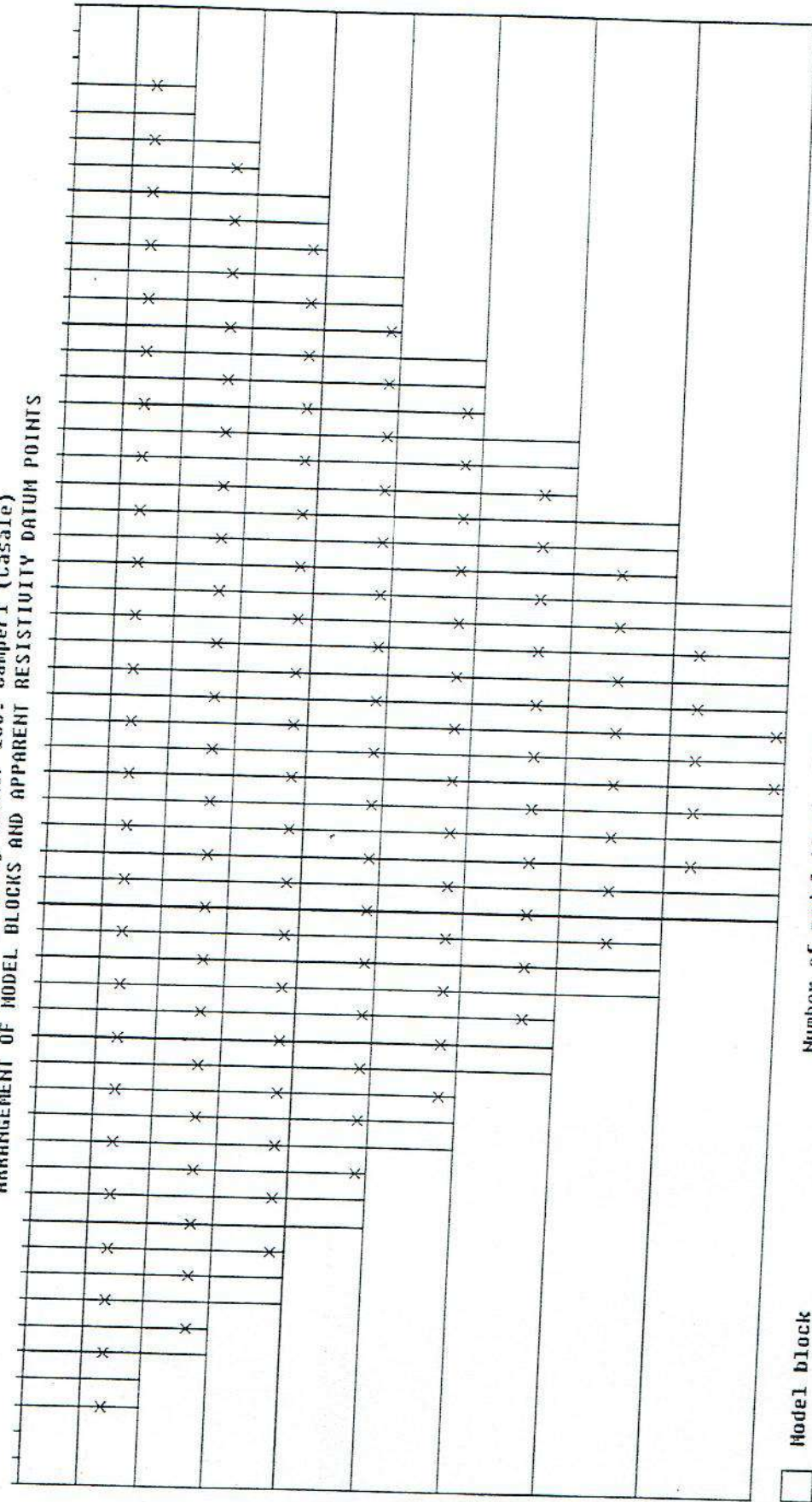
Unit Electrode Spacing = 1.50 m.  
array Schlumberger

Horizontal scale is 16.84 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 1.00  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 84.0 m.

# SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA

da lavoro Dott. Casella - maggio 2006

2D survey n.01 array Wenner loc. Camperi (Casale)  
 ARRANGEMENT OF MODEL BLOCKS AND APPARENT RESISTIVITY DATUM POINTS



□ Model block

x Datum point

Number of model layers is 9

Minimum pseudodepth is 1.54.

Number of electrodes is 57.

Number of model blocks 326

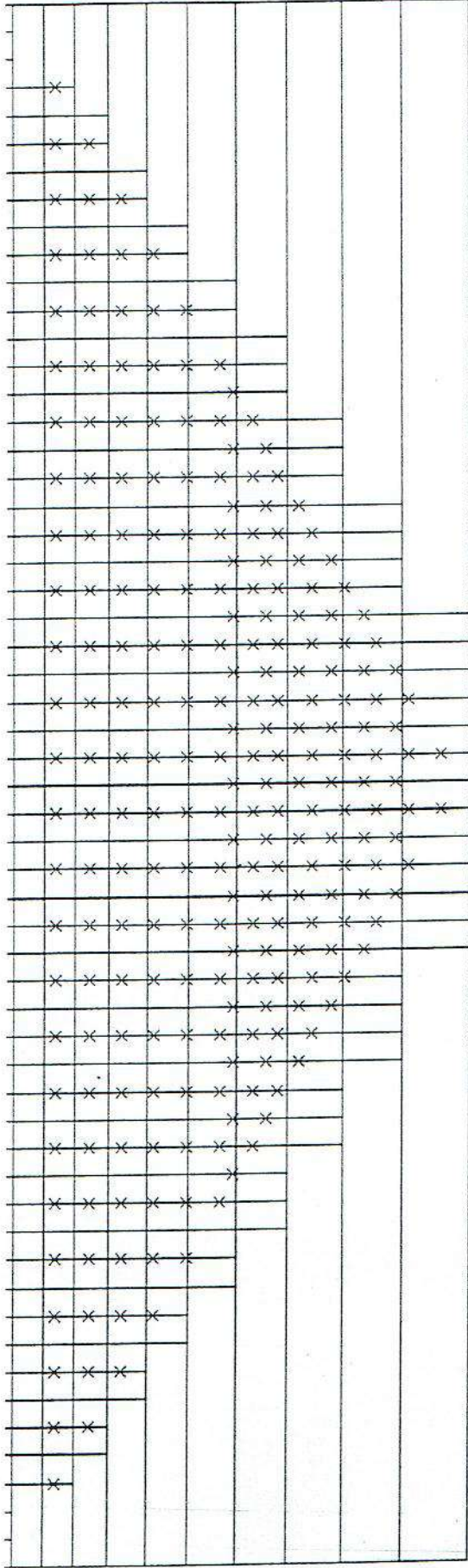
Number of datum points 126

Unit electrode spacing 1.50 m.

Maximum pseudodepth is 13.8.

PROFILO DI RESISTIVITA' - ARRAY WENNER  
 MODELLAZIONE A BLOCCHI UTILIZZATA DAL SOFTWARE PER L'INVERSIONE

2D survey n. 1 loc. Camperi (Casale) array Schlumberger  
 ARRANGEMENT OF MODEL BLOCKS AND APPARENT RESISTIVITY DATUM POINTS



□ Model block

× Datum point

Number of model layers is 10

Minimum pseudodepth is 1.56. Maximum pseudodepth is 15.4.

Number of electrodes is 57.

Number of model blocks 378

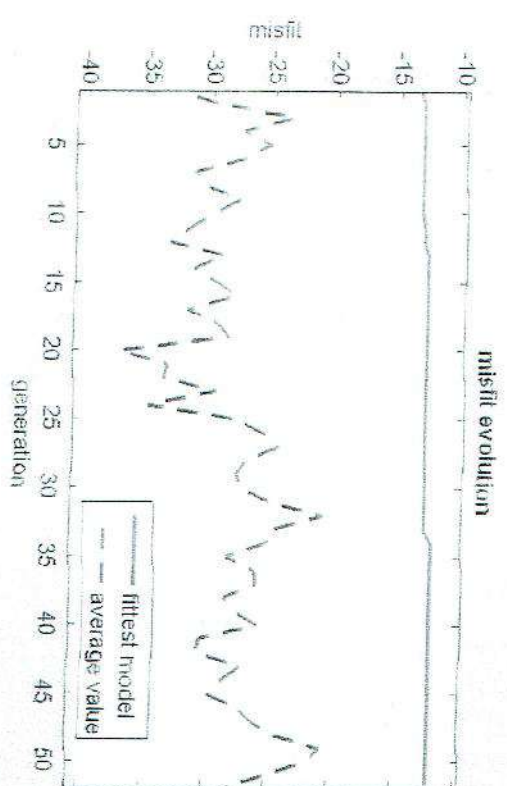
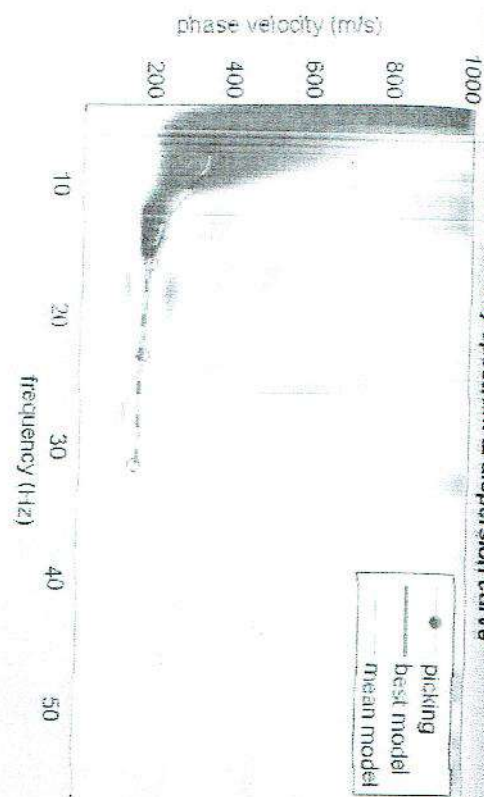
Number of datum points 242

Unit electrode spacing 1.50 m.

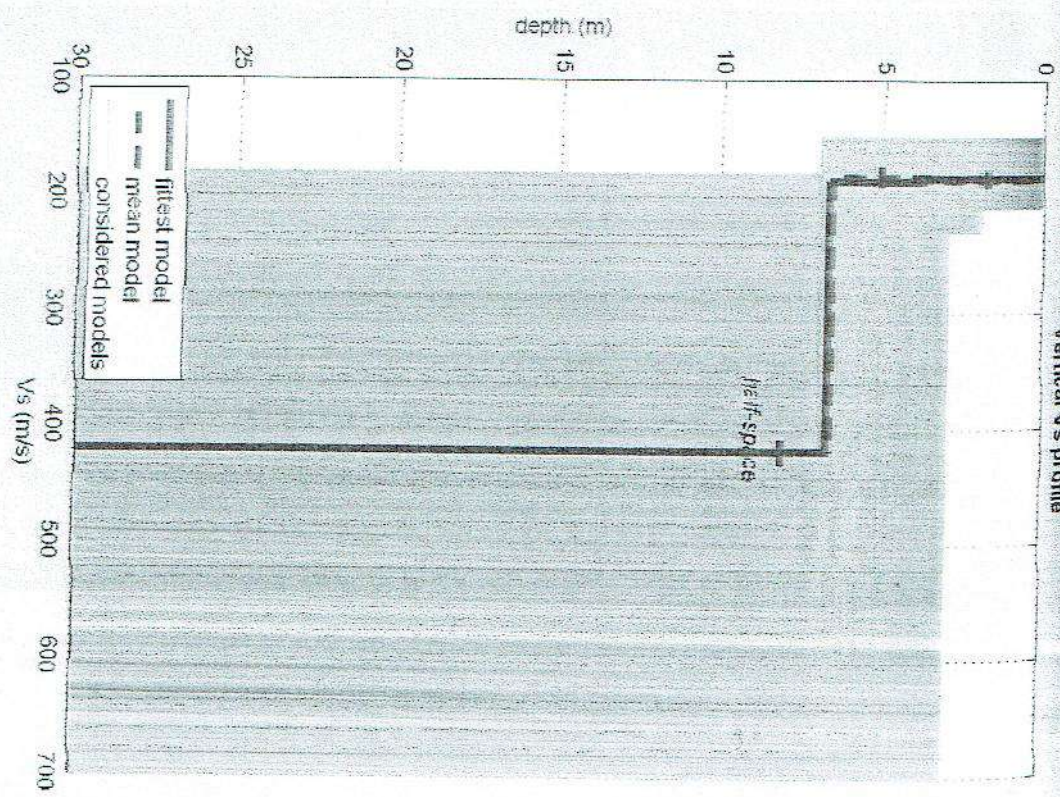
Maximum pseudodepth is 15.4.

PROFILO DI RESISTIVITA' - ARRAY SCHLUMBERGER  
 MODELLAZIONE A BLOCCHI UTILIZZATA DAL SOFTWARE PER L'INVERSIONE

Velocity spectrum & dispersion curve



Vertical Vs profile

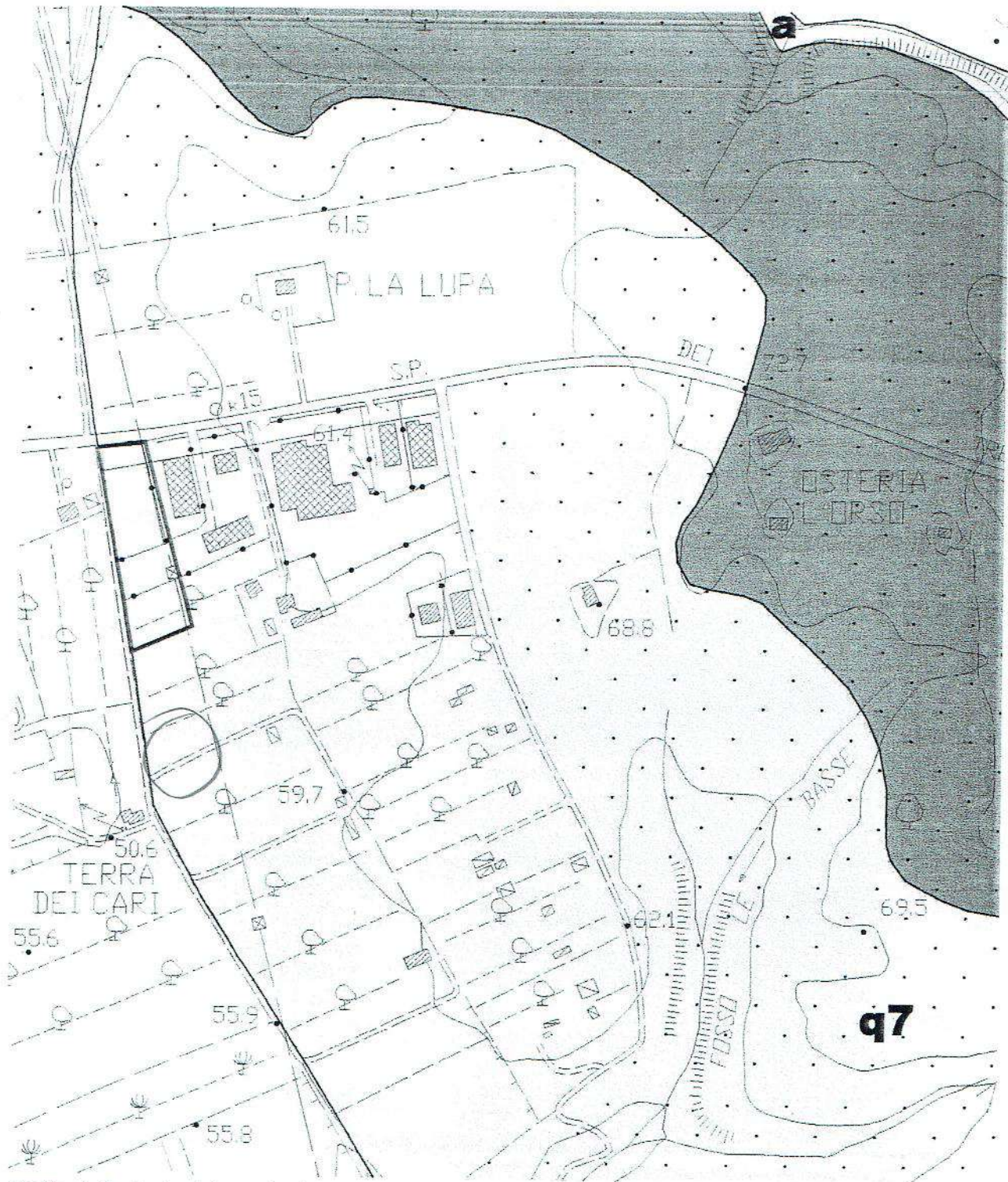


dataset: 5 metr. sgy  
 dispersion curve: picking 5 metr. cdp  
 VS30 (best model): 327 m/s  
 VS30 (mean model): 327 m/s



# CARTA GEOLOGICA

Scala 1:5.000



tratta dalle indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Casale M.m dai geologi Dott.ssa S. Bartoletti e Dott.ssa E. Mochi



Area di lottizzazione

Numero prove: 3  
Committente: Gallo ed altri  
Località: Terra dei Ceci – Casale M.mo  
Data: 12,03,2008

## ELABORAZIONE DATI PROVE PENETROMETRICHE

Penetrometro statico Pagani da 20 tonn.

### LEGENDA

Rpt: Resistenza totale di punta [Kg]  
Rat: Resistenza laterale totale del manicotto + resistenza totale di punta [Kg]  
Rt: Resistenza totale [Kg]  
Rp: Resistenza unitaria di punta  
Ral: Resistenza laterale [Kg/cmq]  
Rp/Ral: Rapporto Begemann  
fi: Angolo di attrito interno [gradi]  
Dr: Densità relativa  
Cu: Coesione (non drenata) [Kg/cmq]  
mv: Coefficiente di compressibilità volumetrica [cmq/t]

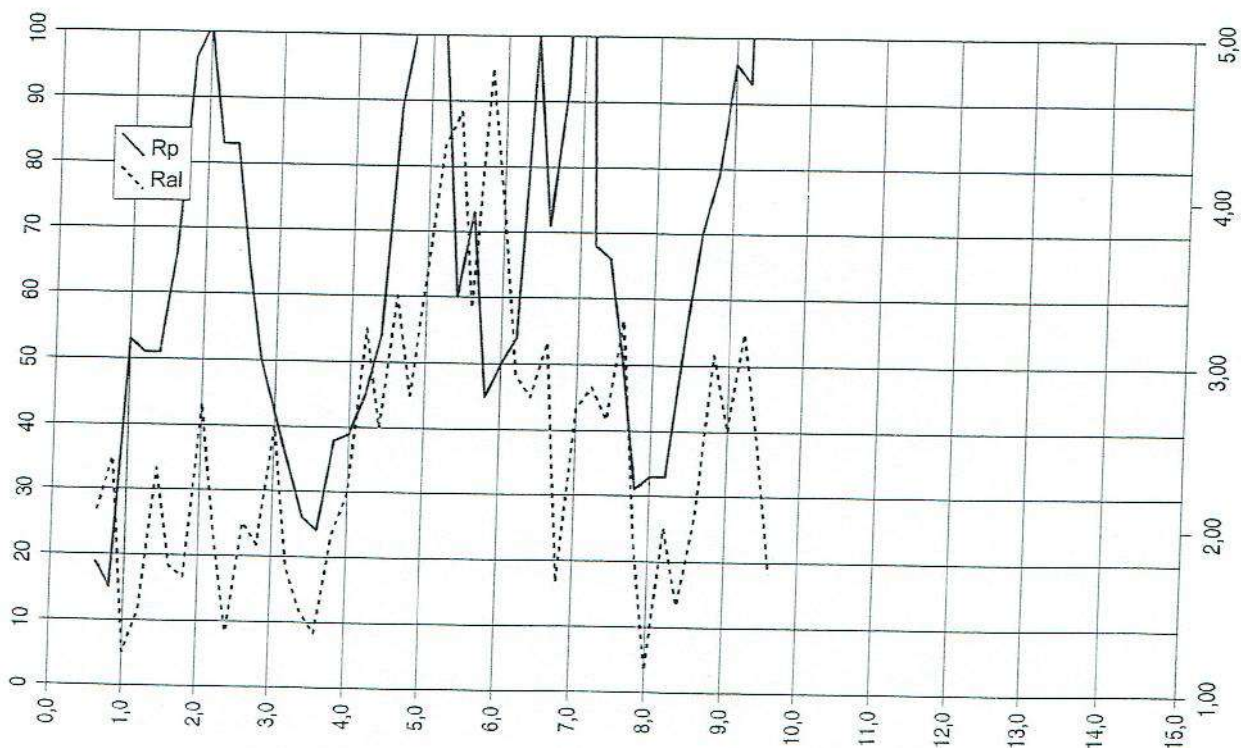
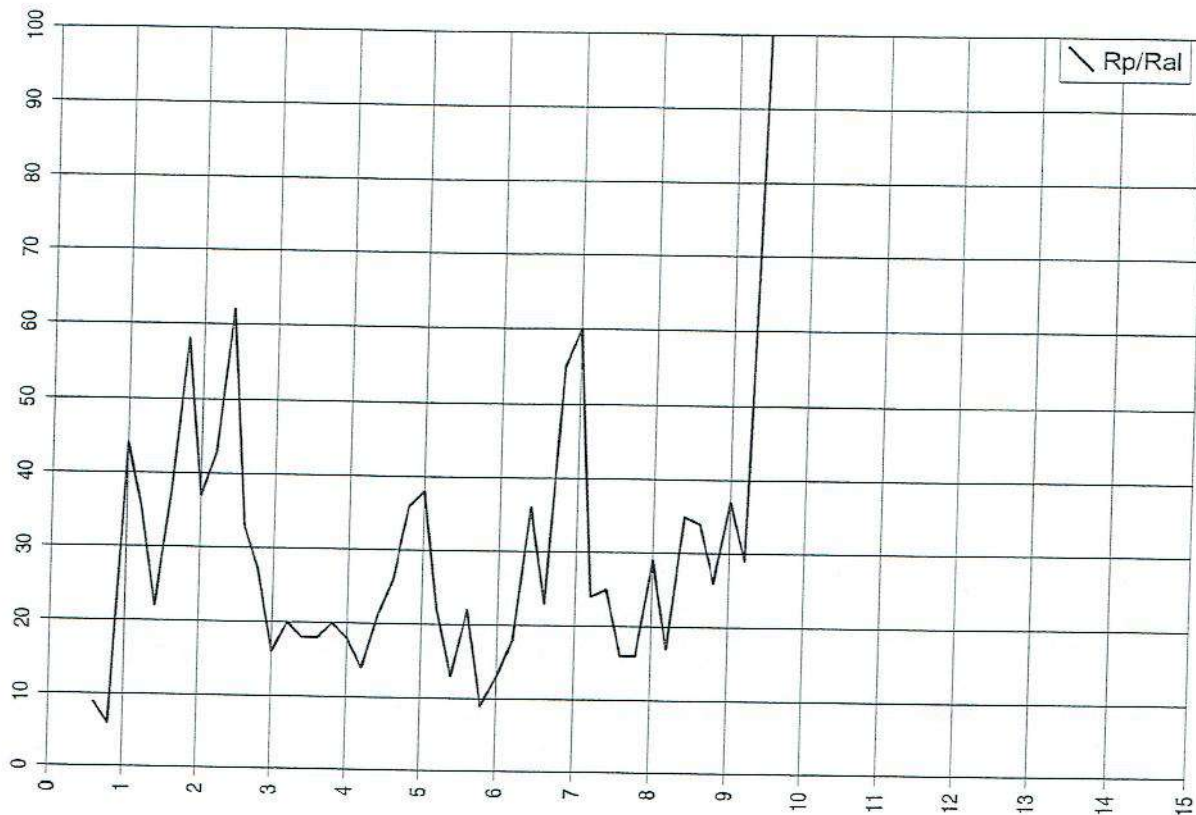


Committente: Gallo ed altri

Località: Terra dei Ceci Casale M.mo

Prova penetrometrica n°: 1

Data: 12, 03, 2008



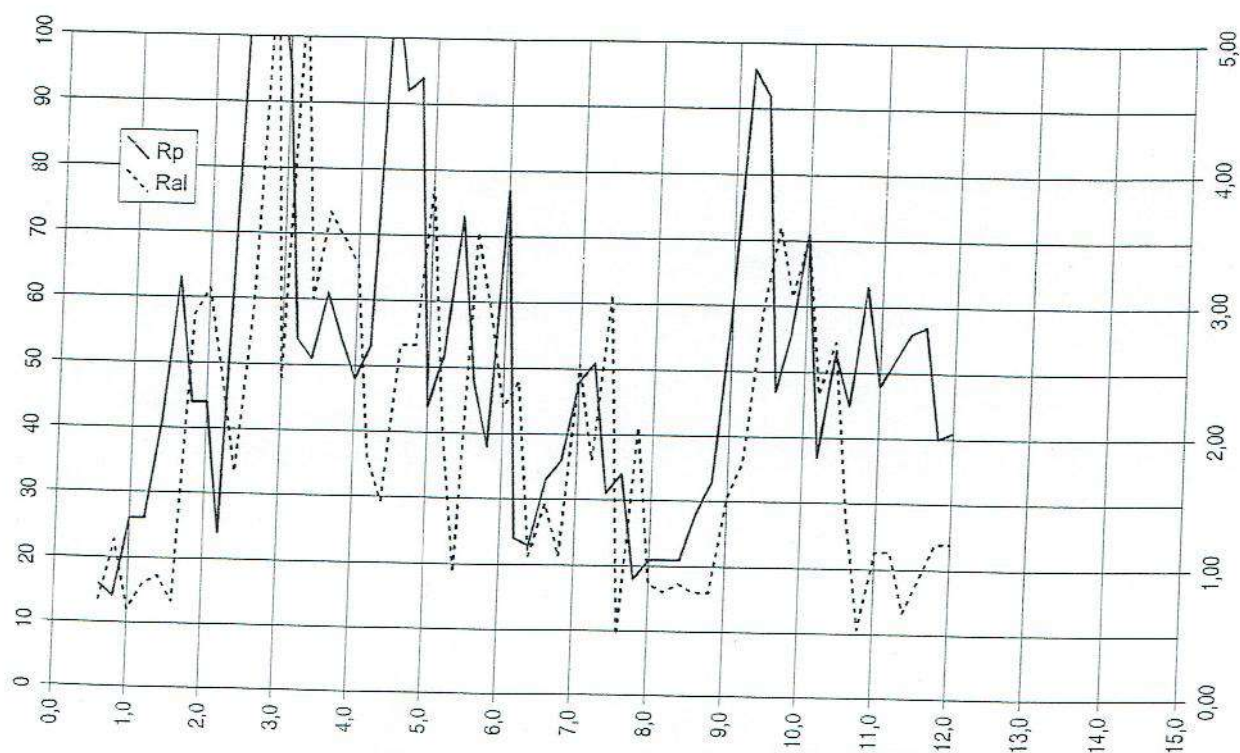
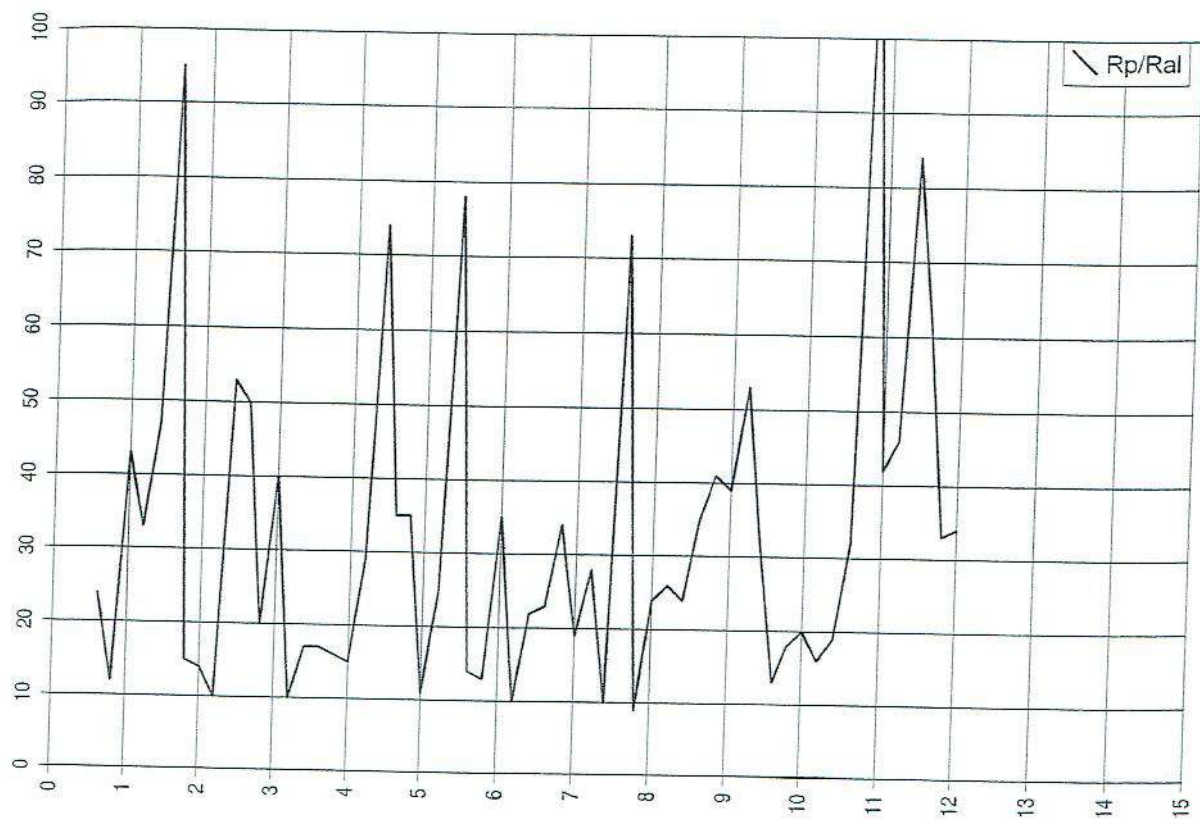


Committente: Gallo ed altri

Località: Terra dei Ceci Casale M.mo

Prova penetrometrica n°: 2

Data: 12, 03, 2008



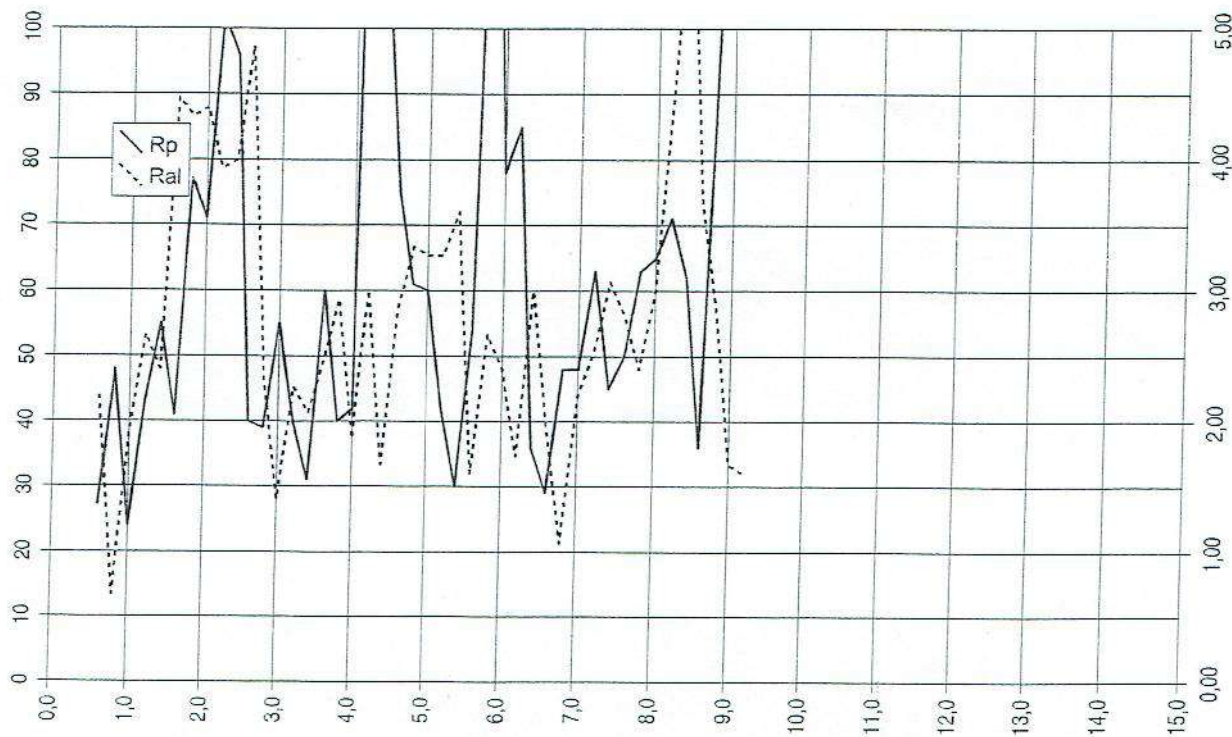
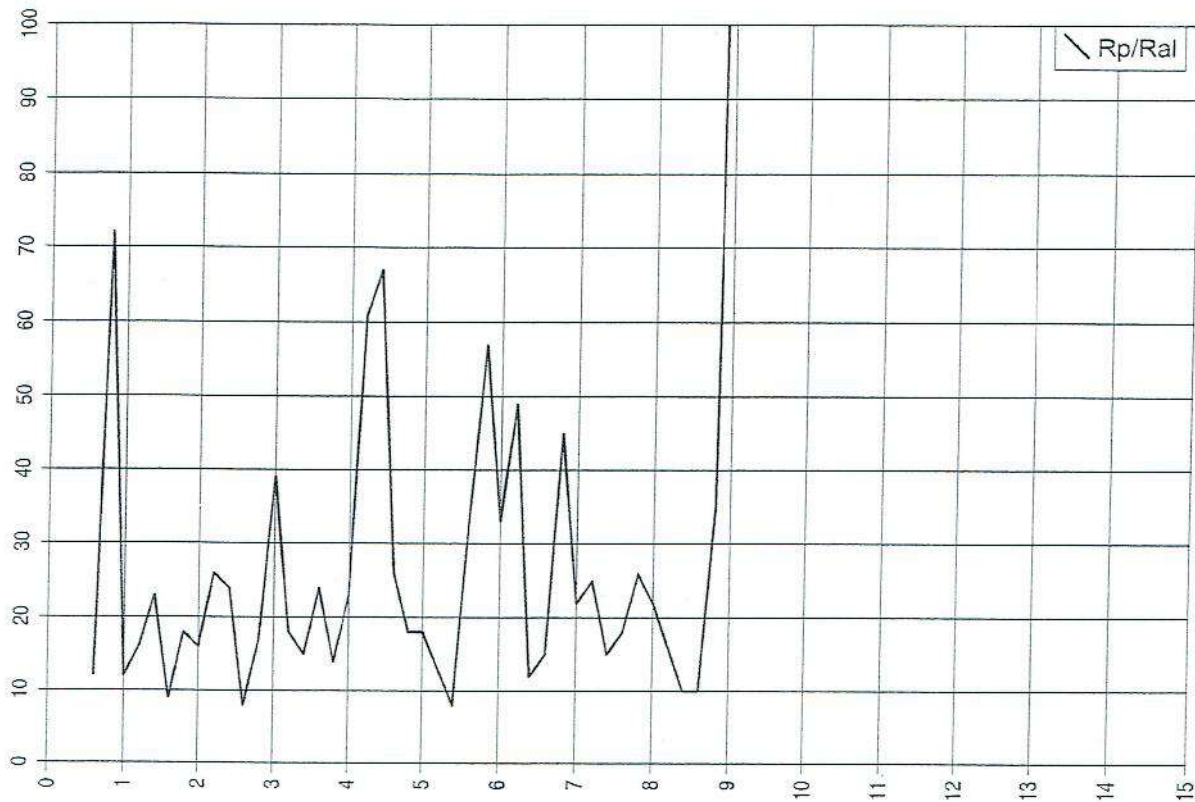


Committente: Gallo ed altri

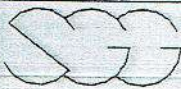
Località: Terra dei Ceci Casale M.mo

Prova penetrometrica n°: 3

Data: 12,03,2008





AGG.	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO	DATA	FIRMA
COMMITTENTE :		N. Arch. <b>3474/08</b>	
<i>Sigg.ri Gallo A., Macchi A., Dormio M., Tognotti R.</i>		N. Commessa <b>P 213</b>	
LOCALITA': <b>Terra dei Ceci – Comune di Casale Marittimo (PI)</b>			
INDAGINE: <b>Ricostruzione del sottosuolo</b>			
OGGETTO: <b>INDAGINE GEOFISICA RAPPORTO TECNICO</b>		N. Copie <b>5</b>	N. Pagine <b>15</b>
		FORMATO A4 <input type="checkbox"/> A3 <input type="checkbox"/>	
<b>Il Tecnico: Dr. Geol. Stefano Mencarini</b>			
 <b>STUDIO DI GEOLOGIA E GEOFISICA S.r.l.</b> STRADA MASSETANA ROMANA , 56 - SIENA - ITALY - Tel. 057749276 - Fax 0577287254 - e.mail: info@sgg.it		DATA	CONTROLLO

Tutti i diritti sono riservati.  
La riproduzione e la divulgazione a terzi e' vietata.

Lo studio dello spettro di potenza permette in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo (fig. 7.3), con le velocità delle onde di superficie "S" (esprese in m/s) e la profondità (espressa in metri).

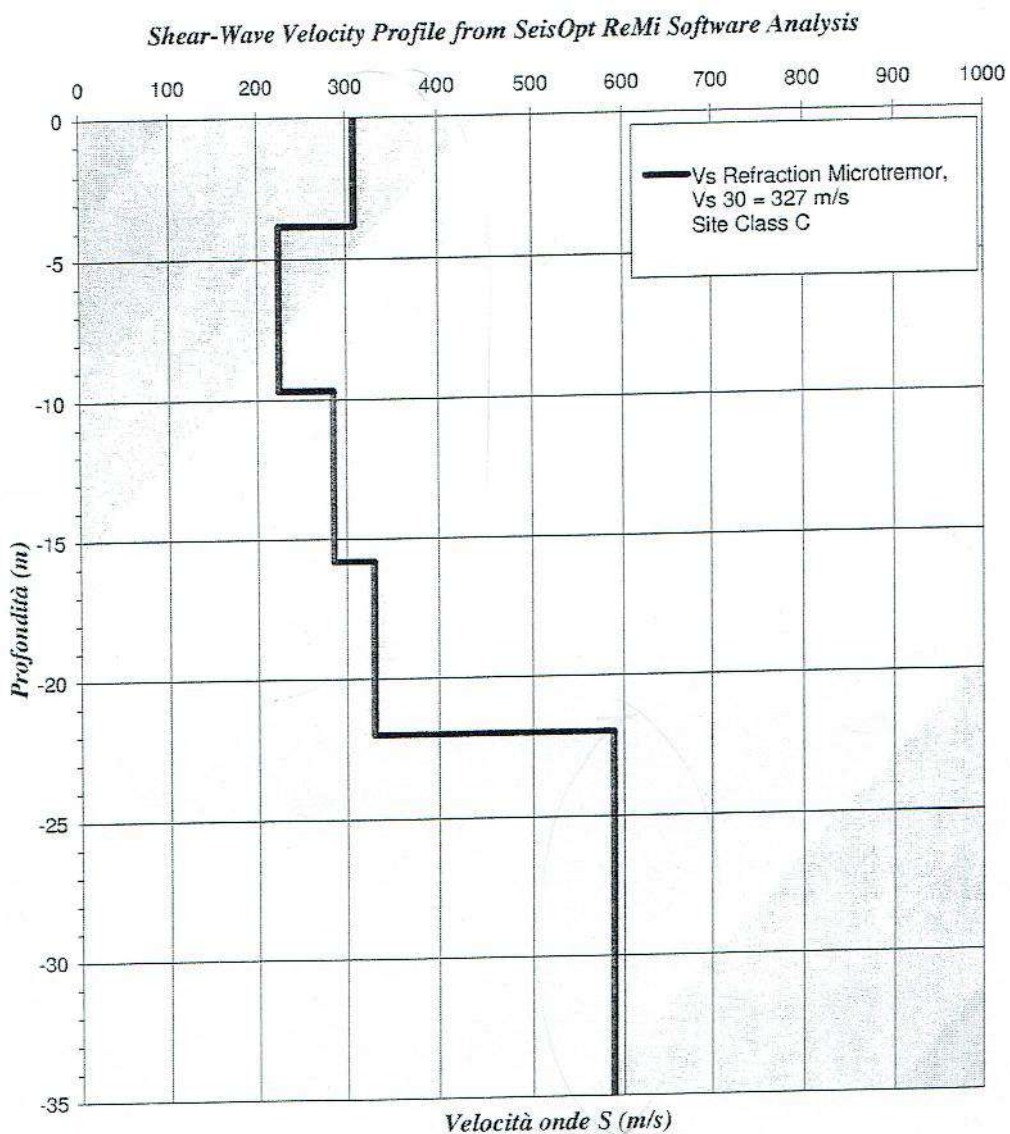
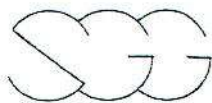


Figura 7.3: modello interpretativo per la velocità delle onde S

Sigg.ri Gallo A., Macchi A., Dormio M., Tognotti R.  
 Terra dei Ceci – Casale Marittimo (PI)  
 INDAGINE GEOFISICA



notevole incremento nella velocità sismica dei terreni, relativamente alle onde S, con valori di circa 600 m/s.

Di seguito si riporta una tabella con il dettaglio delle velocità sismiche (onde S) derivate dall'analisi Re.Mi. (Refraction Microtremor) per i terreni dell'area oggetto di studio.

***prova Re.Mi.***

profondità da p.c. (m)		velocità onde S (m/s)
0,0	3,8	308
3,8	9,7	224
9,7	15,8	285
15,8	22,0	330
22,0	~35	589

**$V_{s30} = 327 \text{ m/s}$     *Classe C.***

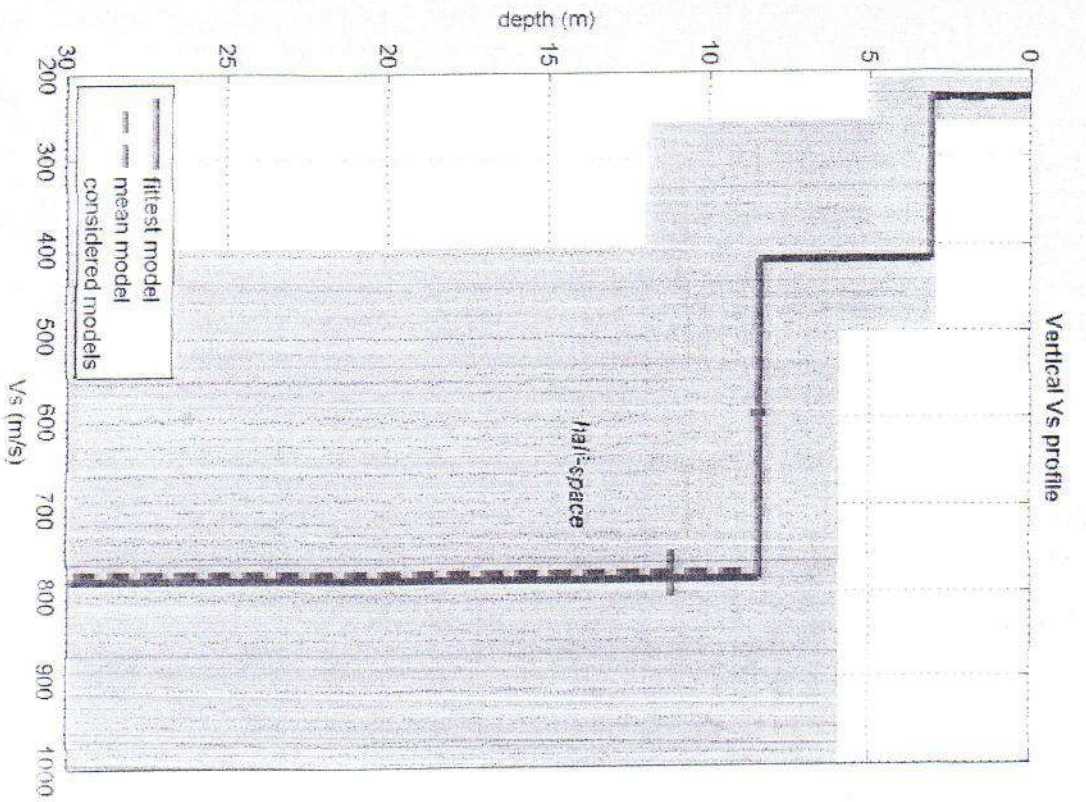
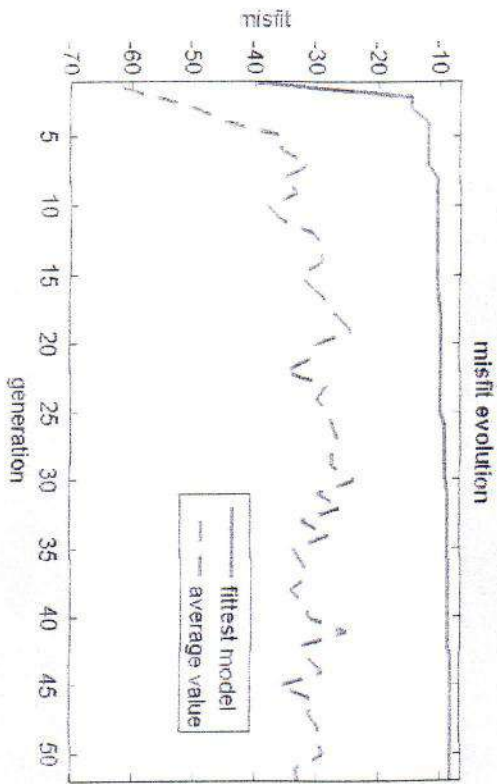
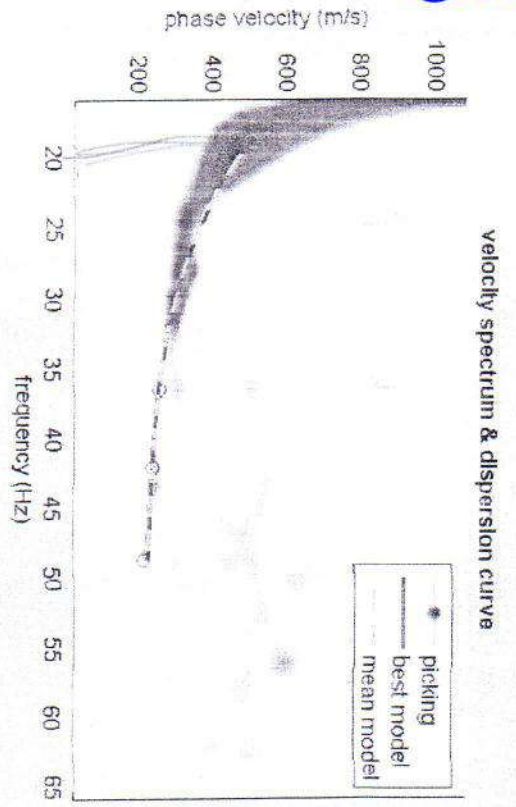
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sulla base del parametro di velocità equivalente delle onde sismiche di taglio,  $V_{s30}$ , è stato possibile effettuare la classificazione dell'area indagata secondo la normativa italiana vigente. L'analisi Re.Mi. evidenzia che l'area in esame può essere collocata in **classe C**.

Siena, aprile 2008

Dr. Geol. Stefano Mencarini

---

Sigg.ri Gallo A., Macchi A., Dormio M., Tognotti R.  
Terra dei Ceci – Casale Marittimo (PI)  
INDAGINE GEOFISICA



dataset: 5 metr.sgy  
 dispersion curve: picking 5 metr.cdp  
 VS30 (best model): 557 m/s  
 VS30 (mean model): 555 m/s



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

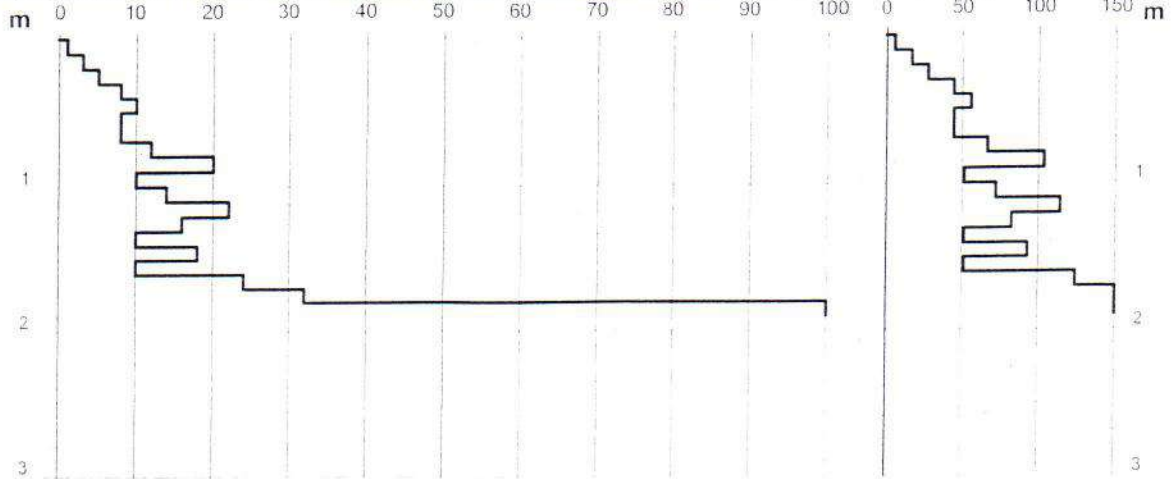
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. sandro SPINELLI  
- lavoro : Sostituzione edilizia  
- località : Montealeo, Casale M.mo

- data prova : 30/12/2010  
- quota inizio : p.c. (0,00)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/02/2011

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

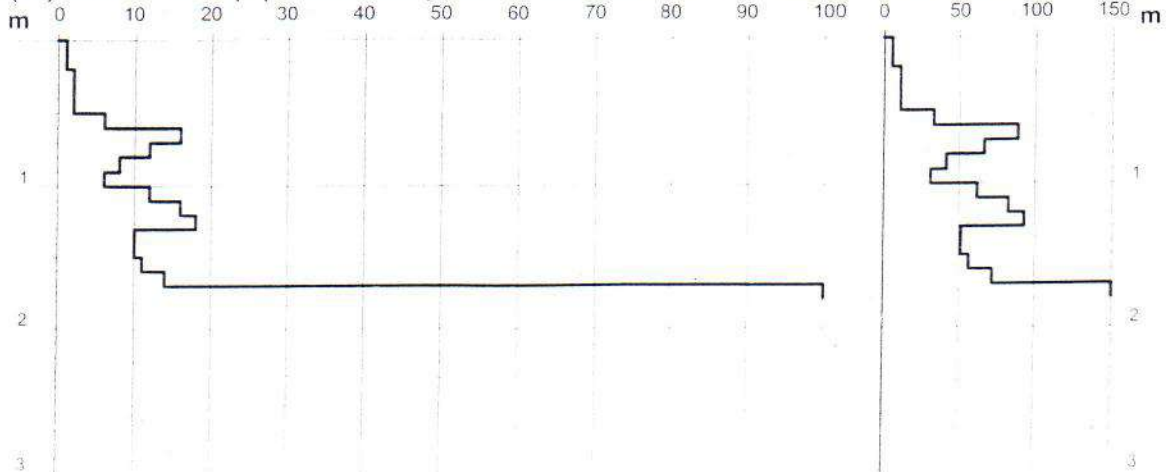
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. sandro SPINELLI  
- lavoro : Sostituzione edilizia  
- località : Montealeo, Casale M.mo

- data prova : 30/12/2010  
- quota inizio : p.c. (-1,20 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/02/2011

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

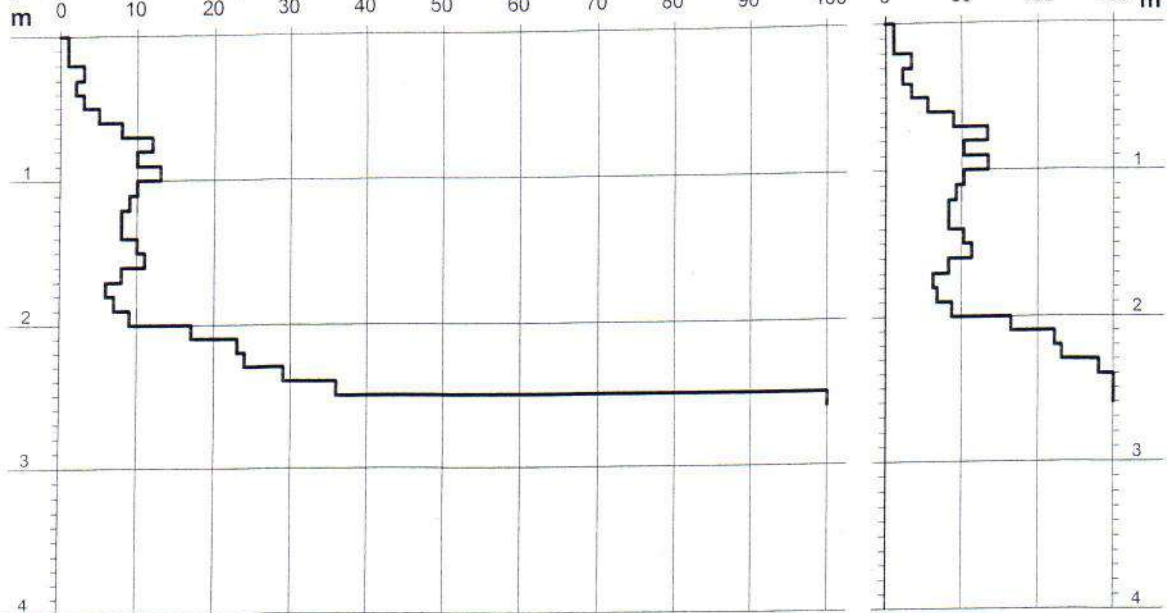
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. sandro SPINELLI  
- lavoro : Sostituzione edilizia  
- località : Montealeo, Casale M.mo

- data prova : 30/12/2010  
- quota inizio : p.c. (-2.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/02/2011

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



**Firma**

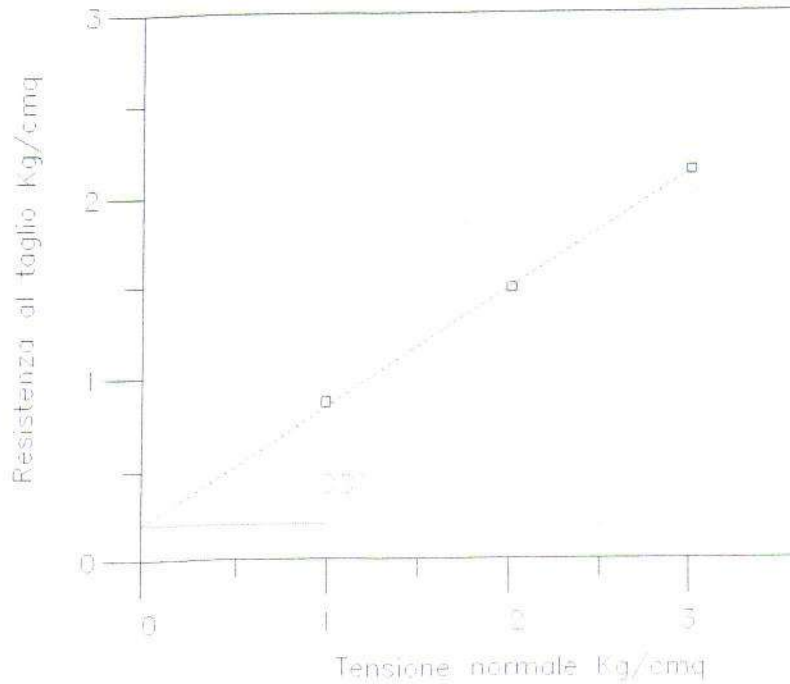
**Certificato N° RUF02/10**

Committente: **Dott. Geol. G. Ruffini**  
 Data analisi: **16/11/2010**  
 Località: **Montaleo - Casale Marittimo**  
 Campione: **S2/C2**  
 Profondità: **3.60 - 4.00 m d.p.c.**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Velocità di avanzamento: 0.0259 mm/sec

DIAGRAMMA DI TAGLIO



Descrizione:

**Sabbia limosa giallo ocra**

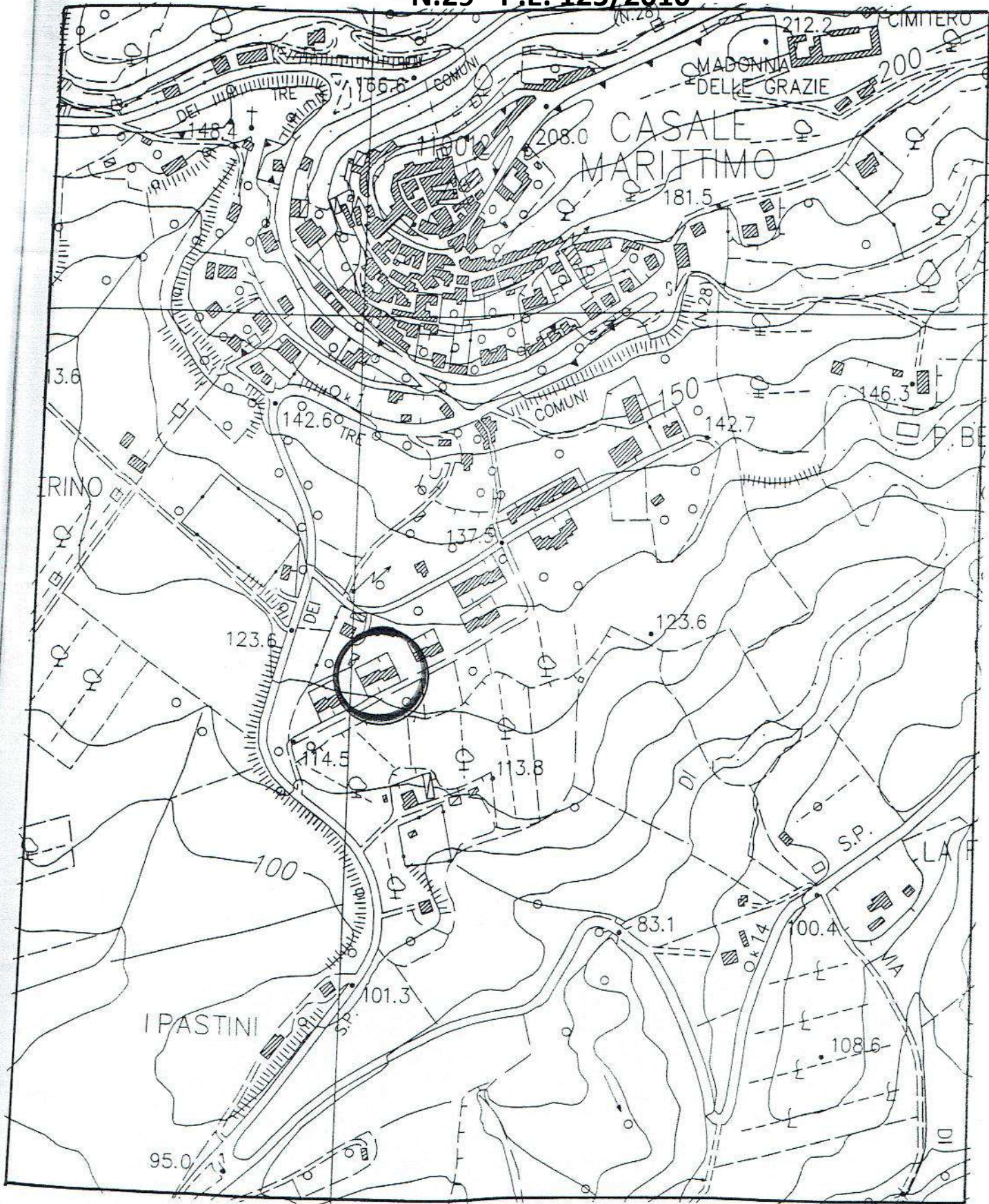
Peso di volume: **1.92 g/cm<sup>3</sup>**

Angolo di attrito: **33°**

Coesione: **0.20 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Dati di laboratorio**

Tensione normale Kg/cm <sup>2</sup>	Carico di rottura Kg/cm <sup>2</sup>
1.0	0.88
2.0	1.49
3.0	2.15



**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

scala 1:5.000



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

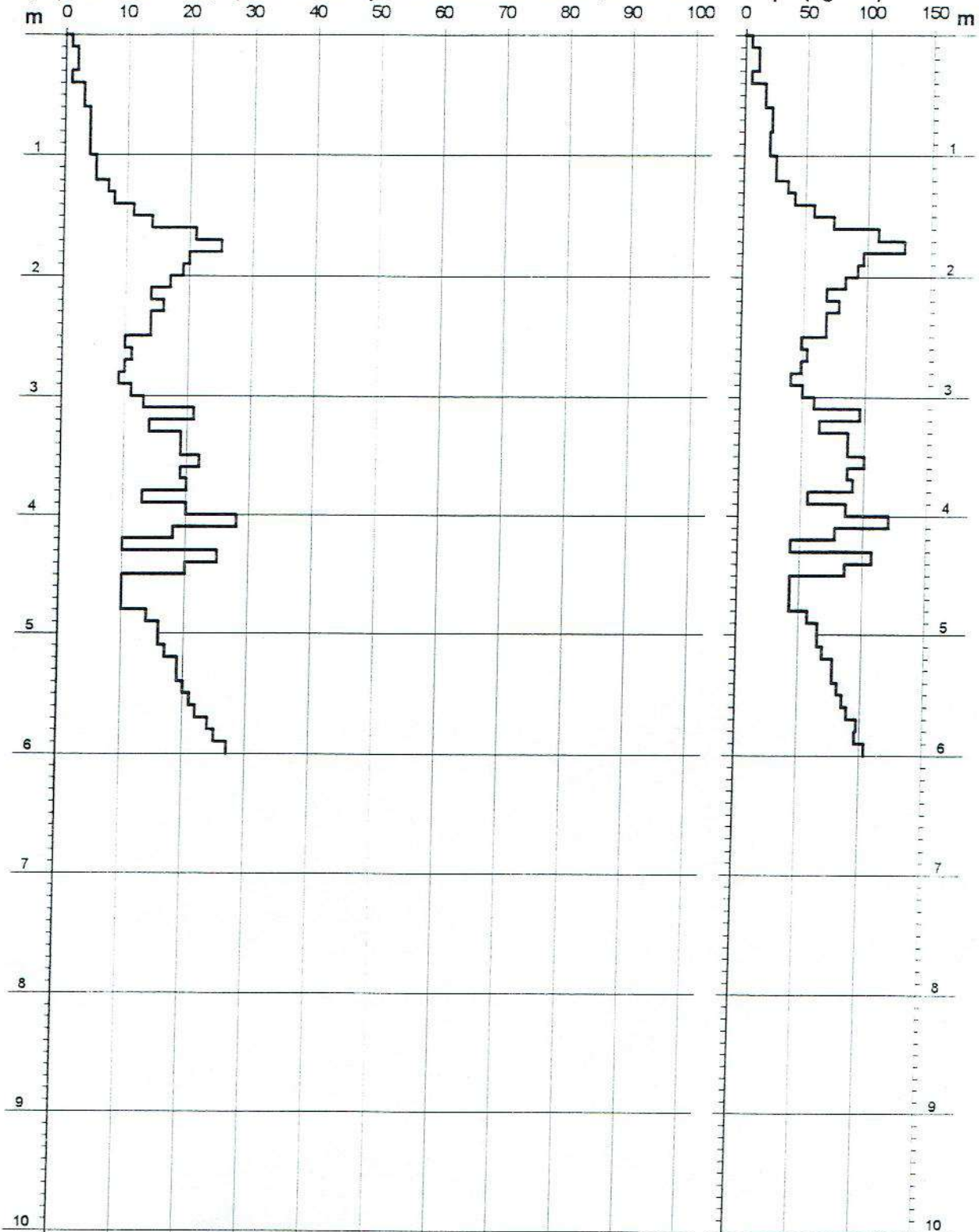
- cantiere : Sig.re MARTINELLI e COLELLA  
- lavoro : Ampliamento di unità immobiliare  
- località : Via della Fornace 15-17, Comune di Casale M.mo

- data prova : 07/07/2004  
- quota inizio : p.c. (0.00)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 27/12/2004

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

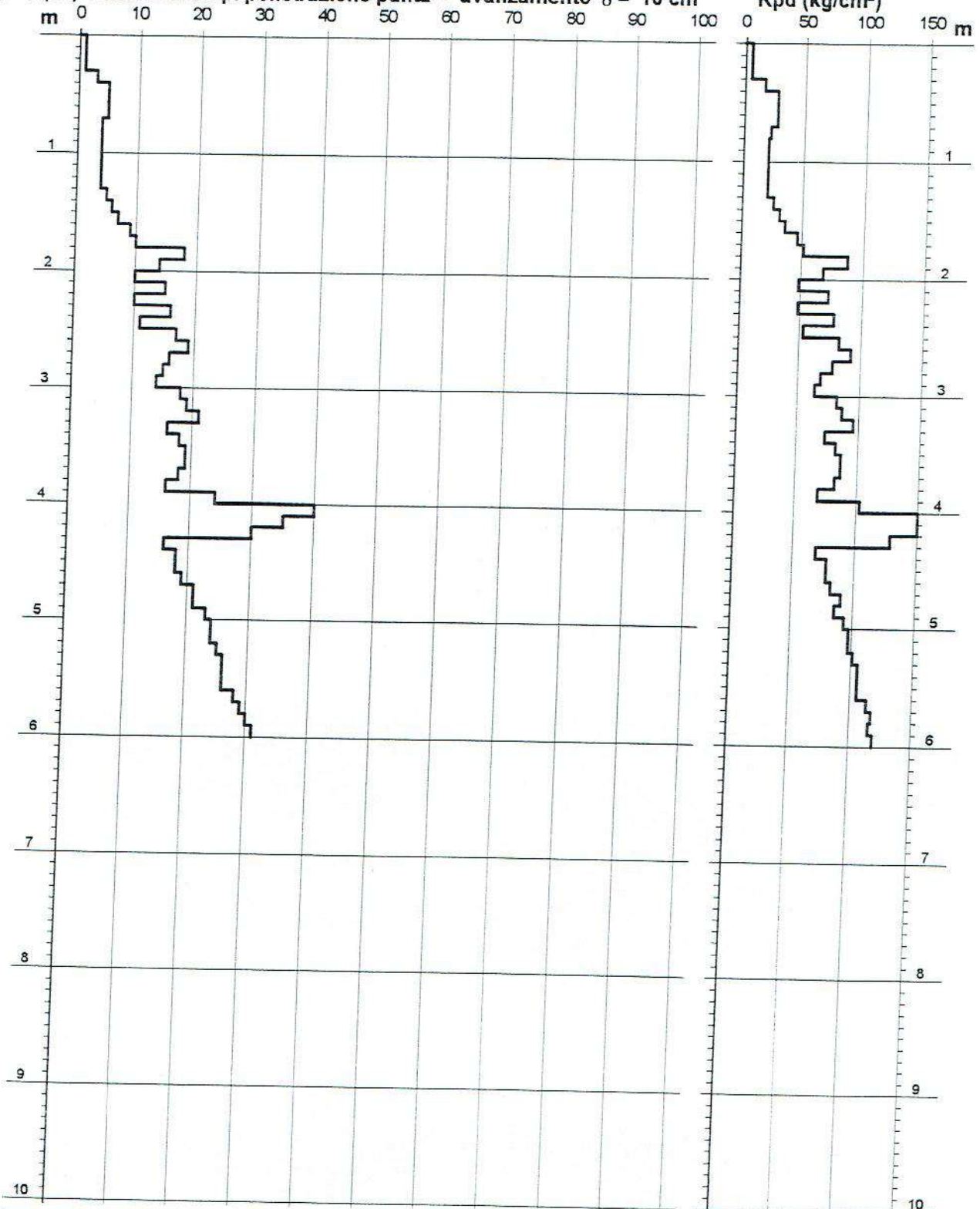
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.re MARTINELLI e COLELLA  
- lavoro : Ampliamento di unità immobiliare  
- località : Via della Fornace 15-17, Comune di Casale M.mo

- data prova : 07/07/2004  
- quota inizio : p.c. (-0.80 mt.9  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 27/12/2004

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



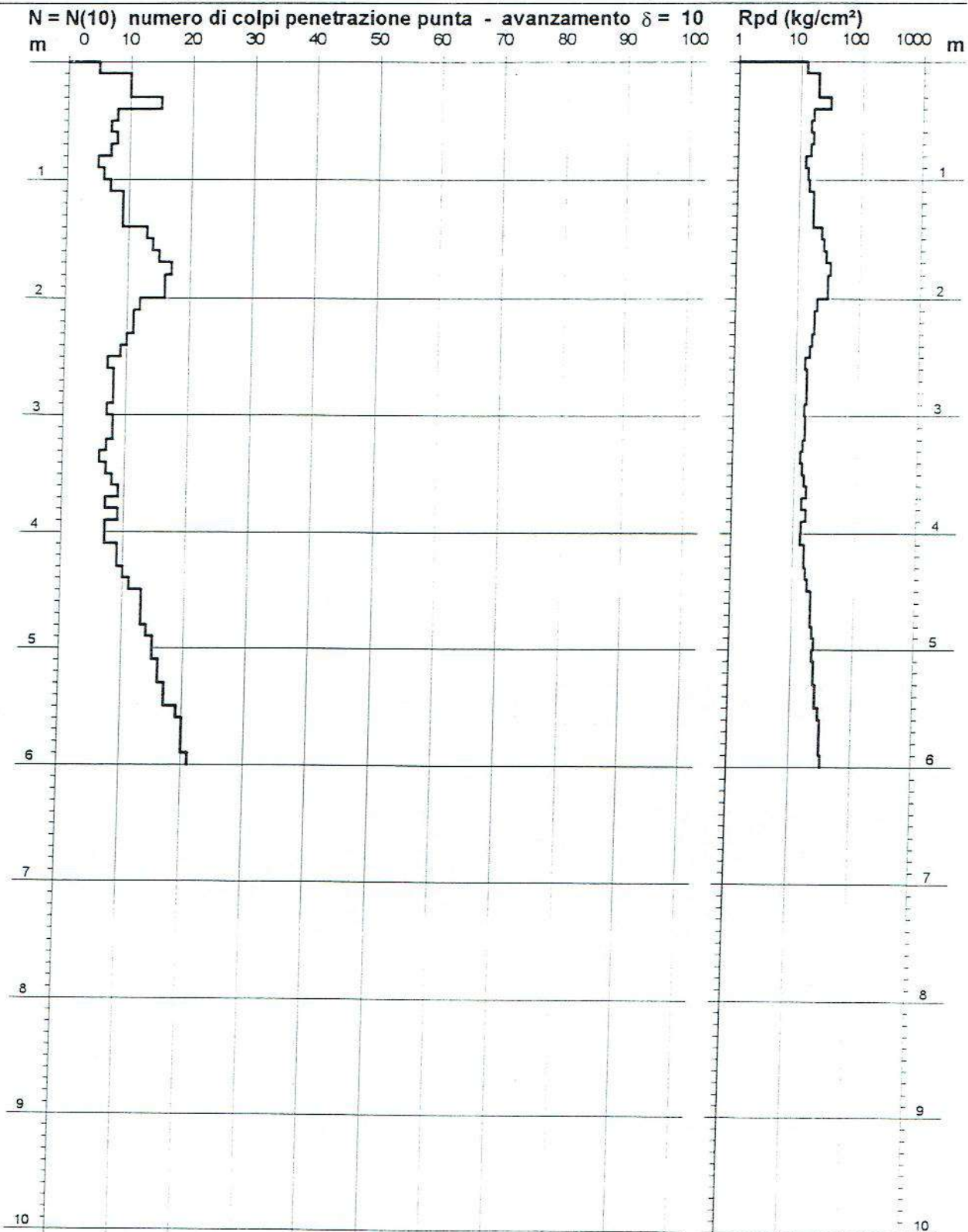
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine : Ristrutturazione edificio  
- cantiere : Via dei Quadri Soc. BIK s.r.l.  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 20/02/2004  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

- Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm]

- A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

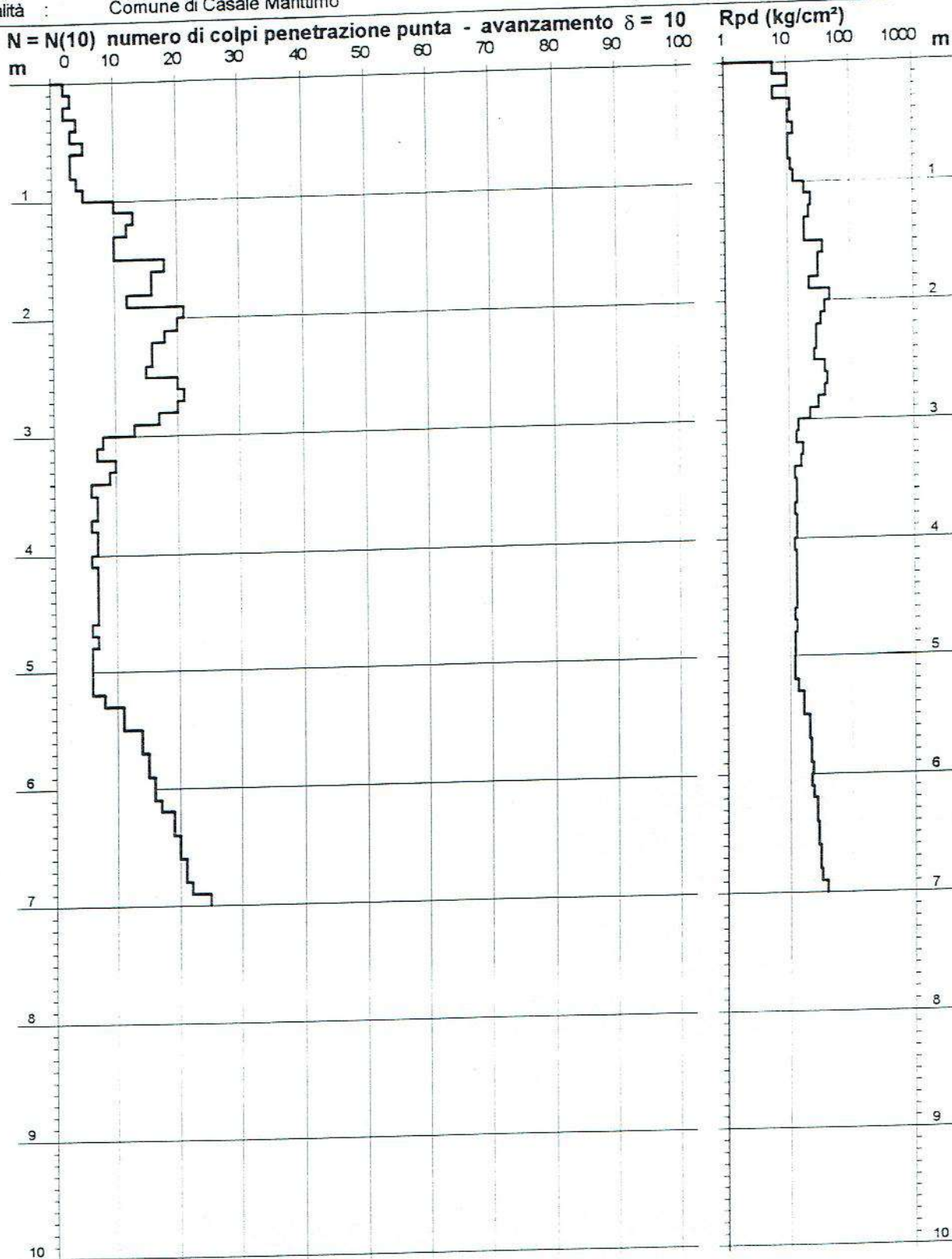
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD2

Scala 1: 50

- indagine : Ristrutturazione edificio  
- cantiere : Via dei Quadri Soc. BIK s.r.l.  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 20/02/2004  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

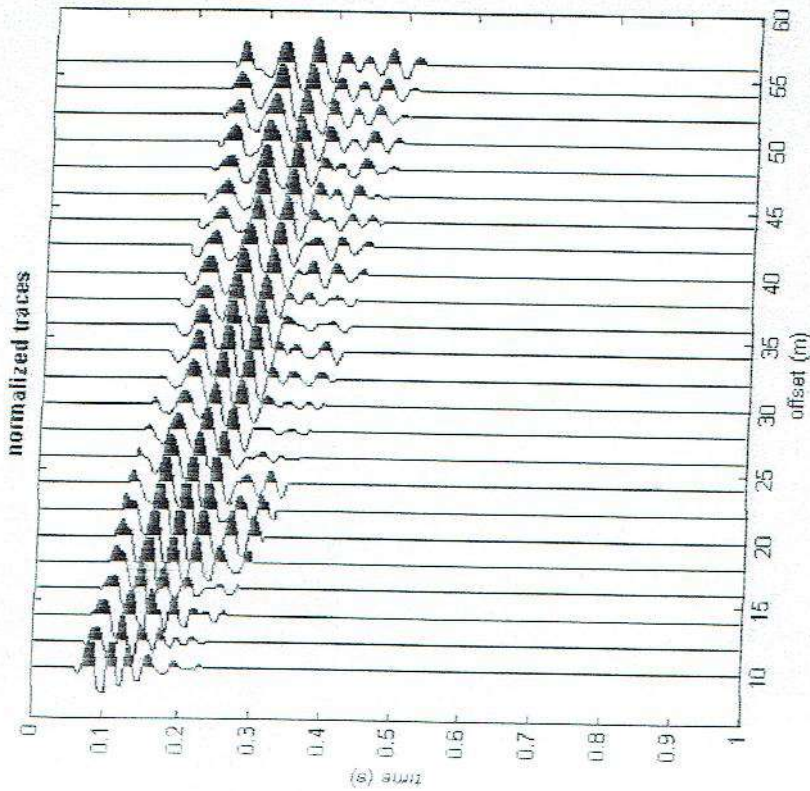
- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

- Numero Colpi Punta  $N = N(10)$  [ $\delta = 10$  cm]

- A (area punta)= 10,00  $cm^2$  - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

dataset: 10 metr1.sgy  
minimum offset: 10 m  
geophone spacing: 2 m  
sampling: 0.131 ms



Utilities

- tip traces
- spectrum
- movie ?

data selection

- activate
- select
- cancel
- save

refraction

- quick refraction
- upload
- clear refraction
- save



MASW

calculate spectrum

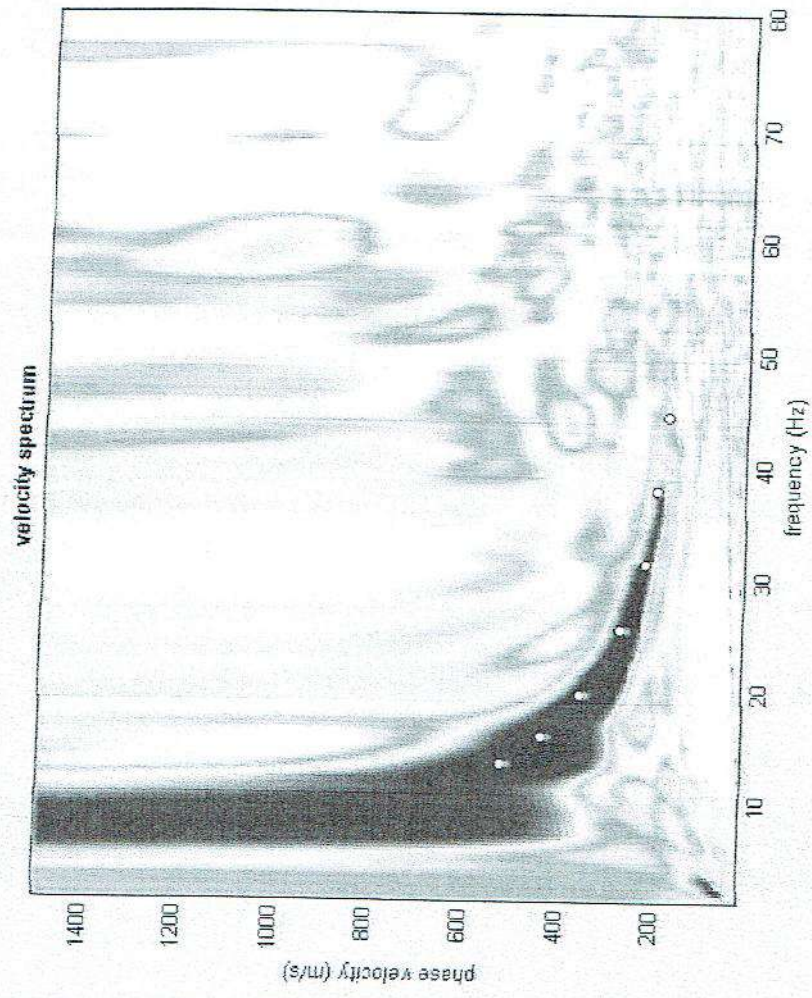
Tau - v

upload ReMi spectrum

ReMi

visualize curves

input curve ?



explore spectrum

modelling

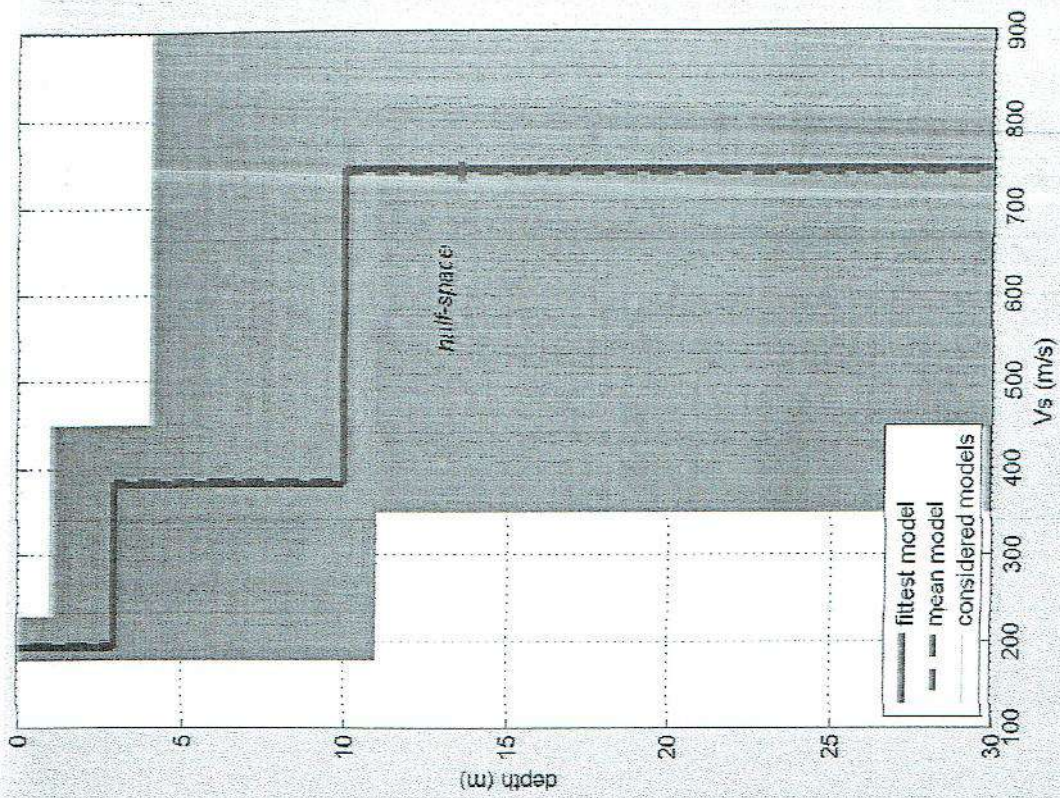
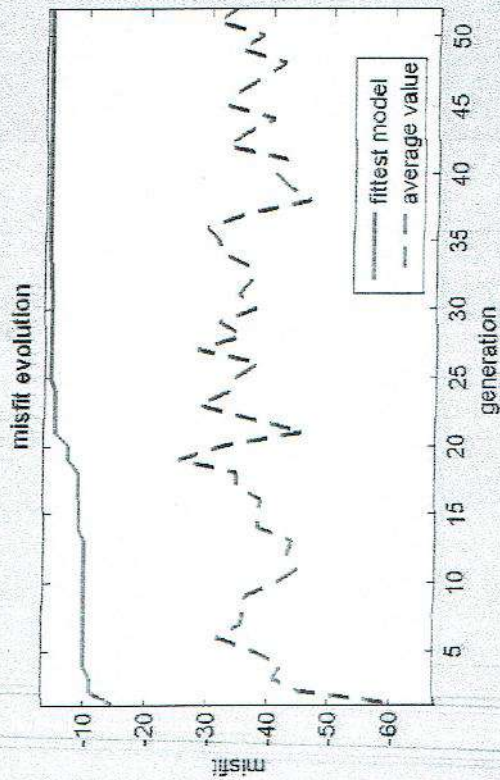
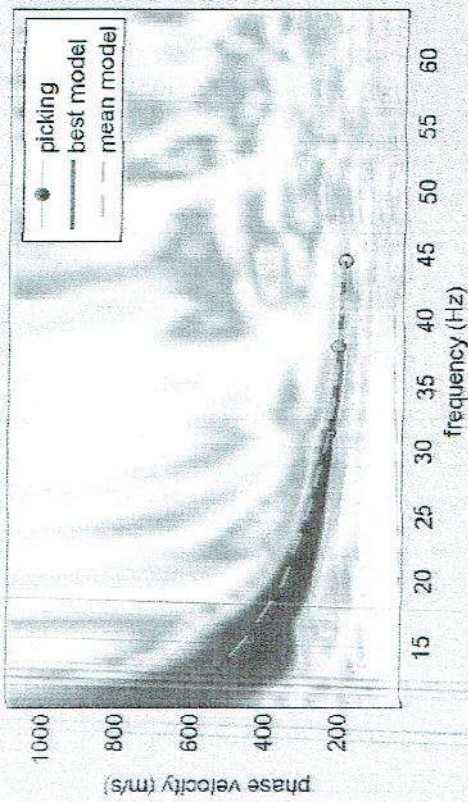
- parameters
- upload model
- 3
- Rayleigh
- save model
- refresh ?
- eigen period

picking 10 metr1.cdp

- fundamental
- use the right button to select the last point of the considered mode
- save picking ?
- cancel picking
- ? ?

inversion

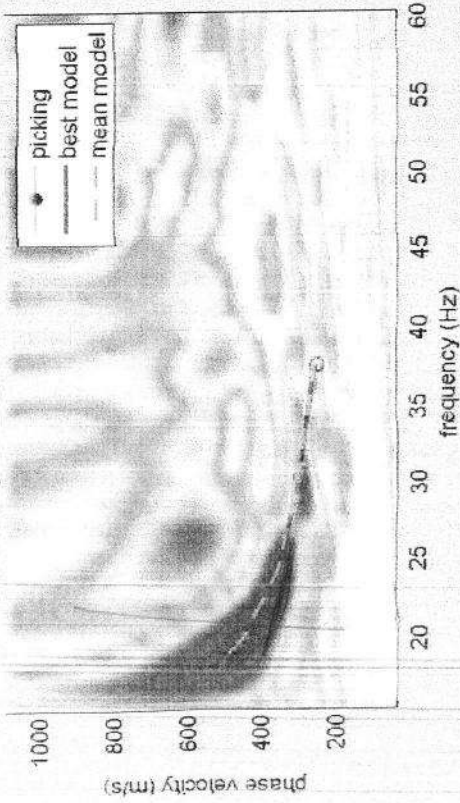
exit



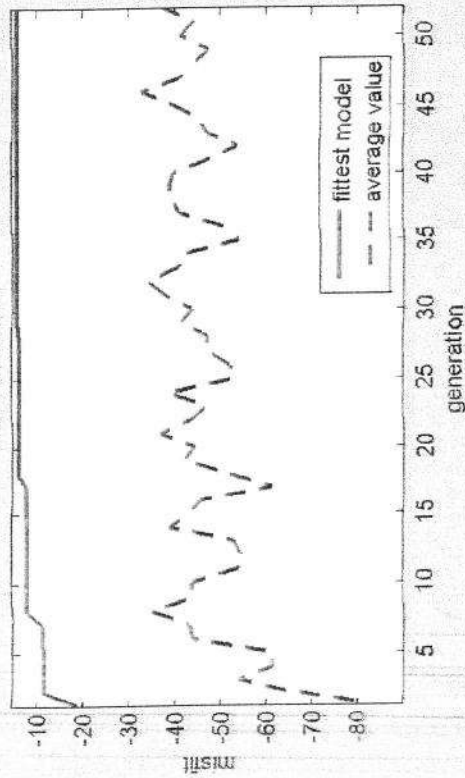
dataset: 10 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 10 metri.cdp  
 VS30 (best model): 495 m/s  
 VS30 (mean model): 495 m/s



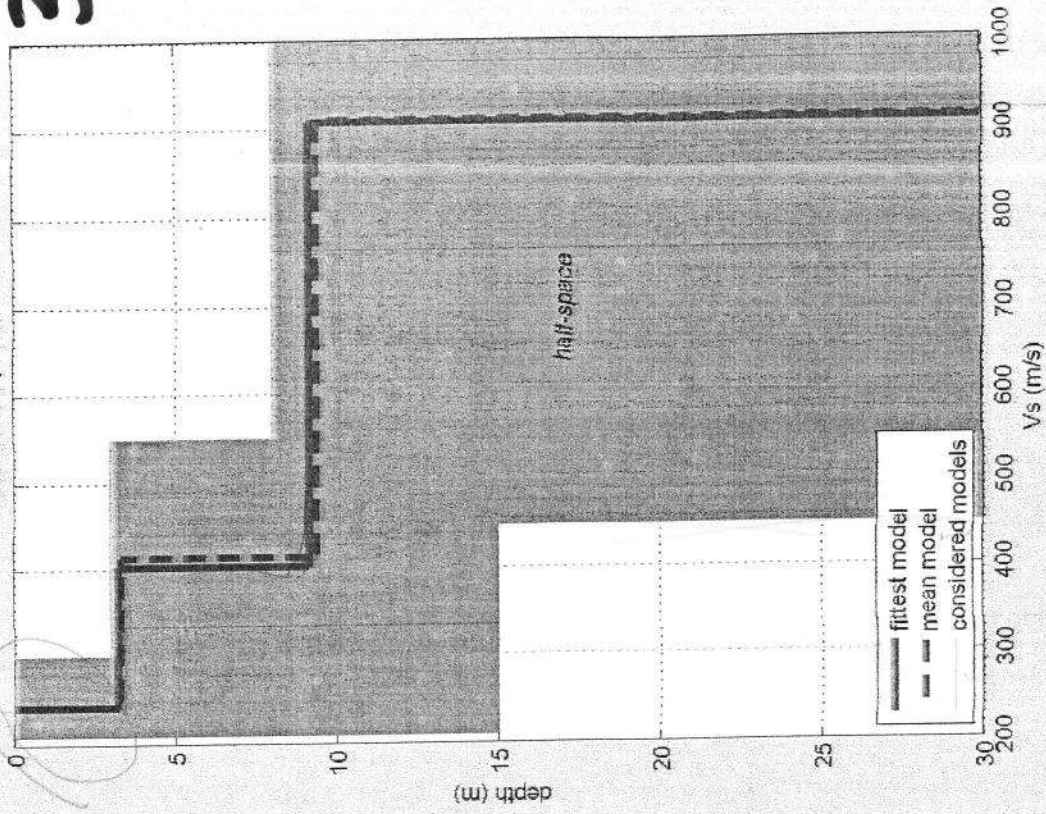
velocity spectrum & dispersion curve



misfit evolution



Vertical Vs profile



30

dataset: 10 metr.sgy

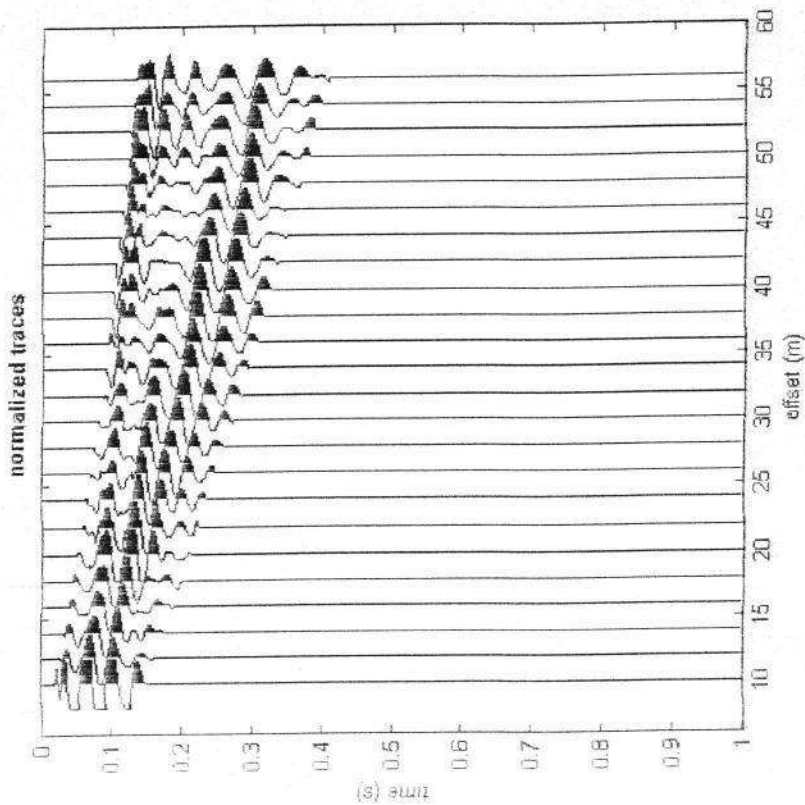
dispersion curve: picking 10 metr.cdp

VS30 (best model): 587 m/s

VS30 (mean model): 587 m/s



dataset: 10 metr.sgy  
 minimum offset: 10 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



utilities

flip traces

spectrum

trace

data selection

activate

20

save

refraction

quick refraction

upload

Attenuation analysis

ver. 4.1 Pro

www.giosp.it

**WINMASW**

1000000

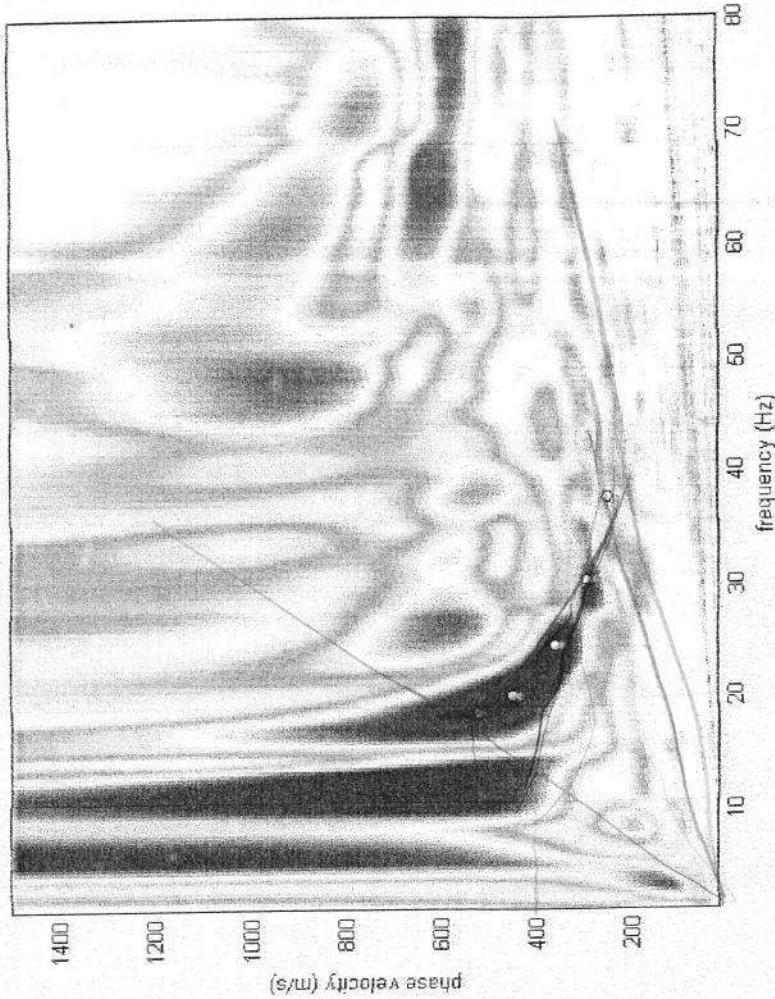
calculate spectrum

tau - v

upload ReMi spectrum

**30**

velocity spectrum



explore spectrum

modelling

parameters

upload model

eigen period

save model

Rayleigh

refresh

picking 10 metr.cdp

picking

fundamental

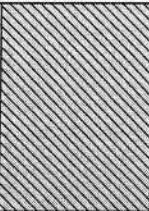

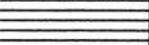
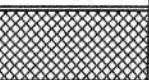
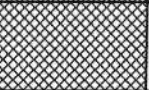
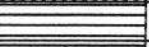
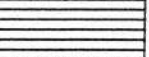
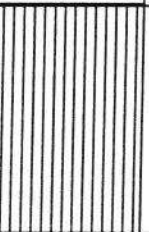
use the right button to select the last point of the considered mode

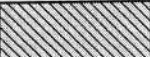
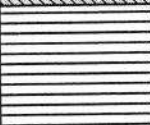

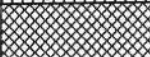

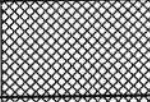

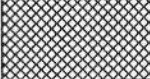


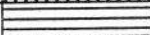

save picking

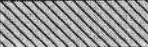
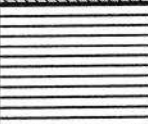




inversion

exit



Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S1</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo	<b>Strega Rossa Casale Marittimo</b> novembre 2010	<b>1:75</b>
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
2.1	2.1		<i>riporto eterogeneo; sabbie avana e sabbie limose brune con abbondanti clasti di calcstruzzo e frammenti di laterizio</i>	riporto
2.4	0.3		<i>sabbie limose avana</i>	orizzonte sciolto
3.0	0.6		<i>argilla sabbiosa avana</i> <b>Campione S1/C1 = 2.40 - 2.80 mt.</b>	
3.7	0.7		<i>sabbie limose avana chiaro con subordinati livelli di calcare</i>	
4.6	0.9		<i>sabbie fini limose e argillose con rari frammenti calcarei</i>	
5.0	0.4		<i>argilla</i>	
5.7	0.7		<i>limi sabbiosi avana con livelleti centimetrici di calcare</i>	substrato litoido
8.0	2.3		<i>alternanza di orizzonti calcarei e sabbiosi; con la profondità aumenta la percentuale del calcare</i>	

Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala	
<b>S2</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo	<b>Strega Rossa Casale Marittimo</b> novembre 2010	<b>1:75</b>	
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica			
0,6	0,6		terreno vegetale	orizzonte sciolto	
2,0	1,4		limi sabbiosi e argille		
2,4	0,4		calcare		
3,0	0,6		sabbie limose avana chiaro con subordinati livelli di calcare e conglomerato		
3,6	0,6		calcare e conglomerato		
4,0	0,4		sabbia limosa avana Campione S2/C2 = 3.60 - 4.00 mt.		
5,0	1,0		sabbie limose fini sciolte		
5,9	0,9		sabbie avana		
6,3	0,4		calcare		subs. litoidi
6,5	0,2		sabbie avana		
6,6	0,1		argilla		
7,0	0,4		calcare		

Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S3</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo	<b>Strega Rossa Casale Marittimo</b> novembre 2010	<b>1:75</b>
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
0,5	0,5		<i>stabilizzato di gabbriccio</i>	orizzonte sciolto
1,8	1,3		<i>limi argillosi e argille avana consistenti</i>	
2,0	0,2		<i>sabbie bruno chiaro</i>	
2,6	0,6		<i>calcare</i>	substrato litorde
3,0	0,4		<i>sabbie e calcare</i>	
4,0	1,0		<i>calcare con subordinati livelli di sabbia</i>	

Firma

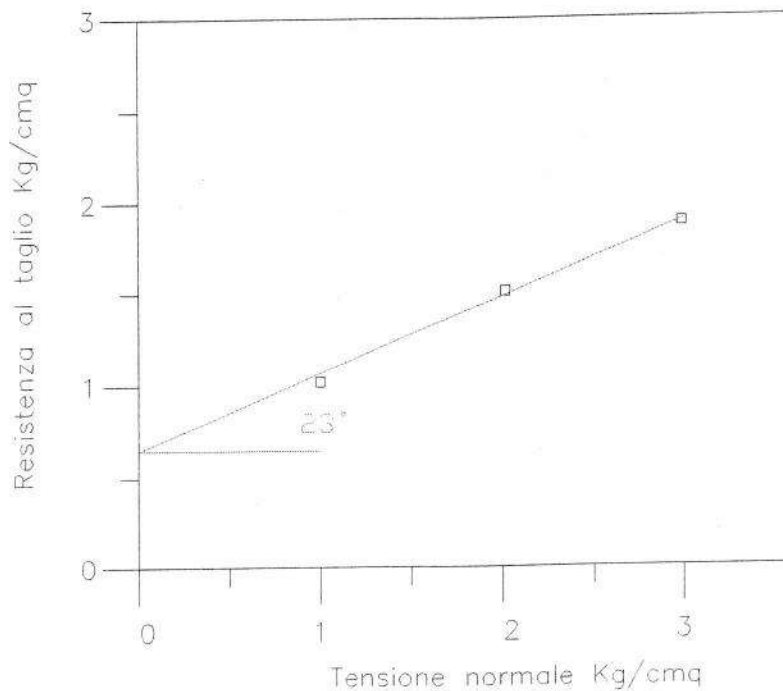
Certificato N° RUF01/10

Committente: **Dott. Geol. G. Ruffini**  
 Data analisi: **16/11/2010**  
 Località: **Montaleo - Casale Marittimo**  
 Campione: **S1/C1**  
 Profondità: **2.40 - 2.80 m d.p.c.**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Velocità di avanzamento: 0.0259 mm/sec

DIAGRAMMA DI TAGLIO



Descrizione:

**Argilla grigia**

Peso di volume: **2.10 g/cm<sup>3</sup>**

Angolo di attrito: **23°**

Coesione : **0.65 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Dati di laboratorio**

Tensione normale Kg/cm <sup>2</sup>	Carico di rottura Kg/cm <sup>2</sup>
1.0	1.02
2.0	1.51
3.0	1.89

Firma

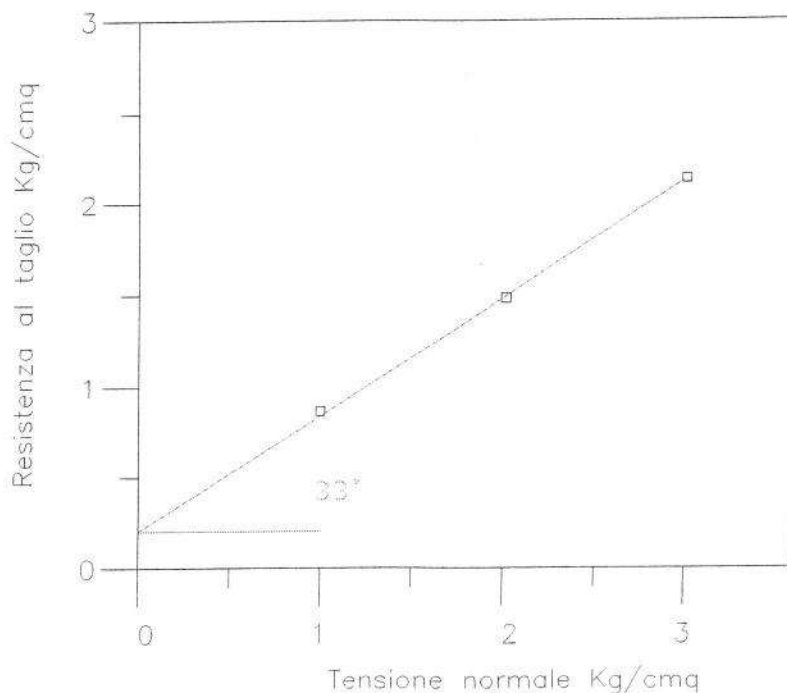
Certificato N° RUF02/10

Committente: **Dott. Geol. G. Ruffini**  
 Data analisi: **16/11/2010**  
 Località: **Montaleo - Casale Marittimo**  
 Campione: **S2/C2**  
 Profondità: **3.60 - 4.00 m d.p.c.**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Velocità di avanzamento: 0.0259 mm/sec

DIAGRAMMA DI TAGLIO



Descrizione:

**Sabbia limosa giallo ocra**

Peso di volume: **1.92 g/cm<sup>3</sup>**

Angolo di attrito: **33°**

Coesione : **0.20 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Dati di laboratorio**

Tensione normale Kg/cm <sup>2</sup>	Carico di rottura Kg/cm <sup>2</sup>
1.0	0.88
2.0	1.49
3.0	2.15

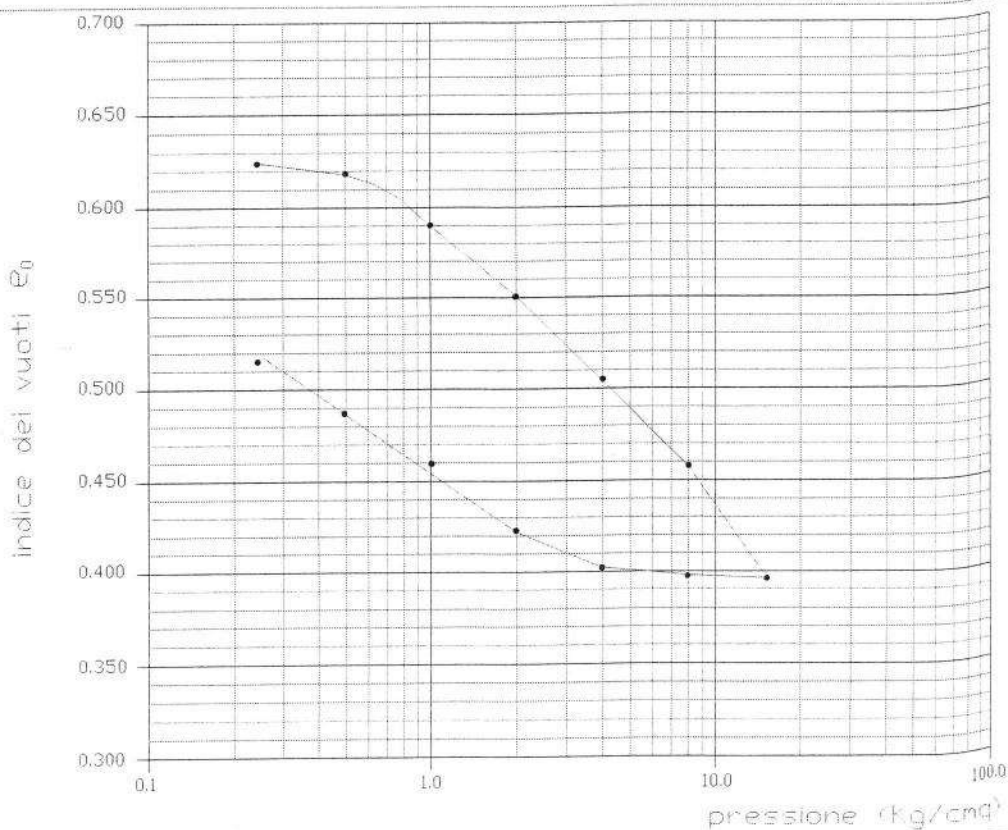
Firma



Certificato N° RUF03/10

Committente: **Dott. Geol. G. Ruffini**  
 Data analisi: **16/11/2010**  
 Località: **Montaleo - Casale Marittimo**  
 Campione: **S1/CI**  
 Profondità: **2.40 - 2.80 m d.p.c.**

**PROVA EDOMETRICA**



Pressioni Kg/cm <sup>2</sup>	Cedimenti mm	Indice dei vuoti e <sub>0</sub>	Coeff. Comp. a, cm <sup>2</sup> /Kg	C. Comp. Vert. m, cm <sup>2</sup> /Kg	Mod. Edom. Ed Kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0.627	-	-	-
0.25	0.045	0.624	0,012	0,007	135,458
0.5	0.095	0.618	0,024	0,015	67,542
1	0.41	0.59	0,056	0,035	28,643
2	0.59	0.55	0,04	0,025	39,25
4	0.64	0.506	0,022	0,014	69,455
8	0.71	0.458	0,012	0,008	123,5
16	0.92	0.396	0,008	0,005	184,129
8	-0.015	0.397	-	-	-
4	-0.073	0.402	-	-	-
2	-0.317	0.423	-	-	-
1	-0.544	0.46	-	-	-
0.5	-0.412	0.488	-	-	-

Umidità naturale:  
**W<sub>n</sub> = 22.8%**

Umidità finale:  
**W<sub>f</sub> = 25.8%**

Indice dei vuoti iniziale:  
**e<sub>0</sub> = 0.627**

Indice di Compressibilità:  
**C<sub>c</sub> = 0.151**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

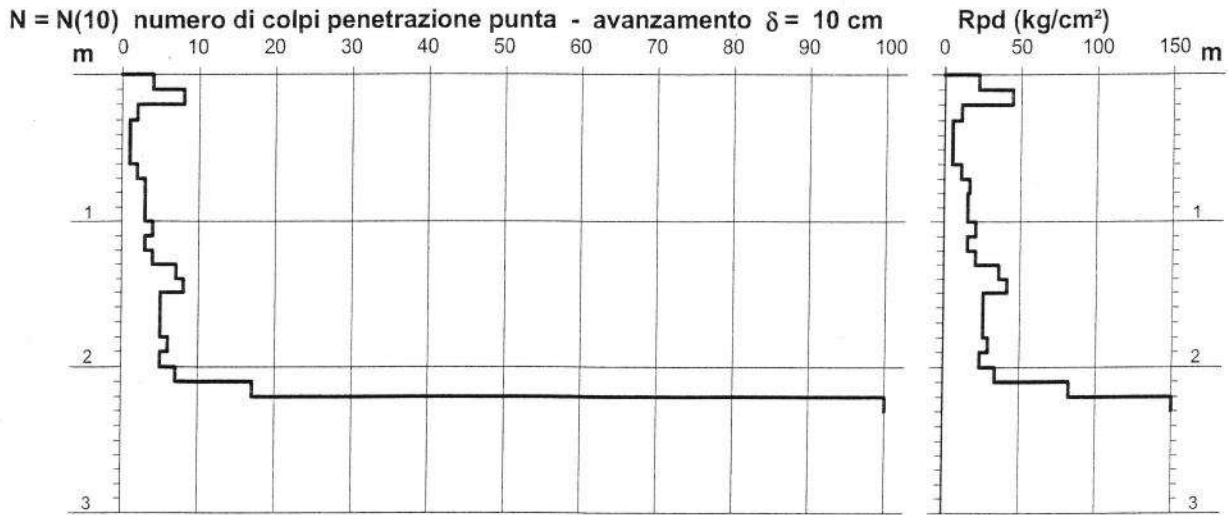
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. D'Alfonso  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Strega rossa, Montaleo, Casale M.mo

- data prova : 02/12/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 14/12/2010

**30**

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

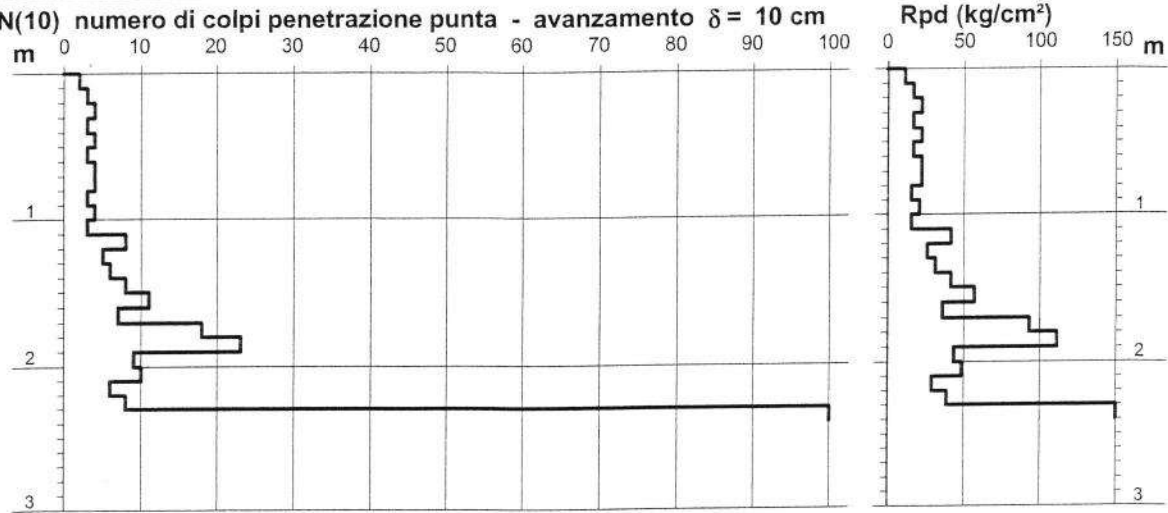
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. D'Alfonso  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Strega rossa, Montaleo, Casale M.mo

- data prova : 02/12/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 14/12/2010

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

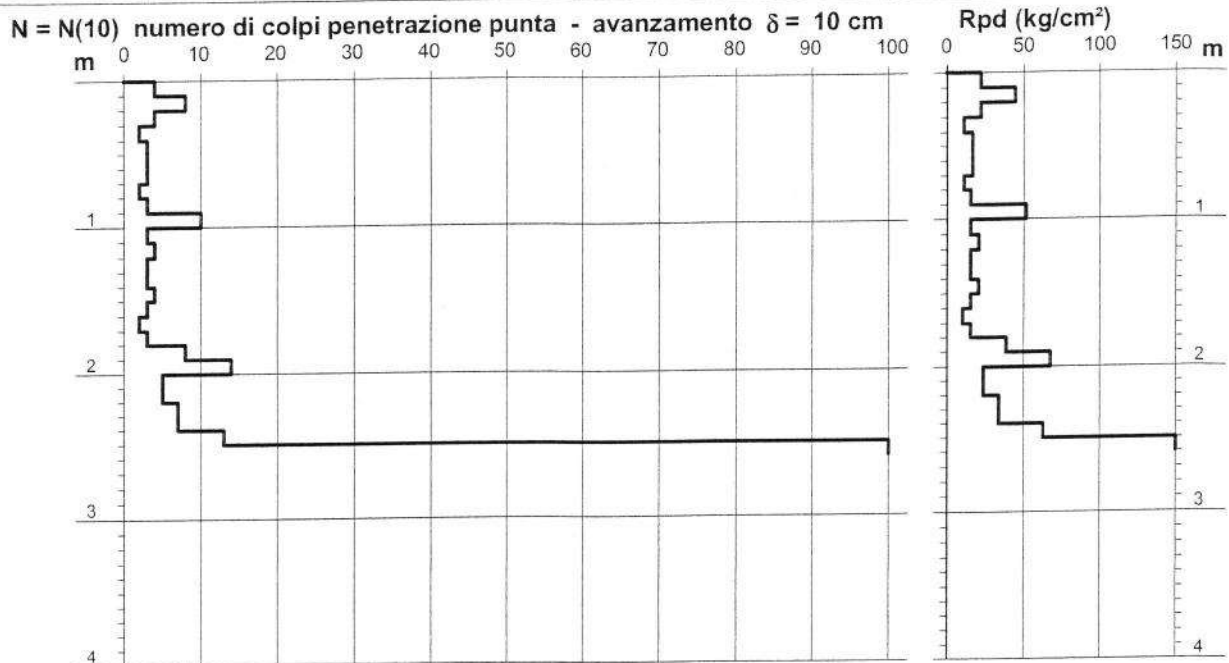
DIN PD3

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. D'Alfonso  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Strega rossa, Montaleo, Casale M.mo

- data prova : 02/12/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 14/12/2010

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

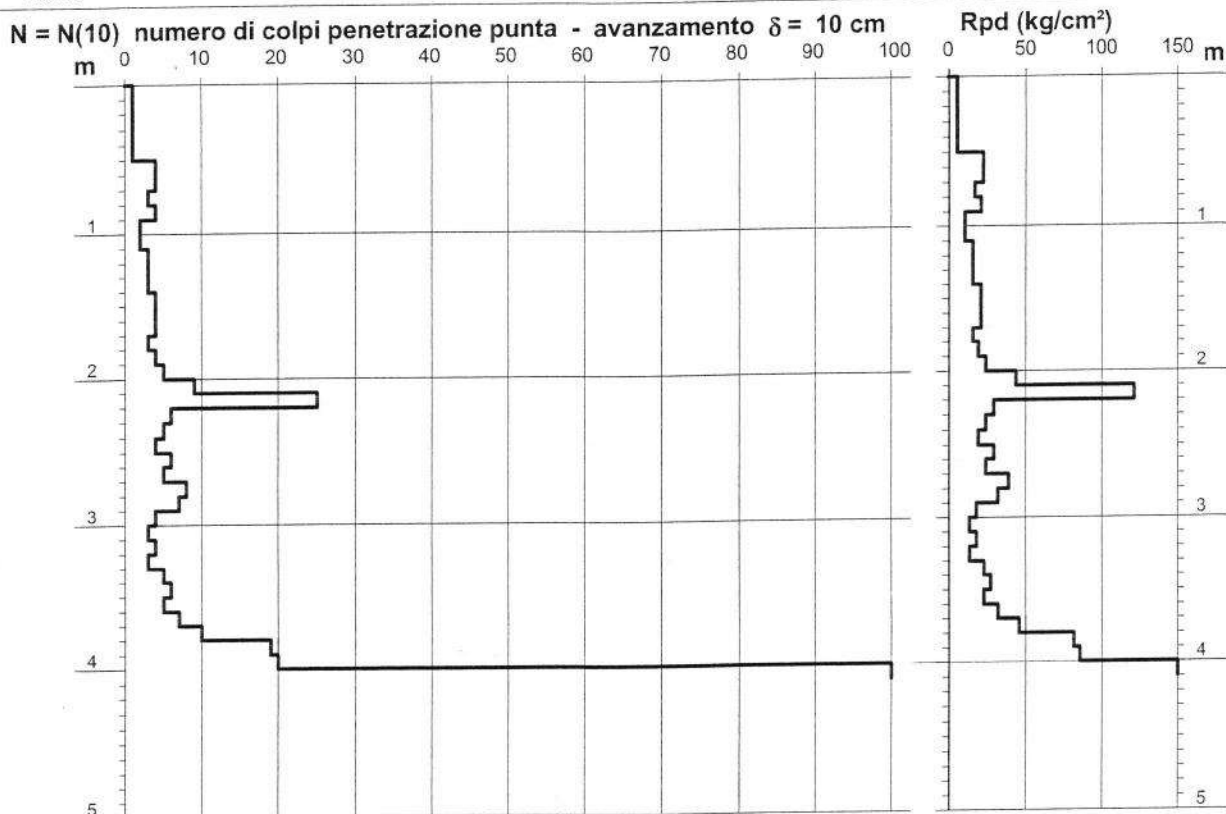
DIN PD4

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. D'Alfonso  
- lavoro : Costruzione civile abitazione  
- località : Strega rossa, Montaleo, Casale M.mo

- data prova : 02/12/2010  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 14/12/2010

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD\*

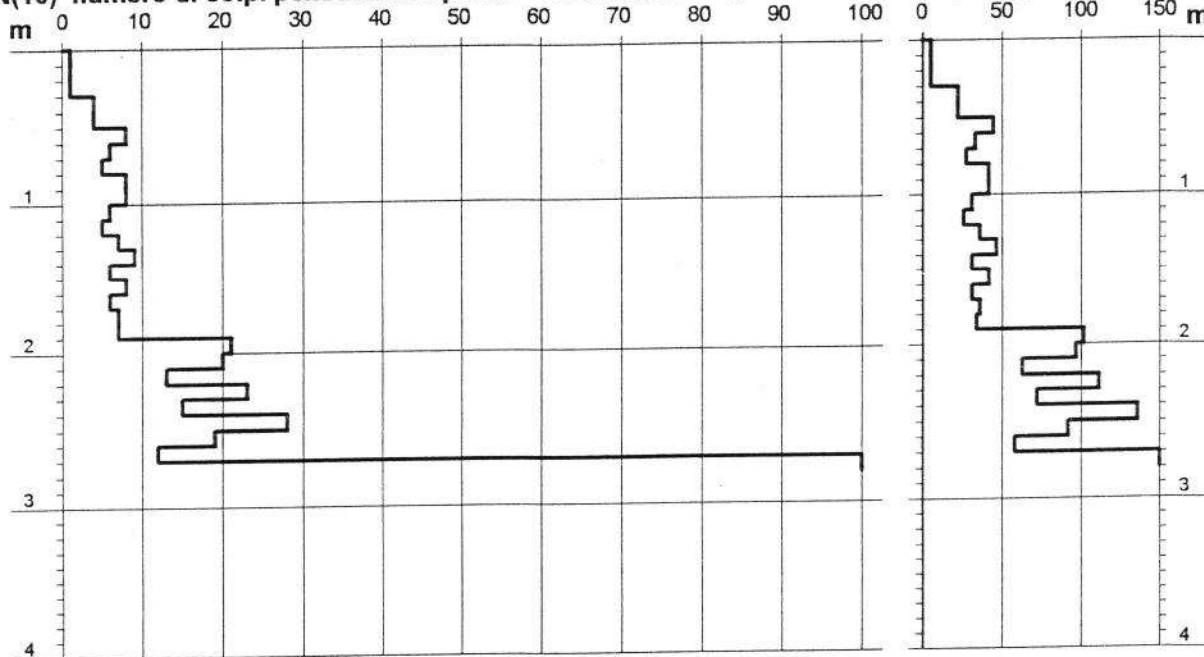
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Ennio D'ALFONSO  
- lavoro : Costruzione autorimessa  
- località : Località Montaleo, Comune di Casale M.mo

- data prova : 14/12/2007  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 18/12/2007

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

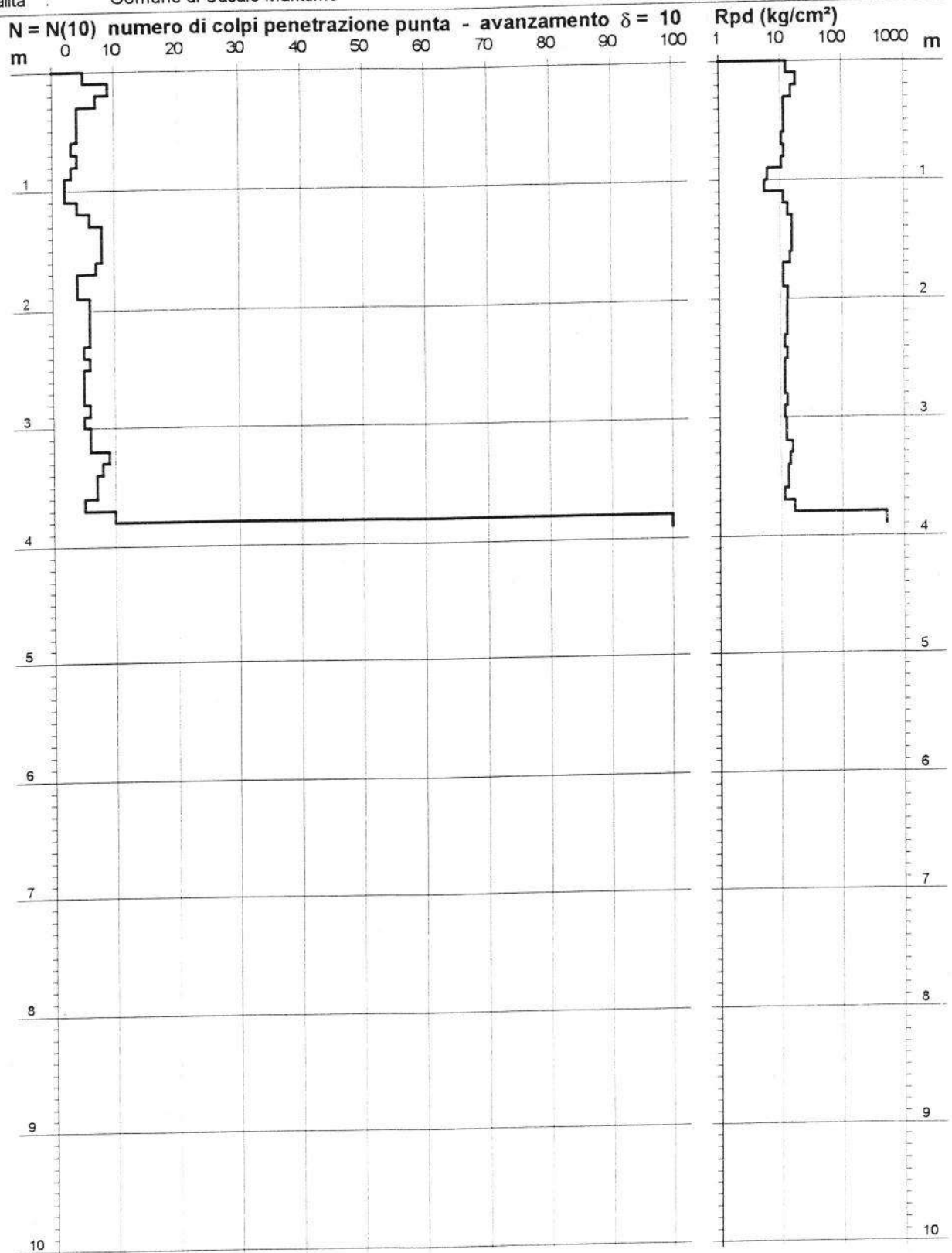
# 30

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine : Costruzione di piscina  
- cantiere : Località Montaleo Sig. D'ALFONSO  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 01/04/2003  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4  
 - M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)= 35,70 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

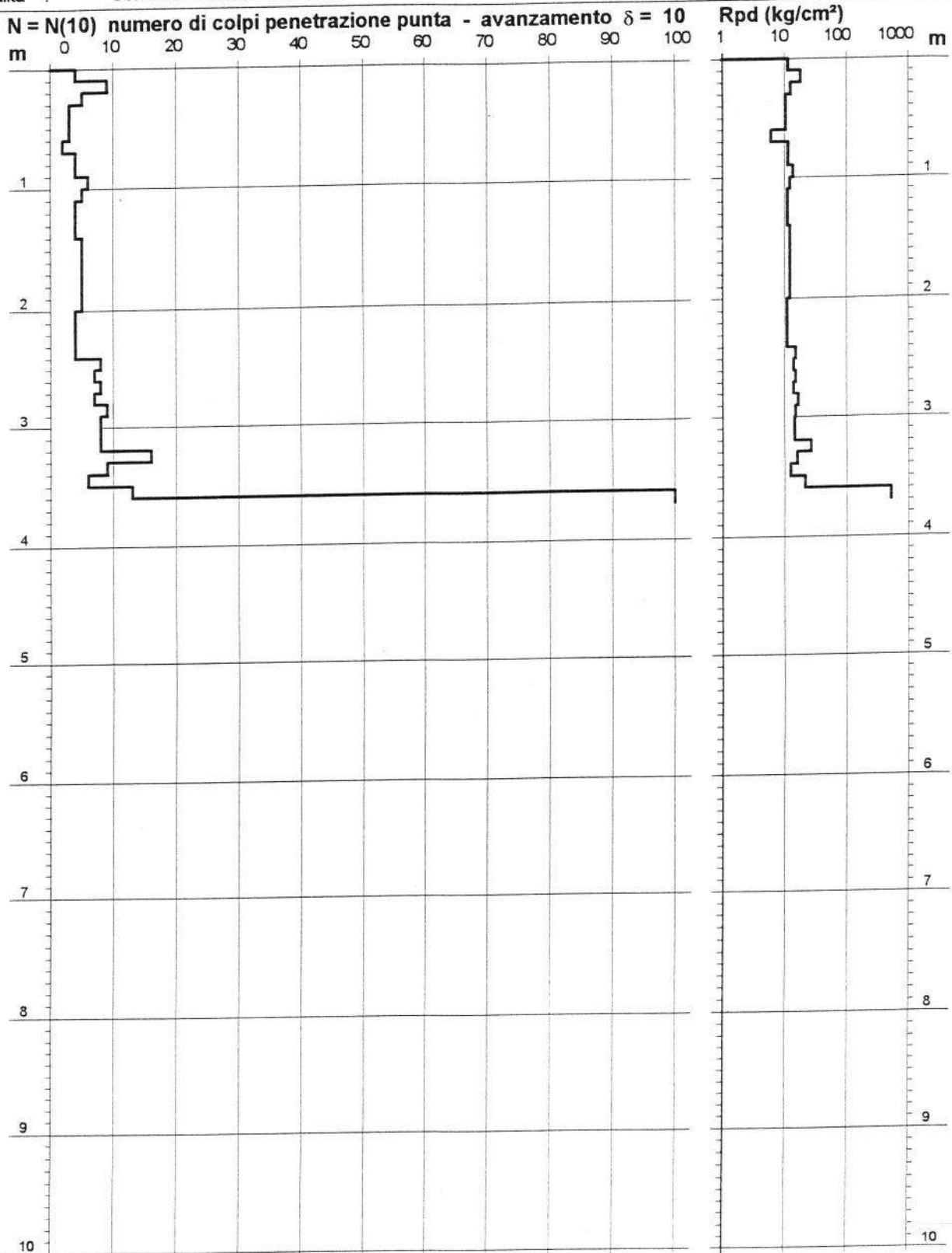
# 30

n° PD2

Scala 1: 50

- indagine : Costruzione di piscina  
- cantiere : Località Montaleo Sig. D'ALFONSO  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 01/04/2003  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4  
 - M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)= 35,70 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

mantengano costanti e non sia subordinate al contenuto in acqua. Il litotipo si identifica quindi con un valido substrato di fondazione.

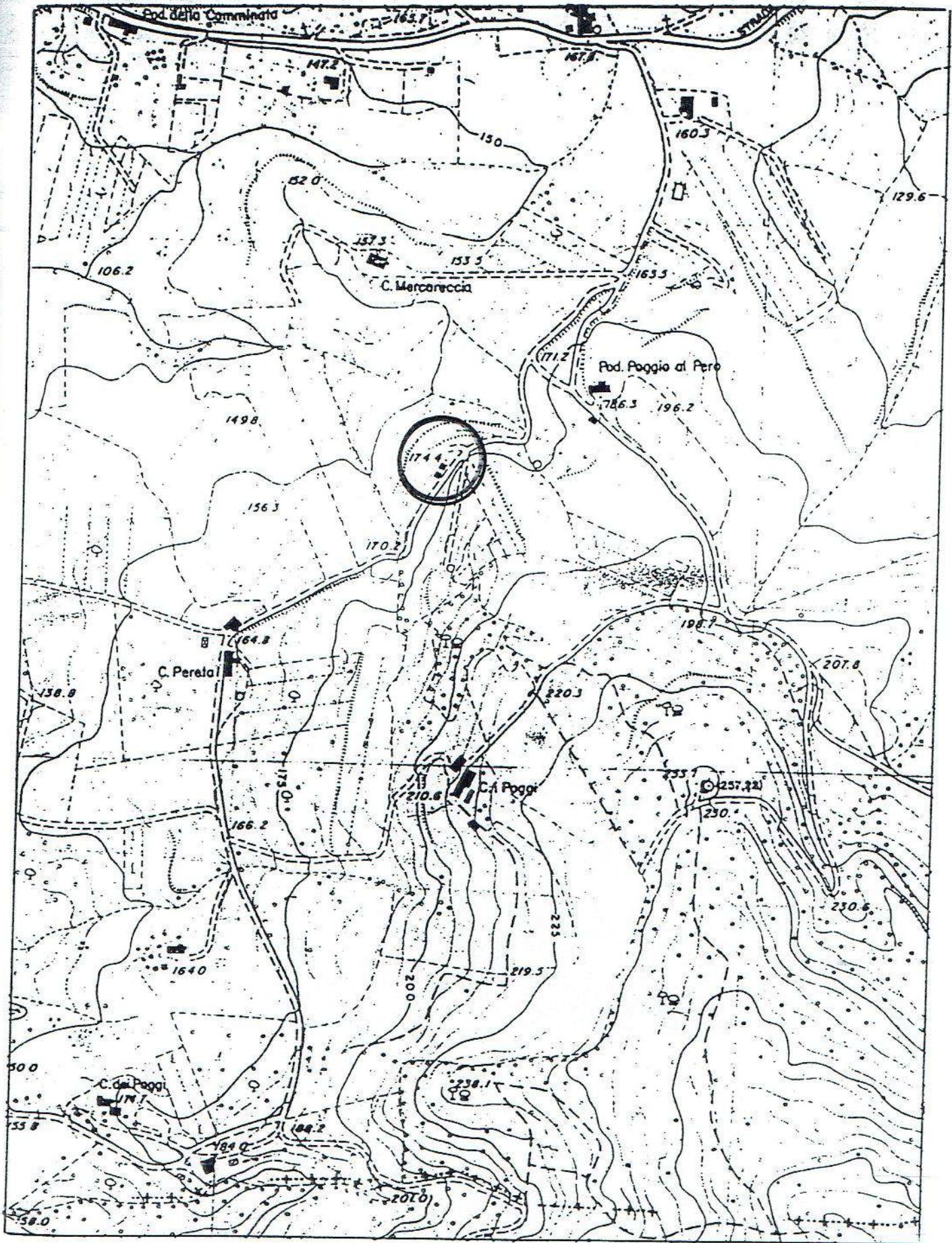
### Metodologia d'indagine

Il comma 4.1 della Del. 94/85 cita che "... in fase di predisposizione dello S.U.A. verranno eseguite le indagini di dettaglio". Queste potranno poi essere riprese ed approfondite durante la fase progettuale.

La litologia del substrato è nota tramite le osservazioni alla scala mesoscopica, particolarmente significative in corrispondenza delle scarpate presenti nella porzione nord del comparto. Numerosi affioramenti di calcare sono poi individuabili anche nella parte sommitale dello stesso. La stratigrafia è infine ricavabile tramite la perforazione del pozzo interno la resede della villa Strega Rossa. Essa è significativa ad esclusione del livello corticale di sabbie argillose, indagabili solo sulla sommità del Colle di Montaleo e non presenti nelle aree adiacenti.

0.00 – 6.00 mt.	Sabbie argillose rossastre
6.00 – 53.00 mt.	Calcare detritico con intercalazioni di livelli argillosi
53.00 – 59.00 mt.	Argille sabbiose con trovanti calcarei
59.00 – 67.00 mt.	Argille
67.00 – 72.00 mt.	Sabbie e ghiaietto con acqua
72.00 – 100.00 mt.	Argilla






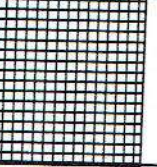



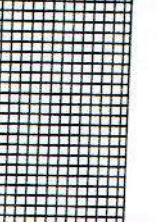
Al fine di confermare tali informazioni, di quantificare lo spessore del livello corticale rimaneggiato e la profondità del calcare, e di determinare le caratteristiche meccaniche del livello sabbioso superficiale incoerente, sono state eseguite quattro prove penetrometriche (fig. 9). Per tale indagine è stato utilizzato un penetrometro dinamico medio (ISSMFE 1988) con massa battente di 30 kg., altezza di caduta costante di 20 cm. e con punta conica a recupero. I risultati di ciascuna prova sono stati riportati su un apposito diagramma, allegato, avente in ascissa il numero di colpi relativo ad ogni 10 cm. d'approfondimento delle aste ed in ordinata la profondità in metri dal p.c.. La metodologia è ritenuta corretta. Conoscendo la stratigrafia, il rifiuto strumentale avrebbe indicato la profondità del litotipo cementato.



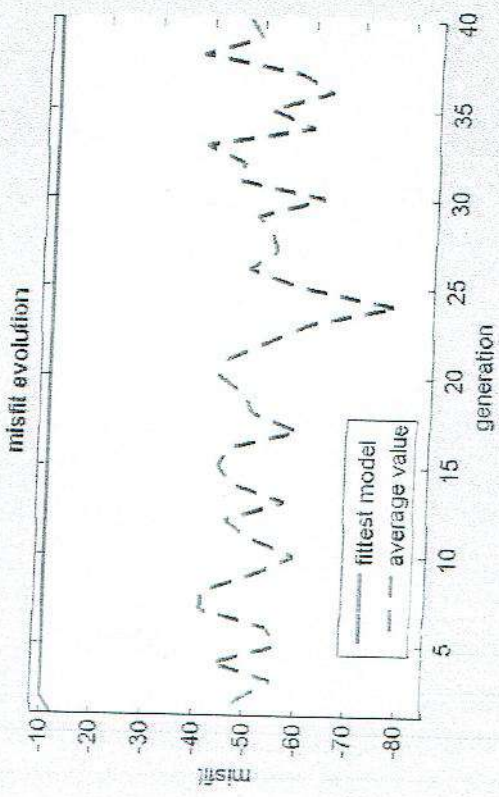
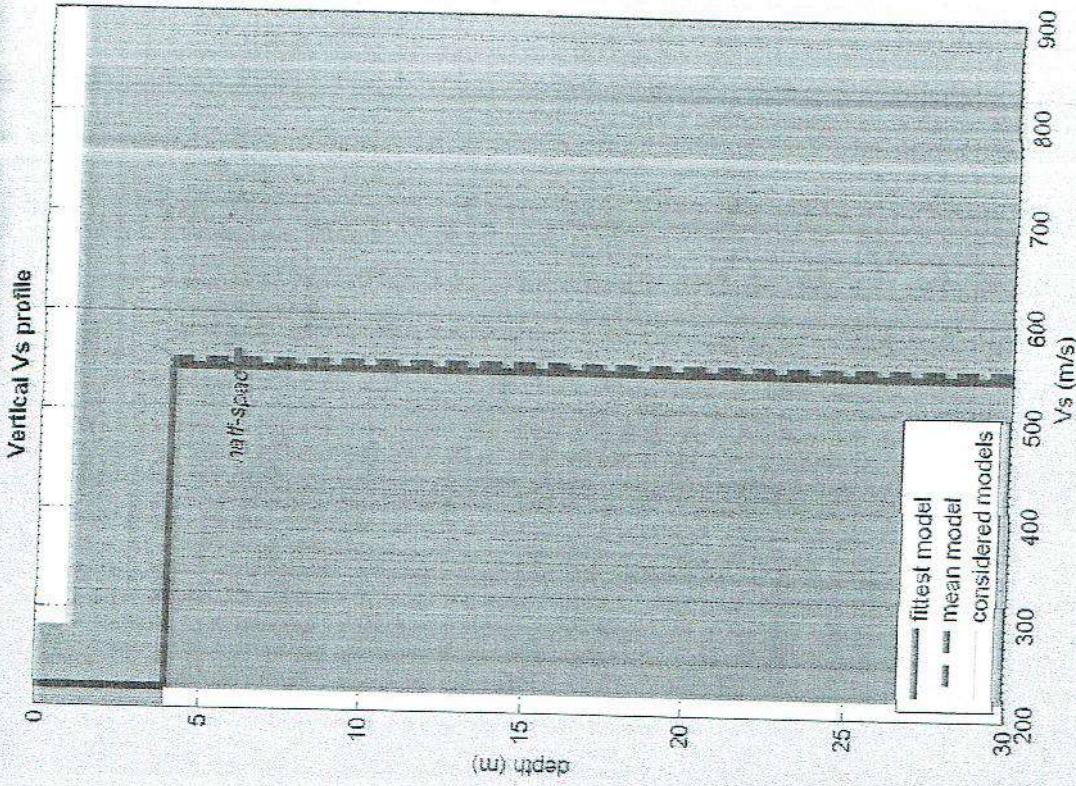
**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

scala 1:5.000

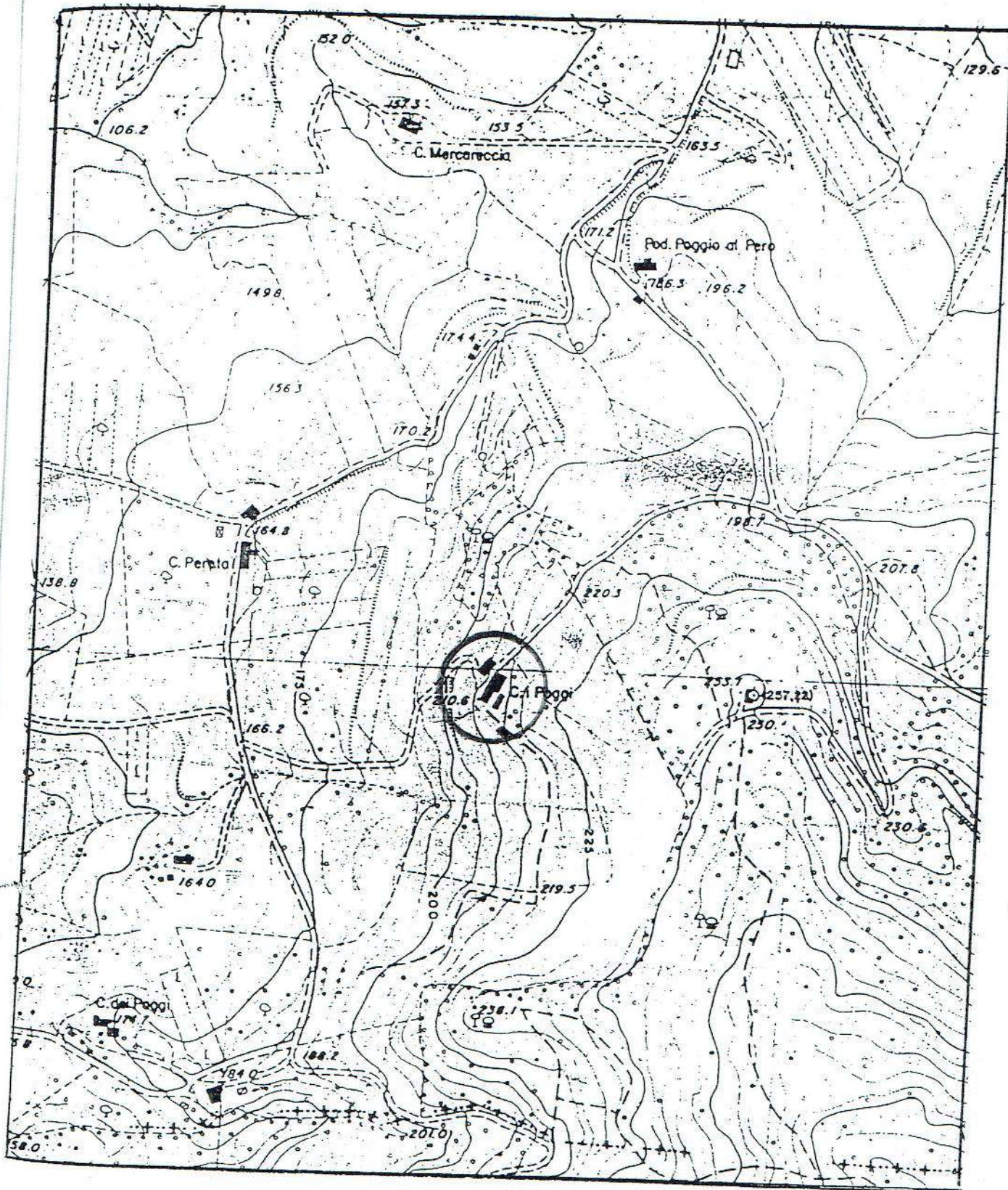
Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S1</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo con circolazione d'acqua	Via Pereta n° 24 Casale Marittimo Sig. Kurt ABT	1:75
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
1,0	1,0		limi sabbiosi con inclusi litici sub-arrotondati a prevalente natura calcarea	
1,4	0,4		ciottoli a spigoli vivi di natura calcarea (palombino) clasto-sostenuti	
3,1	1,7		sabbie limose brune con frequenti inclusi litici di piccole dimensioni matrice-sostenuti  Campione S1/C1 = 2.20 - 2.50 mt.	
3,2	0,1		argille sabbise grigie	
3,8	0,6		sabbie limose brune con frequenti inclusi litici di piccole dimensioni matrice-sostenuti	
5,5	1,7		conglomerato litoide	
6,4	0,9		limo sabbioso con clasti litoidi di piccole dimensioni matrice-sostenuti	
7,0	0,6		conglomerato litoide	
7,6	0,6		sabbie argillose brune con frammenti litoidi clasto-sostenuti	
10,0	2,4		8.40/8.85 mt. SPT = 13-35-rifiuto conglomerato litoide clasti riconducibili sostanzialmente al calcare a palombini e alla roccia ofilitica	





dataset: 5 metri.sgy  
 dispersion curve: pickfig 5 m.cdp  
 VS30 (best model): 455 m/s  
 VS30 (mean model): 458 m/s







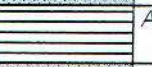

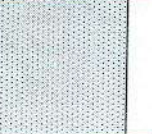



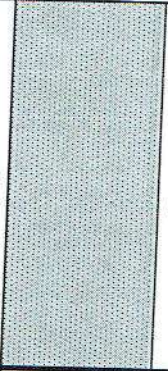

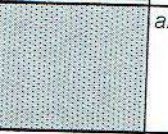



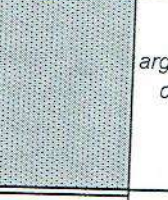



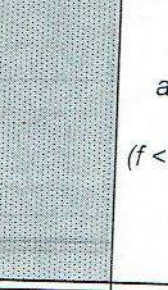










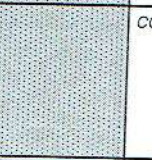


### COROGRAFIA DELLA ZONA

fig. 2

scala 1:5.000

Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S1</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo con circolazione d'acqua	Cantina O.T Podere il Poggio Comune di Casale M.mo	1:100
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
1,00	1		Terreno di riporto	
4,60	3,6		argilla compatta di colore marrone chiaro con screziature grigiastre contenente abbondanti ciottoli litoidi ( <b>livello L1</b> )  Campione S1/C1 = 2.70 - 3.00 mt.	
11,65	7,05		Campione S1/C2 = 5.60 - 6.00 mt.  Argilla limosa dotata di consistenza variabile (da moderatamente a estremamente consistente) di colore grigio scuro con subordinati ciottoli ( <b>livello L2</b> )  Campione S1/C3 = 10.40 - 10.70 mt.	
11,80	0,15		livello argilloso clastosostenuto, ricco di abbondanti ciottoli litoidi angolosi ( $\phi < 2$ cm)	
13,70	1,9		Argilla limosa dotata di consistenza variabile di colore grigio scuro con subordinati ciottoli	
13,85	0,15		livello argilloso clastosostenuto ricco di abbondanti ciottoli arrotondati ( $\phi > 5$ cm)	
14,00	0,15		Argilla limosa dotata di consistenza variabile di colore grigio scuro con subordinati ciottoli	
17,30	3,3		livello argilloso clastosostenuto, ricco di abbondanti ciottoli angolosi di dimensioni variabili ( <b>livello L1</b> )  Campione S1/C4 = 17.00 - 17.30 mt.	
19,20	1,9		livello argilloso clastosostenuto con ciottoli arrotondati ( $\phi < 2$ cm) ( <b>livello L1</b> )	
19,60	0,4		livello argilloso clastosostenuto di copre marrone ricco di abbondanti ciottoli di forma variabile ( $2 < \phi > 5$ cmm <b>livello L1</b> )	

Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S2</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo con circolazione d'acqua	<b>Cantina O.T Podere il Poggio Comune di Casale M.mo</b>	<b>1:100</b>
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
7,10	7,1		argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici (f < 2 cm) di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )  3.30/3.75 mt. SPT = 22-33-45	
7,60	0,5		argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)	
8,90	1,3		argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )  7.50/7.95 mt. SPT = 41-rifiuto	
9,65	0,75		argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)	
10,40	0,75		argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )	
11,00	0,6		argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)	
13,70	2,7		11.30/11.75 mt. SPT = 28-41-rifiuto argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )	
14,30	0,6		argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)	
14,70	0,4		argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici ( <b>livello L3</b> )	
15,10	0,8		argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)	
20,50	5,4		argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici (f < 2 cm) di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )	
22,00	1,5		argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)	

Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S3</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo con circolazione d'acqua	O.T. Società agricola Podere i Poggi Comune di Casale M.mo	1:100
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
0,70	0,7		terreno vegetale	
1,60	0,9		argilla sabbiosa di colore rosso bruno con ciottoletti calcarei (livello L3)	
3,00	1,4		argilla sabbiosa rosso bruna contenente clasti calcarei e subordinatamente di ofiolite (livello L3)	
5,40	2,4		clasti di ofiolite di dimensioni centimetriche immersi in una subordinata matrice argilloso sabbiosa grigo avana 5.20/5.65 mt. SPT = 15-41-rifiuto	
6,60	1,2		sabbie grossolane di natura ofiolitica con subordinati clasti	
7,50	0,9		conglomerato clastosostenuto in matrice argillosa grigio avana; i clasti sono di natura ofiolitica e calcarea (palombino) di dimensioni centimetriche (livello 3)	
7,90	0,4		sabbie grossolane di natura ofiolitica con subordinati clasti	
9,60	1,7		conglomerato clastosostenuto in matrice argillosa grigio avana; i clasti sono di natura ofiolitica e calcarea (palombino) di dimensioni centimetriche (livello 3) 8.50/8.95 mt. SPT = 44-rifiuto	
14,30	4,7		argilla compatta grigio avana consistente con ciottoli (livello L1)	
15,00	0,7		argilla compatta grigia consistente (livello L2)	

Firma



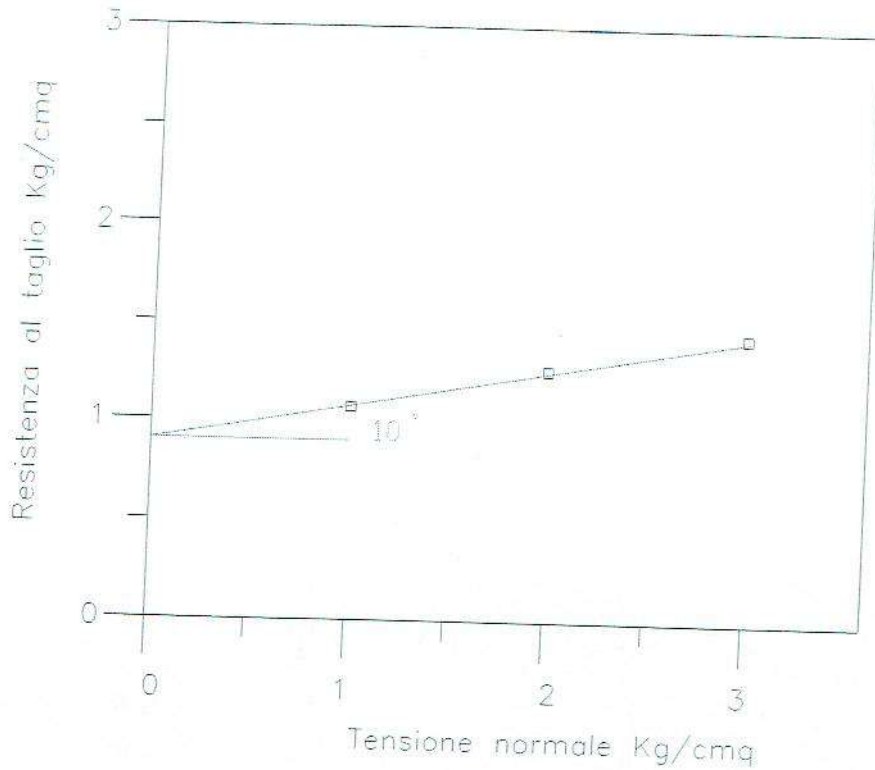

Certificato N° RUF05/08

Committente: *Soc. O.T. s.r.l.*  
 Data: *18.04.2008*  
 Località: *Case i Poggi- Casal M.mo*  
 Campione: *SI/CI*  
 Profondità: *2.70 - 3.00 m d.p.c.*

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Velocità di avanzamento: 0.0259 mm/sec

DIAGRAMMA DI TAGLIO



Descrizione:

**Argilla marrone asciutta**

Peso di volume: **2.03 g/cm³**

Angolo di attrito: **10°**

Coesione: **0.90 Kg/cm²**

**Dati di laboratorio**

Tensione normale Kg/cm²	Carico di rottura Kg/cm²
1.0	1.06
2.0	1.26
3.0	1.45

Firma



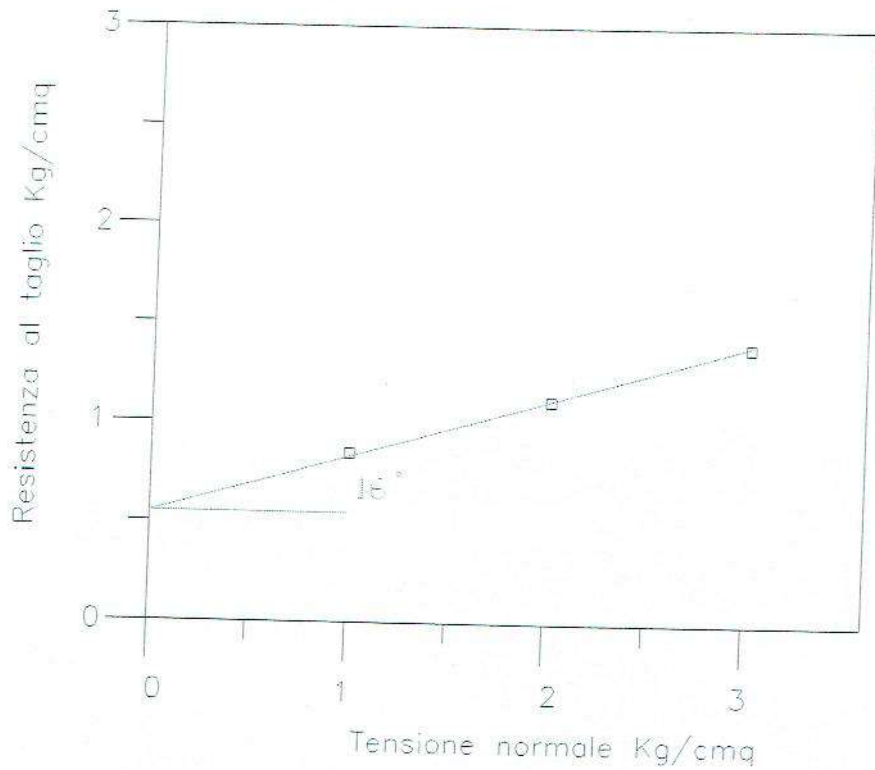

Certificato N° RUF08/08

Committente: *Soc. O.T. s.r.l.*  
 Data: *18.04.2008*  
 Località: *Case i Poggi- Casal M.mo*  
 Campione: *S1/C4*  
 Profondità: *17.00 - 17.30 m d.p.c.*

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Velocità di avanzamento: 0.0259 mm/sec

DIAGRAMMA DI TAGLIO



Descrizione:

**Argilla sabbiosa grigia con frammenti lapidei**

Peso di volume: **2.13 g/cm³**

Angolo di attrito: **16°**

Coesione : **0.55 Kg/cm²**

**Dati di laboratorio**

Tensione normale Kg/cm²	Carico di rottura Kg/cm²
1.0	0.83
2.0	1.12
3.0	1.81

Firma

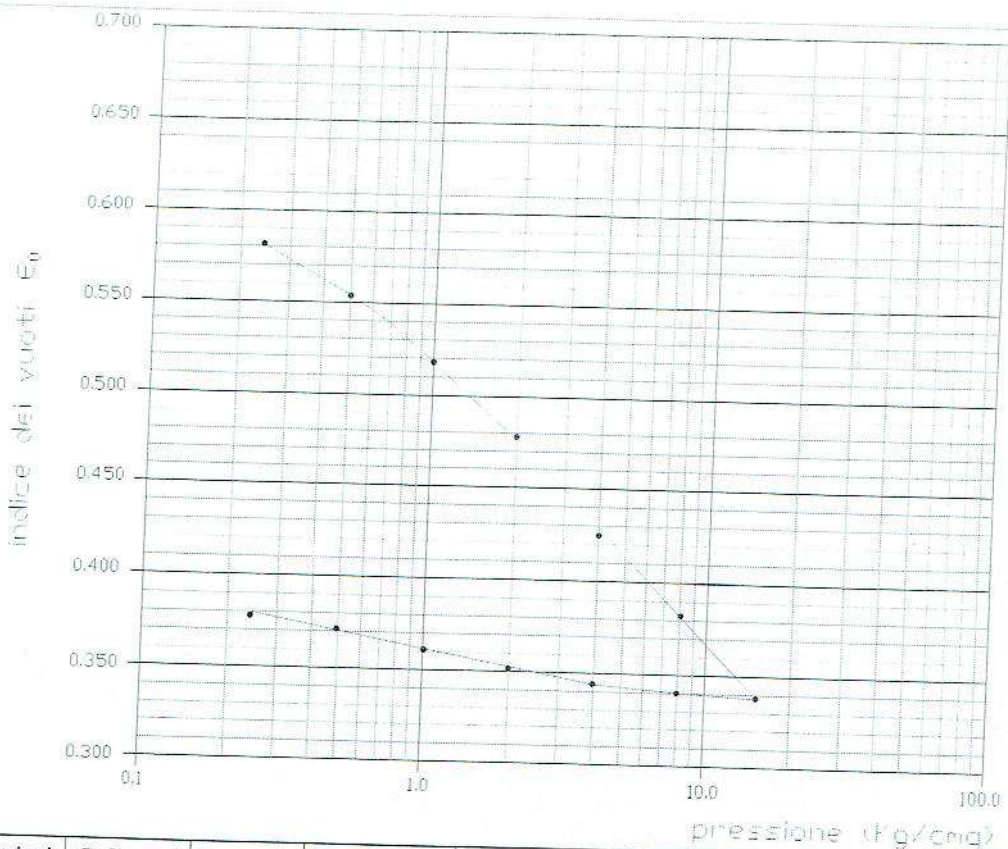
*Luca Maurizio Sileotti*



### Certificato N° RUF09/08

Committente: *Soc. O.T. s.r.l.*  
 Data: *02.05.2008*  
 Località: *Casa i Poggi - Casale Marittimo*  
 Campione: *S1/C4*  
 Profondità: *17.00 - 17.30 m d.p.c.*

## PROVA EDOMETRICA



Pressioni Kg/cm <sup>2</sup>	Cedimenti mm	Indice dei vuoti e <sub>0</sub>	Coeff. Comp. a, cm <sup>2</sup> /Kg	C. Comp. Vert. m, cm <sup>2</sup> /Kg	Mod. Edom. Ed Kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0.586	-	-	-
0.25	0.07	0.581	0.02	0.013	79.175
0.5	0.44	0.552	0.116	0.074	13.504
1	0.5	0.519	0.066	0.043	23.265
2	0.61	0.479	0.04	0.027	37.475
4	0.81	0.425	0.027	0.019	53.778
8	0.653	0.382	0.011	0.008	130.558
16	0.651	0.339	0.005	0.004	253.116
8	-0.023	0.34	-	-	-
4	-0.051	0.344	-	-	-
2	-0.14	0.353	-	-	-
1	-0.13	0.362	-	-	-
0.5	-0.15	0.372	-	-	-

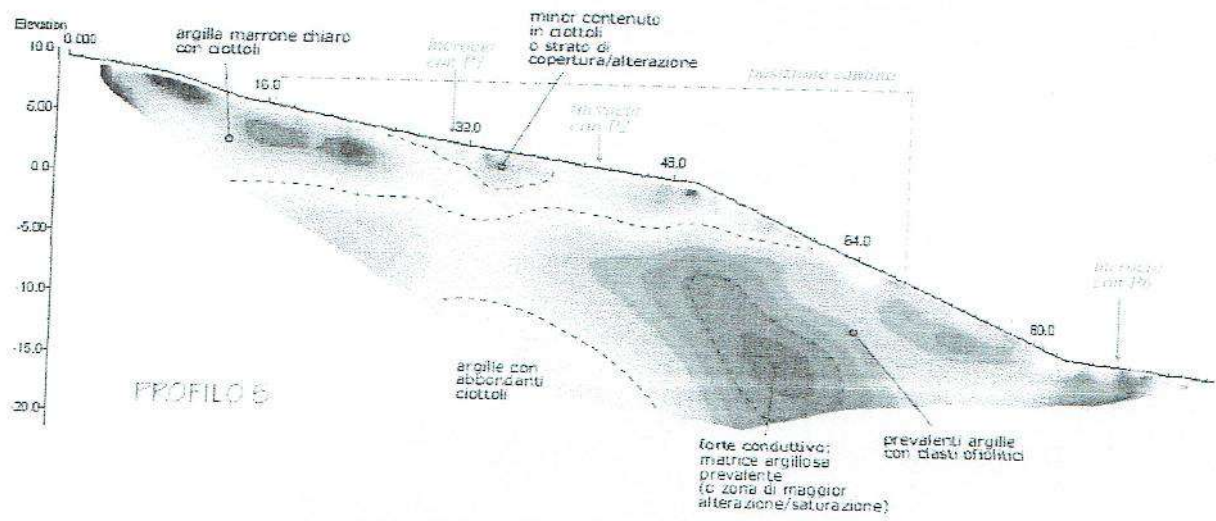
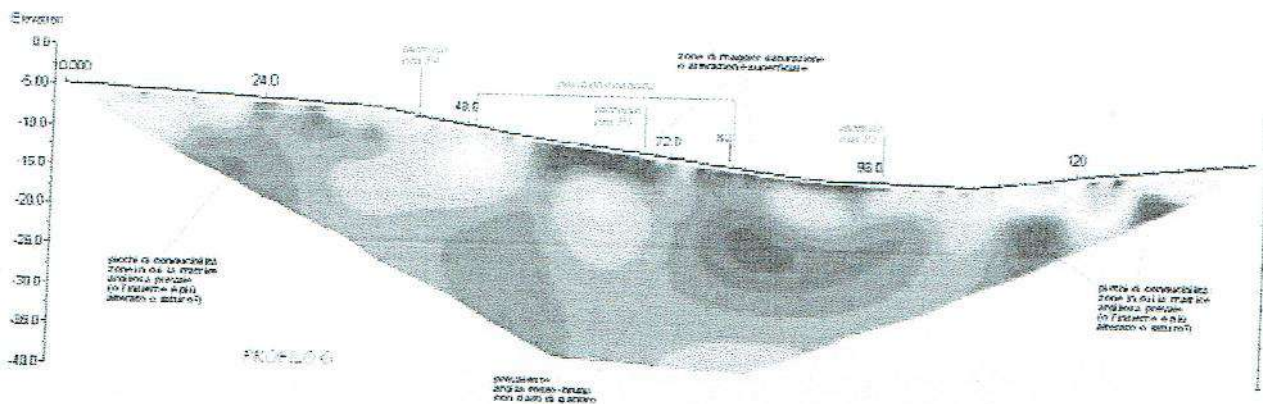
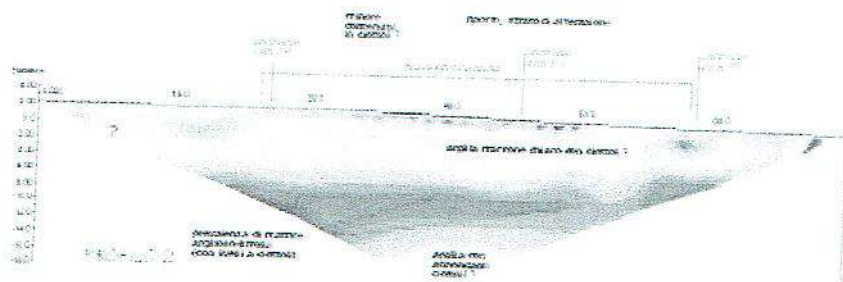
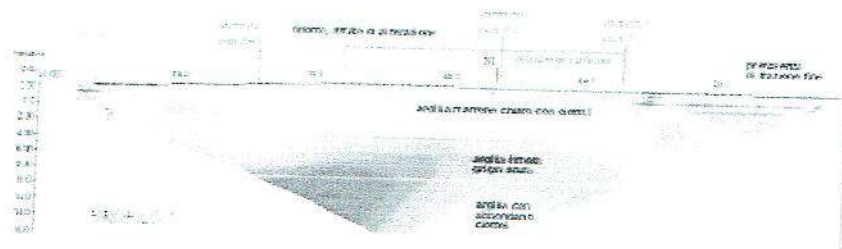
Umidità naturale:  
**W<sub>n</sub> = 13.0%**

Umidità finale:  
**W<sub>f</sub> = 12.5%**

Indice dei vuoti iniziale:  
**e<sub>0</sub> = 0.586**

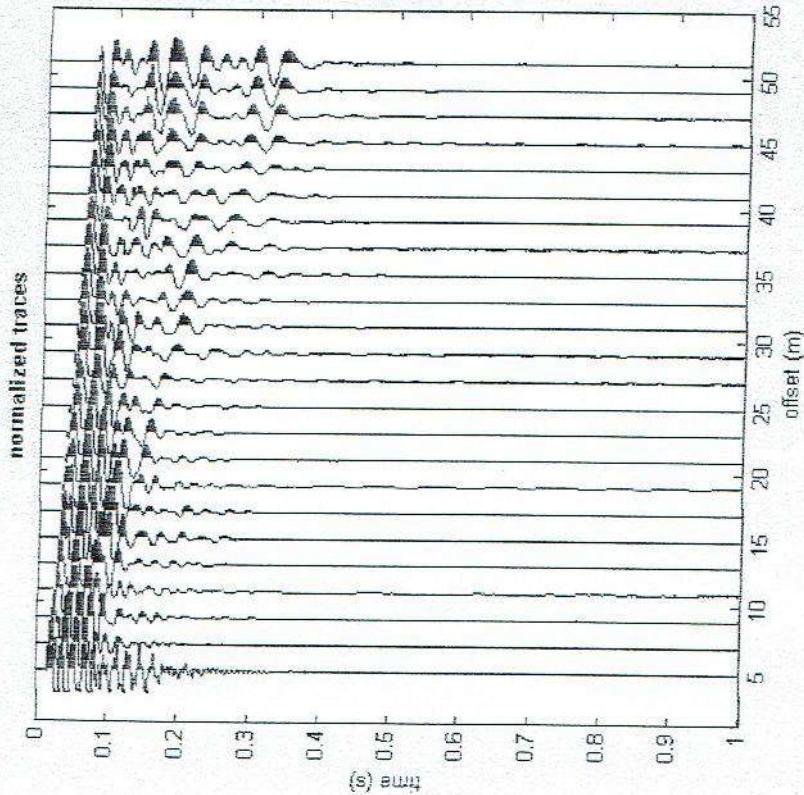
Indice di Compressibilità:  
**C<sub>c</sub> = 0.144**





#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: 5.melli.sgy  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



**utilities**

flip traces   
 spectrum   
 move 

**data selection**

activate   
 select   
 cancel

**refraction**

quick refraction   
 save   
 upload

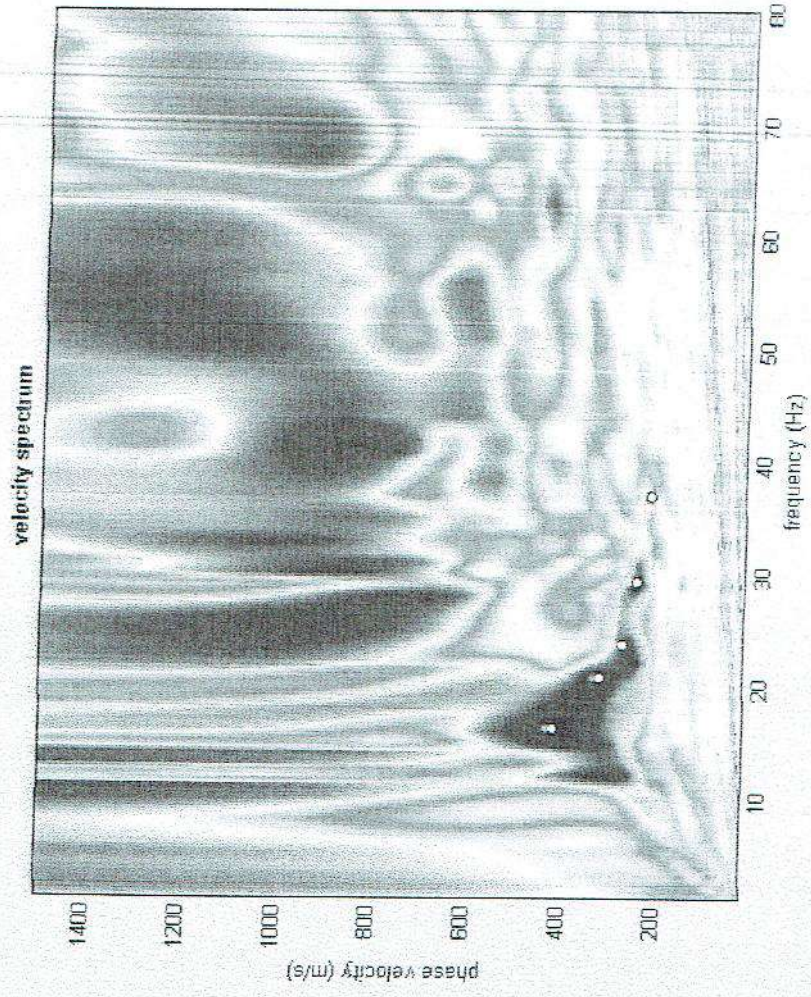
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)

**MASW**  **ReMi**

calculate spectrum

**visualize curves**

input curve



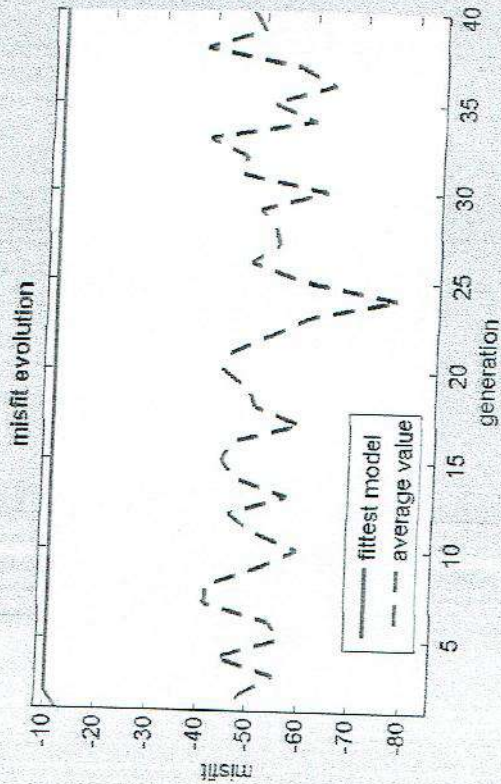
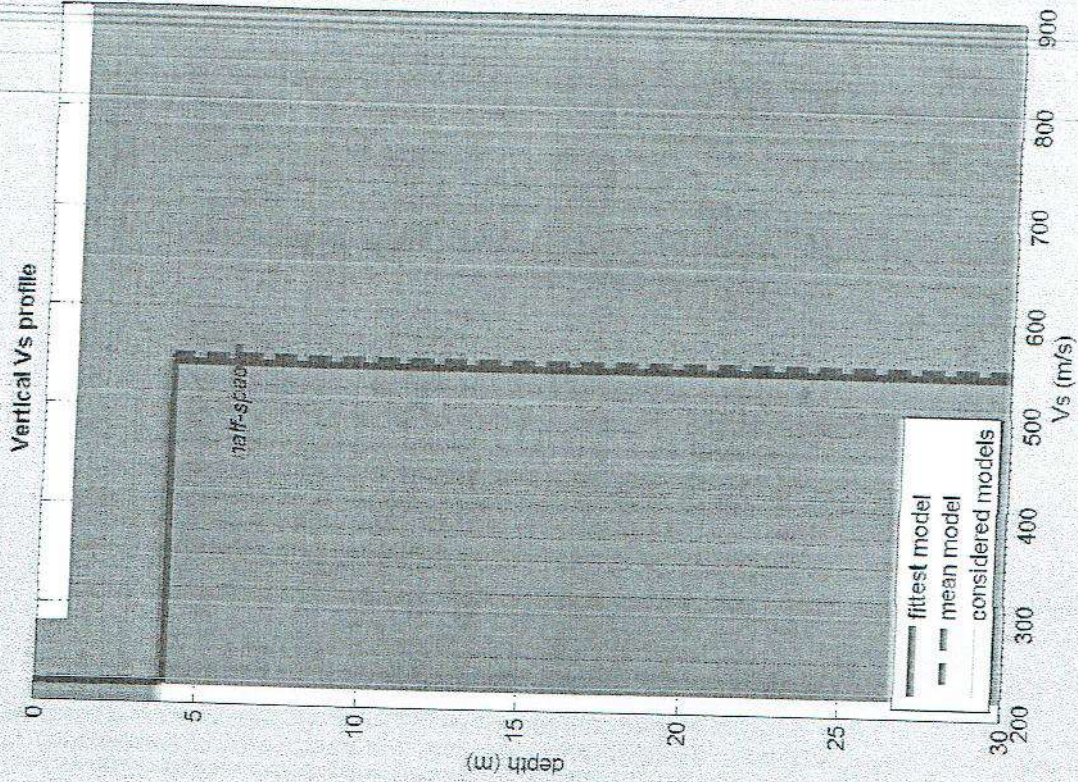
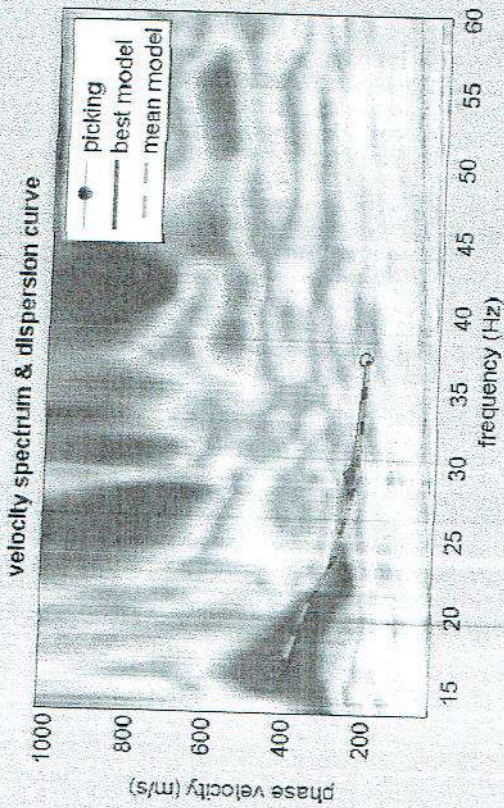
**modelling**

parameters   
 upload model    
 eigen period  

**picking 5 modes**

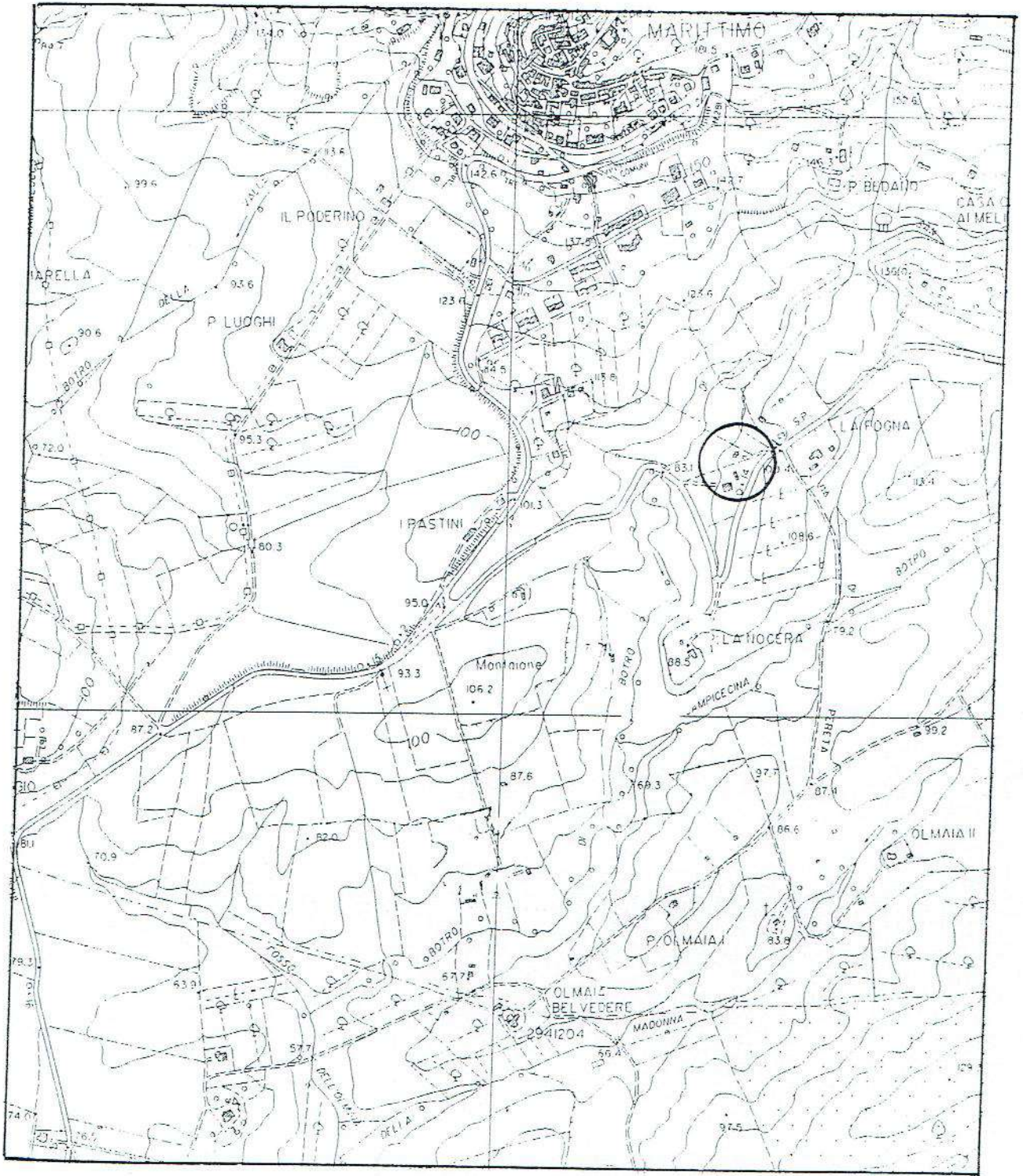
fundamental   
 use the right button to select the last point of the considered mode

**inversion**



dataset: 5 metri.sgy  
 dispersion curve: pickig 5 m.cdp  
 VS30 (best model): 455 m/s  
 VS30 (mean model): 458 m/s





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

11/11/11

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

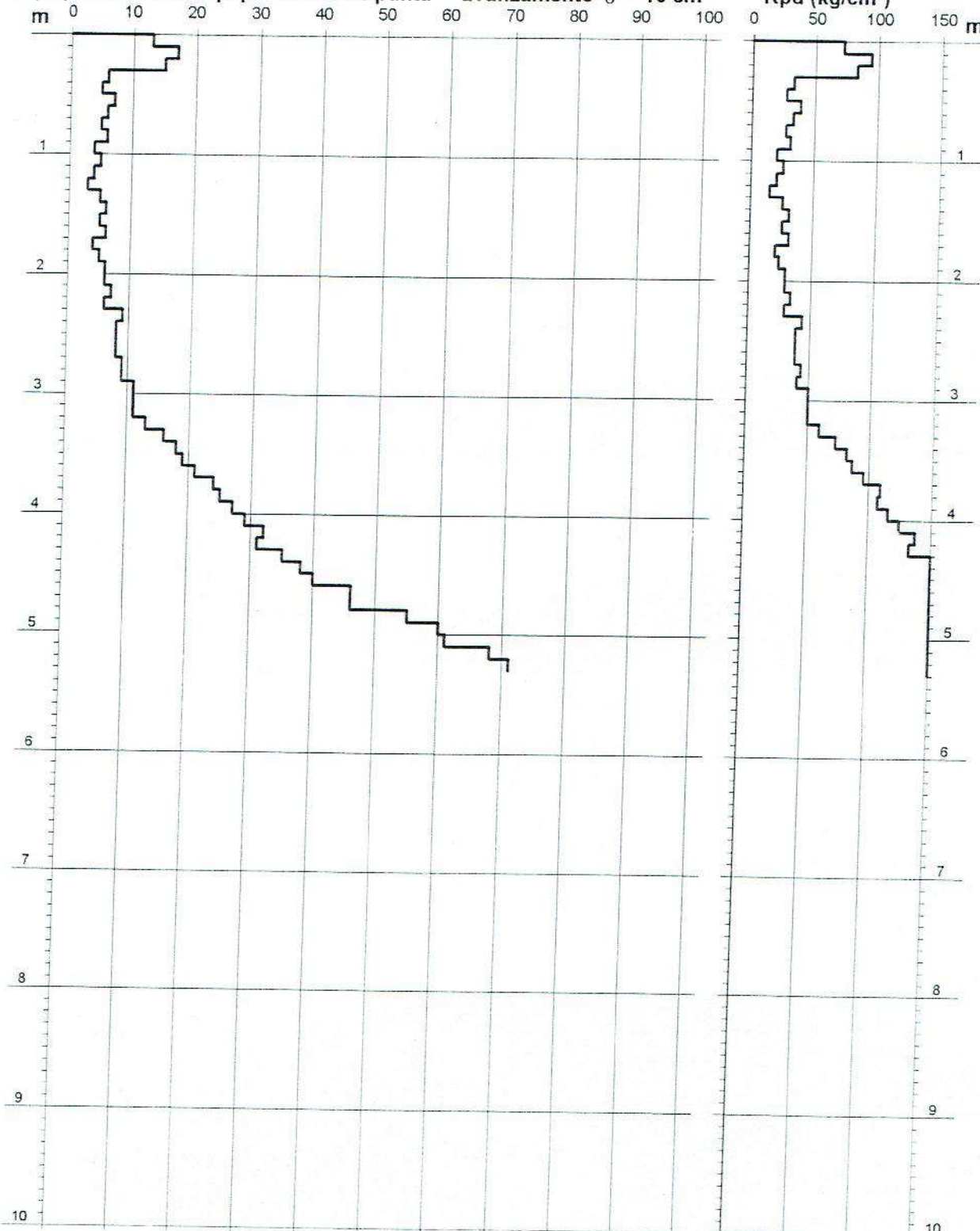
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. MARELLI  
- lavoro : Ampliamento di fabbricato  
- località : Località La Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 14/11/2006  
- quota inizio : p.c. (0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/11/2006

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

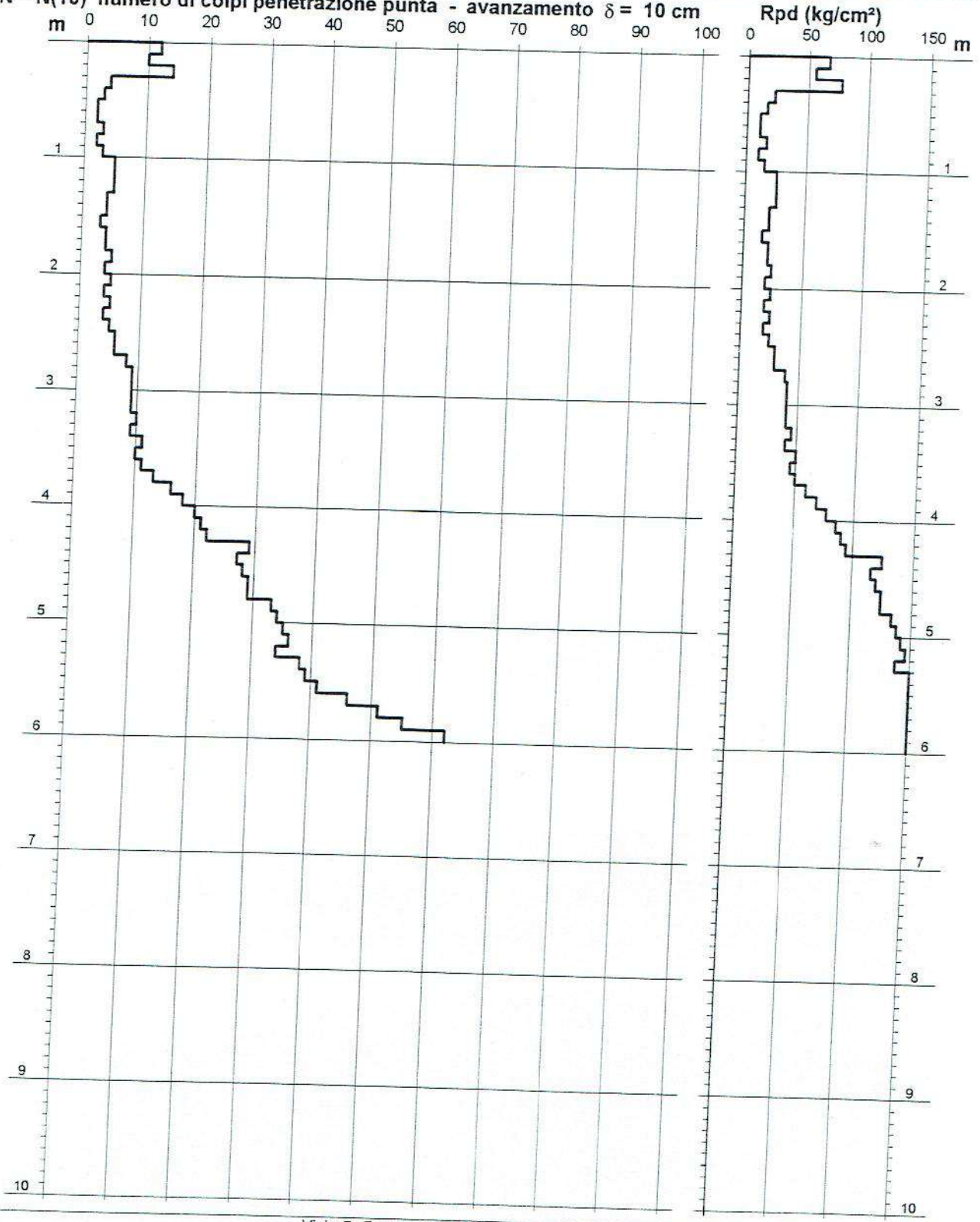
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. MARELLI  
- lavoro : Ampliamento di fabbricato  
- località : Località La Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 14/11/2006  
- quota inizio : p.c. (0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/11/2006

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

Scala 1: 50

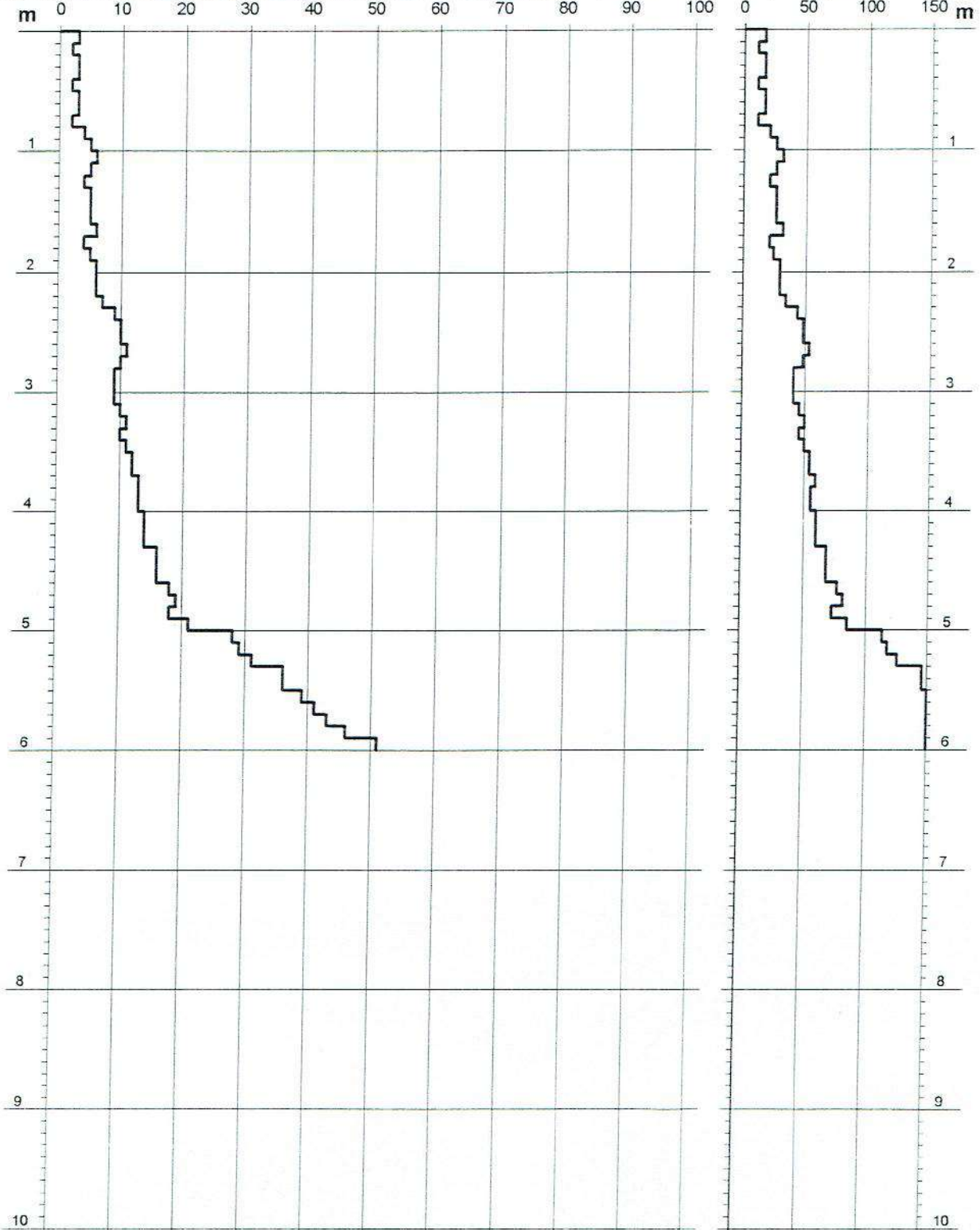
- cantiere : Sig. MARELLI  
- lavoro : Ampliamento di fabbricato  
- località : Località La Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 14/11/2006  
- quota inizio : p.c. (+2.80 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/11/2006

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD4

Scala 1: 50

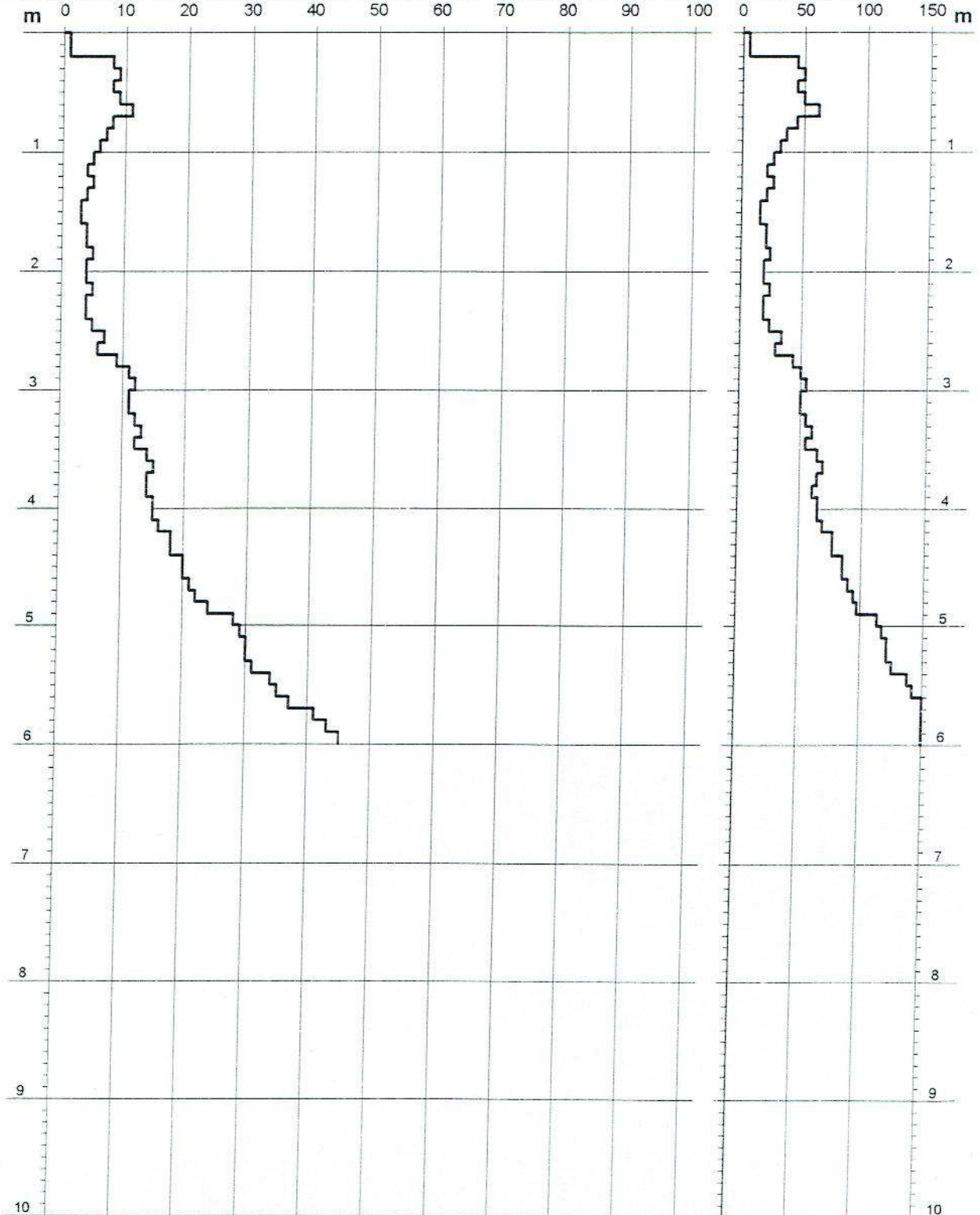
- cantiere : Sig.ra Sonia MARELLI  
- lavoro : Piano attuativo per costruzione edificio  
- località : Località Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 14/12/2007  
- quota inizio : p.c. (+2.20 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/12/2007

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD5

Scala 1: 50

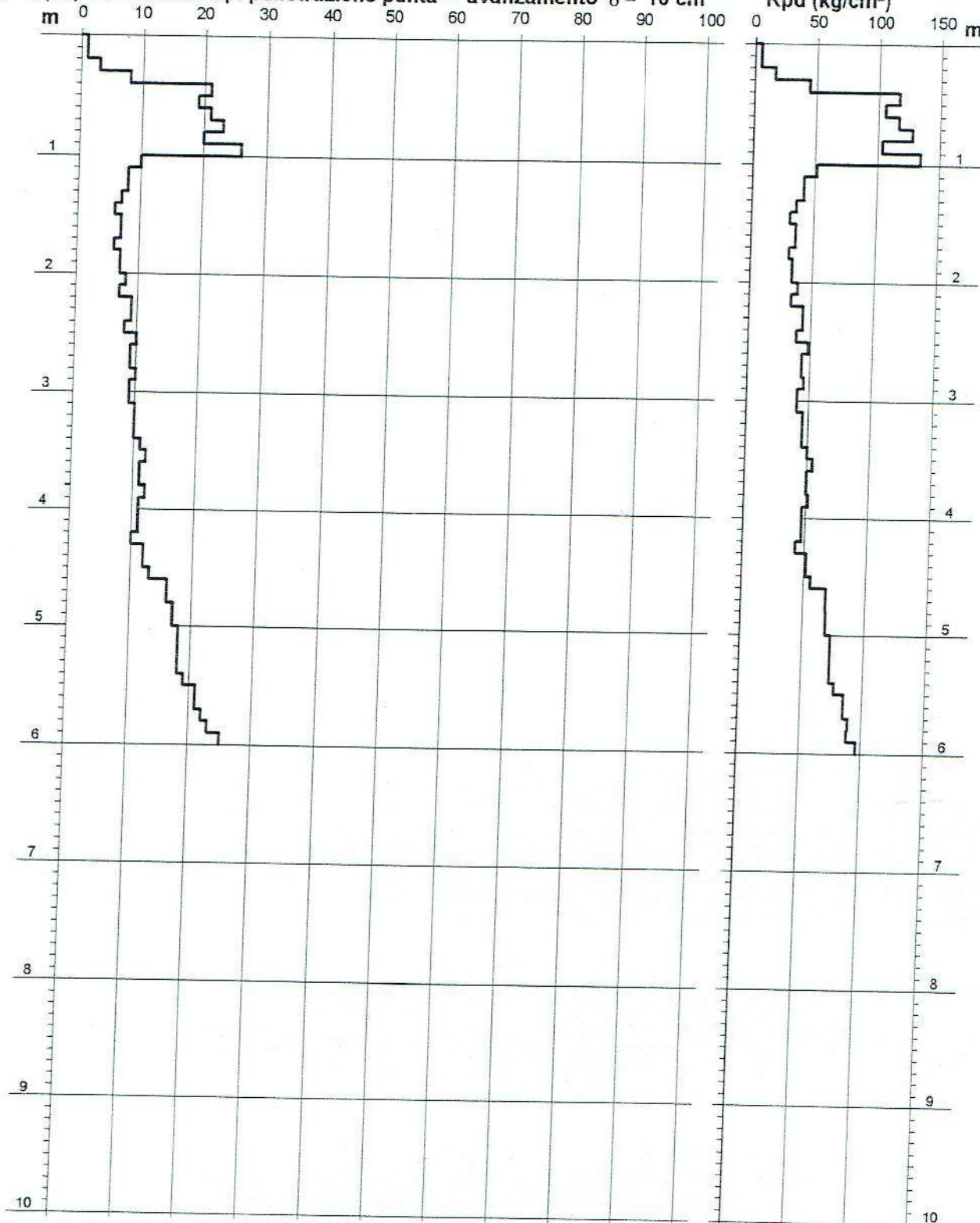
- cantiere : Sig.ra Sonia MARELLI  
- lavoro : Piano attuativo per costruzione edificio  
- località : Località Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 14/12/2007  
- quota inizio : p.c. (+0.50 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/12/2007

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD6

Scala 1: 50

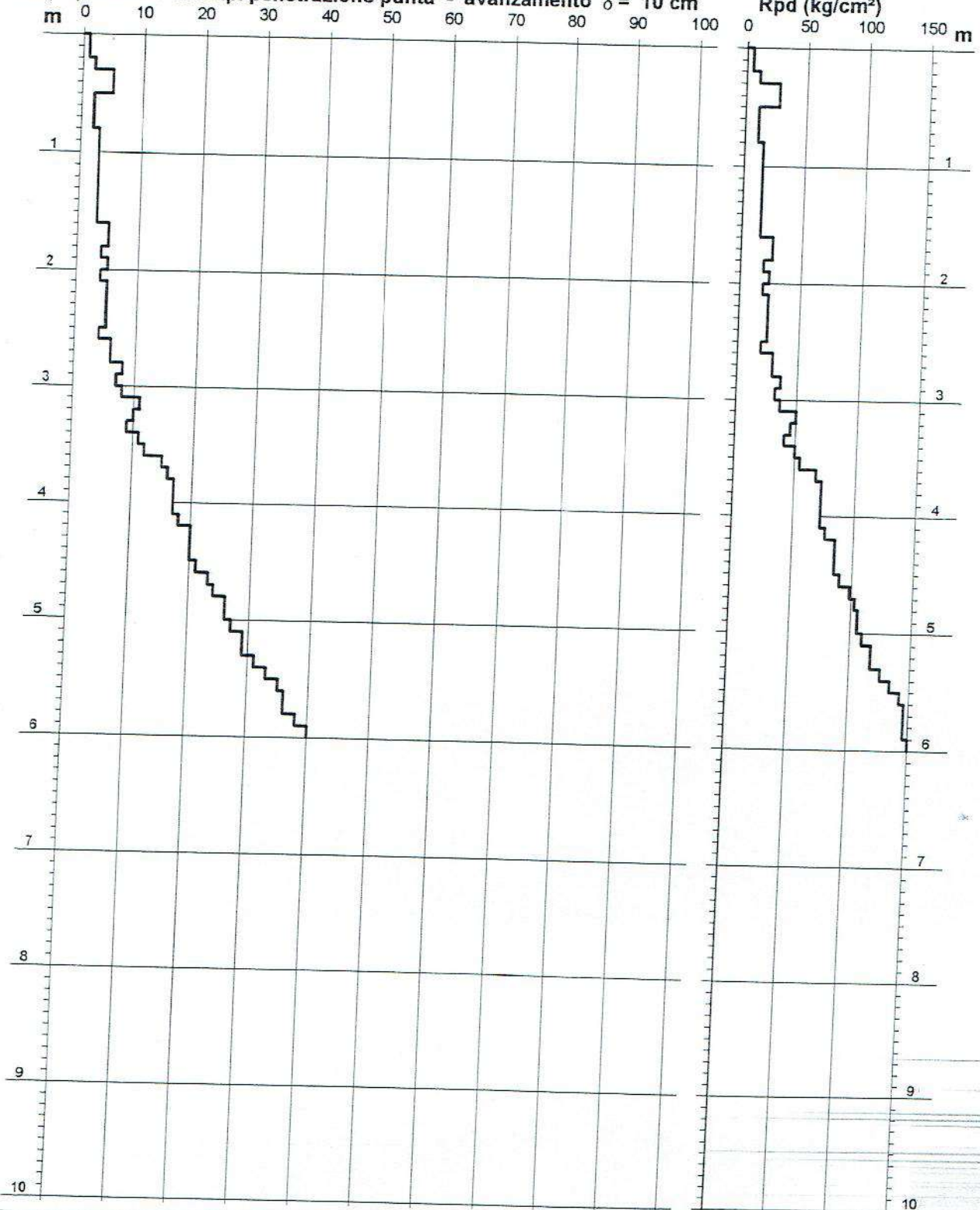
- cantiere : Sig.ra Sonia MARELLI  
- lavoro : Piano attuativo per costruzione edificio  
- località : Località Nocera, Comune di Casale M.mo

- data prova : 14/12/2007  
- quota inizio : p.c. (+1.20 mt)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/12/2007

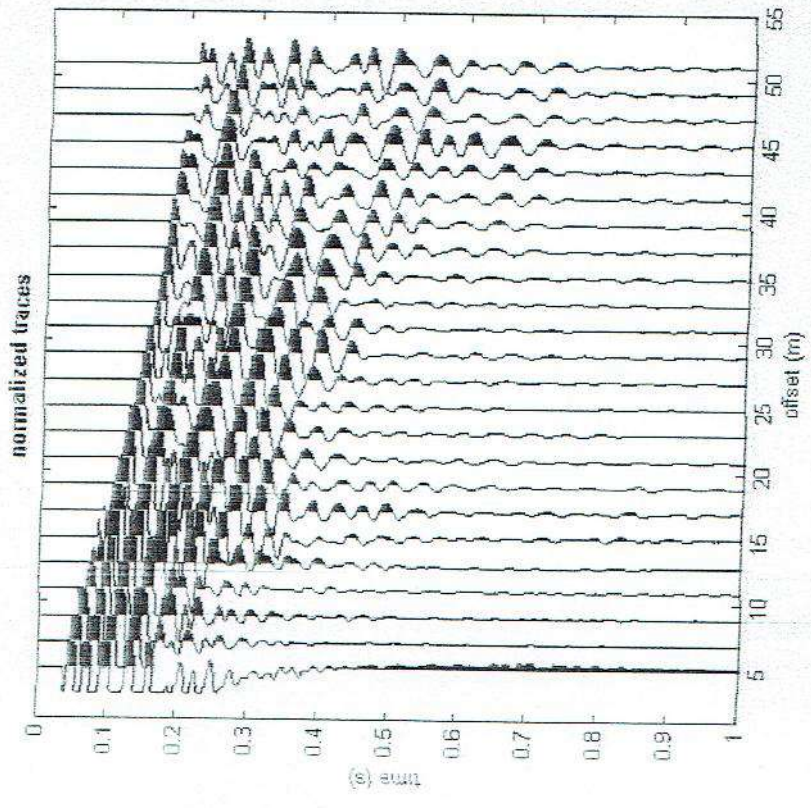
- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



dataset: 3 metr\_4\_colpr.suy  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 2 m  
 sampling: 0.131 ms



**utilities**

flip traces  spectrum  move  ?

**data selection**

activate  select  save

cancel

**refraction**

quick refraction  upload  save

clear refraction

Attenuation analysis



ver. 4.1 Pro

winMASW

calculate spectrum

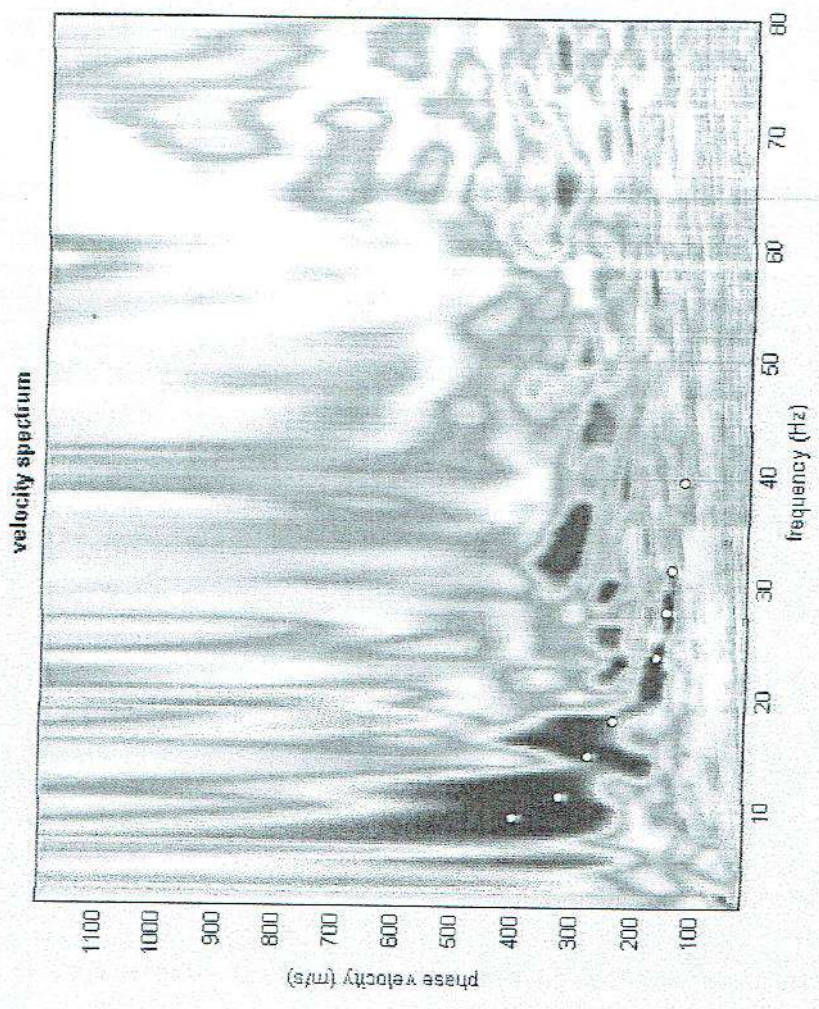
Tau - v

upload RefMf spectrum

RefMf

visualize curves

input curve  ?



explore spectrum

**modelling**

parameters  upload model  save model

eigen period  refresh  ?

Rayleigh

**picking 5 metr.cdp**

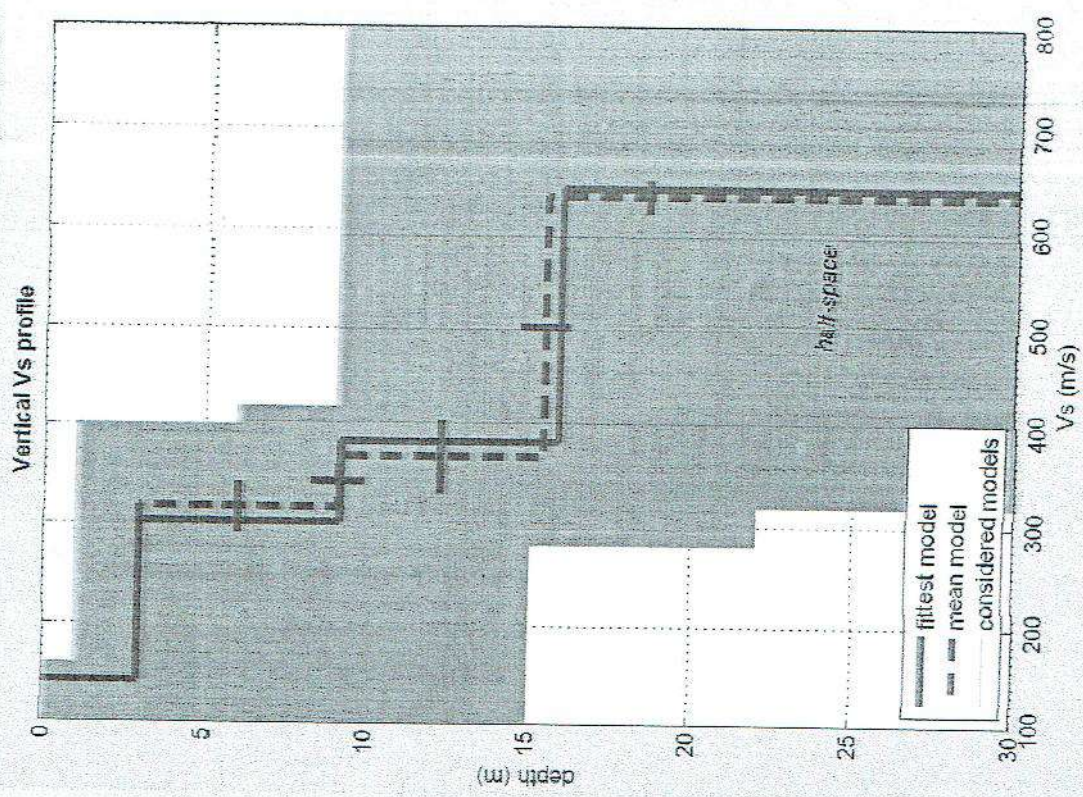
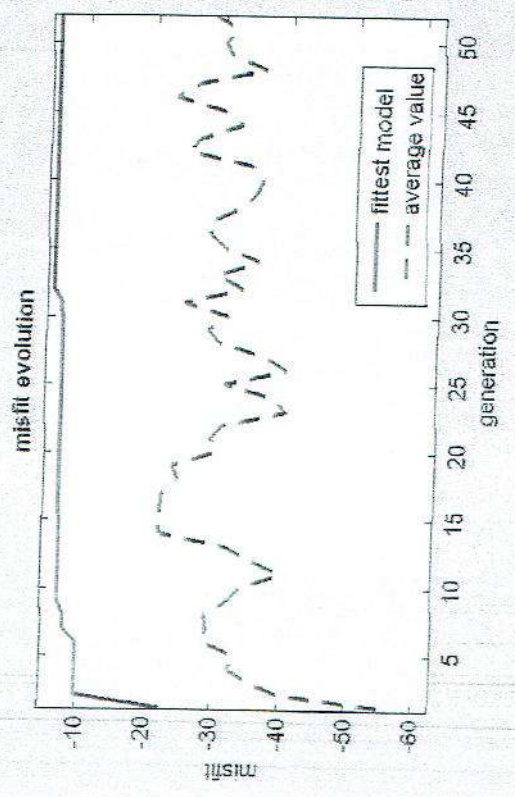
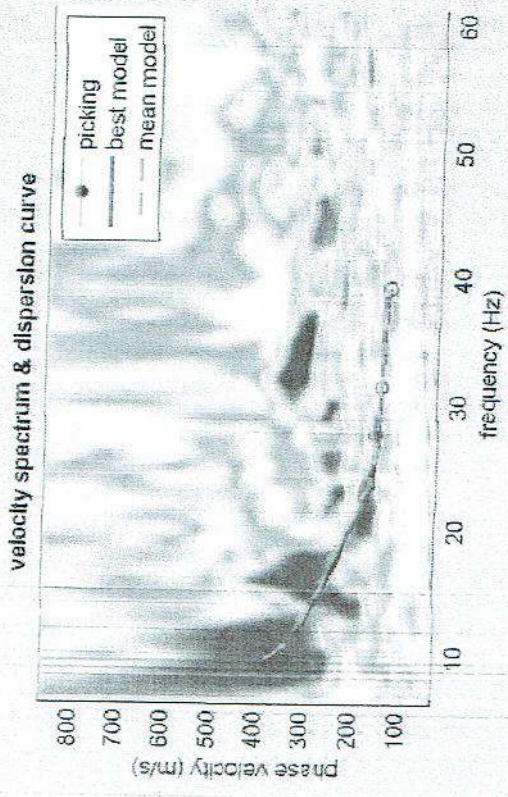
fundamental  ?

use the right button to select the last point of the considered mode

save picking  ?  cancel picking

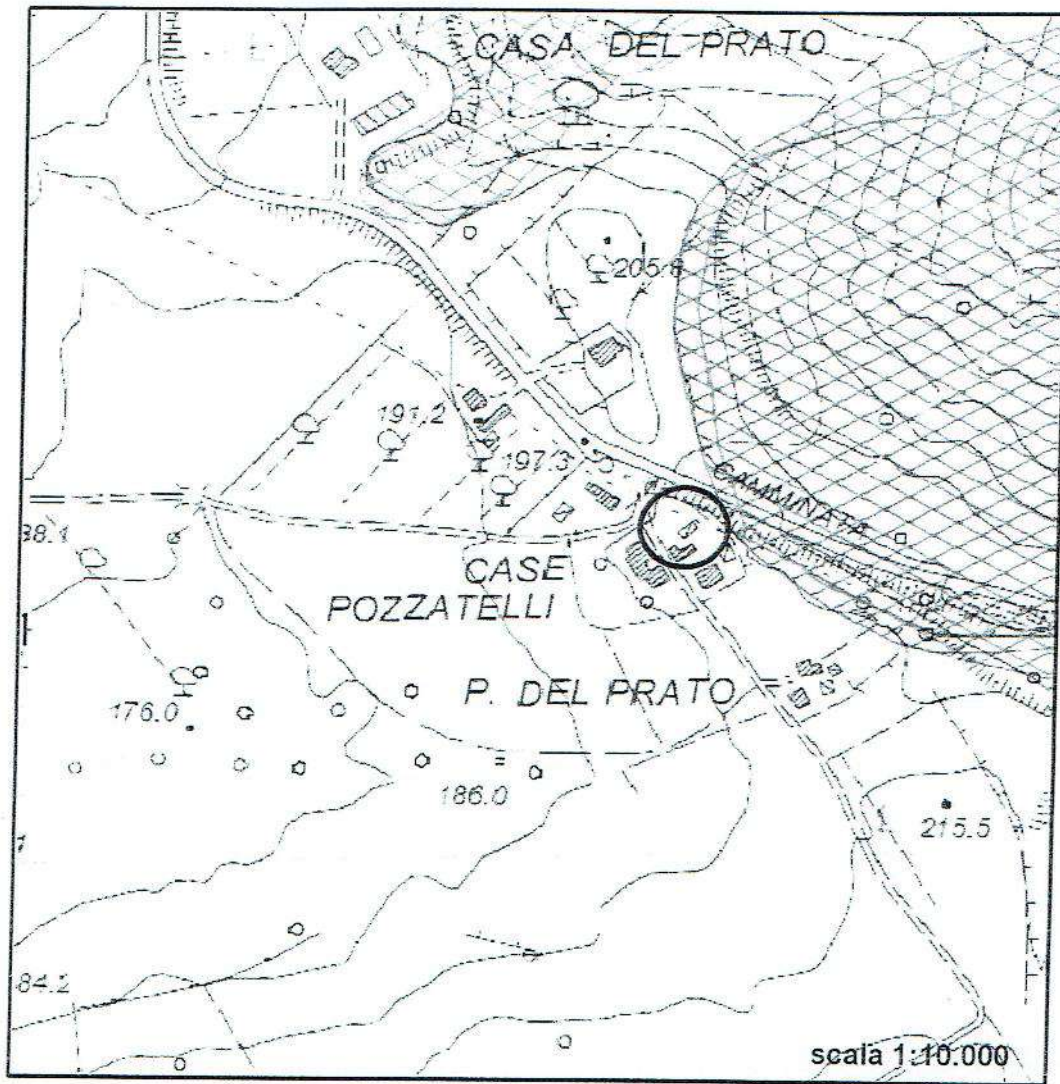
inversion

exit



dataset: 5 metri 4 colpi.sgy  
 dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
 VS30 (best model): 371 m/s  
 VS30 (mean model): 374 m/s






**Figura n. 6 - Carta della Tutela del Territorio** (Tavola n. 9)

(Piano Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa - D.C.R. n. 13 del 25.01.2005 - **Carte di Tutela aggiornate ad Ottobre 2010**)

Reticolo significativo ai fini della difesa del suolo

Pericolosità geomorfologica

 Molto elevata (P.F.M.E.)

Elevata (P.F.E.)

Aree di particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici

*chiuso a tutto*

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

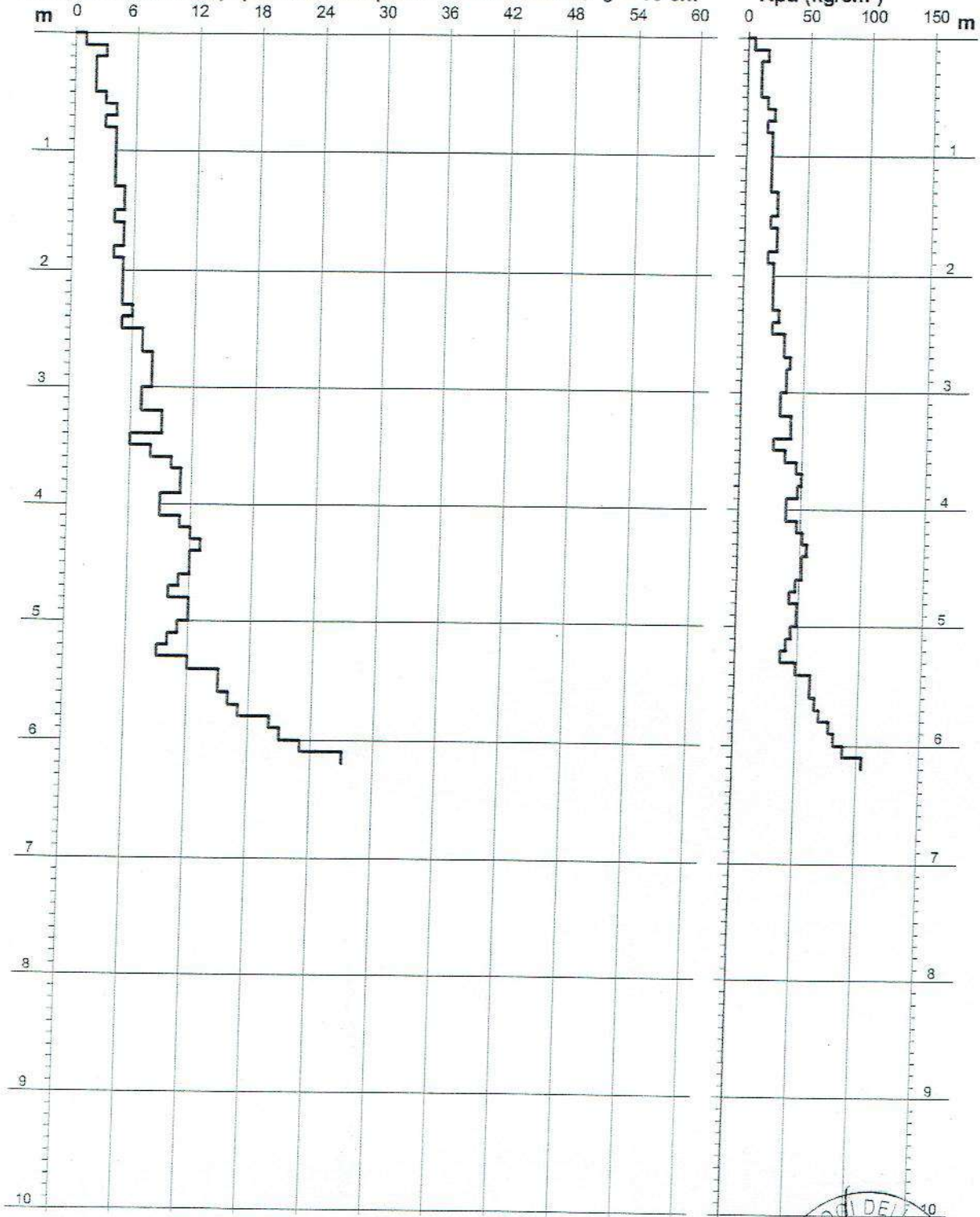
- cantiere : Ristrutturazione - sanatoria  
 - lavoro : Geom. Frassinelli Luca  
 - località : Via Rinserrata 17 - Guardistallo (PI)

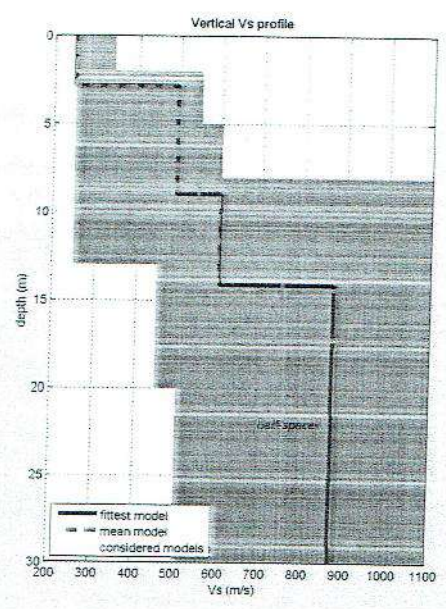
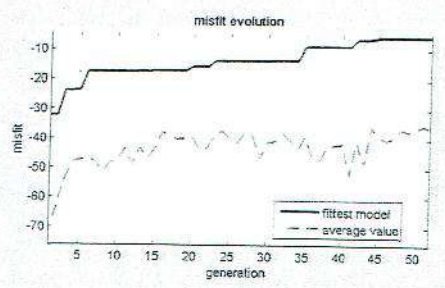
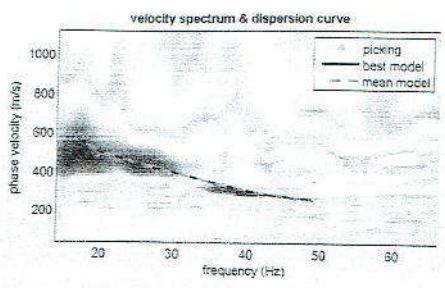
- data prova : 15/03/2011  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 25/03/2011

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

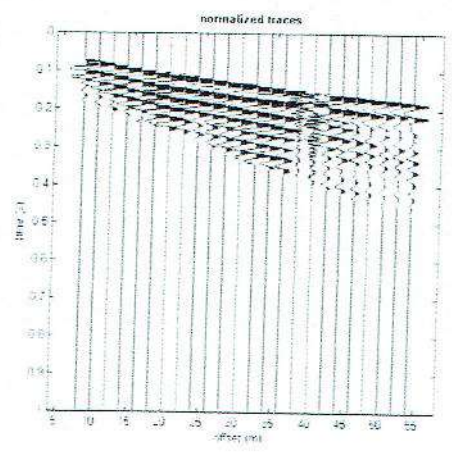
**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**





dataset: 8 metri cosmo.sgy  
 dispersion curve: picking 8 metri.cdp  
 VS30 (best model): 593 m/s  
 VS30 (mean model): 598 m/s

dataset: 8metri.cosmo.sgy  
 minimum offset: 0 m  
 maximum offset: 50 m  
 sampling: 9.107 ms



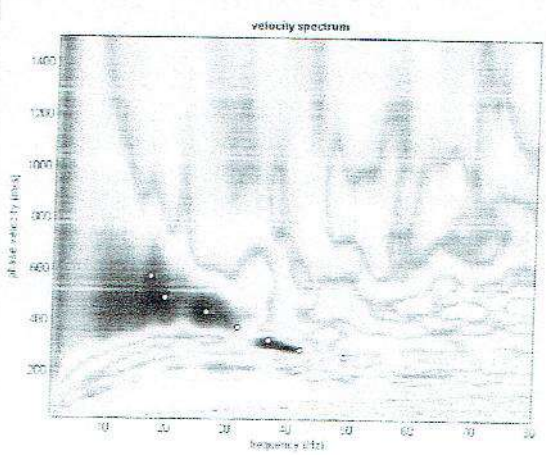
Options:  plot traces,  plot dispersion,  plot misfit

File operations:

Help:



plot vs



Options:  plot traces,  plot dispersion,  plot misfit

File operations:

Help:

winMASW 8 metri.cdp

pick points

Use the right button to select the pick points in the dispersion curve.

Committente: HUIZINGA AME  
JACOB

località Casale M.mo

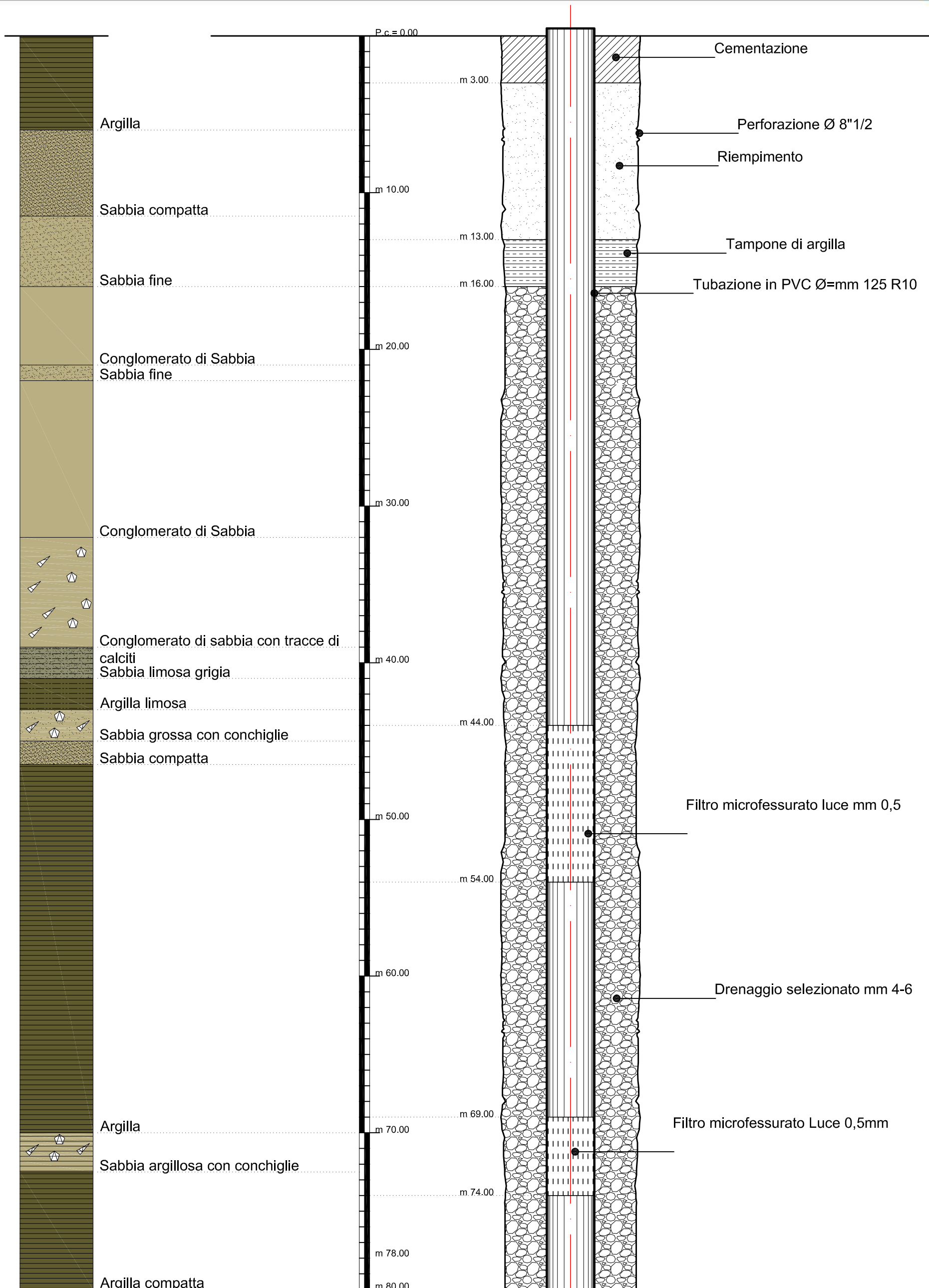
Oggetto: Schema di pozzo  
Stratigrafia

pozzo Casale M.mo

P.

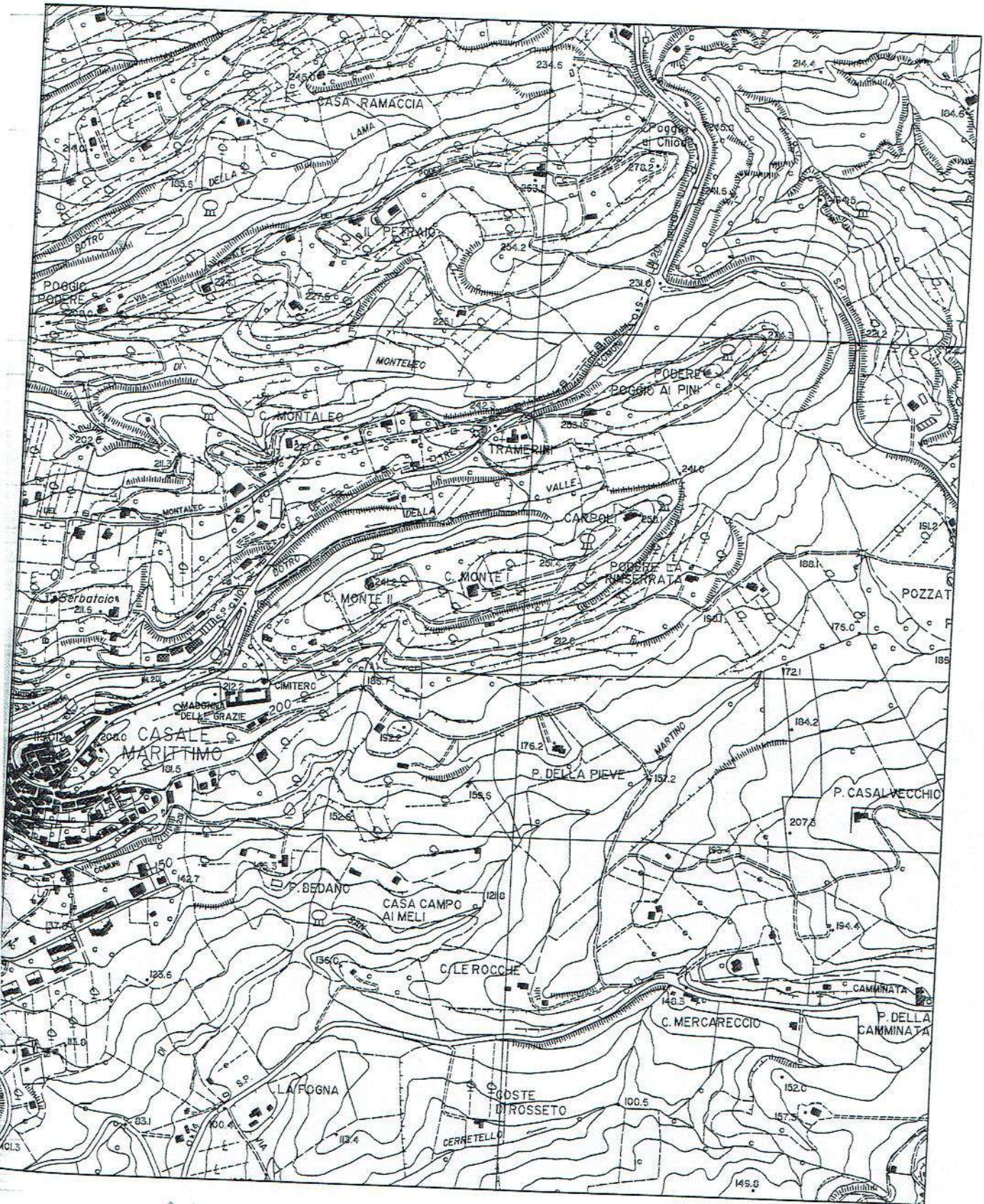
data 10/05/2011

n°





UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE  
CTR REGIONALE  
Scala 1:10.000



Ricerca n.° medica

# N.36 - P.E. 72/2011

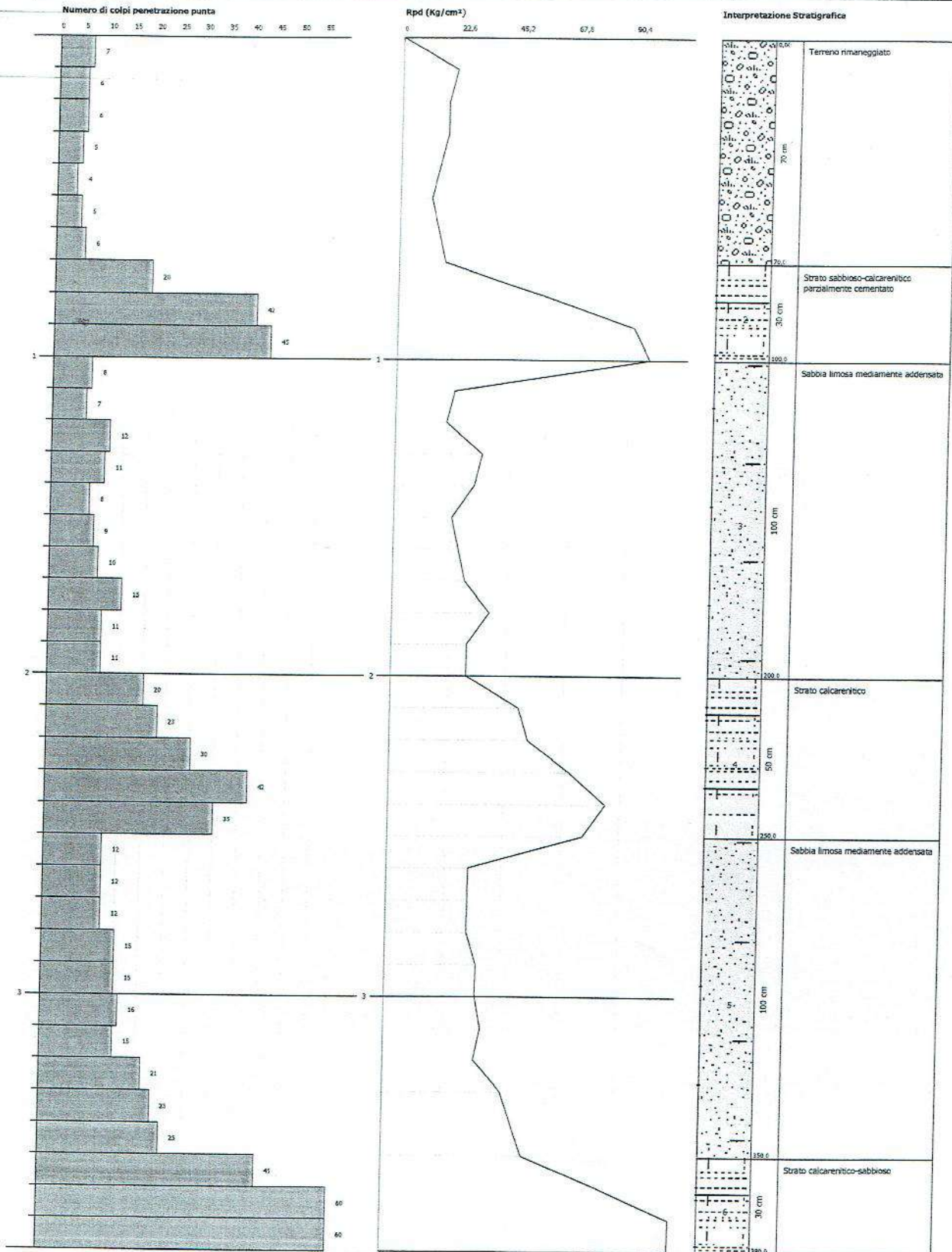
STUDIO DI GEOLOGIA INFOSEO  
VIA MONTE MARMOLADA, 38/8A  
57023 CECINA (LI)

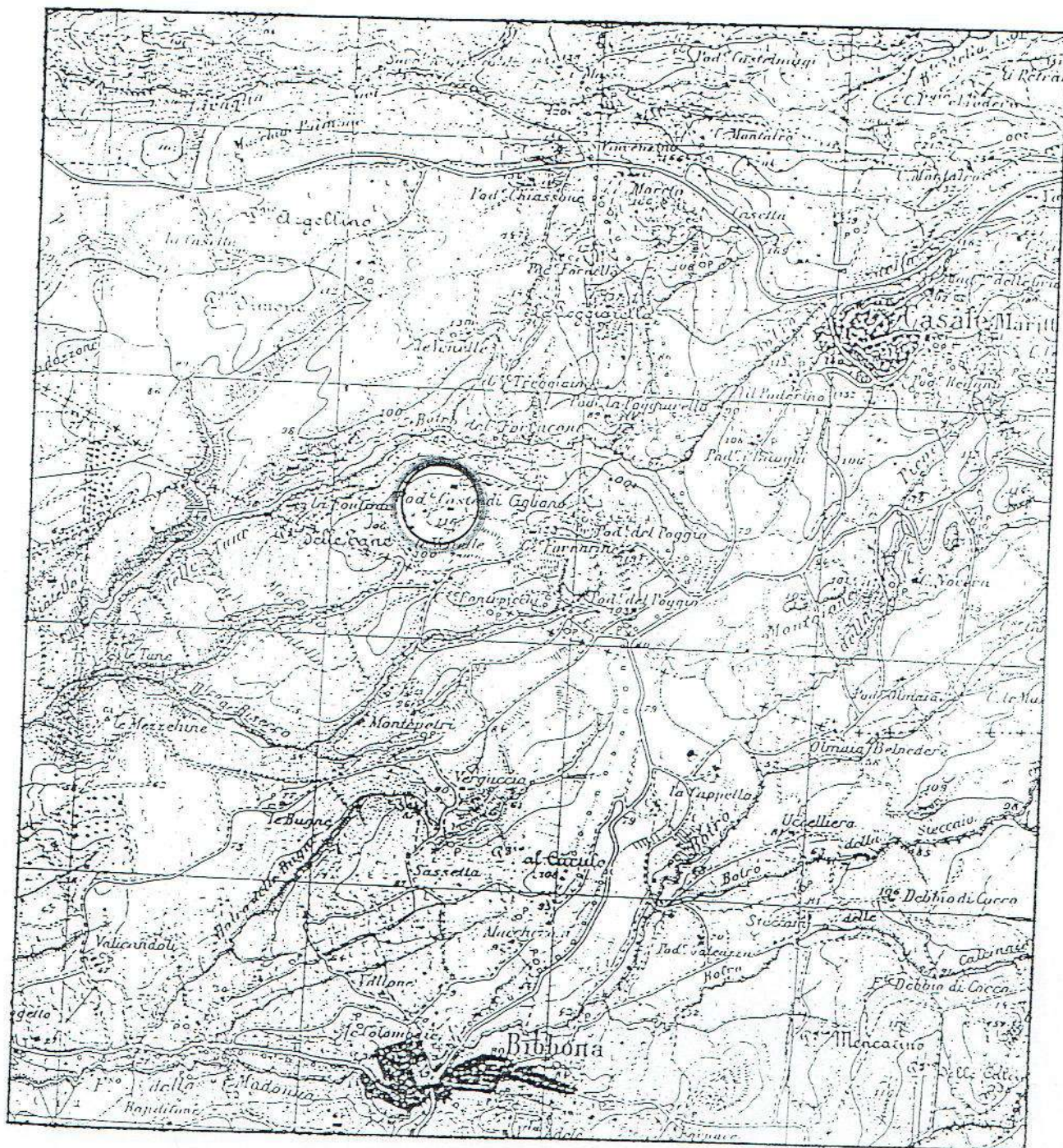
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1 Strumento utilizzato... DL-30 (60°) DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : CIPRIANI MONICA  
Cantiere : TRAMERINI  
Località : CASALE MARITTIMO

Data : 04/02/2001

Scala 1:17





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

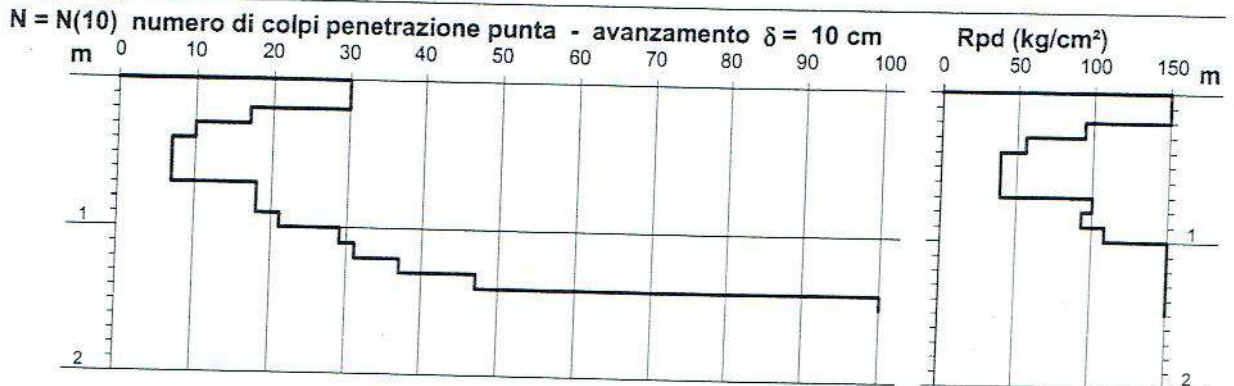
DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Josef BLAHA  
- lavoro : Ristrutturazione edilizia  
- località : Il Poggio Comune di Casale M.mo

- data prova : 25/08/2011  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 25/08/2011

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

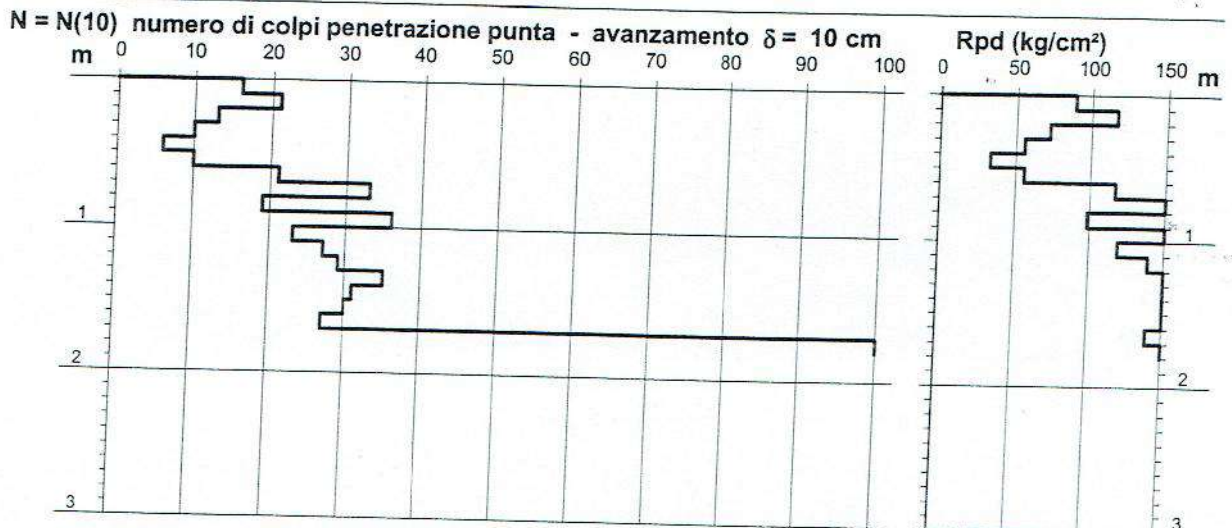
DIN PD4

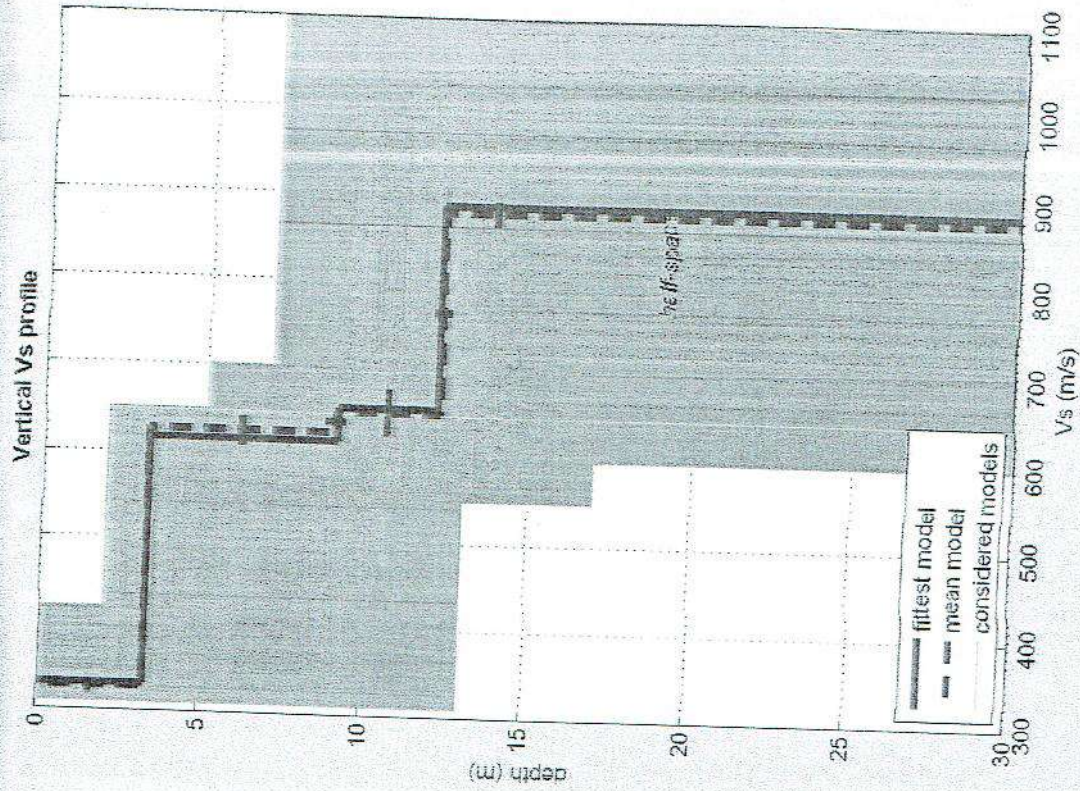
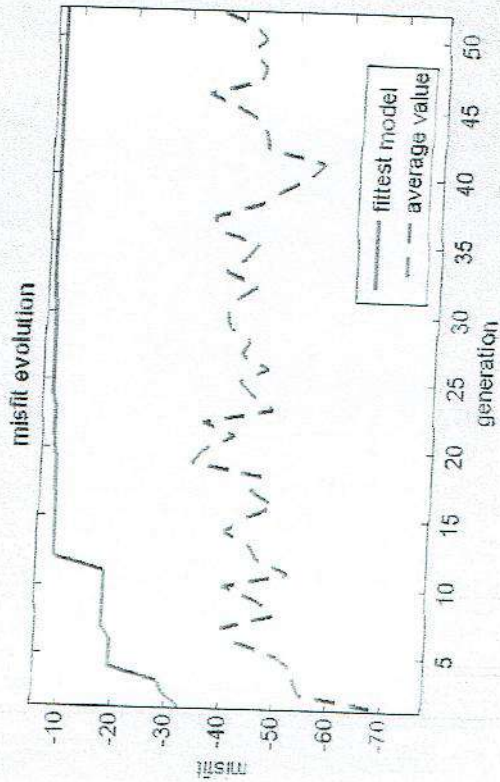
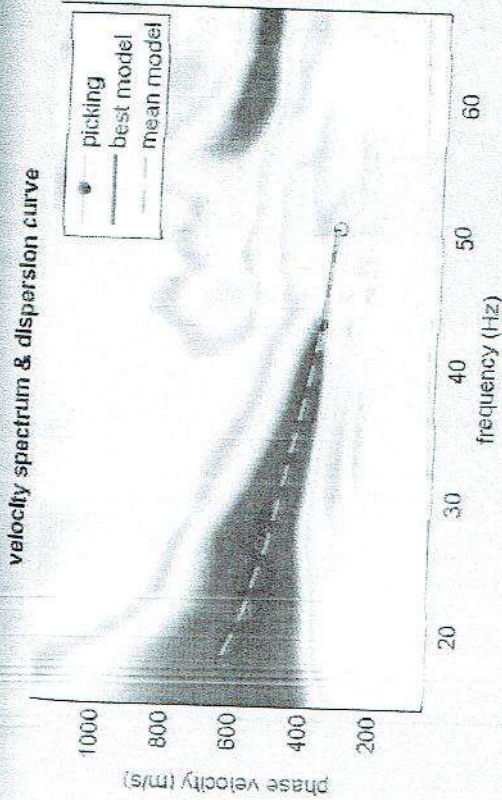
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Josef BLAHA  
- lavoro : Ristrutturazione edilizia  
- località : Il Poggio Comune di Casale M.mo

- data prova : 25/08/2011  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 25/08/2011

- note :





dataset: 5 metr1.sgy

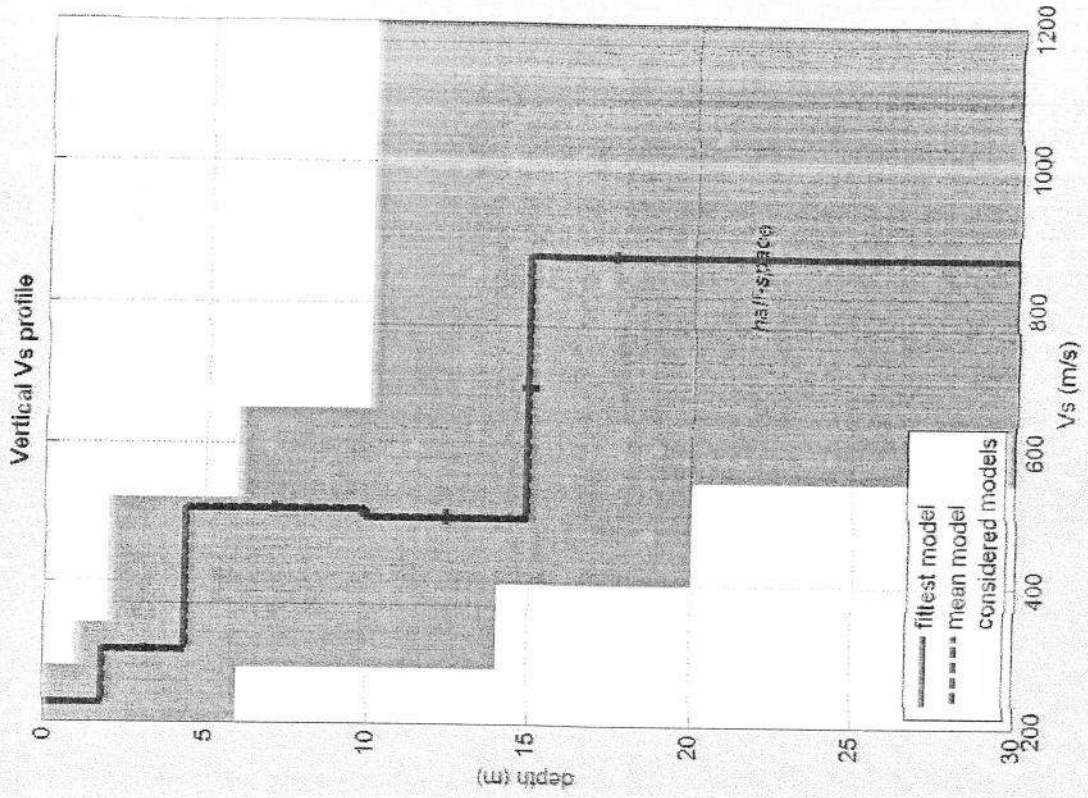
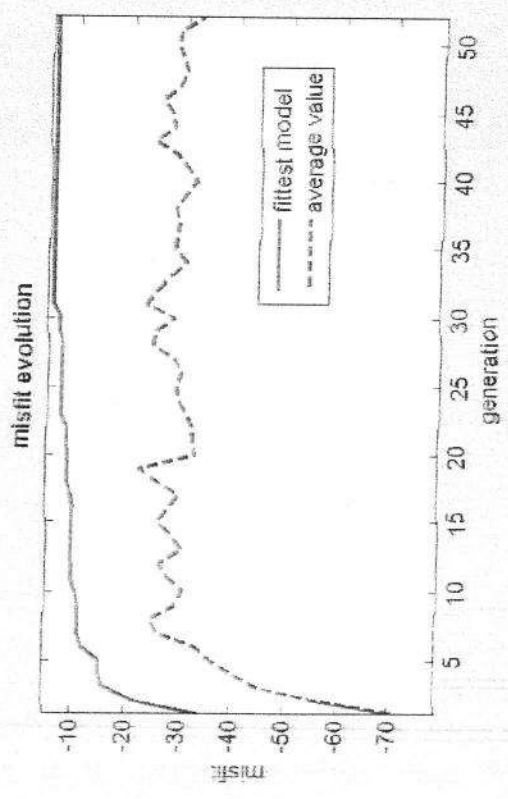
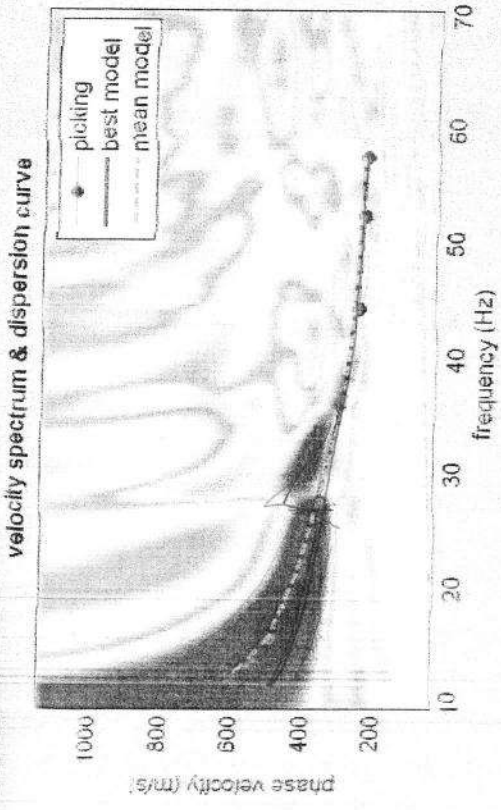
dispersion curve: picking 5 mt.cdp

VS30 (best model): 679 m/s

VS30 (mean model): 676 m/s

www.eliosoft.it

**winMASW**



dataset: 5 metri.sgy  
 dispersibn curve: picking 5 metri.cdp  
 VS30 (best model): 548 m/s  
 VS30 (mean model): 547 m/s



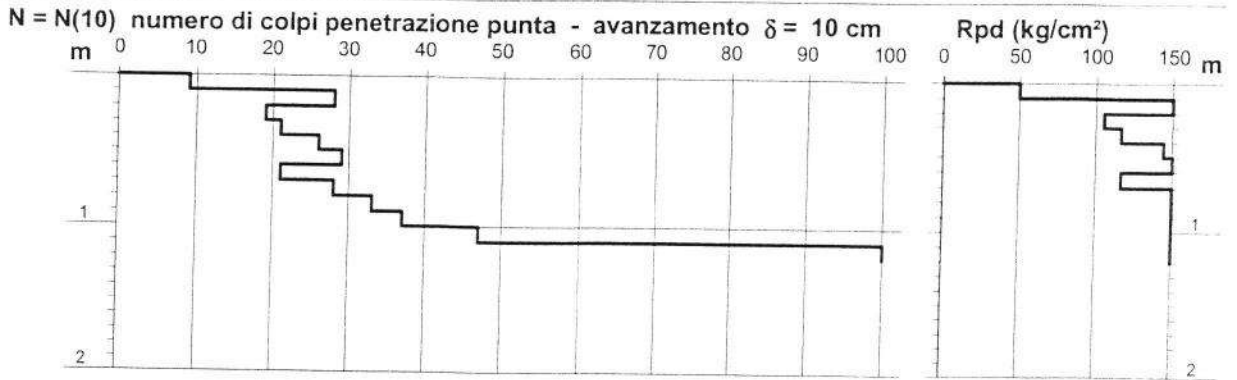
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| - cantiere : Sig.ra Giovanna GIUDICI         | - data prova : 08/09/2011          |
| - lavoro : Costruzione di civile abitazione  | - quota inizio : p.c.              |
| - località : Montaleo, Comune di Casale M.mo | - prof. falda : Falda non rilevata |
|  | - data emiss. : 22/09/2011         |

- note :



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| - cantiere : Sig.ra Giovanna GIUDICI         | - data prova : 08/09/2011          |
| - lavoro : Costruzione di civile abitazione  | - quota inizio : p.c.              |
| - località : Montaleo, Comune di Casale M.mo | - prof. falda : Falda non rilevata |
|  | - data emiss. : 22/09/2011         |

- note :

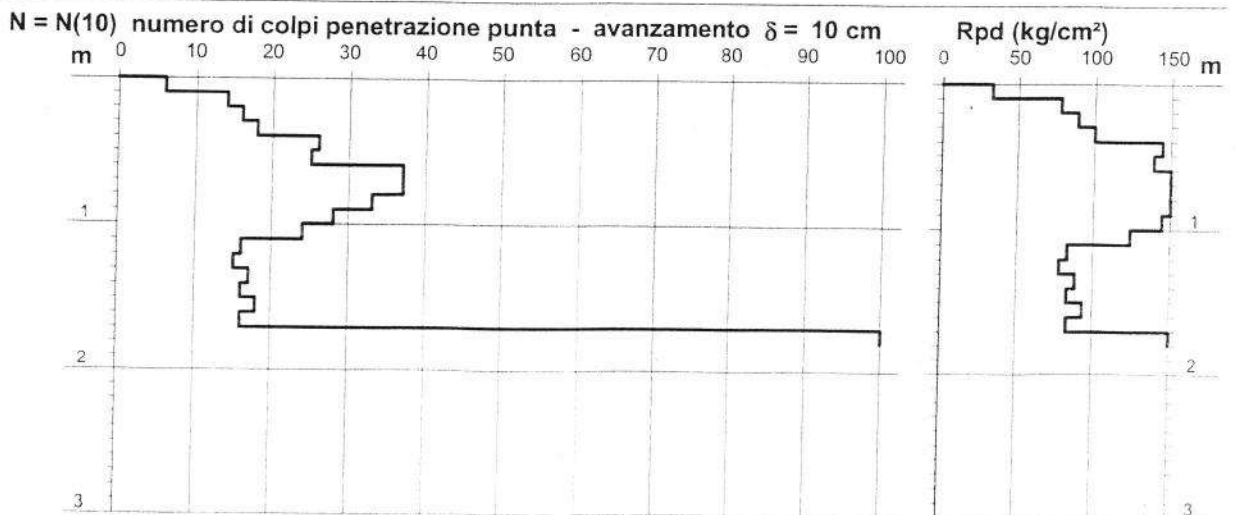
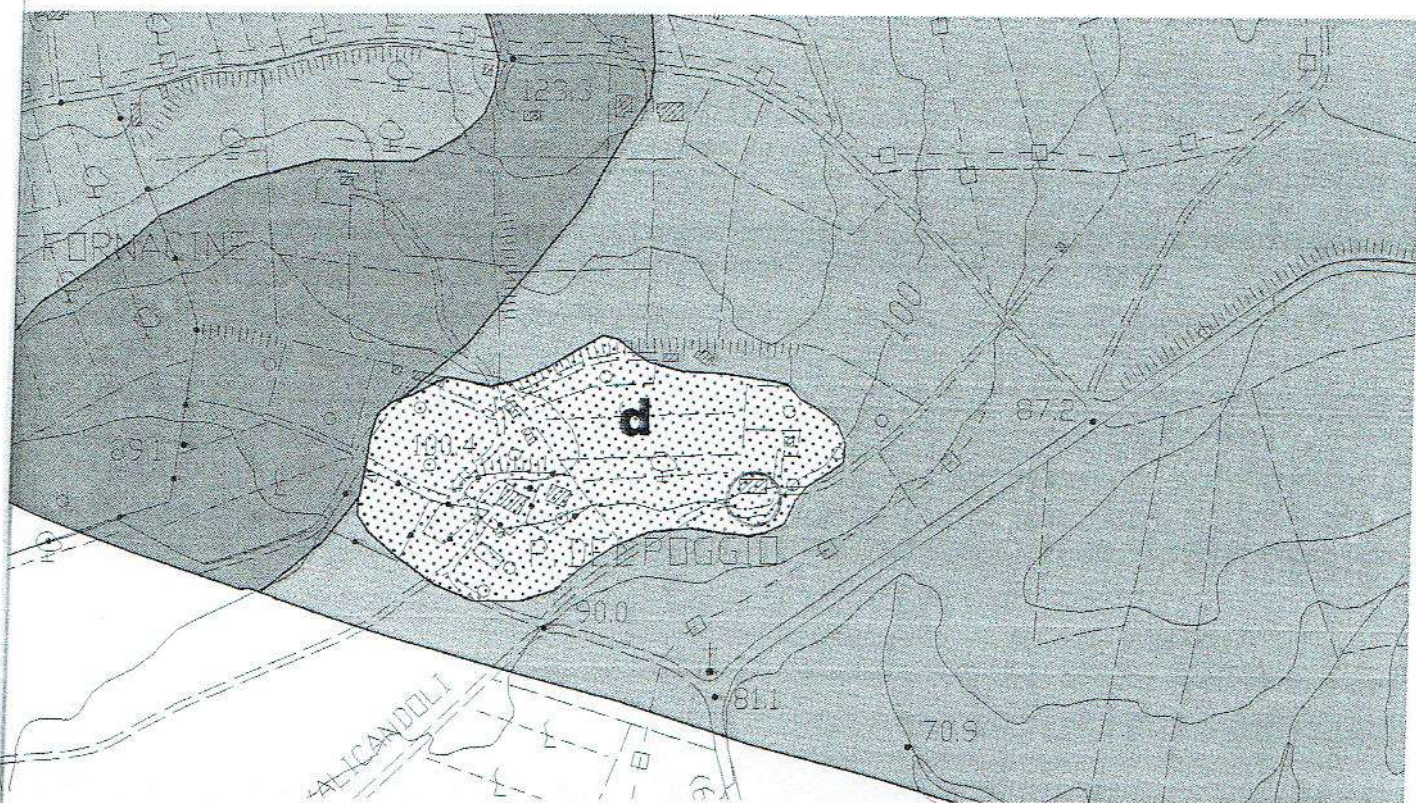


Fig.n° 2: Carta geologica ,da estratto di P.S. comunale ,scala 1:5.000-

d -area detritica superficiale su argille plioceniche-

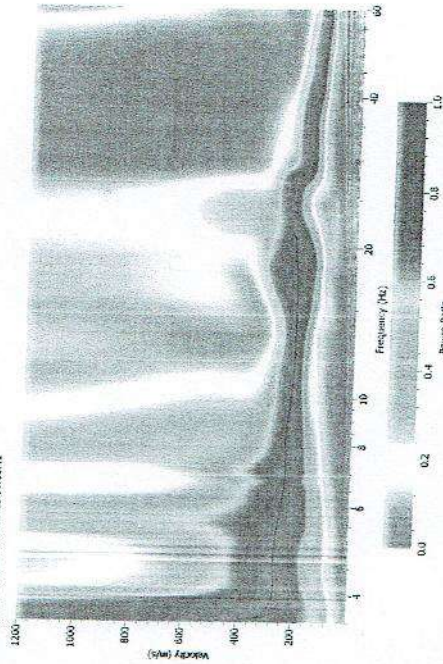




Elaborati indagini sismica (MASW) - sgr.ca. Verentini - Loc. Il poggio, Casale M.ma (PI) - Data acquisizione dati: 03-09-2010

dr. geol. Alessandro Danesi

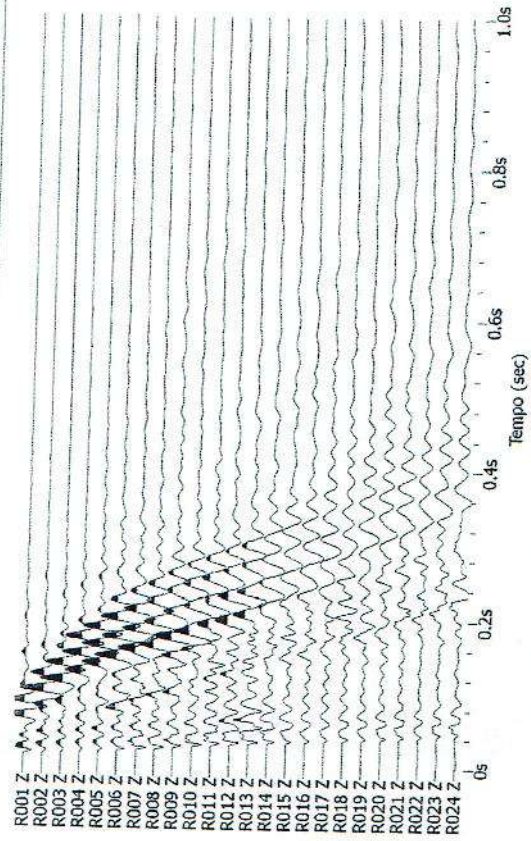
Site: (4, 0, 0), Area: 2010-09-03 16:14:40



In figura è illustrata una parametrizzazione del rapporto di potenza di potenza di emissione alle varie frequenze. Il colore dello spettro di frequenza è stato colorato come funzione della velocità in funzione delle frequenze. In nero è riportata la curva di picking che segue il massimo delle emissioni per le varie frequenze. Il taglio orizzontale è dovuto alla frequenza propria del geofono. Sulla la frequenza al centro del modo fondamentale risulta non identificabile.

Elaborati indagini sismica (MASW) - sgr.ca. Verentini - Loc. Il poggio, Casale M.ma (PI) - Data acquisizione dati: 03-09-2010

dr. geol. Alessandro Danesi



Sismogramma relativo alle indagini oggetto di questa elaborazione MASW

Dr. geol. Alessandro Danesi - sgr.ca. Verentini - Loc. Il poggio, Casale M.ma (PI) - Data acquisizione dati: 03-09-2010



Dott. Geol. Corsini Roberto

Sede legale: C. Ginori 64/B. 1-57023

Sede operativa: Cecina-0586.622572-338.8801832/347.7235912

Committente: Vesentini Alessandro

Località: Il Poggio

Descrizione: rstr con ampliamento

Note: MAE sysmatrack

Sigla: MASW

**Classificazione del sito secondo il D.M. 14 gennaio 2008**

<i>Profondità (m)</i>	<i>Velocità onde S(m/s)</i>
2,8	310
11,2	160
11,6	455
30	590

fattore di riduzione della max accelerazione al suolo per componente orizzontale  $B_s = 0,24$

fattore di pericolosità sismica :  $P_s = 0,29$

coeff. sismico orizzontale  $k_h = 0,042$

coeff. sismico verticale  $K_v = 0,021$

FREQUENZA DI RISONANZA STRATO SUPERFICIALE=27,6 Hertz

Località: Il Poggio

Data: 10/07/11

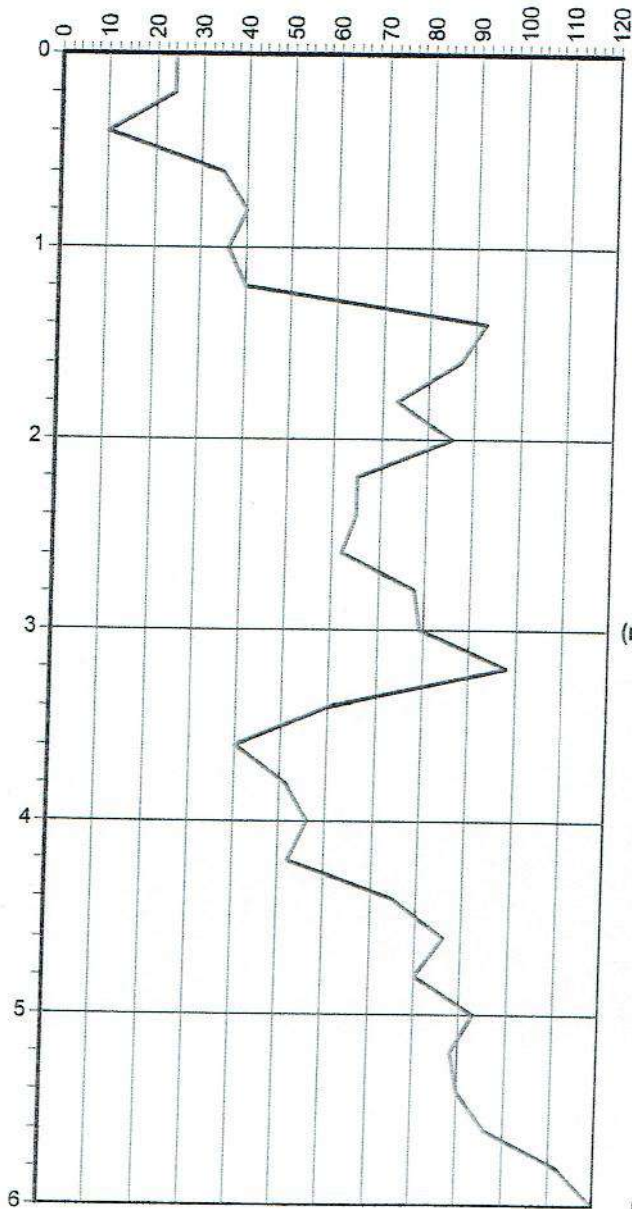
Attrezzatura: Pagani 19 Kn

Note: sbancamento per pergolato

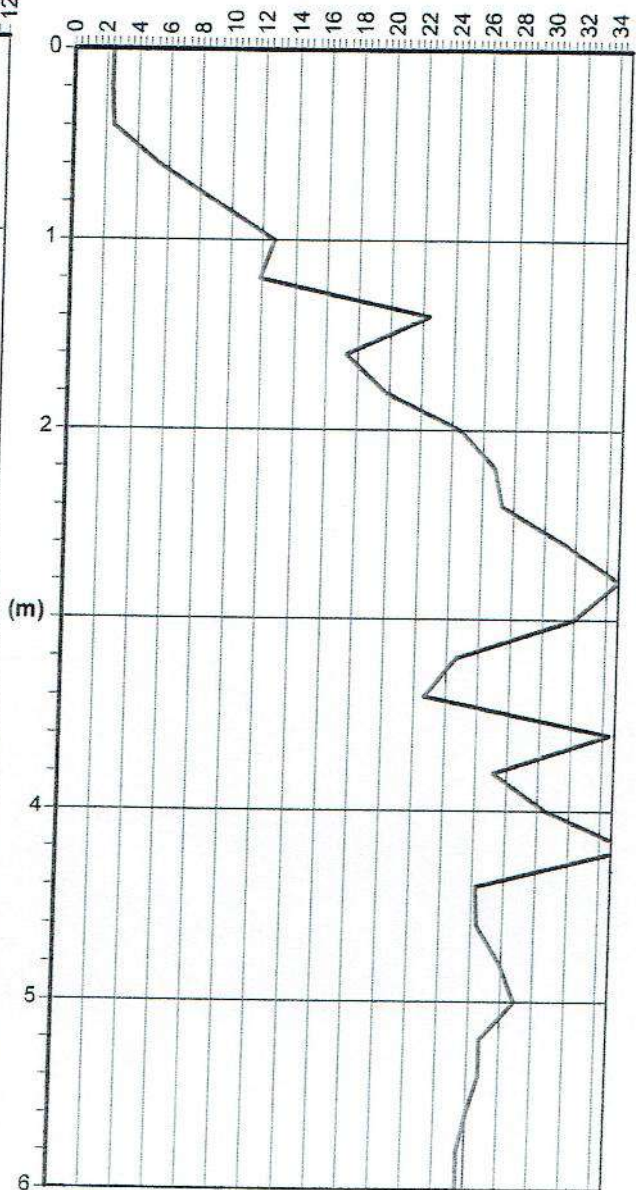
Quota(m):102

Prova 1

## Grafico della prova



— resistenza della punta(qc)(kg/cm²)



— resistenza laterale(fs)(kg/cm²)

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata

Località: Il Poggio

Data: 10/07/11

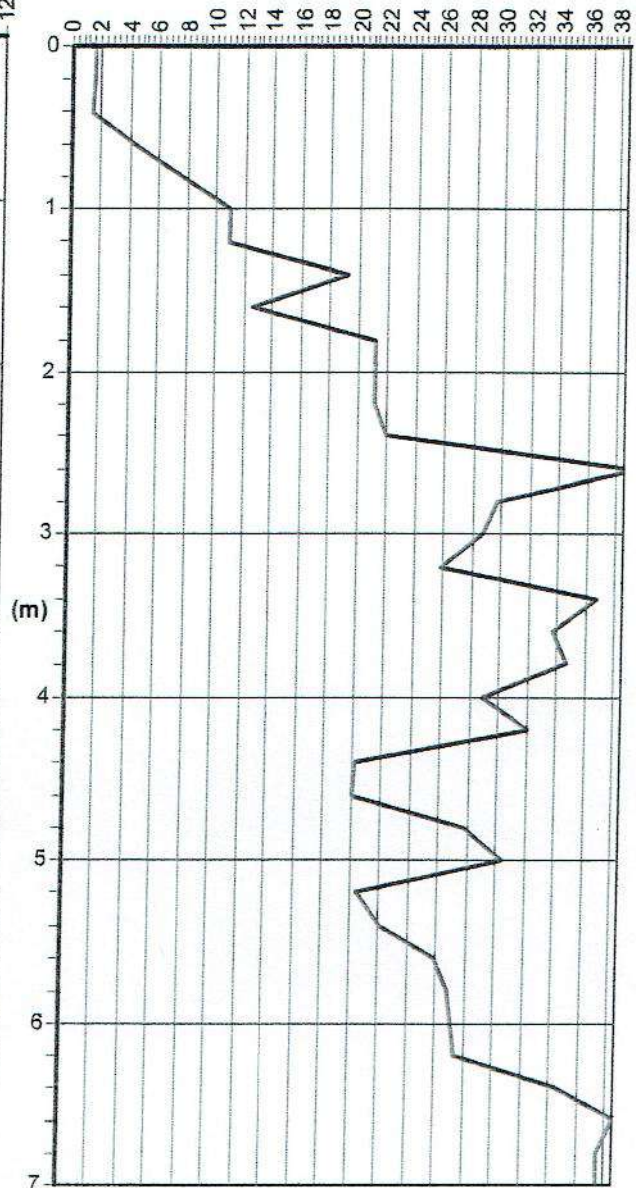
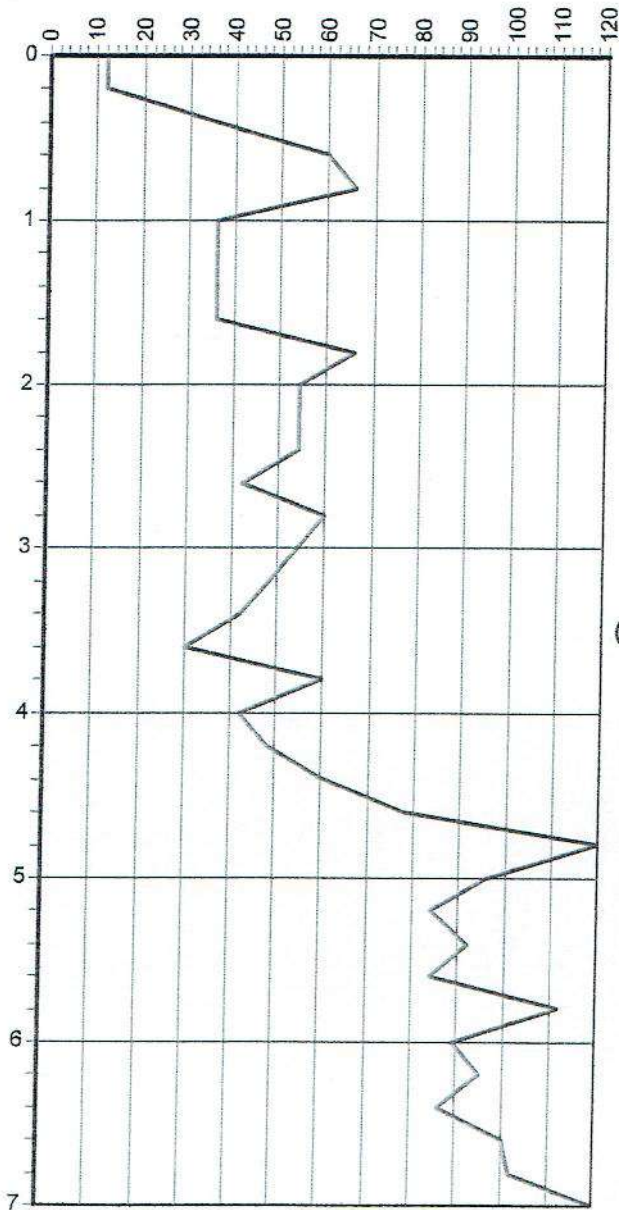
Attrezzatura: Pagani 19 Kn

Note: sbancamento per pergolato

Quota(m):102

Prova 2

## Grafico della prova



resistenza della punta(qc)(kg/cm²)

resistenza laterale(fs)(kg/cm²)

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata

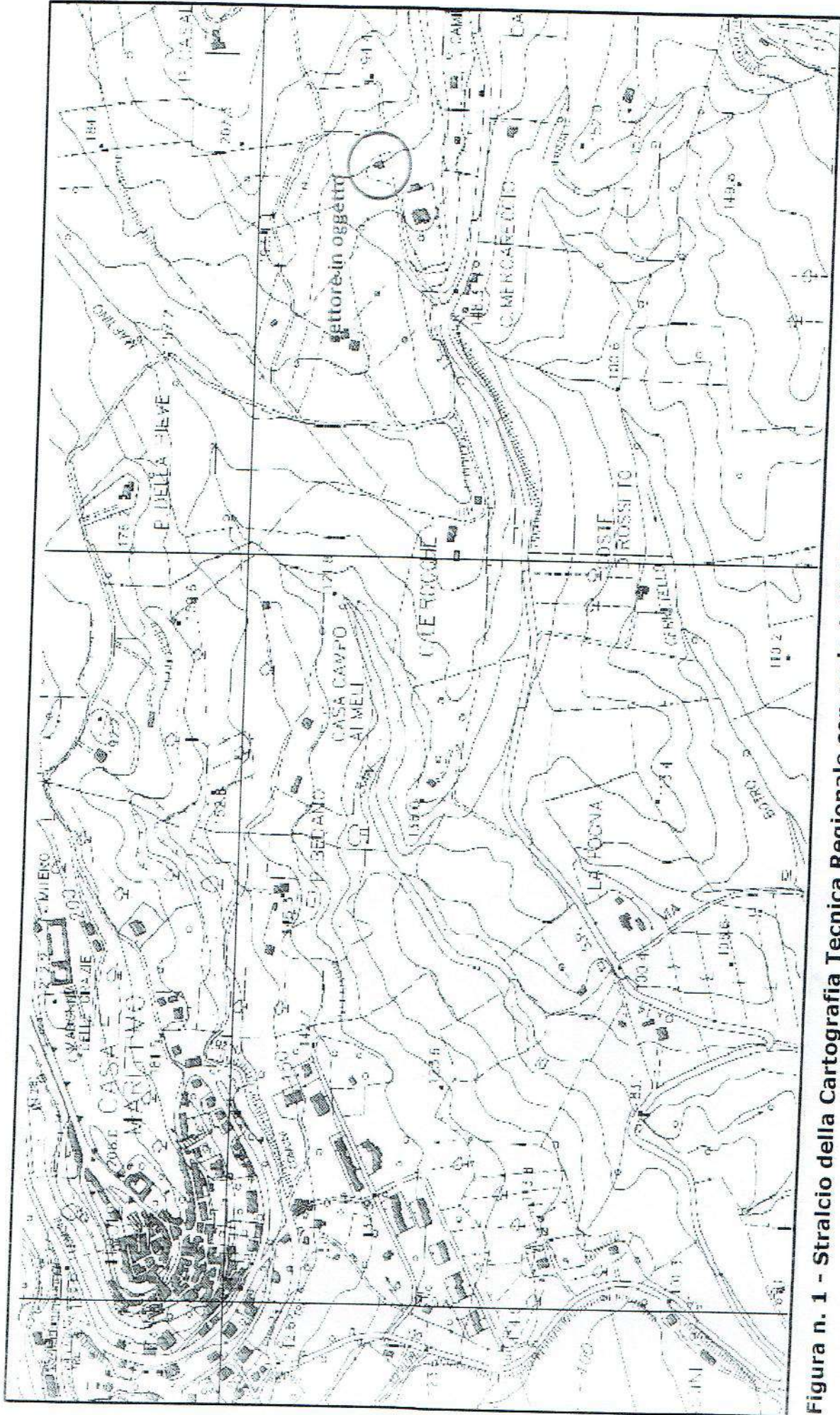


Figura n. 1 - Stralcio della Cartografia Tecnica Regionale con scala 1:10.000 - Sezione 294120

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

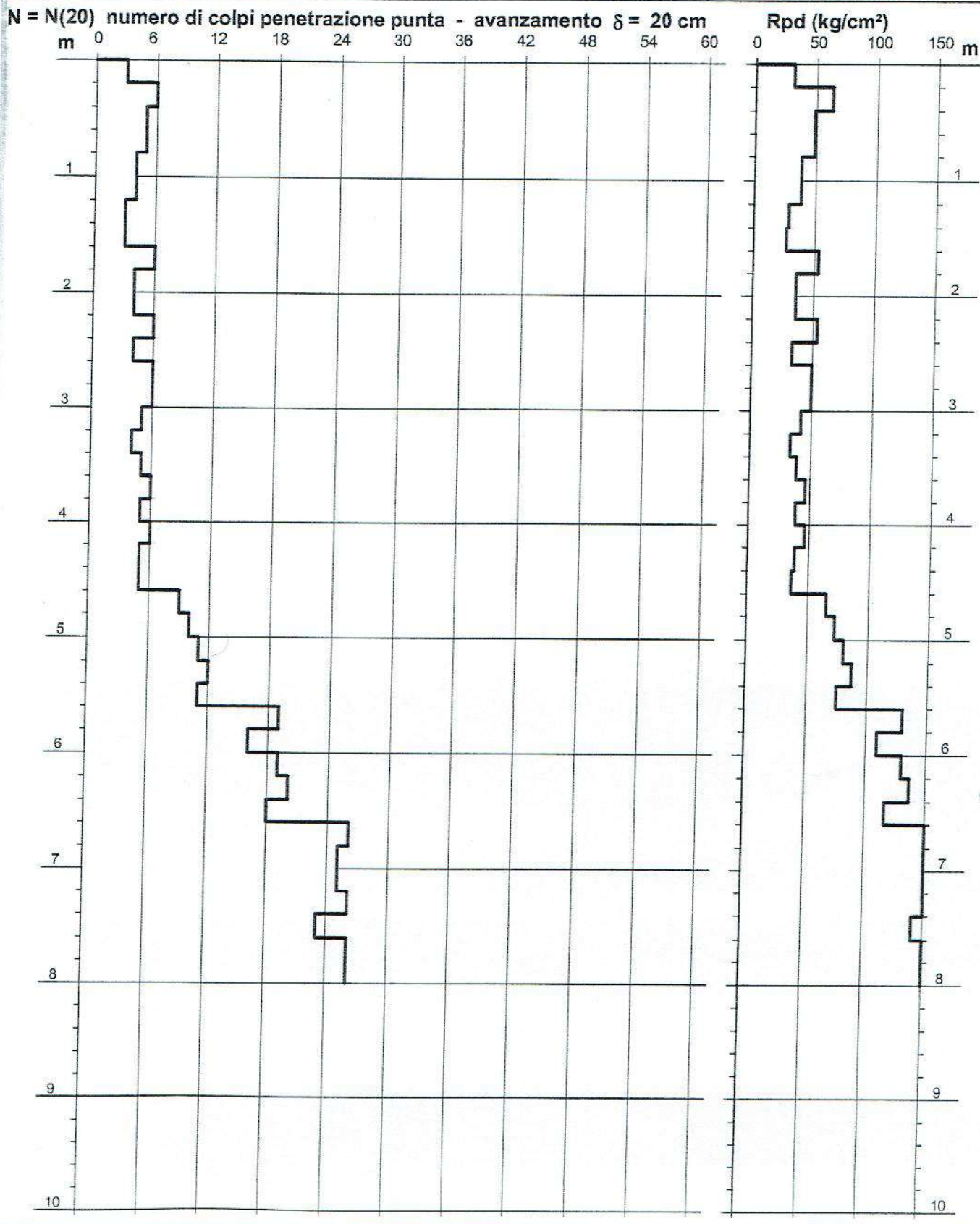
Scala 1: 50



- cantiere : Ing. Fantacci - Glatzel  
 - lavoro : Nuova piscina - Box Auto  
 - località : Casalvecchio - Casale M.mo (PI)

- data prova : 01/08/2011  
 - quota inizio : p.c. giardino  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 01/08/2011

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

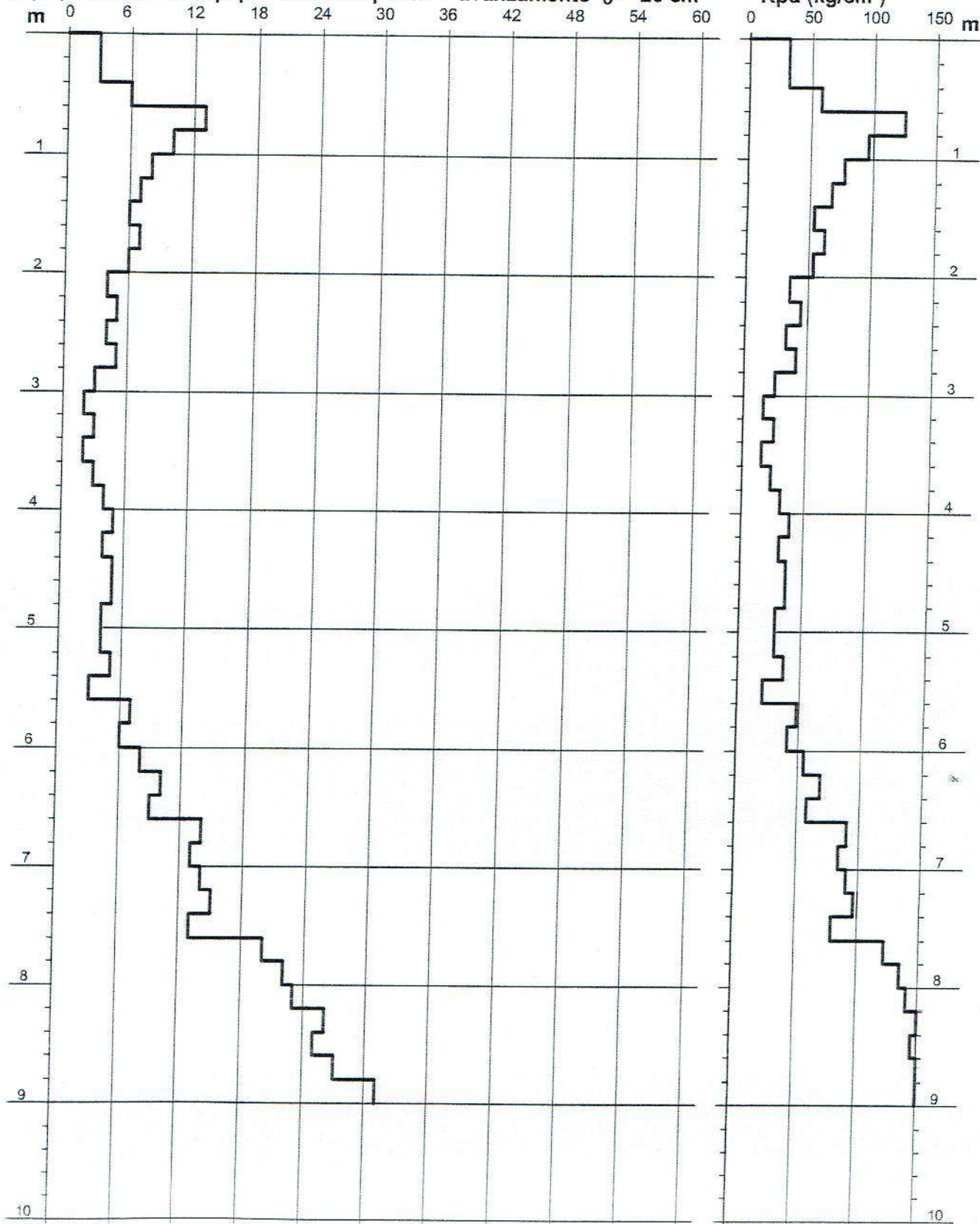


- cantiere : Ing. Fantacci - Glatzel  
 - lavoro : Nuova piscina - Box Auto  
 - località : Casavecchio - Casale M.mo (PI)

- data prova : 01/08/2011  
 - quota inizio : p.c. giardino  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 01/08/2011

- note :

**N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20$  cm**



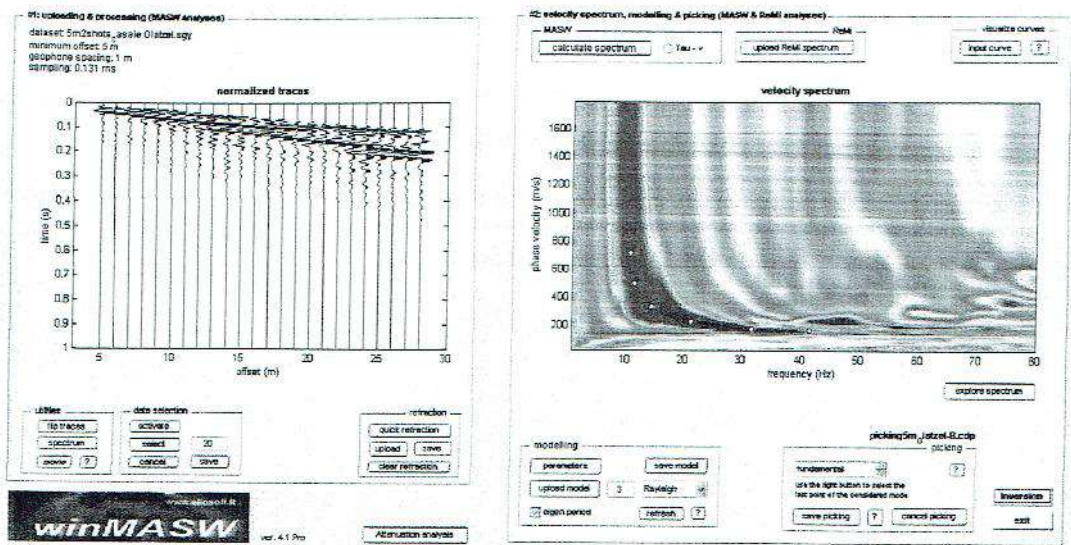
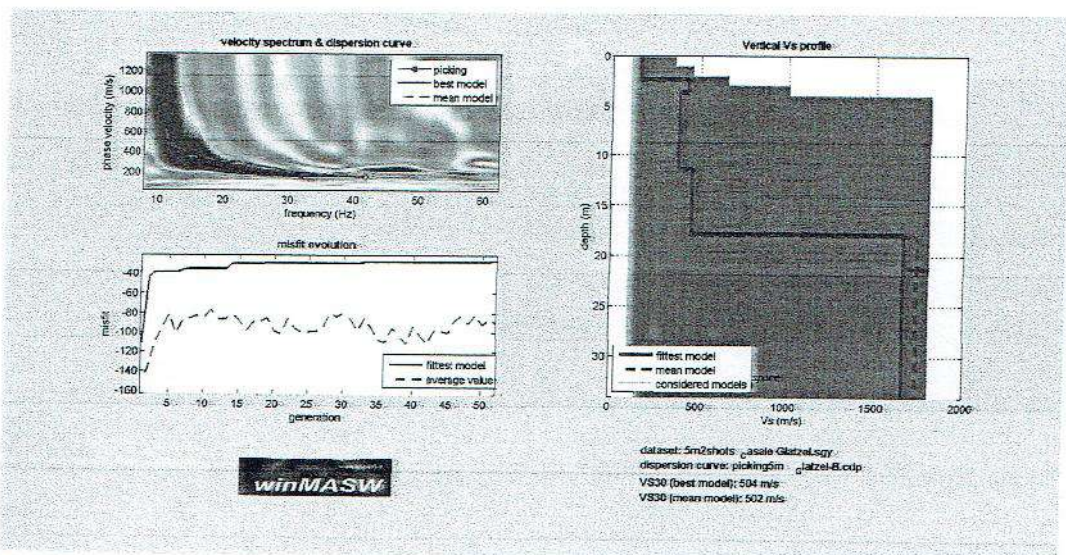


Diagramma acquisizione dati campagna e spettro delle velocità



Profilo verticale delle velocità



Foto dello stendimento intergeofonico.

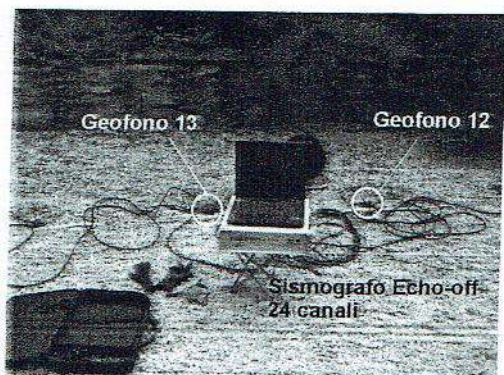
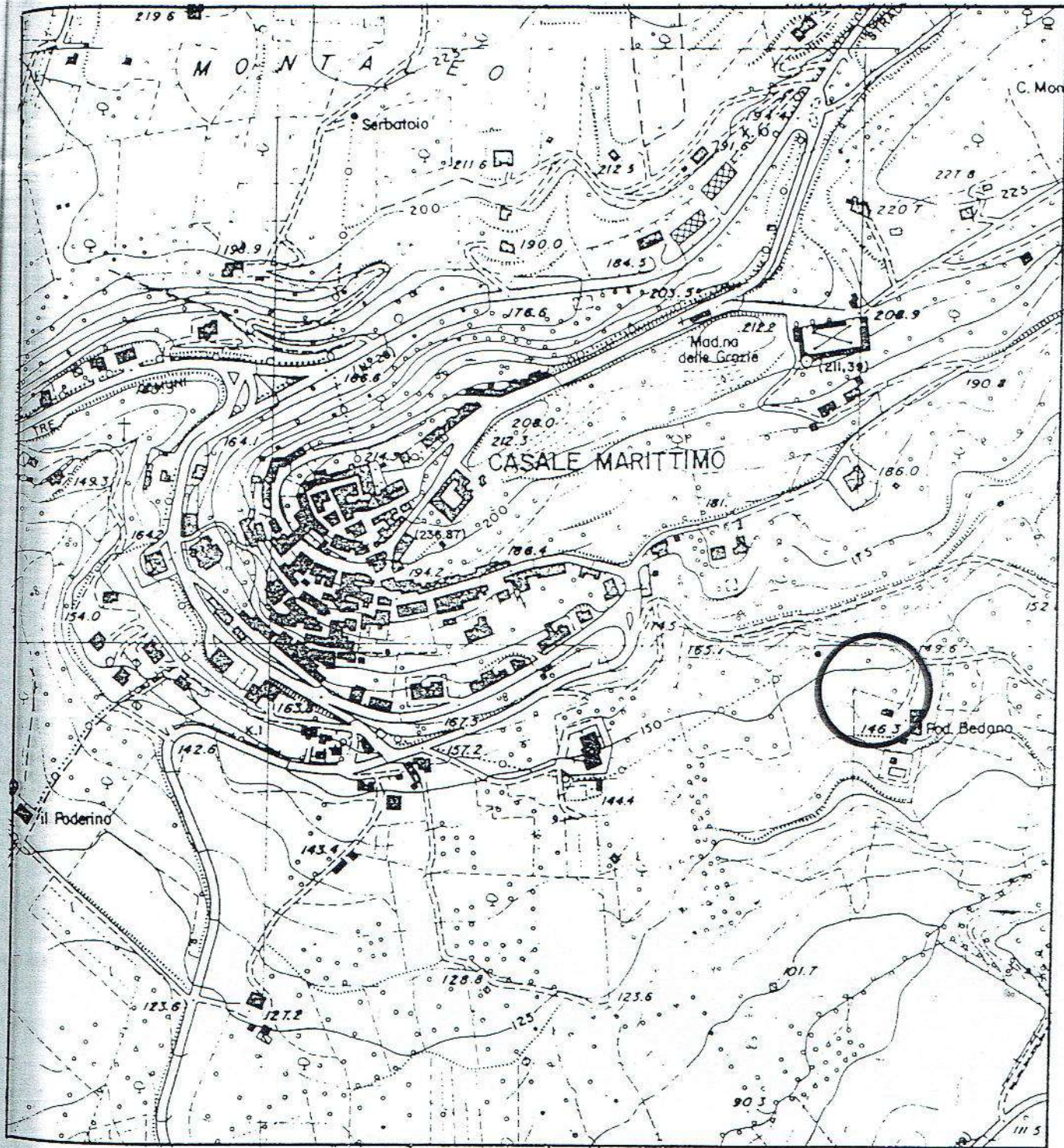


Foto dettaglio attrezzatura acquisizione dati.





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

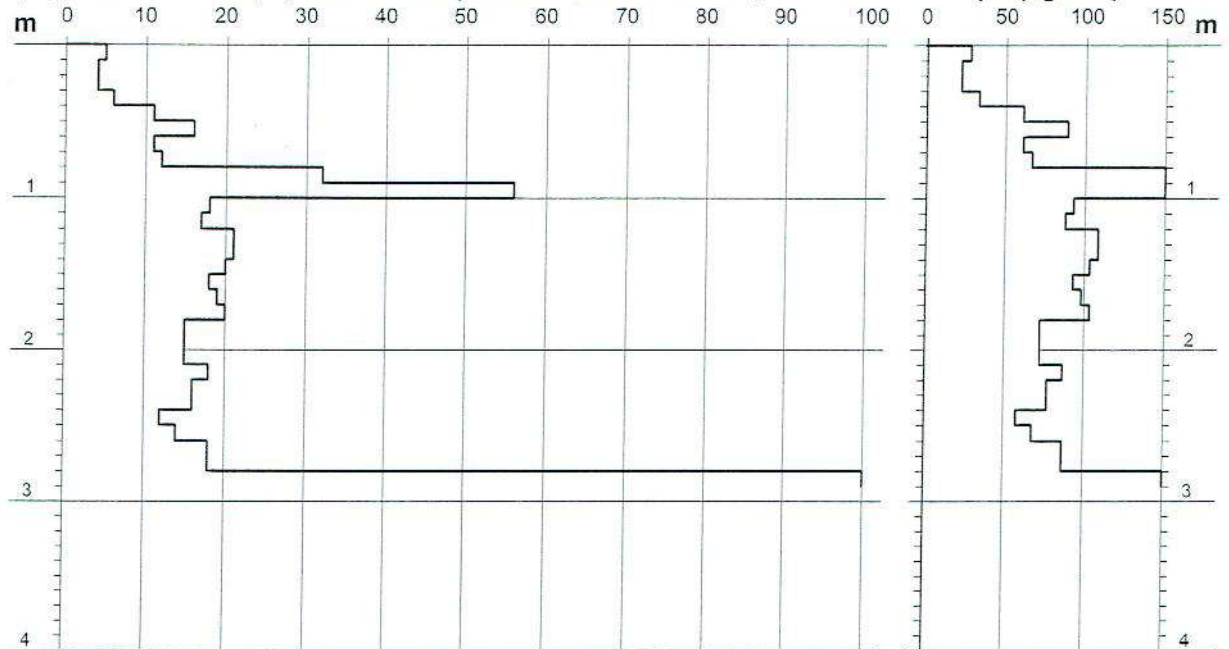
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Costruzione di civile abitazione  
- località : Bedano, Comune di Casale M.mo

- data prova : 26/01/2012  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/03/2012

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

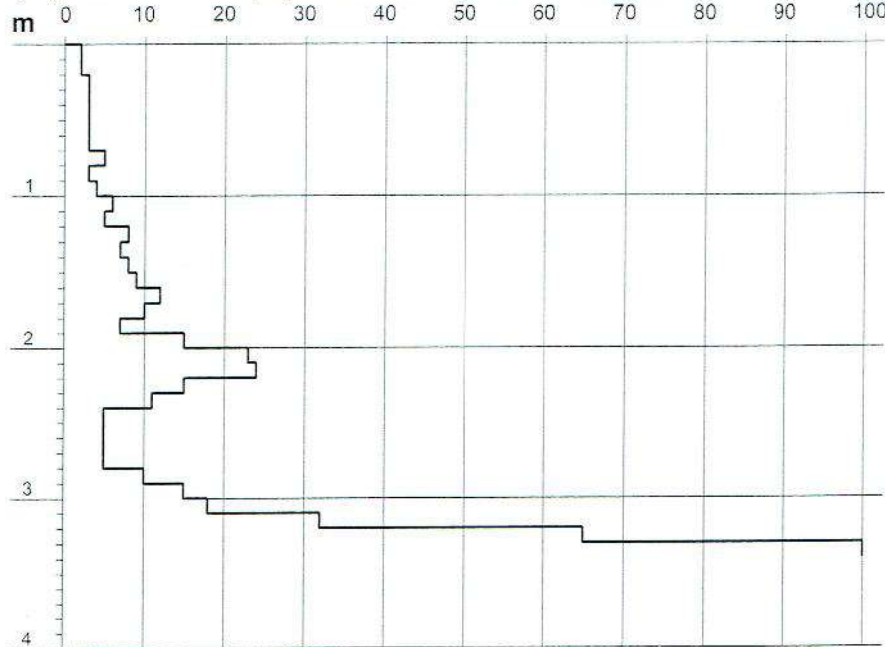
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Costruzione di civile abitazione  
- località : Bedano, Comune di Casale M.mo

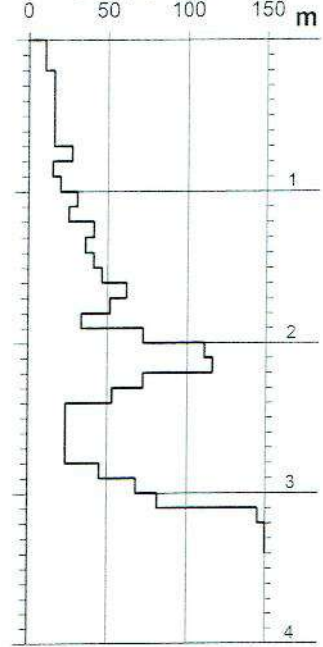
- data prova : 26/01/2012  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/03/2012

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

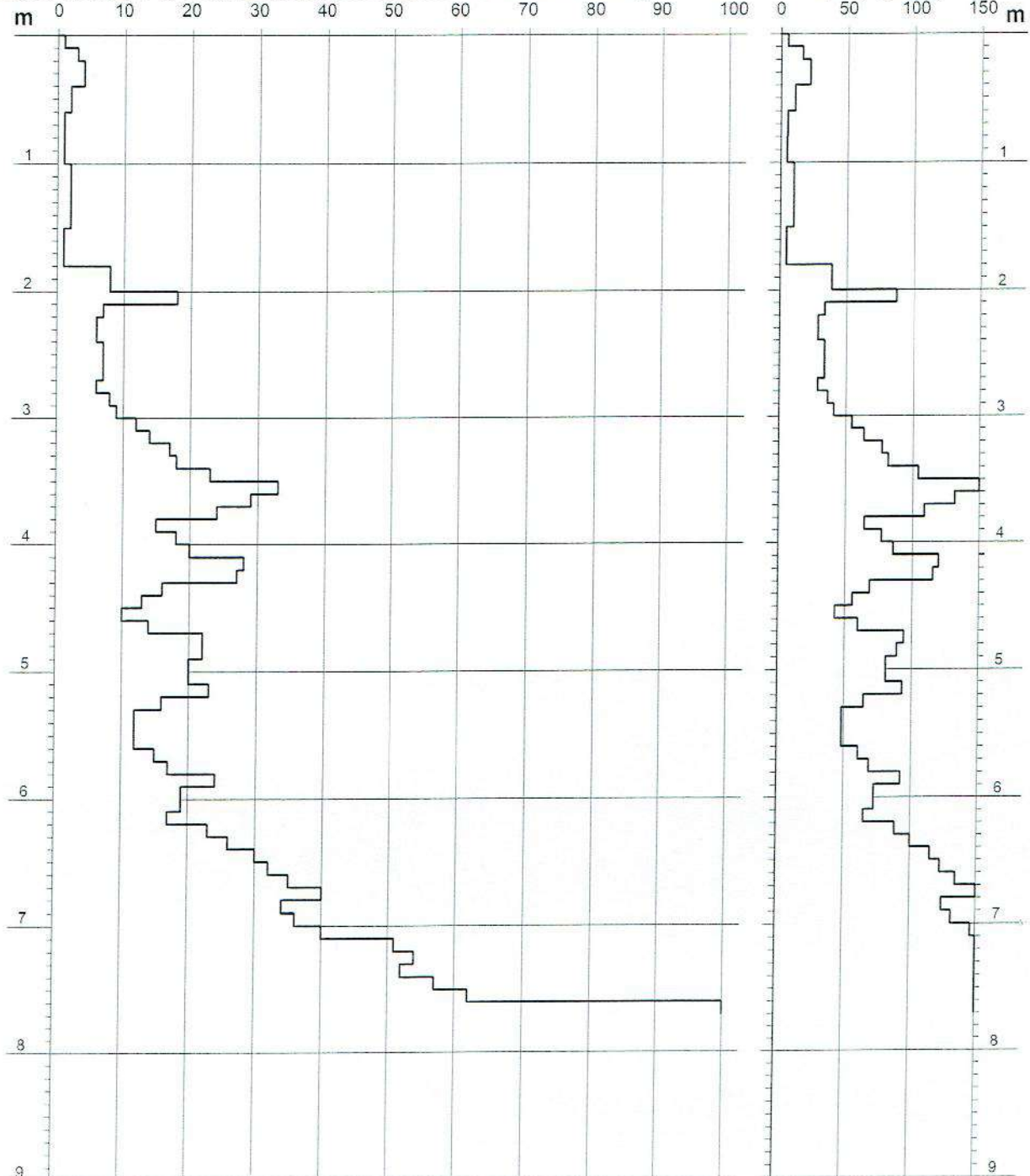
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Costruzione di civile abitazione  
- località : Bedano, Comune di Casale M.mo

- data prova : 26/01/2012  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/03/2012

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD4

Scala 1: 50

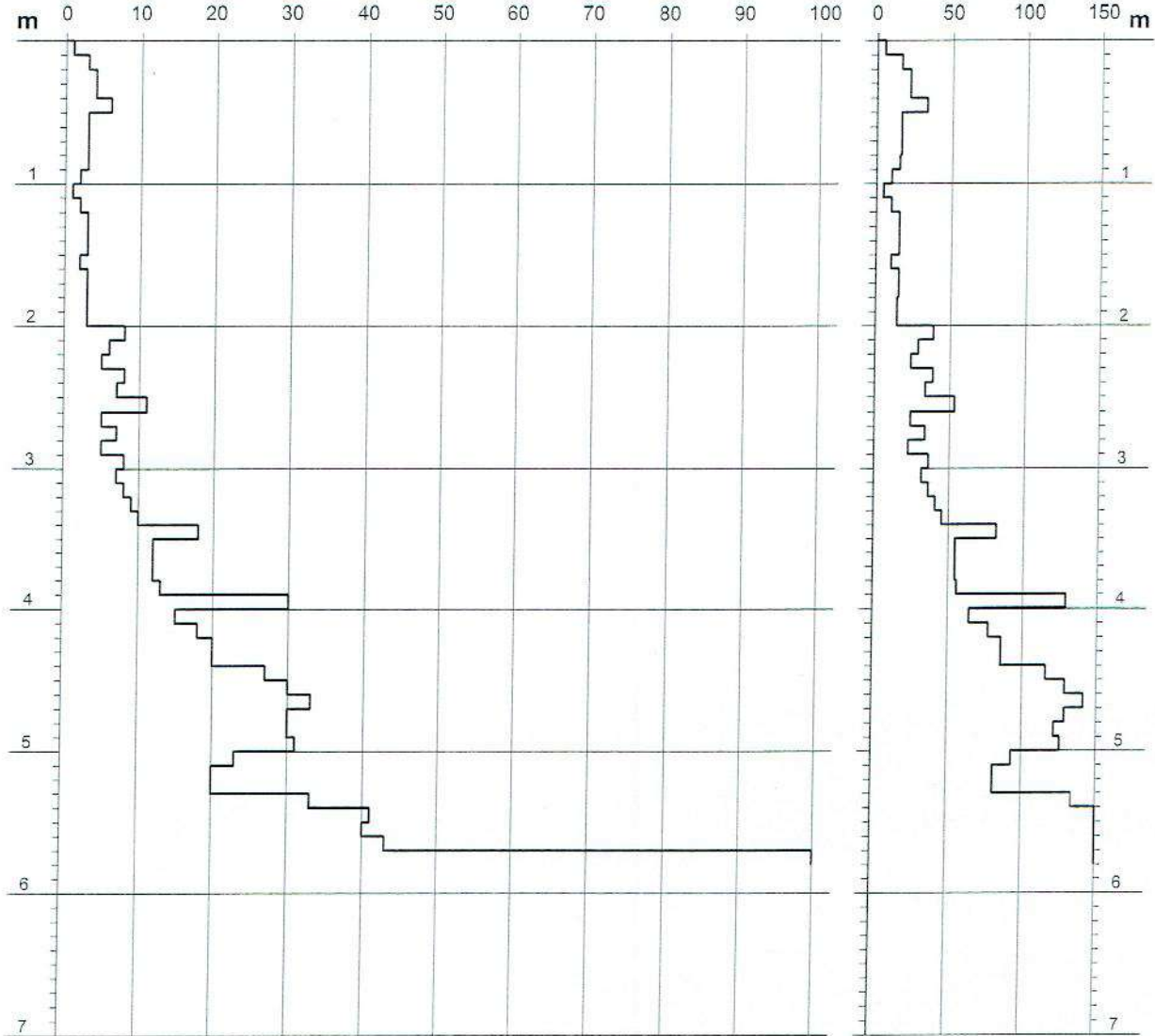
- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Costruzione di civile abitazione  
- località : Bedano, Comune di Casale M.mo

- data prova : 26/01/2012  
- quota inizio : p.c.  
- prof. faida : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/03/2012

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD5

Scala 1: 50

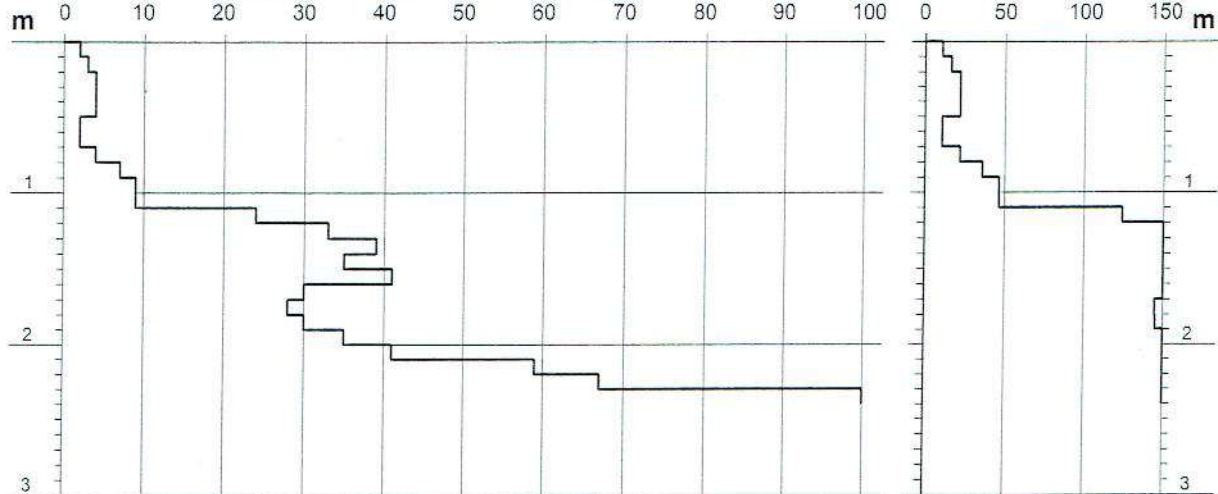
- cantiere : Sig. Peter GROTH  
- lavoro : Costruzione di civile abitazione  
- località : Bedano, Comune di Casale M.mo

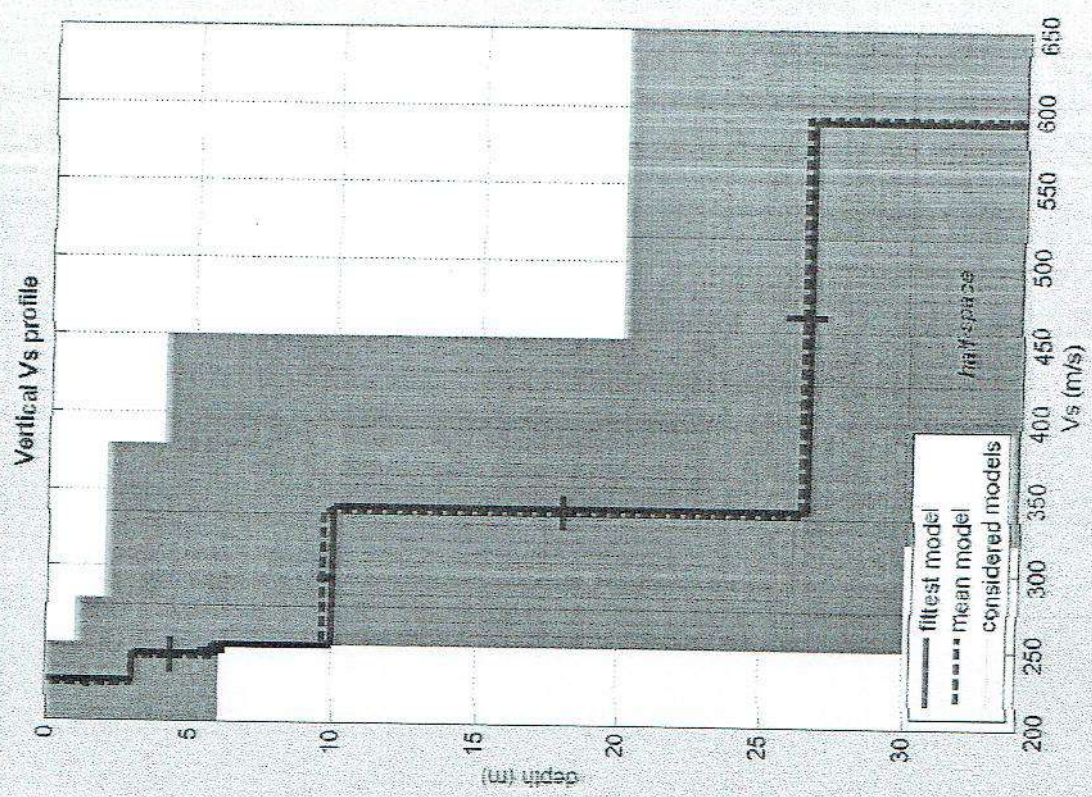
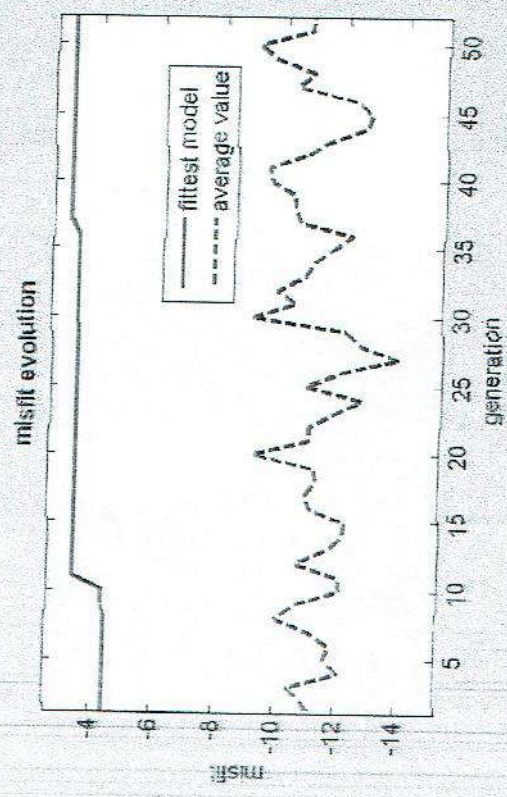
- data prova : 26/01/2012  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 12/03/2012

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

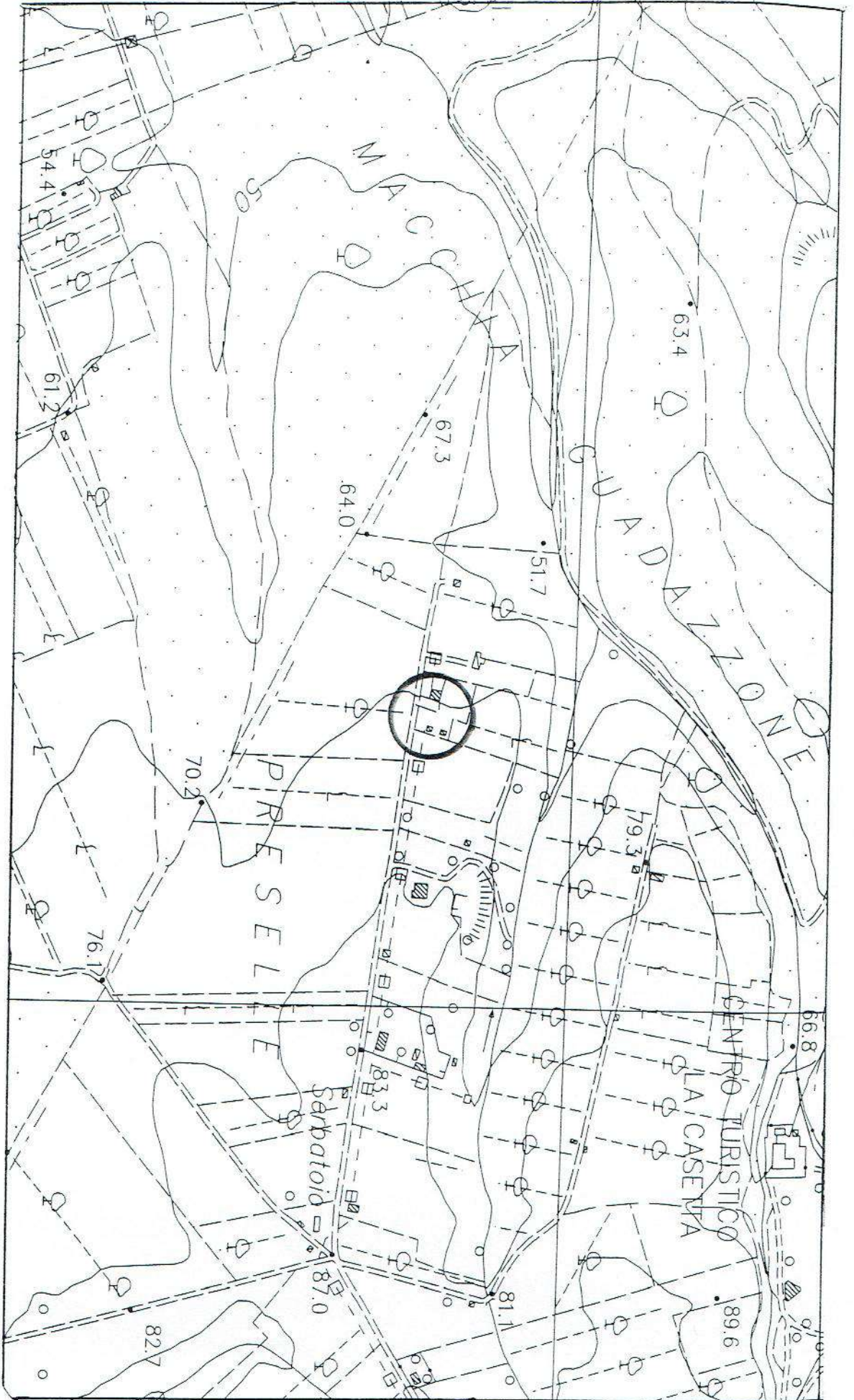
**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**





dataset: 5 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
 VS30 (best model): 313 m/s  
 VS30 (mean model): 313 m/s





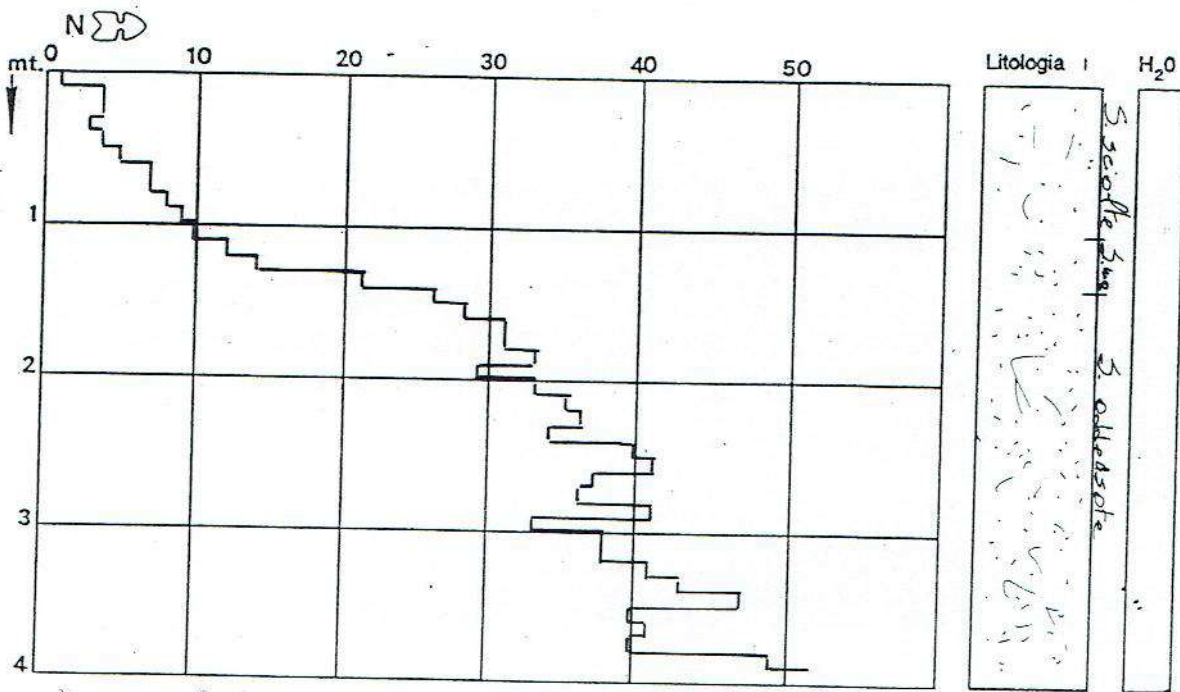
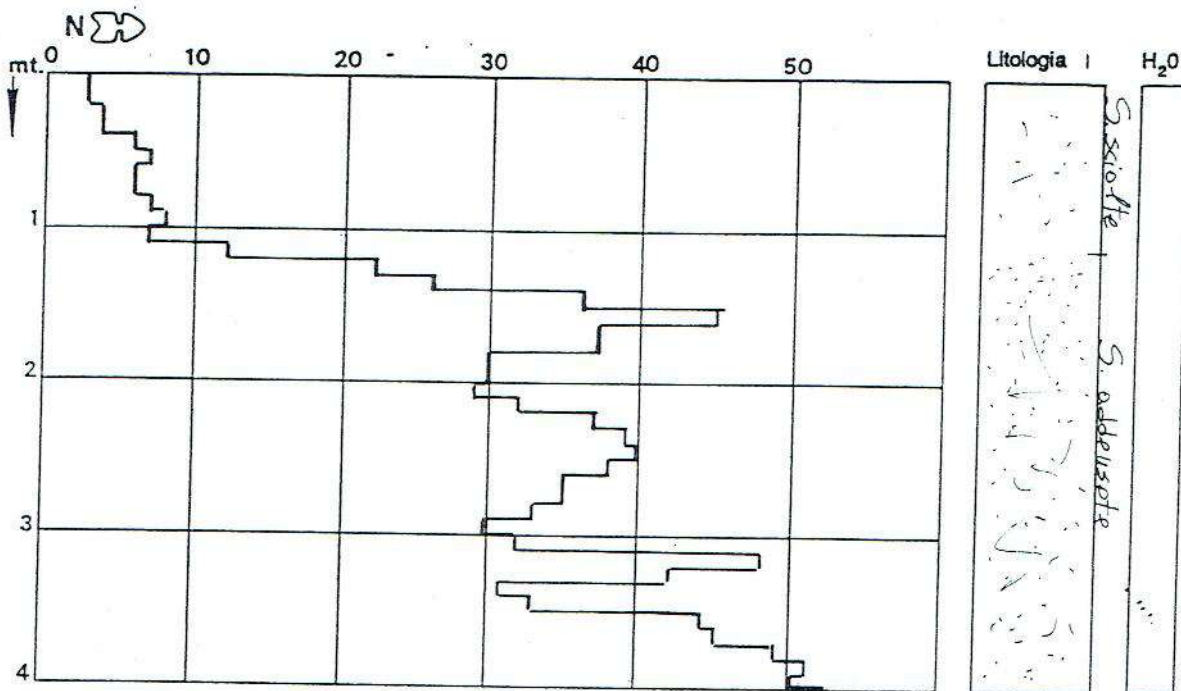
**COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 1A

scala 1:5.000



# DYNAMIC-PENETROMETER TEST



Dott. GIAN FRANCO RUFFINI  
GEOLOGO

57010 CECINA (Livorno)  
Viale G. Falcone, 11 - Tel. (0586) 661247

Committente SIST. INKORIAN s.r.l. - In

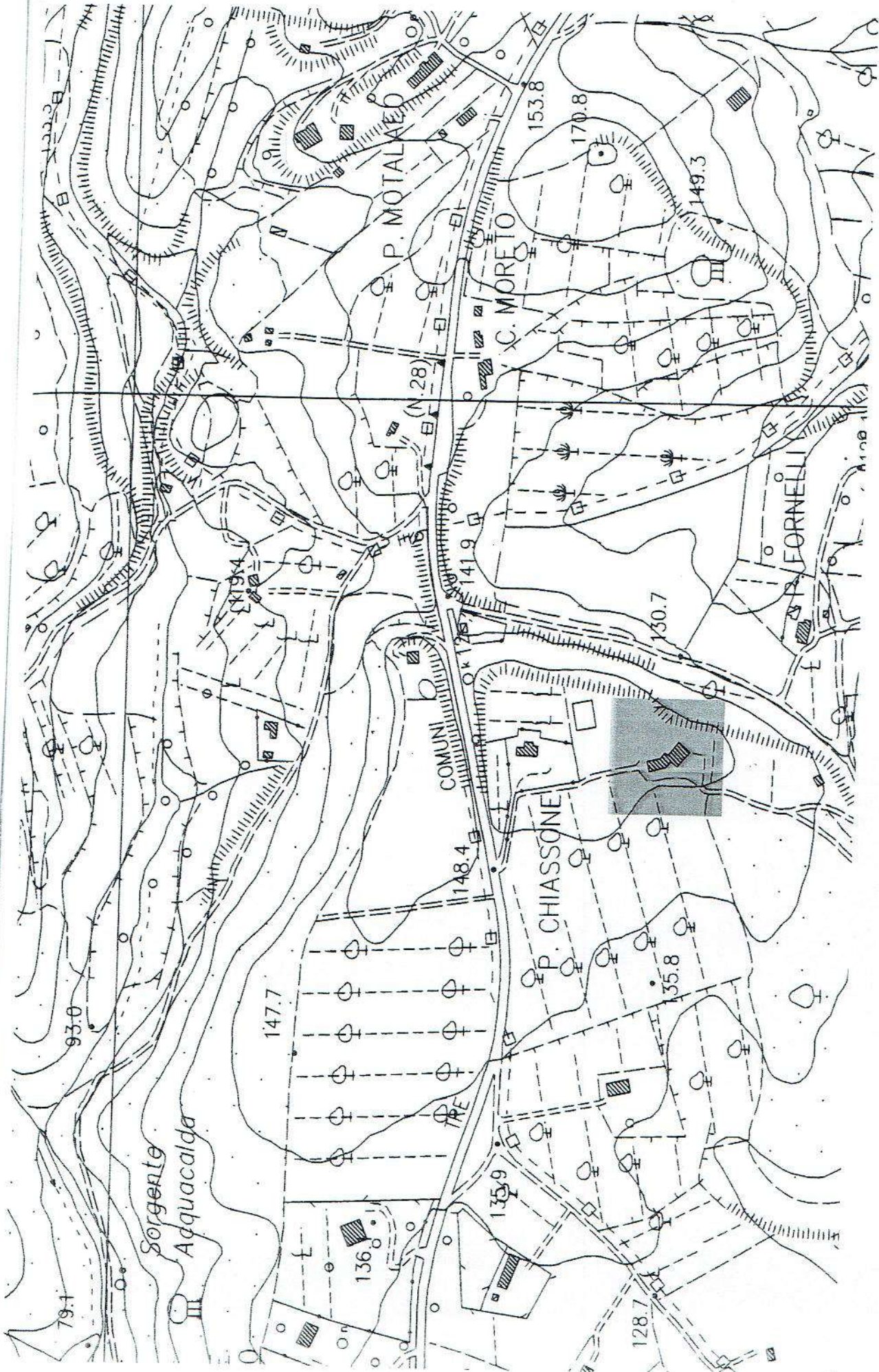
Località Pracchi

Cantiere Casale Puntino

Test n°

Data

10.02.88



# COROGRAFIA DELLA ZONA

fig. 2 scala 1:5.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

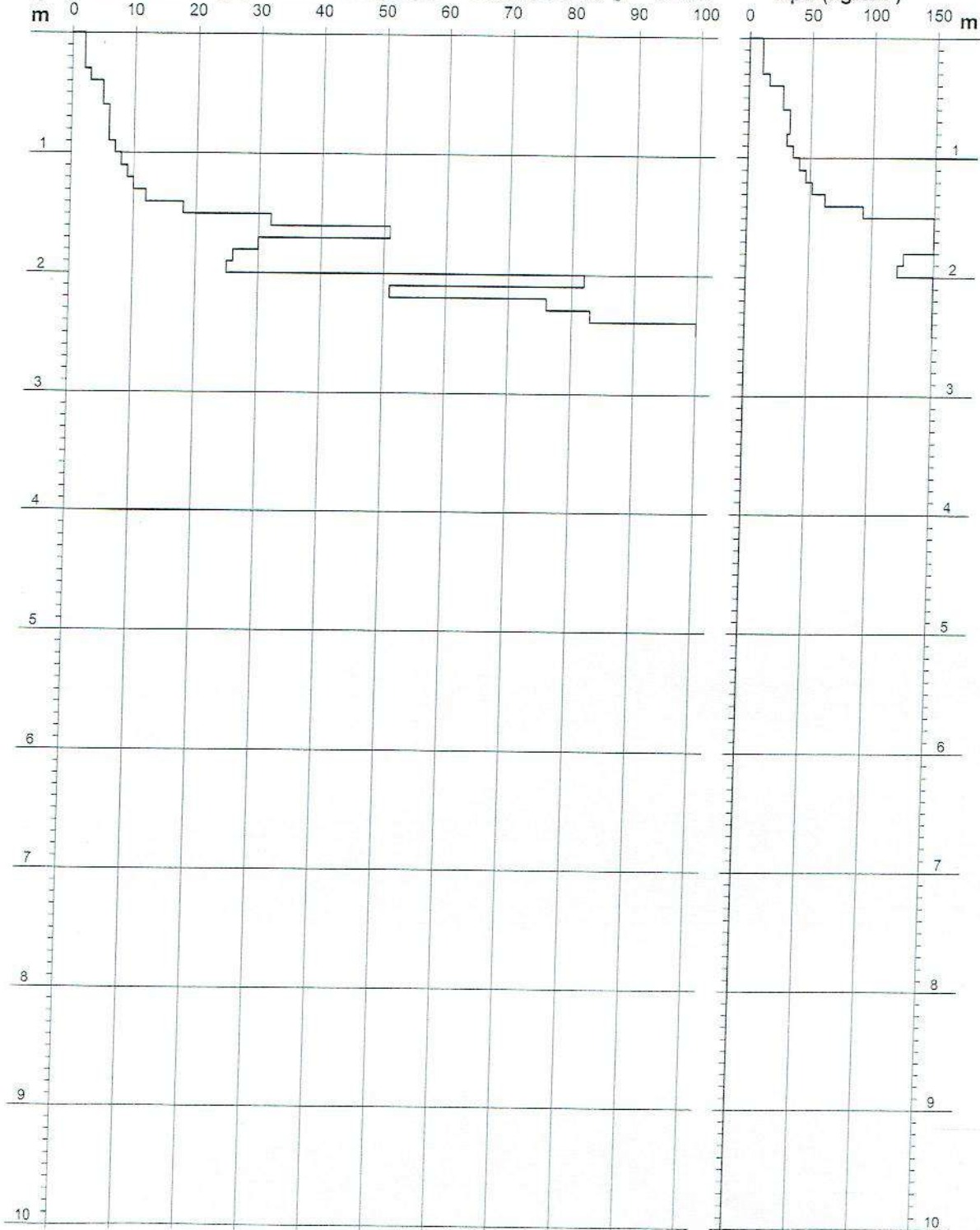
- cantiere : Sig.ra Alberto PINCA  
- lavoro : Ampliamento civile abitazione  
- località : Via delle Venelle n° 12/bis Casale Marittimo

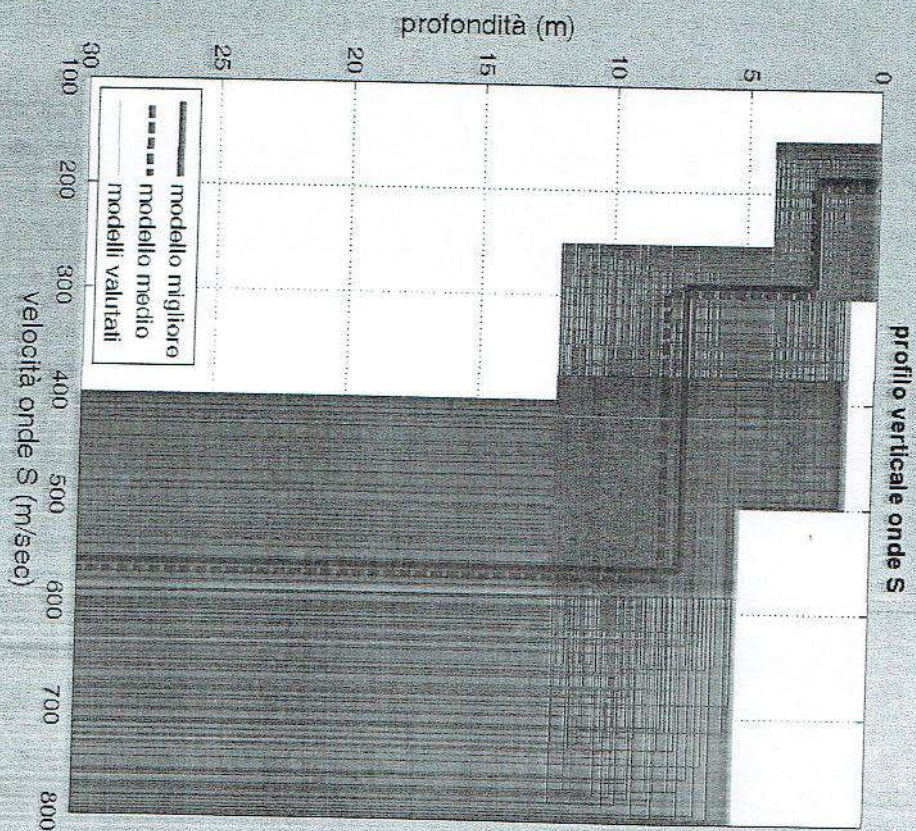
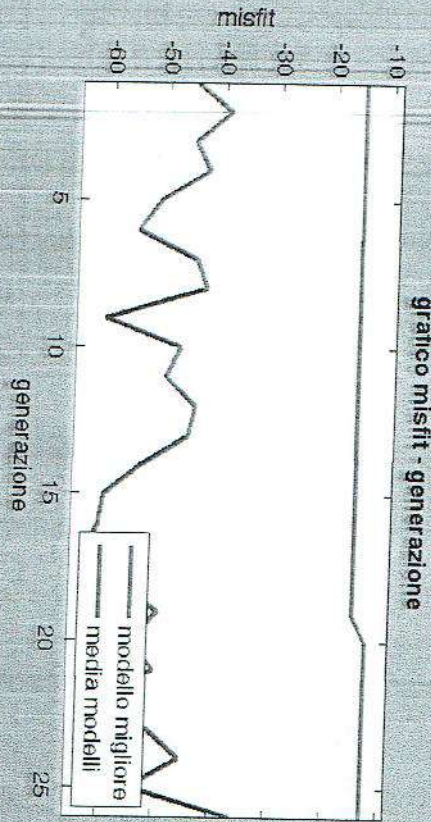
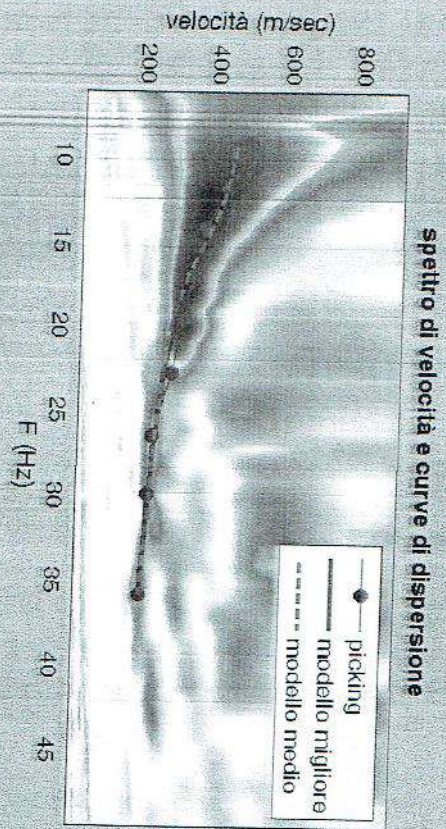
- data prova : 12/04/2009  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 08/10/2012

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

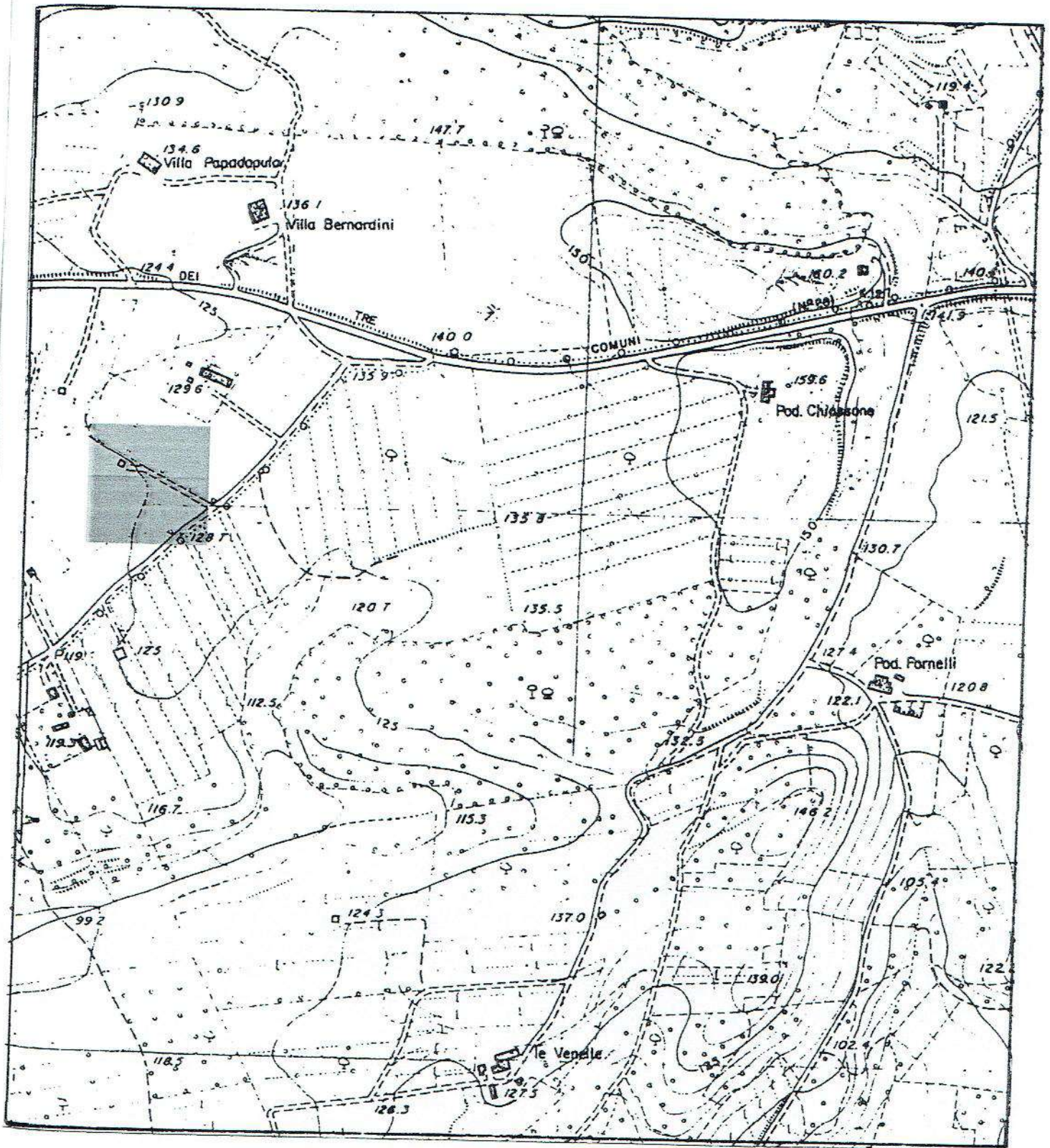
**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**





dataset: 10mazzo-60m SGY  
 curva di dispersione: 10pic.cdp  
 modello migliore VS30: 429 m/sec  
 modello medio VS30: 429 m/sec





## COROGRAFIA DELLA ZONA

fig. 2 scala 1:5.000

Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S1</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo dicembre 2012	Fabbricato residenziale Sig. Grassi Località Preselle Casale M.mo	<b>1:75</b>
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
1,6	1,6	sabbie limose a granulometria fine e media, rosso intenso, con frammenti di calcare e calcinelli		
6,7	5,1	3.60/4.05 mt. SPT = 20-Rif. calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
7,2	0,5	sabbia bruno avana grossolana		
9,0	1,8	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
9,2	0,2	sabbia bruno avana grossolana 9.00/9.45 mt. SPT = 19-46-Rif.		
10,1	0,9	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
10,3	0,2	sabbia avana grossolana		
11,0	0,7	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine 10.50/10.95 mt. SPT = 19-16-21		
11,3	0,3	sabbia avana grossolana		
13,6	2,3	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
14,7	1,1	sabbie avana a granulometria media e grossolana		
15,0	0,3	calcarenite		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

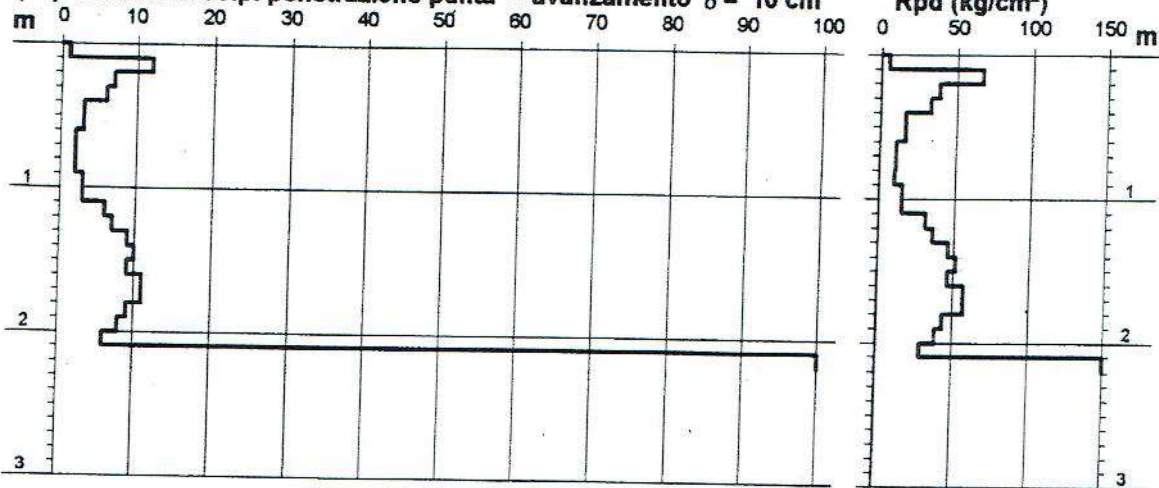
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Massimiliano GRASSI  
- lavoro : Costruzione di piscina privata  
- località : Le Preselle, Comune di Casale Marittimo

- data prova : 08/04/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/05/2005

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

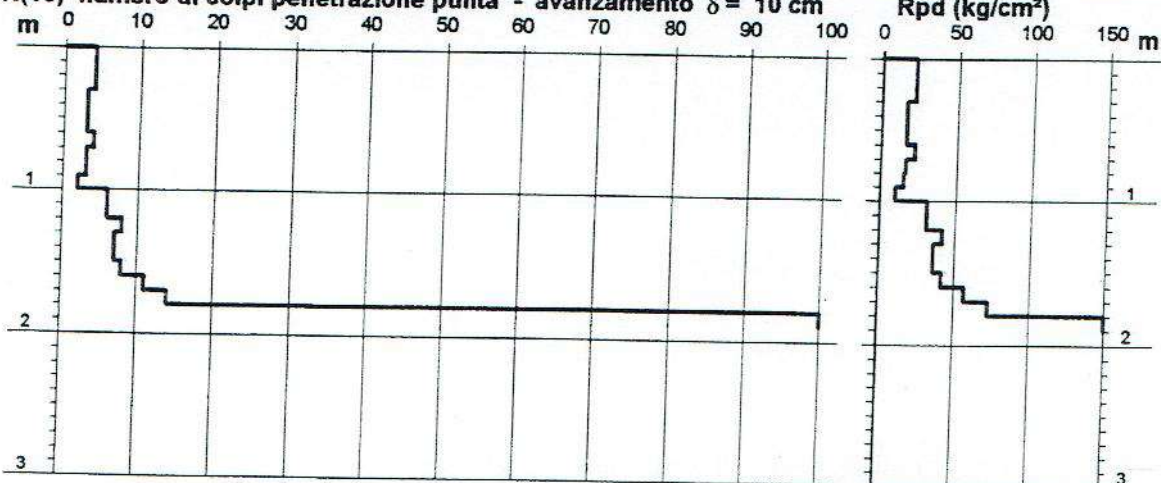
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Massimiliano GRASSI  
- lavoro : Costruzione di piscina privata  
- località : Le Preselle, Comune di Casale Marittimo

- data prova : 08/04/2005  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/05/2005

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

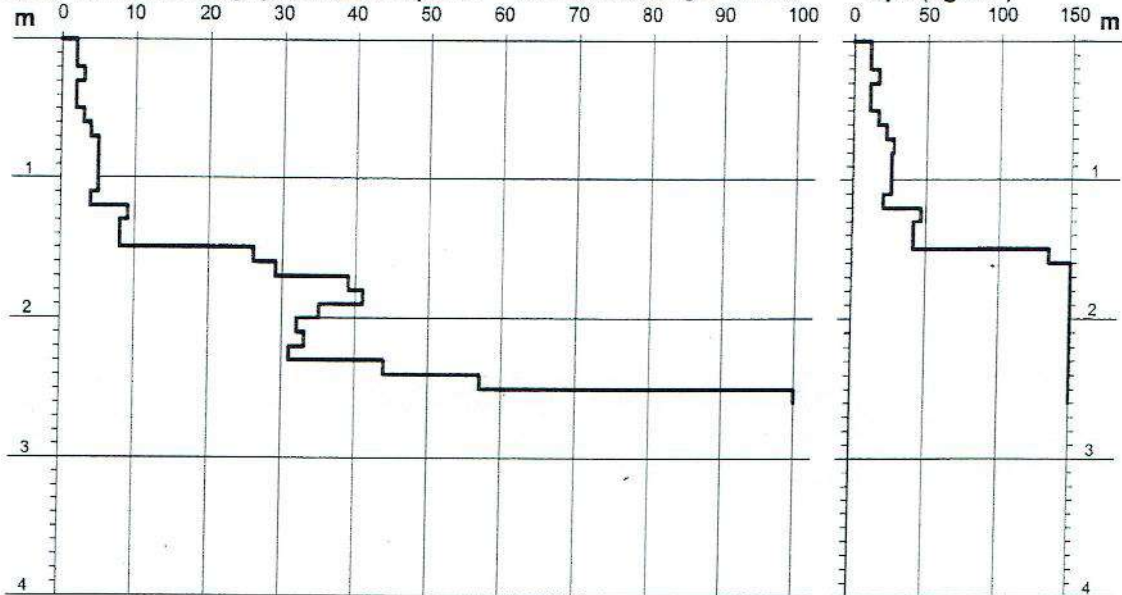
DIN PD3

Scala 1: 50

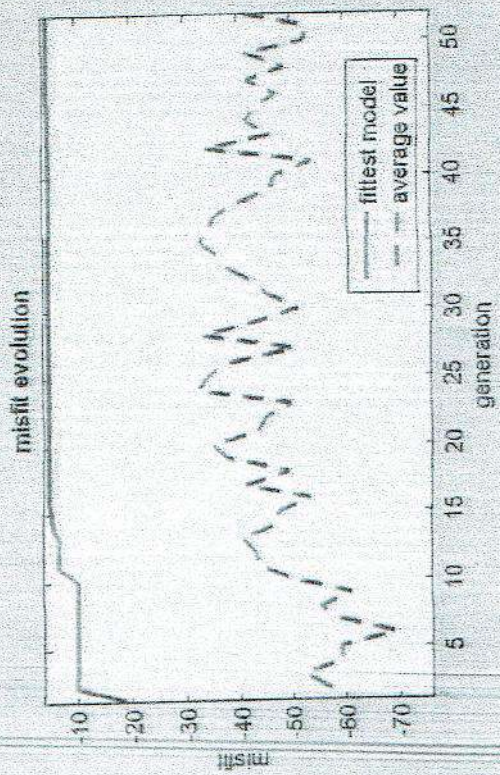
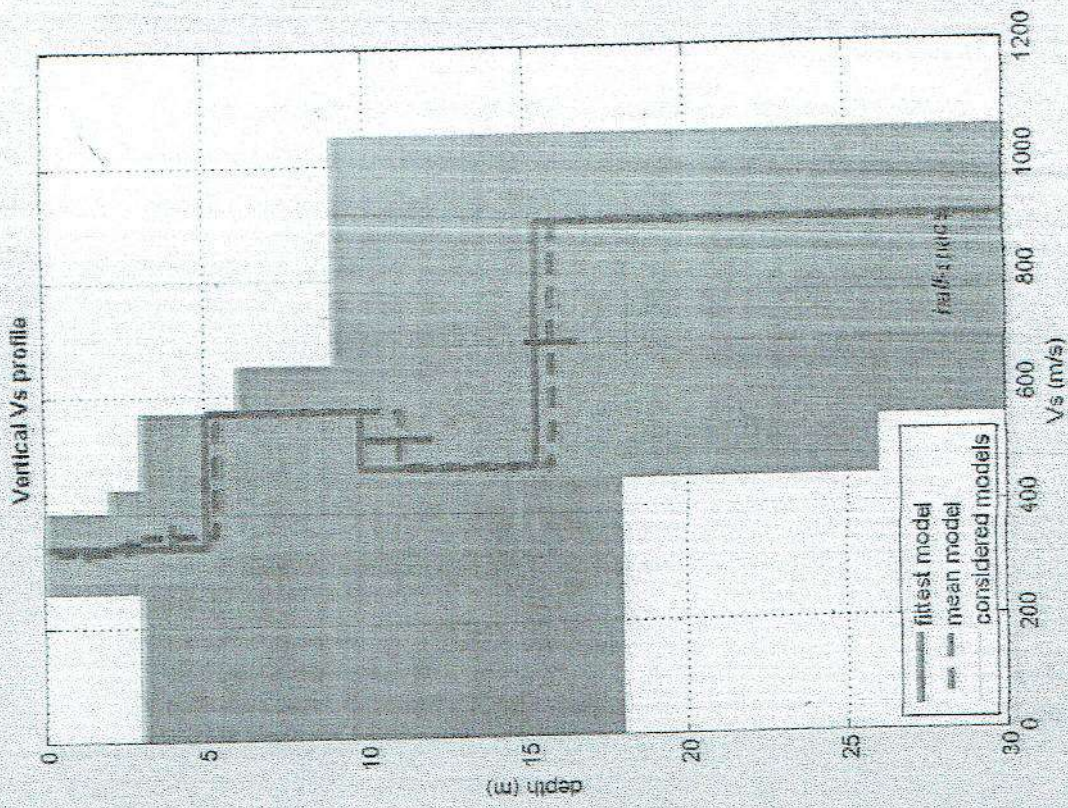
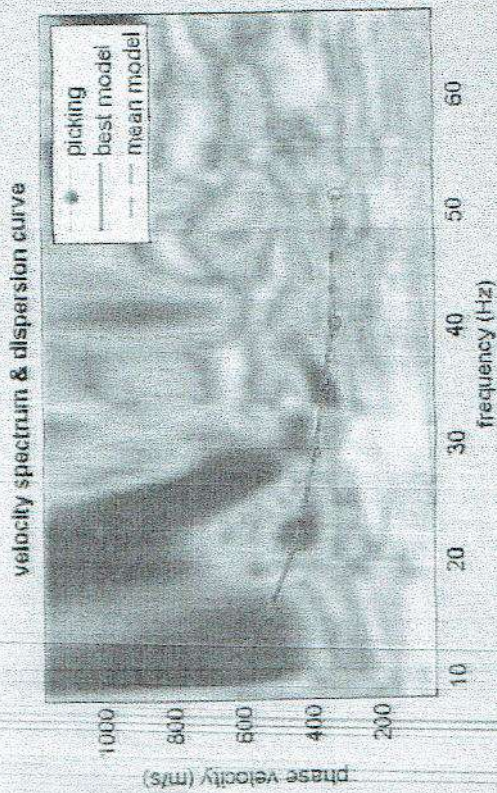
- |              |   |                  |                    |
|--------------|---|------------------|--------------------|
| - cantiere : | Sig. massimiliano GRASSI                    | - data prova :   | 08/03/2010         |
| - lavoro :   | Demolizione e ricostruzione edificio        | - quota inizio : | p.c.               |
| - località : | Località Le Preselle, Comune di Casale M.mo | - prof. falda :  | Falda non rilevata |
|              |   | - data emiss. :  | 15/03/2010         |

note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

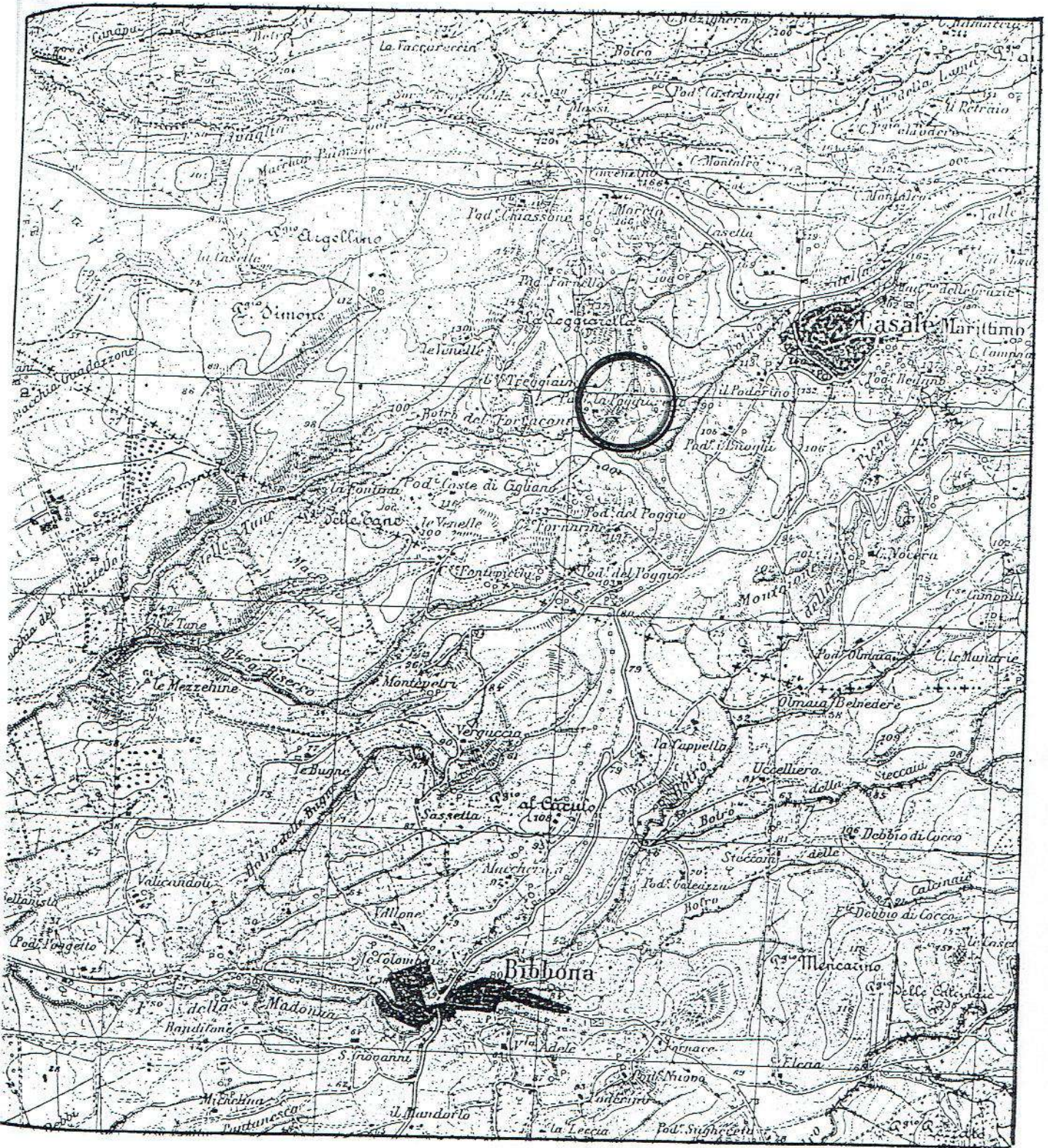






dataset: 12 metri preselle.sgy  
 dispersion curve: picking 12 m.cdp  
 $V_{S30}$  (best model): 584 m/s  
 $V_{S30}$  (mean model): 582 m/s





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1

scala 1:25.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

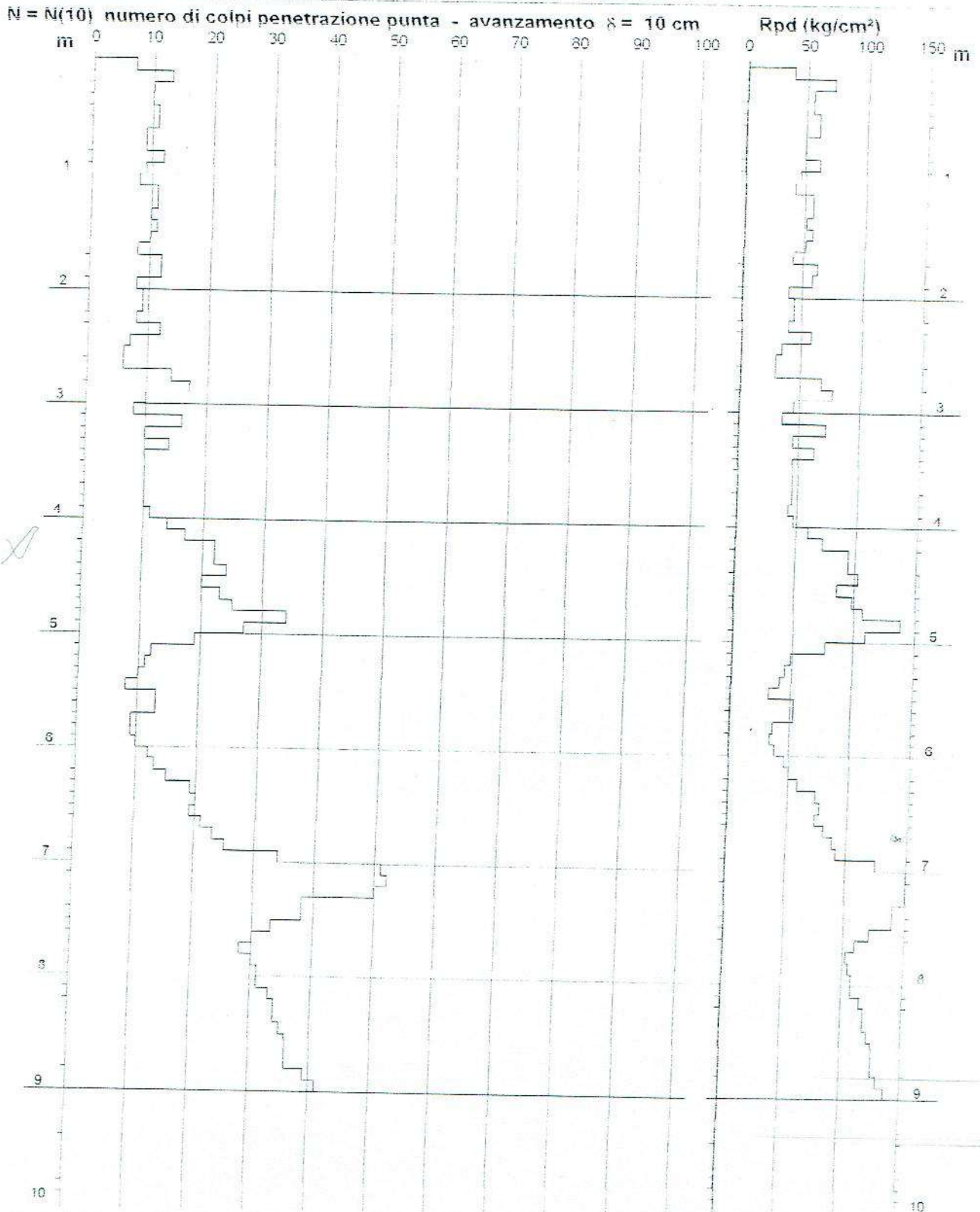
DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Serona LONI  
- lavoro : Costruzione di scannatosso  
- località : Località Poggiarella, Comune di Casale M.mo

- data prova : 02/02/2007  
- quota inizio : p.c. (+2.20 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 14/02/2007

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

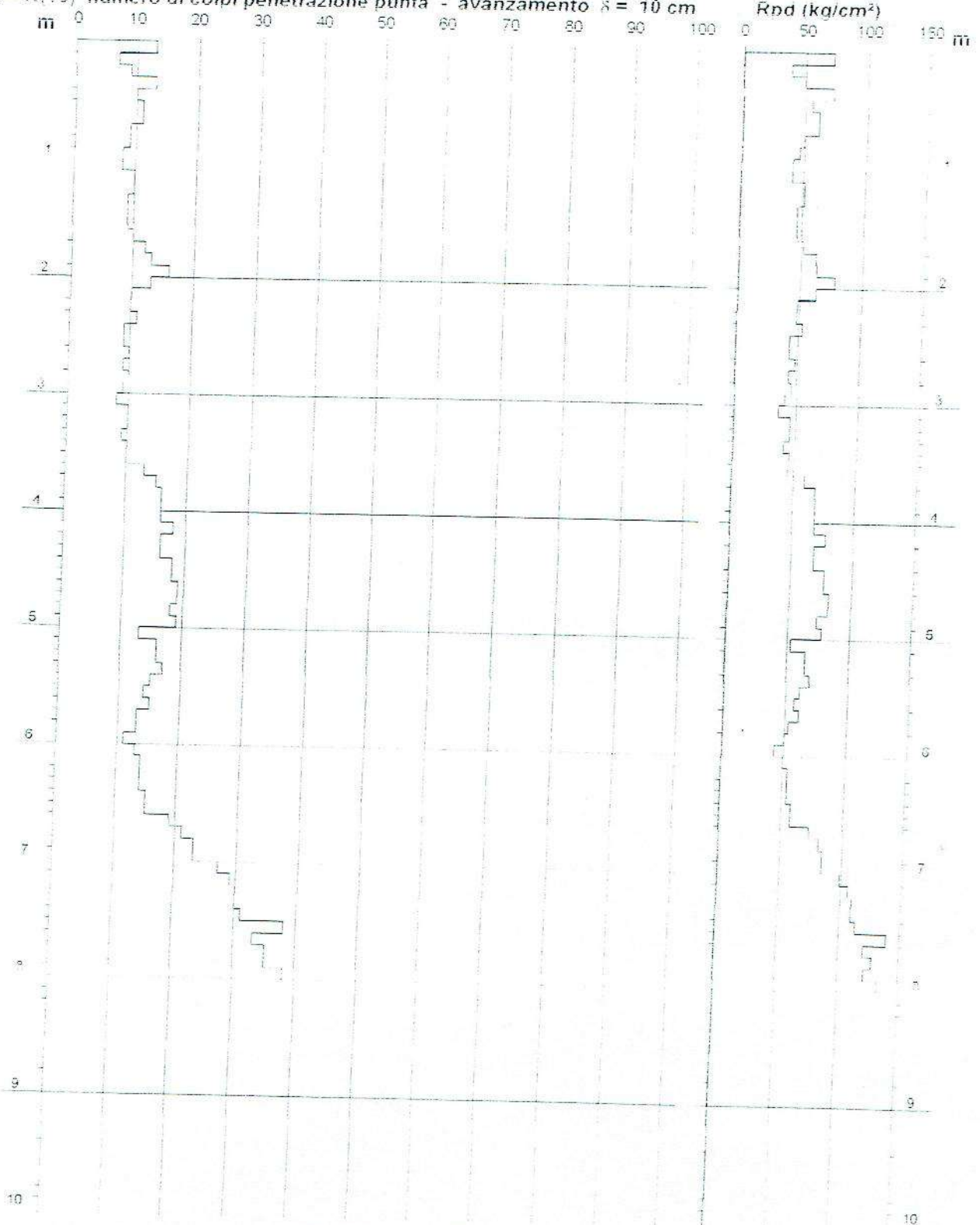
Scala 1: 50

cantiere : Sig.ra Serona LONI  
- lavoro : Costruzione di scannafosso  
- localita : Località Poggiarella, Comune di Casale M mo

data prova : 02/02/2007  
- quota inizio : p.c. (0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss : 14/02/2007

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

Scala 1: 50

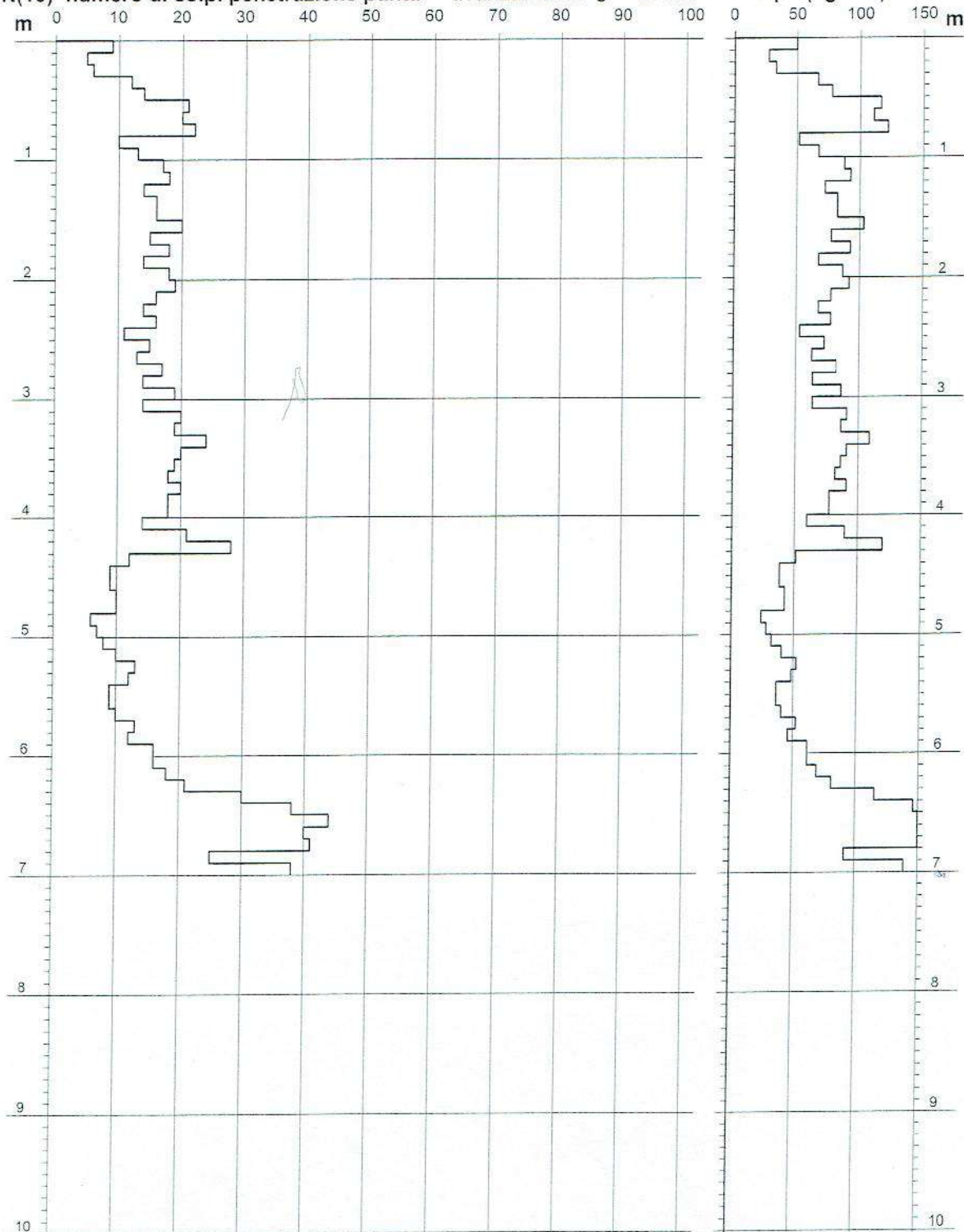
- cantiere : Sig.ra SErena LONI  
- lavoro : Ampliamento di civile abitazione  
- località : Le Venelle Comune di Casale M.mo

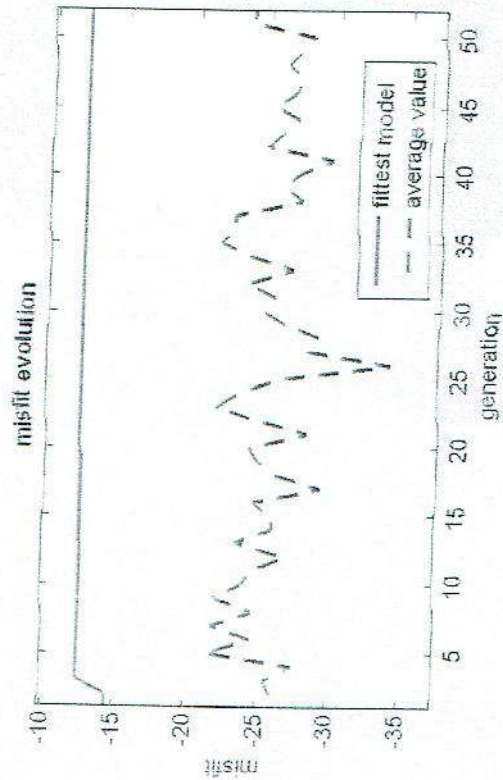
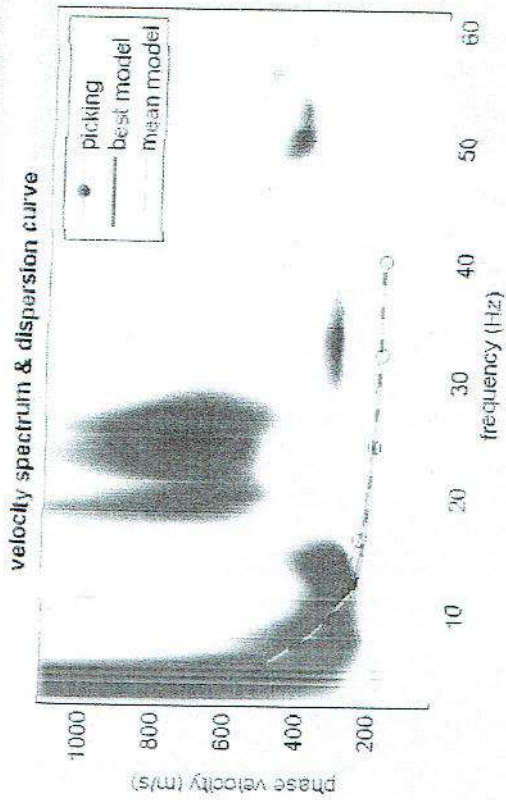
- data prova : 20/12/2011  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 03/02/2012

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

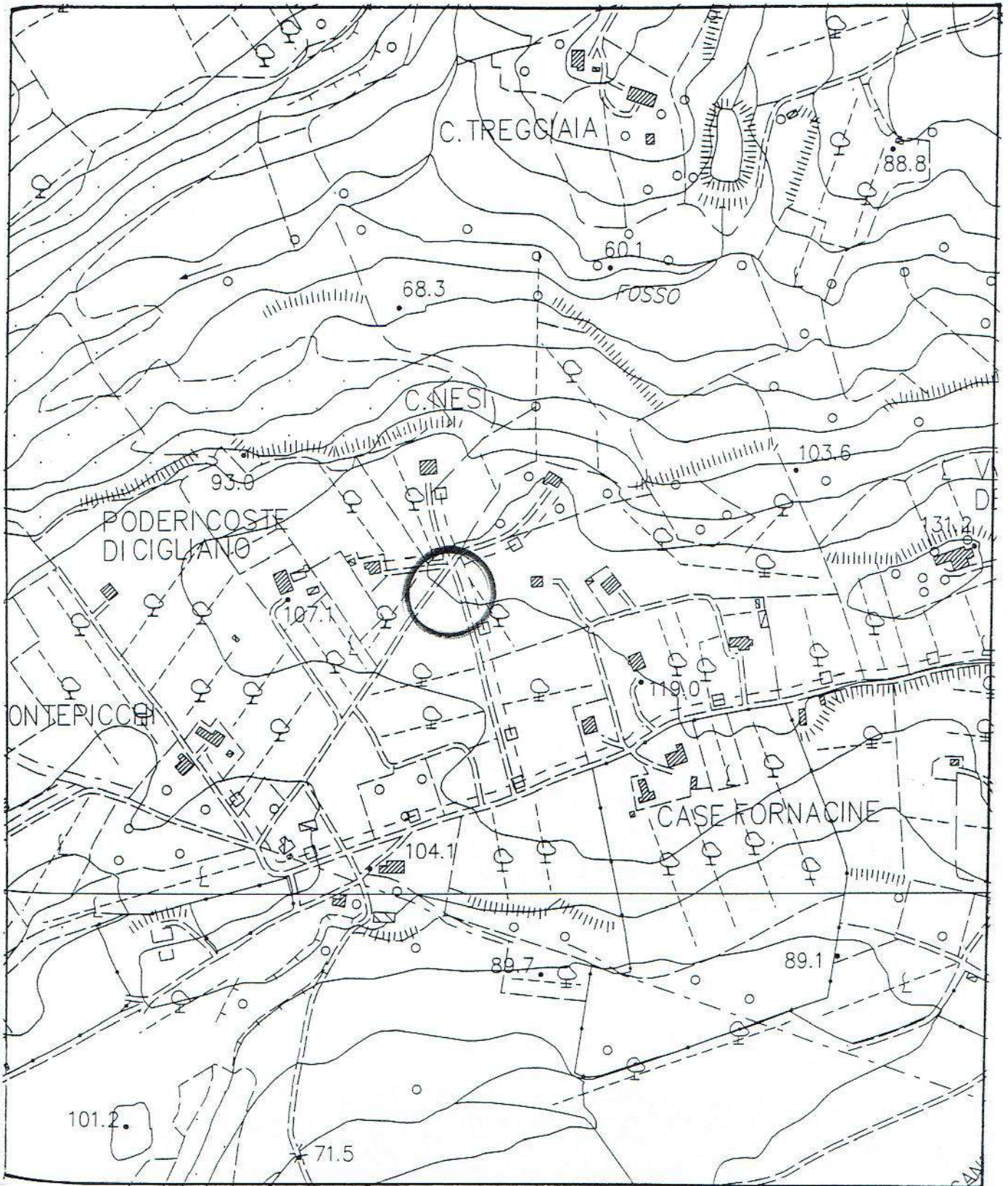
Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)





dataset: 10 metri 4 colpi.sgy  
 dispersion curve: picking 10 mt.cdp  
 VS30 (best model): 360 m/s  
 VS30 (mean model): 360 m/s





**COROGRAFIA DELLA ZONA**

fig. 2

scala 1:5.000

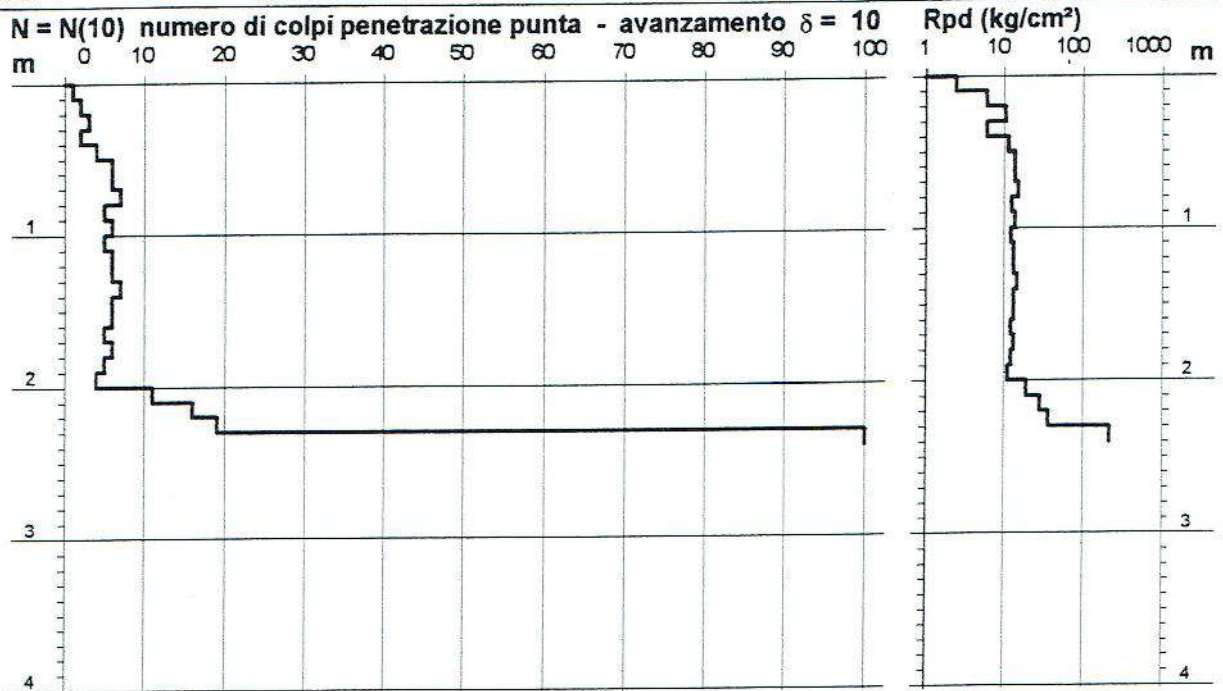
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine : Piano di recupero per ricostruzione annesso  
 - cantiere : Sig.ra Lucia GIORGERINI  
 - località : Coste di Cigliano Comune di Casale M.mo

- data : 01/03/2001  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata



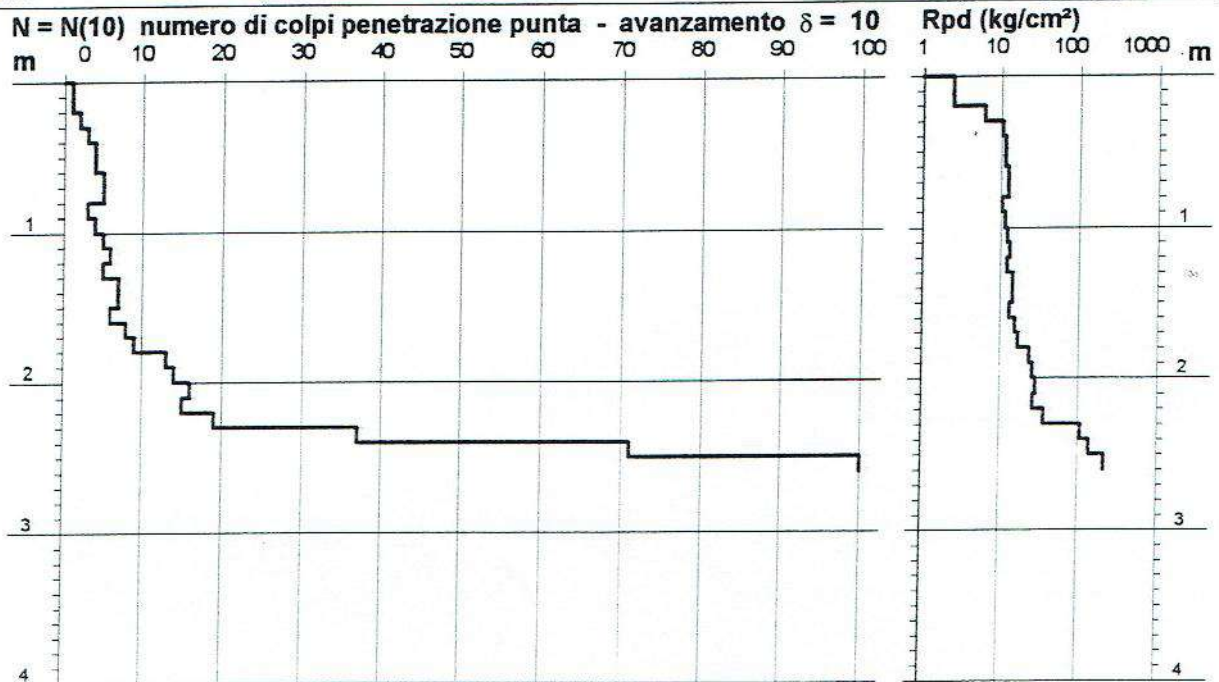
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD2

Scala 1: 50

- indagine : Piano di recupero per ricostruzione annesso  
 - cantiere : Sig.ra Lucia GIORGERINI  
 - località : Coste di Cigliano Comune di Casale M.mo

- data : 01/03/2001  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4  
 - M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)= 35,70 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

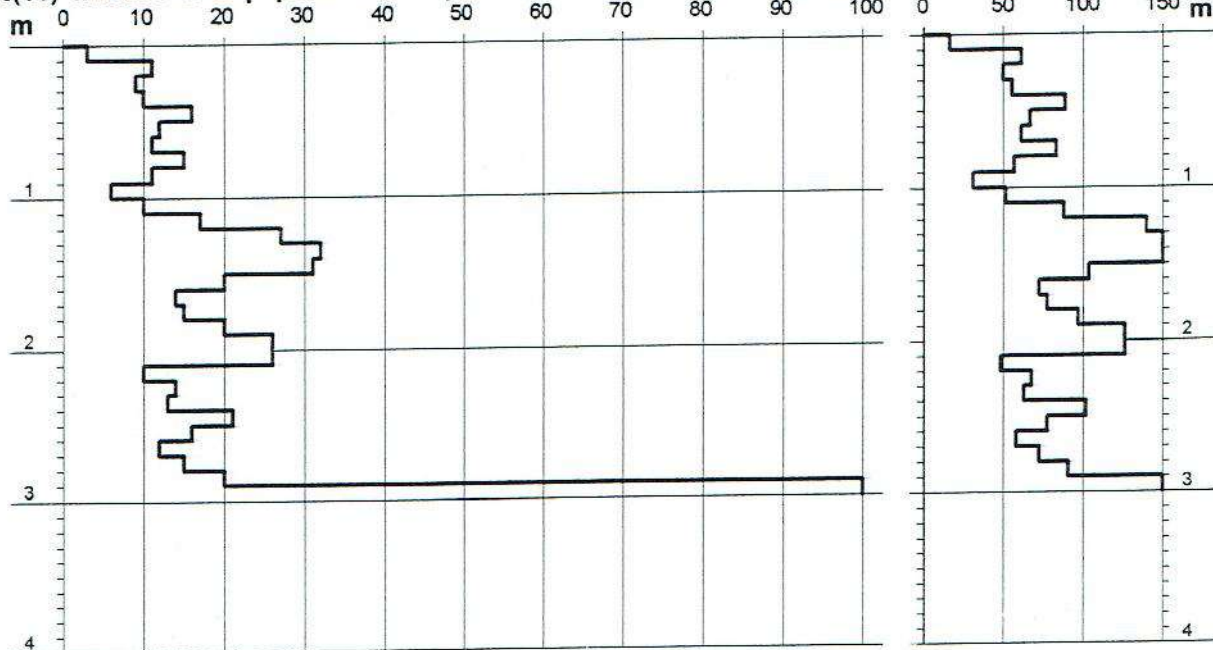
- cantiere : Sig. Luca BRUNETTI  
- lavoro : Realizzazione di piscina privata  
- località : Il Poggio, Comune di Casale Marittimo

- data prova : 16/06/2006  
- quota inizio : p.c. (0.00)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 07/08/2006

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

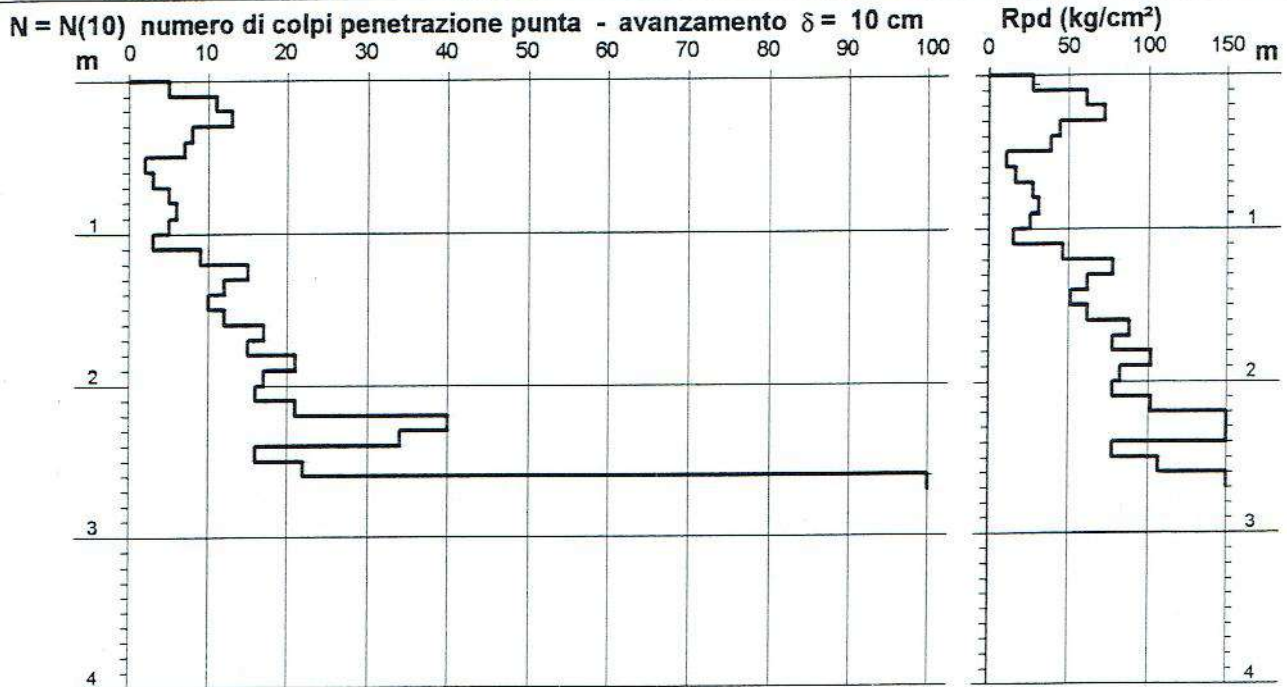
DIN PD2

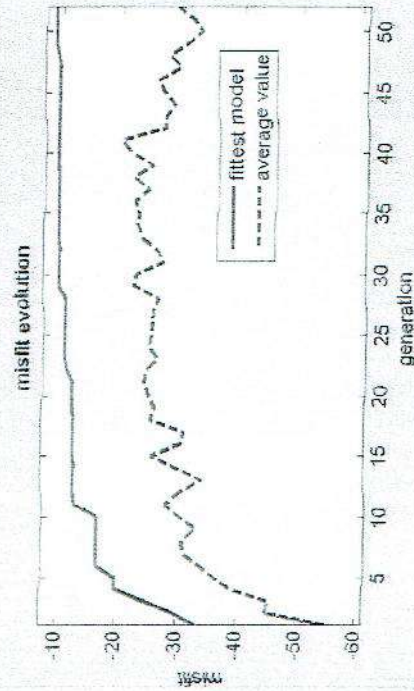
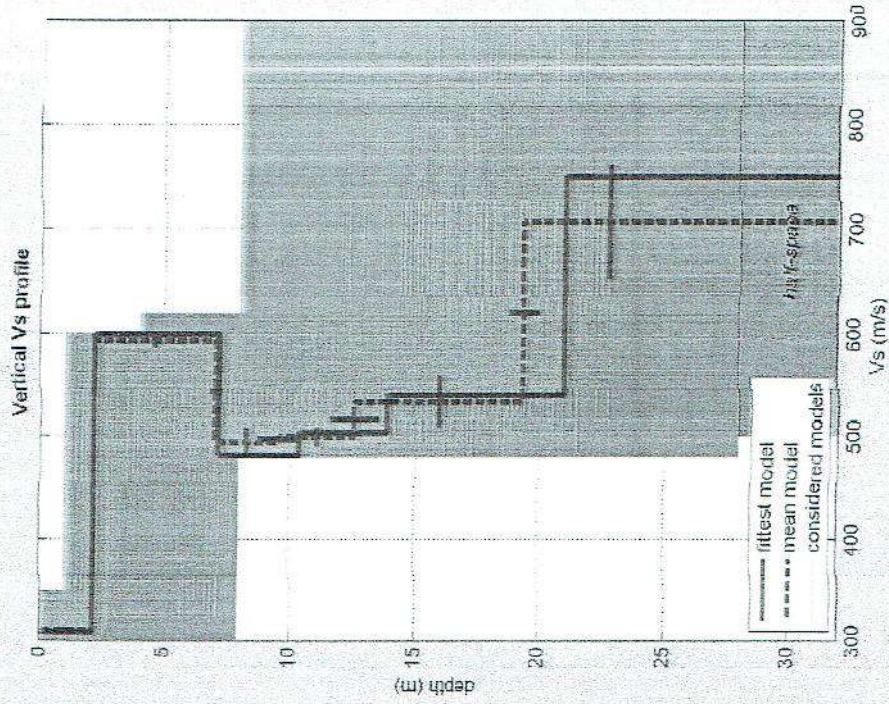
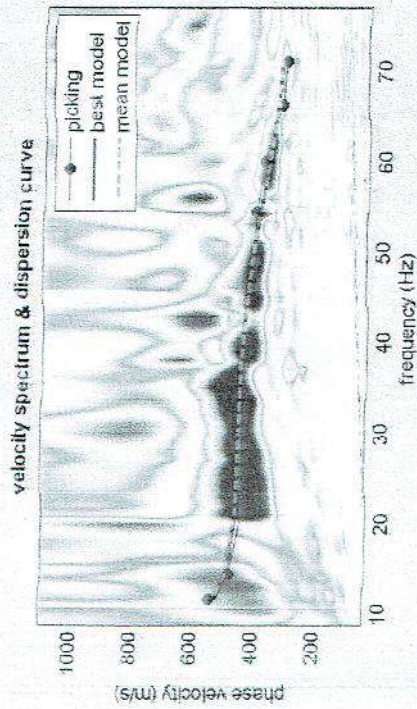
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Luca BRUNETTI  
- lavoro : Realizzazione di piscina privata  
- località : Il Poggio, Comune di Casale Marittimo

- data prova : 16/06/2006  
- quota inizio : p.c. (+ 1.90 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 07/08/2006

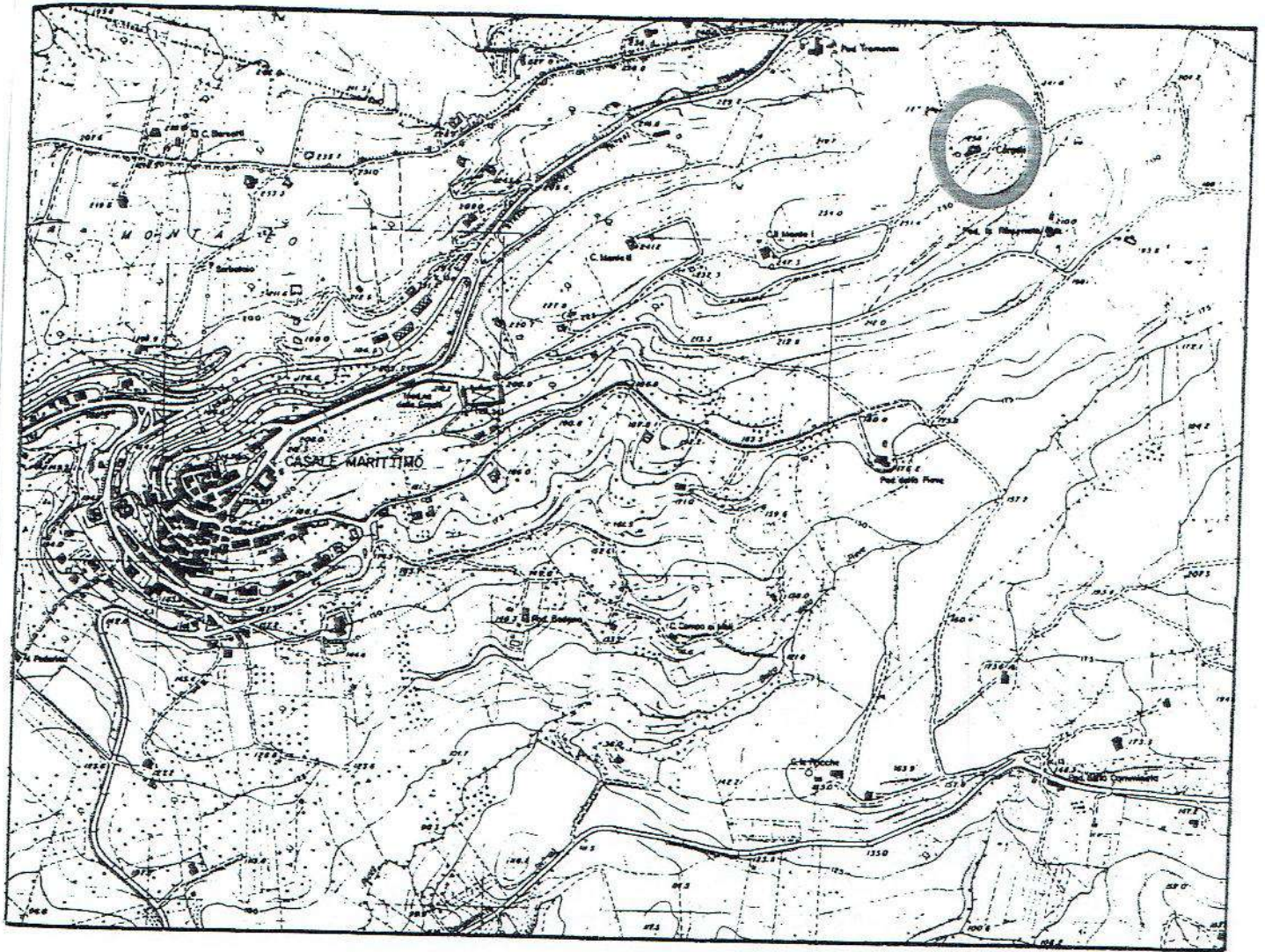
- note :





dispersion curve: picking 10 metri.cdp  
 VS30 (best model): 554 m/s  
 VS30 (mean model): 554 m/s





**UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO**

fig. 1 scala 1:10.000

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

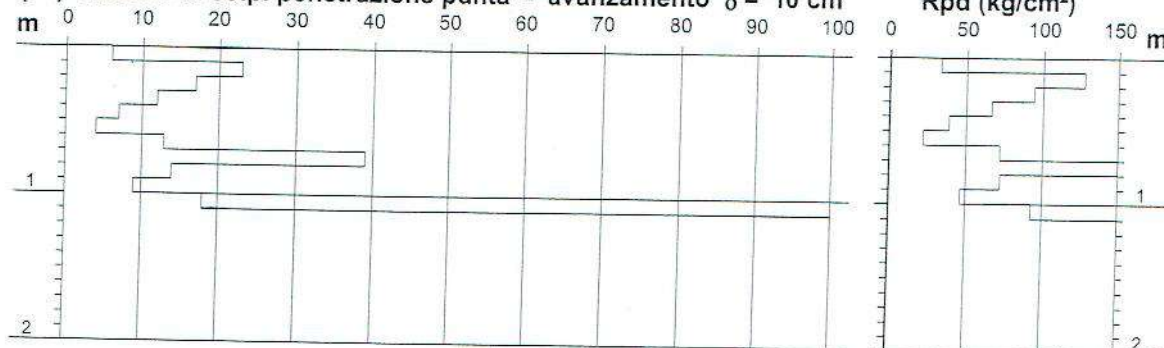
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Davide SADA  
- lavoro : ampliamento di civile abitazione  
- località : Podere Carpoli, Comune di Casale M.mo

- data prova : 15/11/2012  
- quota inizio : p.c. (0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/11/2012

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

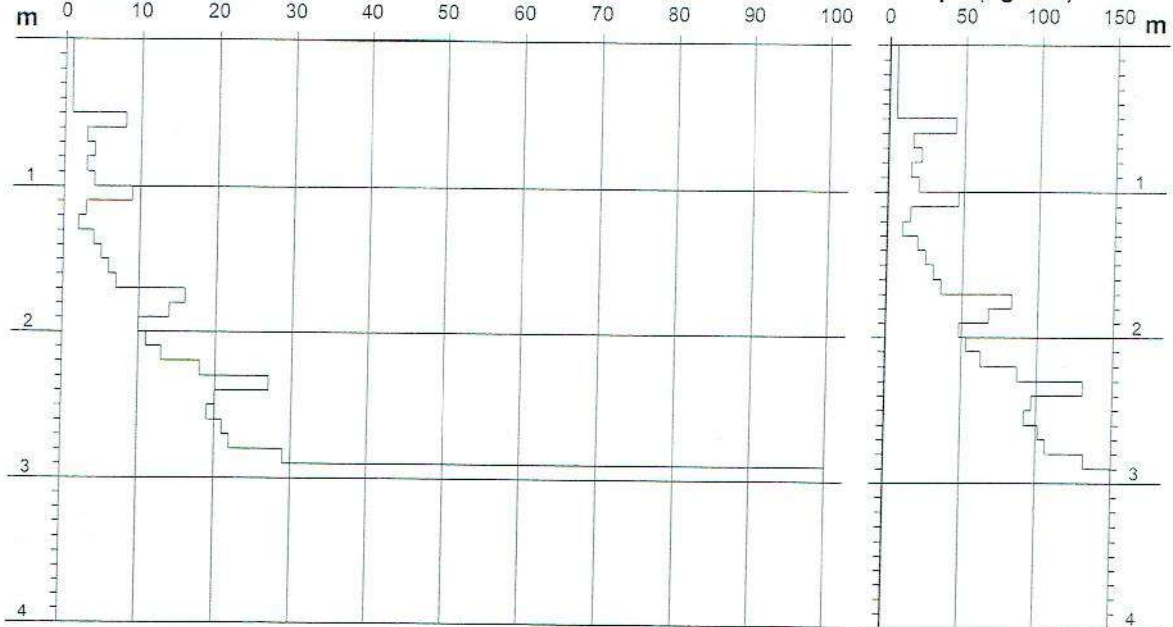
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Davide SADA  
- lavoro : ampliamento di civile abitazione  
- località : Podere Carpoli, Comune di Casale M.mo

- data prova : 15/11/2012  
- quota inizio : p.c. (+ 4.50 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/11/2012

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

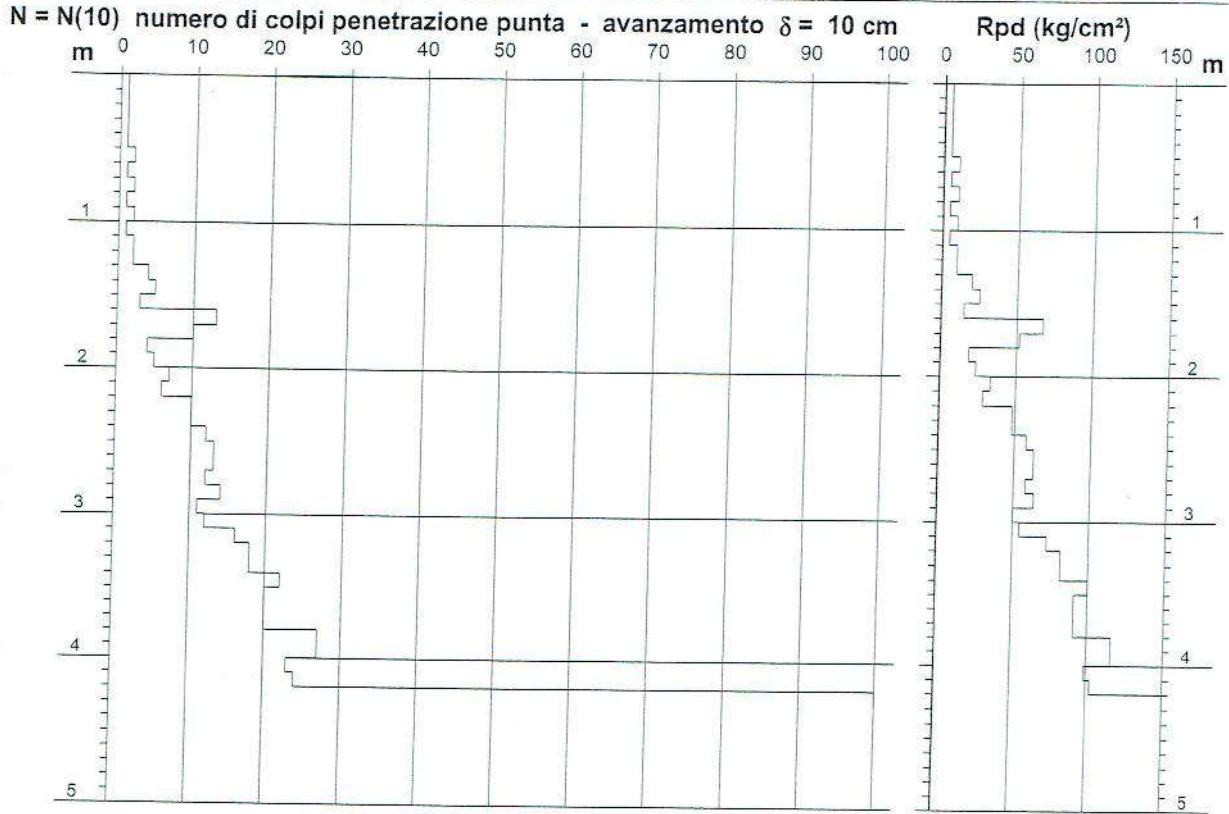
DIN PD5

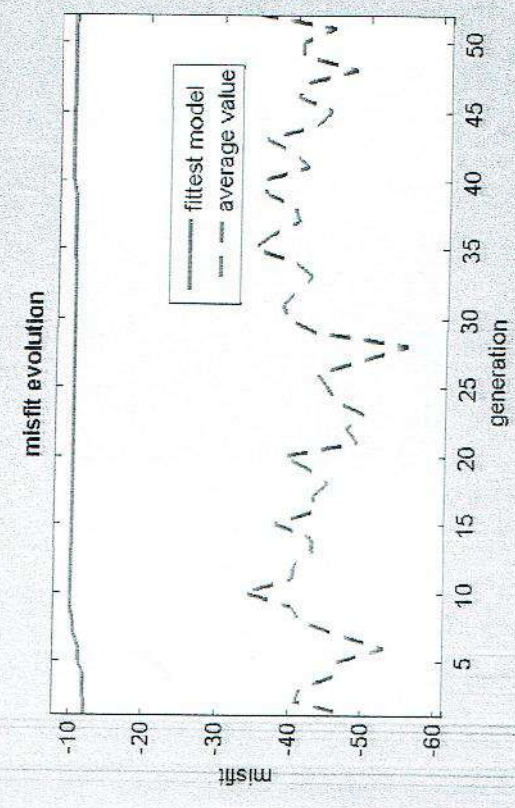
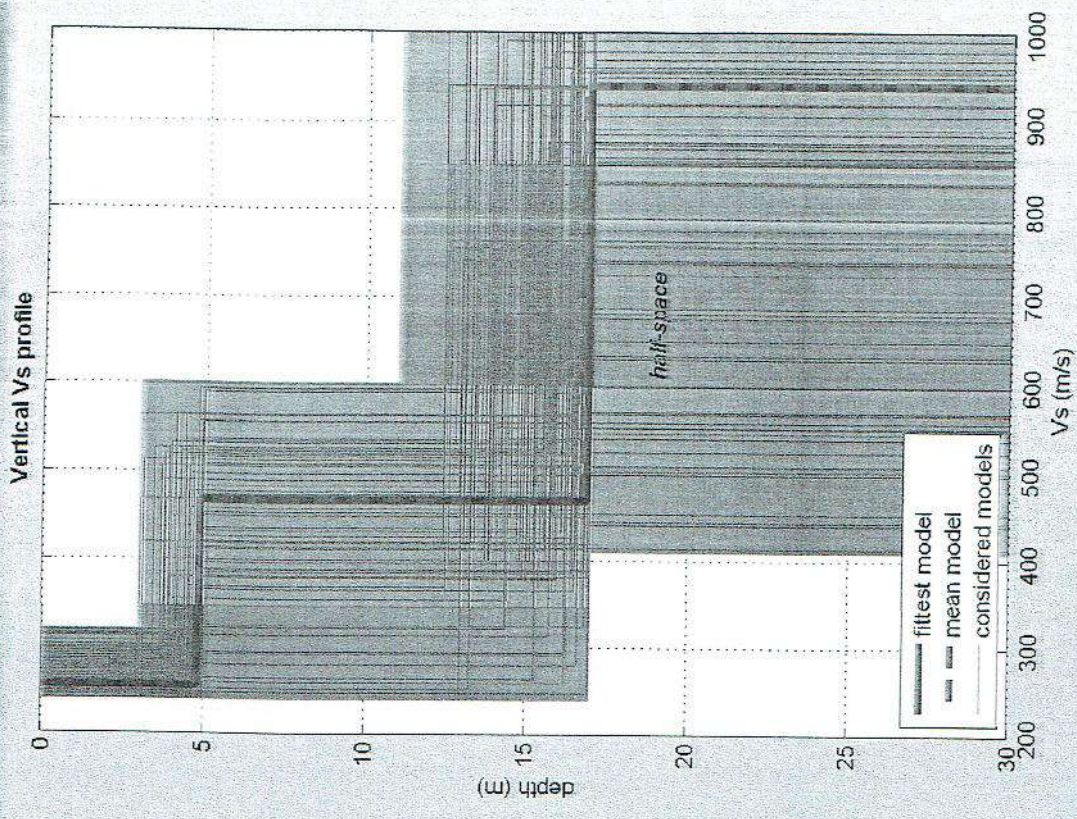
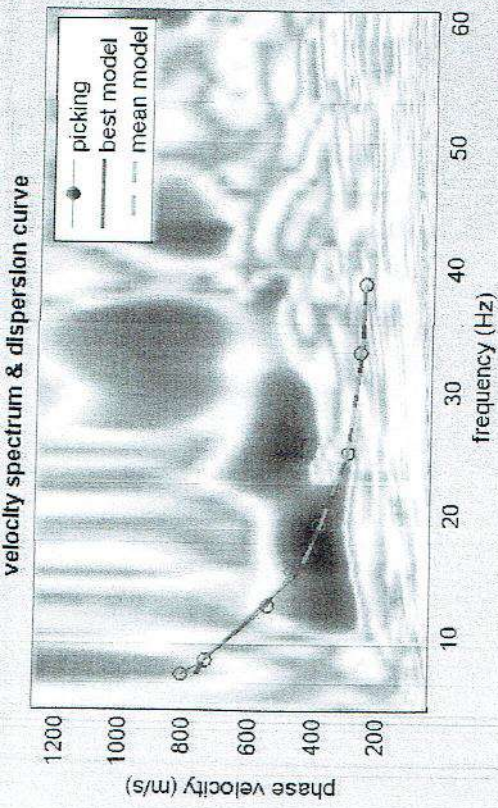
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Davide SADA  
- lavoro : ampliamento di civile abitazione  
- località : Podere Carpoli, Comune di Casale M.mo

- data prova : 15/11/2012  
- quota inizio : p.c. (+ 4.50 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 26/11/2012

- note :

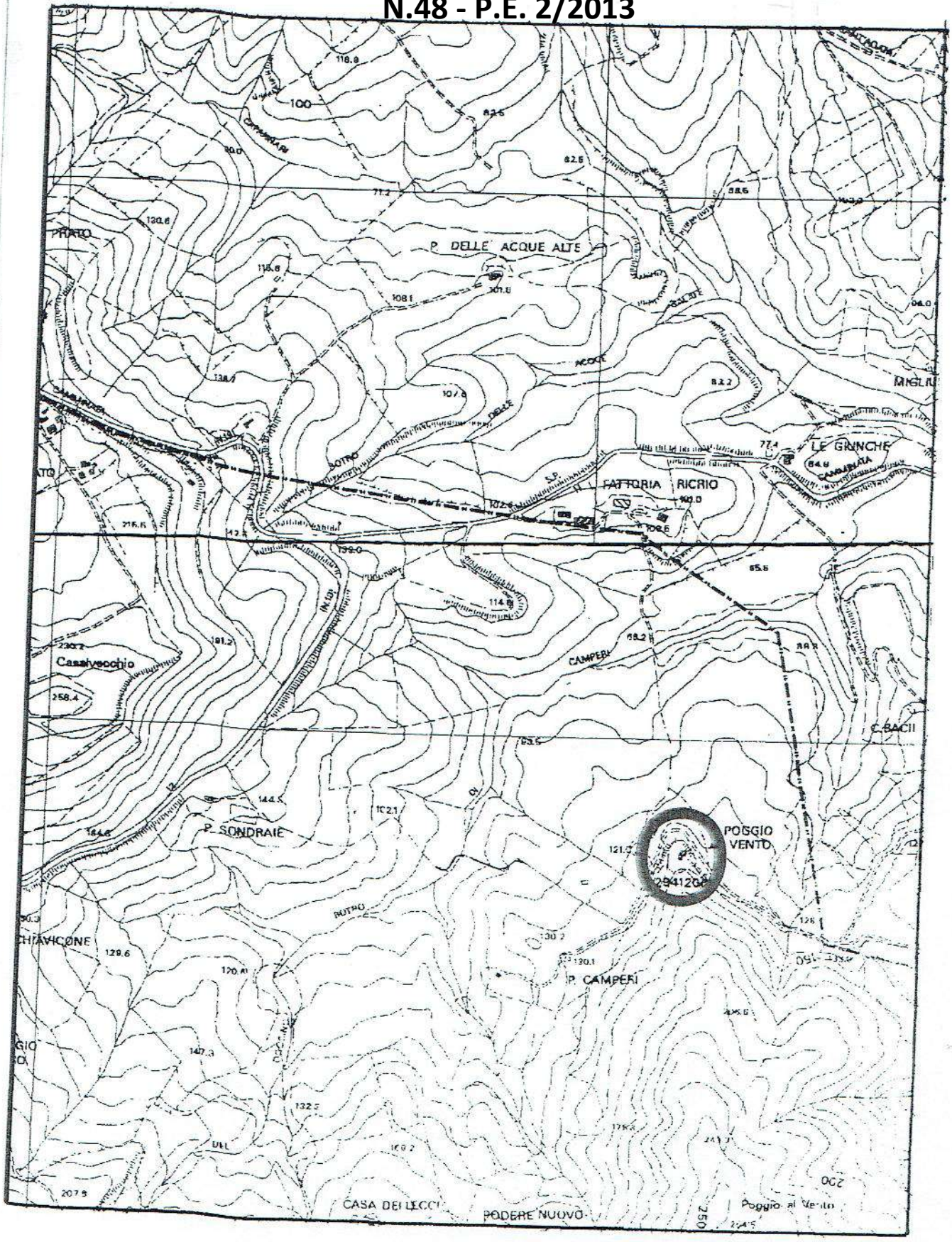




dataset: 8 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 8 metri.cdp  
 VS30 (best model): 512 m/s  
 VS30 (mean model): 513 m/s







# UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO

92/2013

fig. 1 scala 1:10.000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

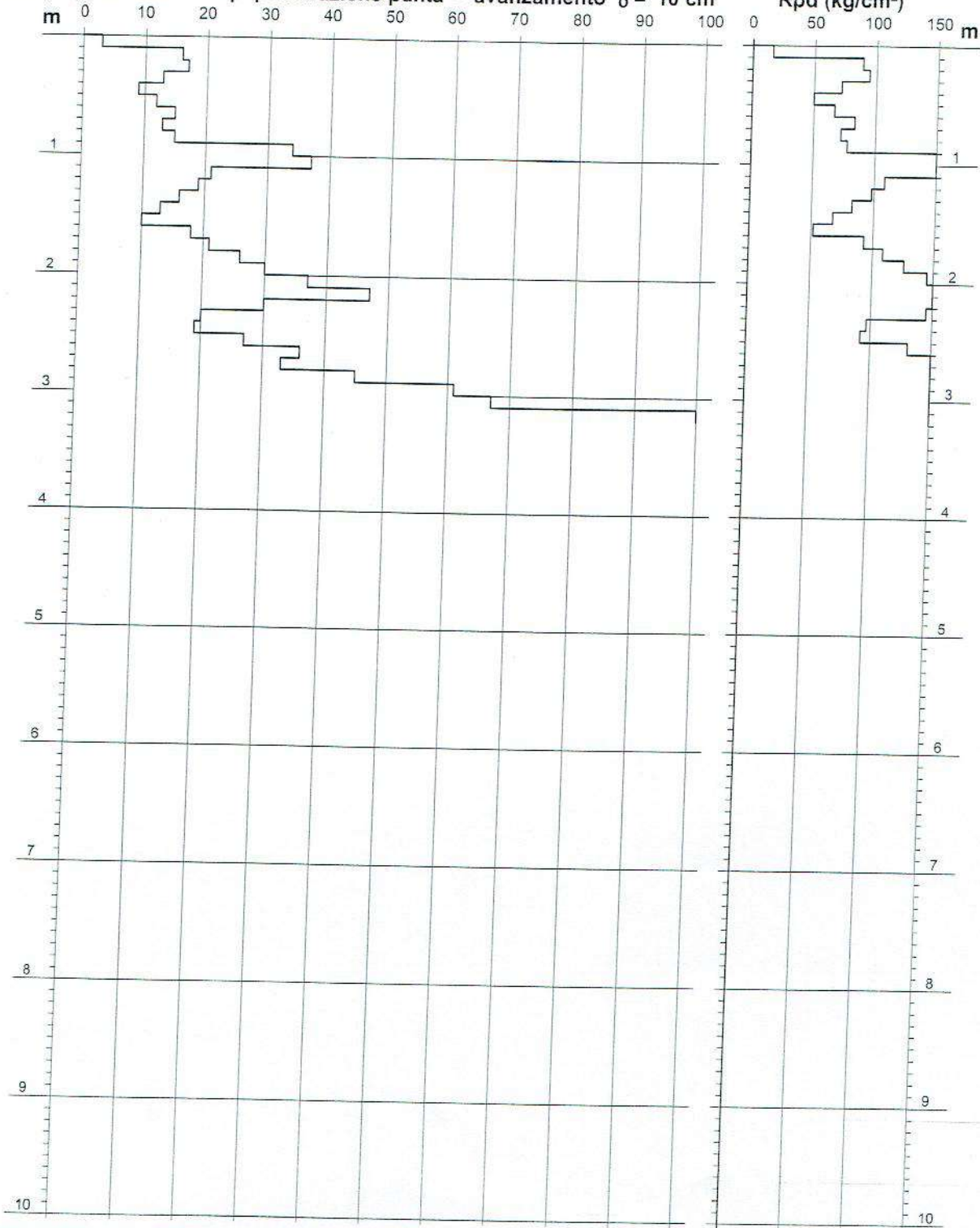
- cantiere : Soc. RICRIO s.r.l.  
- lavoro : Costruzione di piscina privata  
- località : Podere Poggio ai Venti, Comune di Casale M.mo

- data prova : 10/05/2013  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 16/05/2013

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

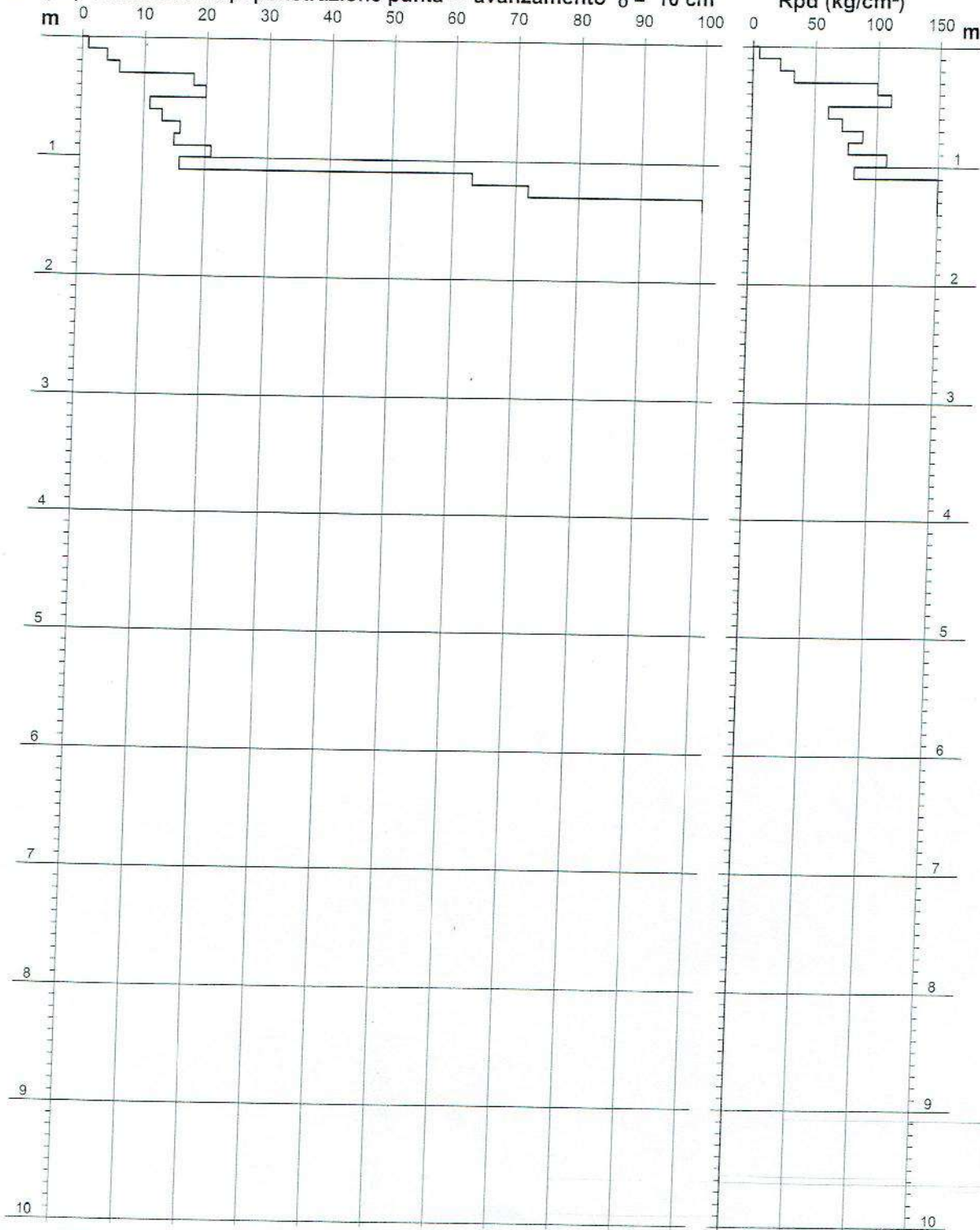
- cantiere : Soc. RICRIO s.r.l.  
- lavoro : Costruzione di piscina privata  
- località : Podere Poggio ai Venti, Comune di Casale M.mo

- data prova : 10/05/2013  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 16/05/2013

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



orsini Roberto  
 ,15  
 a  
 12-338.8801832

Committente: SPINELLI CHETI

# N.49 - P.E. 6/2013

Località: IL MONTALEO (Casale M.mo)

Data inizio/fine: Ottobre 2012

Attrezzatura: Maccarini P110T

Quota del p.c. s.l.m.(m): 176

Lunghezza perforazione (m): 61,0

Scala 1:350

Sigla: pz.dom.co

Tipi di sondaggi:		=rimaneggiato		=S.P.T.		=da vane test		=a percussione		=indisturbato a pressione		=indisturbato rotativo	
Cam pi oni	DESCRIZIONE	Col.int diam.mm/ prof.m	Perforo diam.mm/ prof.m	Liv.stat.	Liv. din.	% caro taggio							
Stratigrafia 	suolo argilloso sa			0,55									
	calcarei arenacei					65							
	calcarei arenacei			1									
	calcarei arenacei				2	85							
	calcarei arenacei					80							
	calcarei arenaceo					85							
	argilla grigio-azzurra					65							
			160/61,0										

# PROVA di TAGLIO

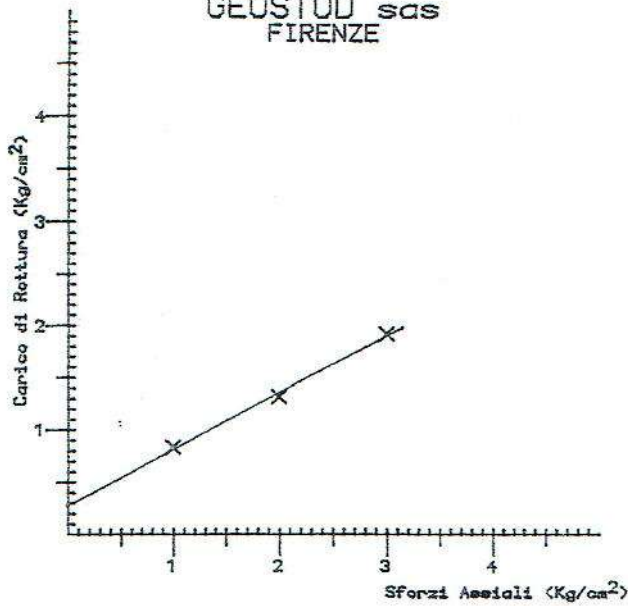
Per conto: dott-Geol. Corsini R.

Localita': Montaleo - Casale M.mo

Sond.: 1

prof. prelievo: -3,50

GHOSTUD sas  
FIRENZE



Peso Spec. (g/cm<sup>3</sup>) = 2.72

RAPIDO NON DRENATO

S.A.	C.R.	U%
1 1.00	0.84	22.5
2 2.00	1.32	22.7
3 3.00	1.92	22.9
4		

Densita' = 1.83 g/cm<sup>3</sup>

Assort. = 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>

Ang. Attr. Int. = 28°

Coesione = 0.28 Kg/cm<sup>2</sup>

Simbolo = x



Note:

Limo argilloso bruno con sabbia fine.

CEDIG sas - ELAB.DATI

data: 16/10/12



## Laboratorio SIGMA s.r.l.

Per esperienze su materiali - Autorizzato D. M. 8-11-75 n° 14105

A.L.I. ASSOCIAZIONE LABORATORI INGEGNERIA

Certificato N....: 5717      Data....: *08/2012*      Riferimento N....: 2263

Committente.....: *Dott. Spinelli C. Montaleo*

Indagine ...: *Comp. 1 lotto A*

Sond. ...:      Camp. ...: 2

### Descrizione del campione

Limo sabbioso con argilla di colore marrone chiaro. Presenza di sostanza organica. Vane Test: 0.75 kg/cm<sup>2</sup> Pocket p. 1.2-1.4 kg/cm<sup>2</sup>

Stato del campione .....: Indisturbato

### Caratteristiche generali del campione

Massa volumica reale .....	G	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa volumica apparente umida ...	Pv	1.88	g/cm <sup>3</sup>
Umidità naturale .....	W	22.1	%
Massa volumica apparente secca ...	Ps	--	g/cm <sup>3</sup>
Indice dei vuoti .....	e	--	%
Porosità .....	n	--	%
Grado di saturazione .....	Sr	--	%

### Limiti di consistenza o di Atterberg

Limite liquido .....	Wl	38.6	%
Limite plastico .....	Wp	21.8	%
Limite di ritiro .....	Wr	--	%
Indice di plasticità .....	IP	15.0	%
Indice di consistenza .....	IC	--	%

Classificazione Casagrande .....: CL

Lo Sperimentatore

*R. B. G. P. C.*

Il Direttore del Laboratorio

*[Signature]*

SIGMA S.R.L.

**COPIA CONFORME  
ALL'ORIGINALE**

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

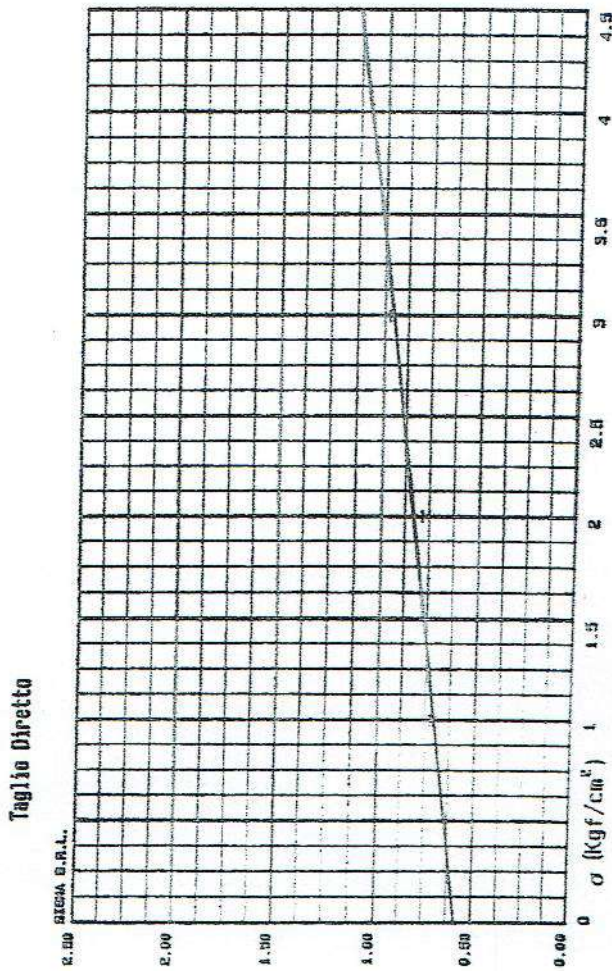
(Ing. *[Signature]*)



# Laboratorio SIGMA s.r.l.

Per esperienze su materiali - Autorizzato D. M. 8-11-75 n° 14105

A.L.I. ASSOCIAZIONE LABORATORI INGEGNERIA



SIGMA S.R.L.

COPIA CONFORME  
ALL'ORIGINALE

τ (Kgf/cm²)

IL DIR. 

17 Operatore   
21 Operatore del Laboratorio 

## 2) UBICAZIONE TOPOGRAFICA

L'intera zona è individuata nel Foglio 294, Sezione 294110 ("La California") della Carta Topografica della Regione Toscana (Fig. 2). L'area risulta censita nel Foglio Catastale N° 9, Particella N° 81, del Comune di Casale Marittimo.

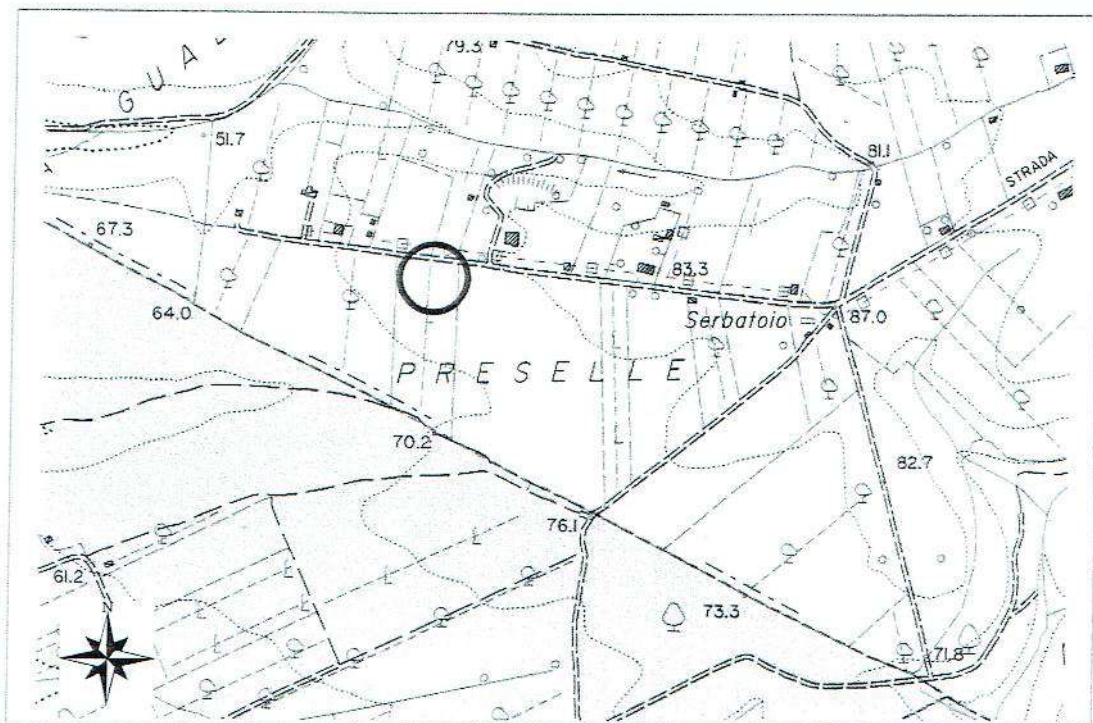


Fig. 2: Aerofotogrammetria in scala 1:5000: in rosso è evidenziato il terreno oggetto dell'intervento, sito al Foglio 9, Mappale 81 del Comune di Casale Marittimo.

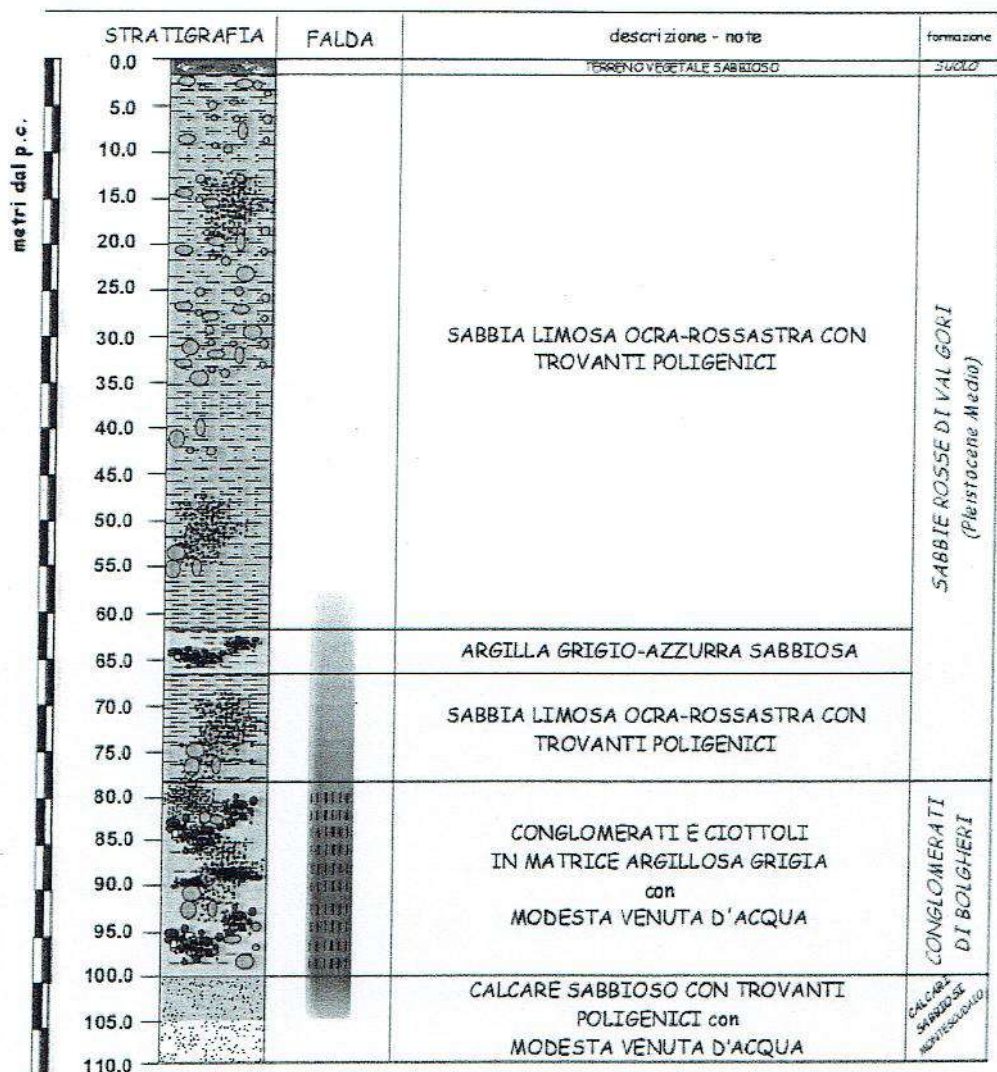
## 3) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il lotto oggetto di intervento è situato in *Loc. Le Preselle*, sul ramo meridionale della *Strada dei Tre Comuni*, al confine sud-occidentale del Comune di Casale Marittimo. È posto ad una quota di circa 75 m. s.l.m., su un'area a debole acclività con pendenza verso W-SW.

Un'attenta analisi in situ non ha rilevato fenomeni di instabilità gravitativi e, nel complesso, la presenza di terreni sabbiosi e la vegetazione costituiscono una barriera contro l'erosione del suolo ad opera degli agenti meteorici. Secondo la cartografia allegata alla **Delibera G.R.T. 13/2005 (G.U. N° 230 del 03/10/05; P.A.I., Piano per l'Assetto Idrogeologico)** l'area in esame



COMMITTENTI: SIG. GENNAI CLAUDIO  
 LOC. LE PRESELLE, CASALE MARITTIMO (FOGLIO 9, MAPPALE 81)  
 DITTA OPERATRICE: "GORGORONI GELFRIDO", Pisa



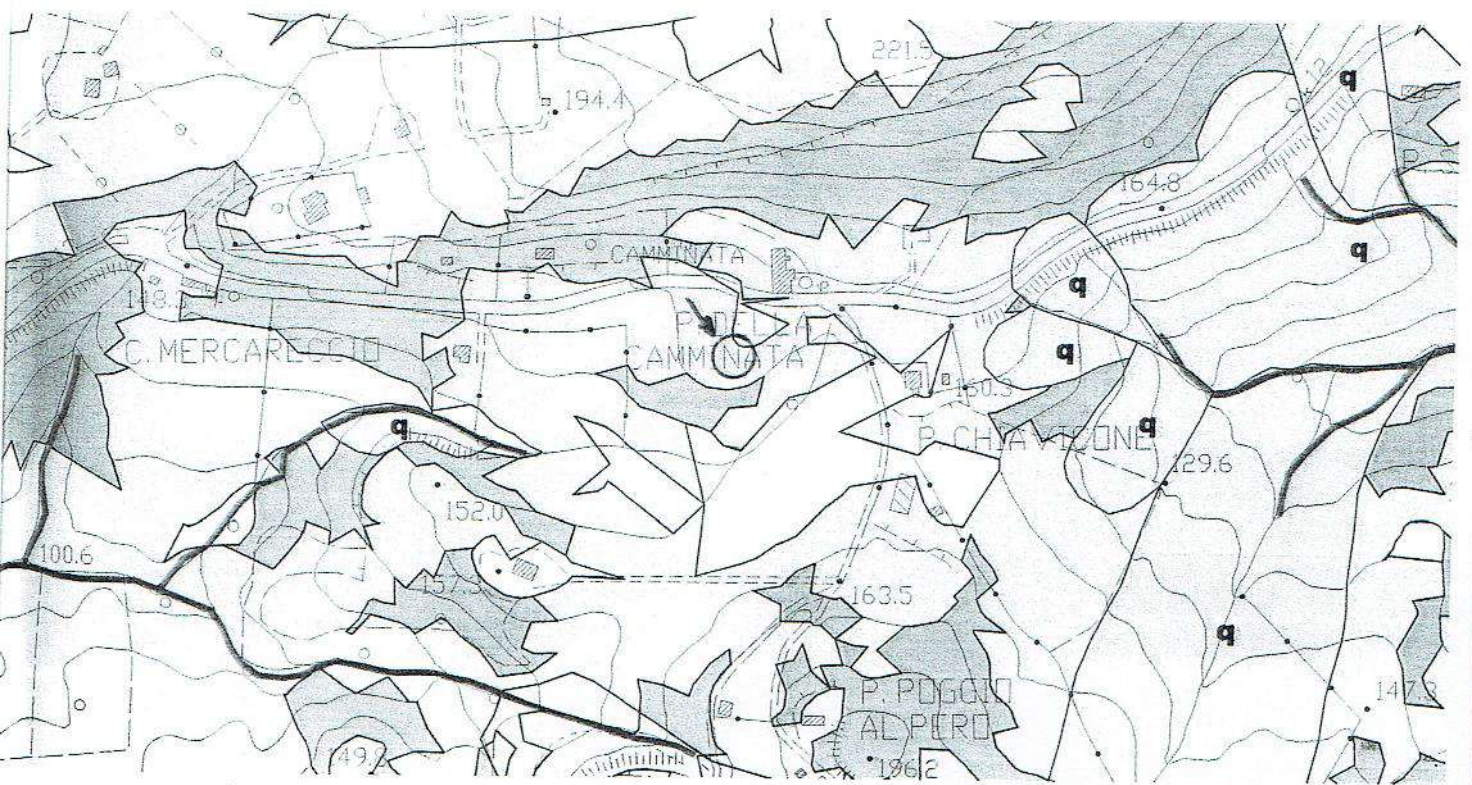
scala 1: 700

Fig. 4. Stratigrafia rilevata durante la realizzazione di un pozzo ad uso domestico non potabile sul lotto oggetto di intervento

# N.51 - P.E. 11/2014

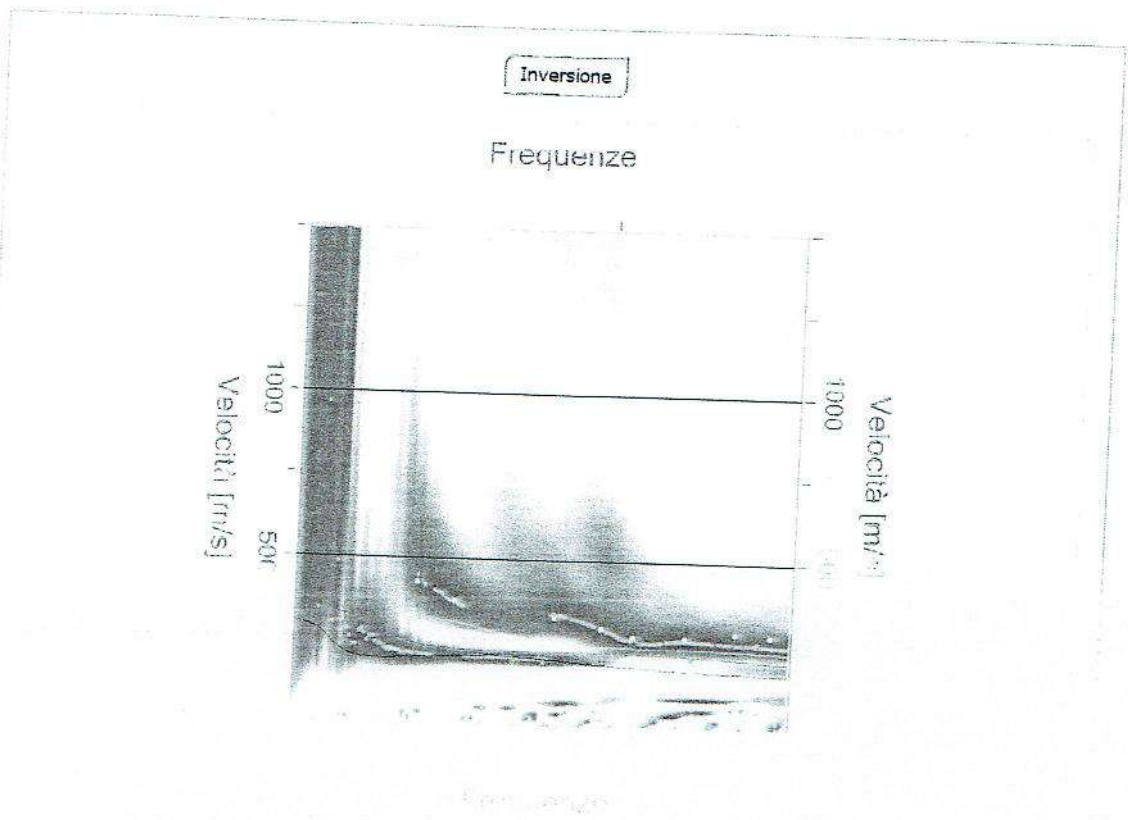
FIG.N° 2: CARTA DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DELL'AREA, DA  
P.S. COMUNALE (DA GEOLL. MOCHI-GRAZIANI BARTOLETTI-RUFFINI)  
scala 1:5.000

IN PROGETTO :CLASSE 3A : MEDIA A FAVORE DELLA STABILITA' ATTUALE .



**Inversione**

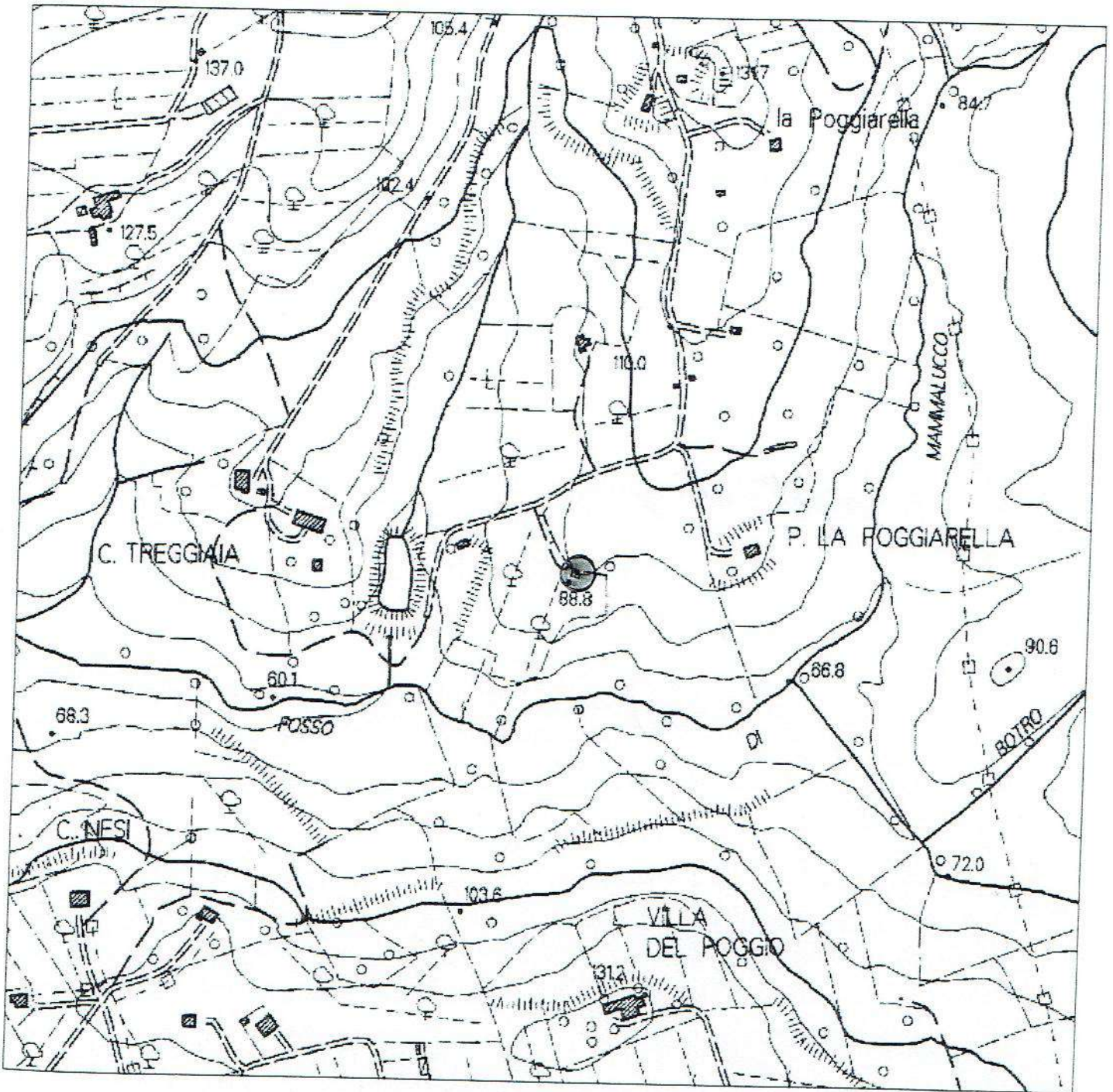
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		2.60	2.60	1950.0	0.3	No	540.0	288.6
2		5.60	3.00	1950.0	0.3	No	281.8	150.6
3		13.59	8.00	2050.0	0.4	No	486.8	233.9
4		∞	∞	2100.0	0.4	No	692.7	332.8





Regione Toscana - SITA: Cartoteca

Scala 1 :5.000



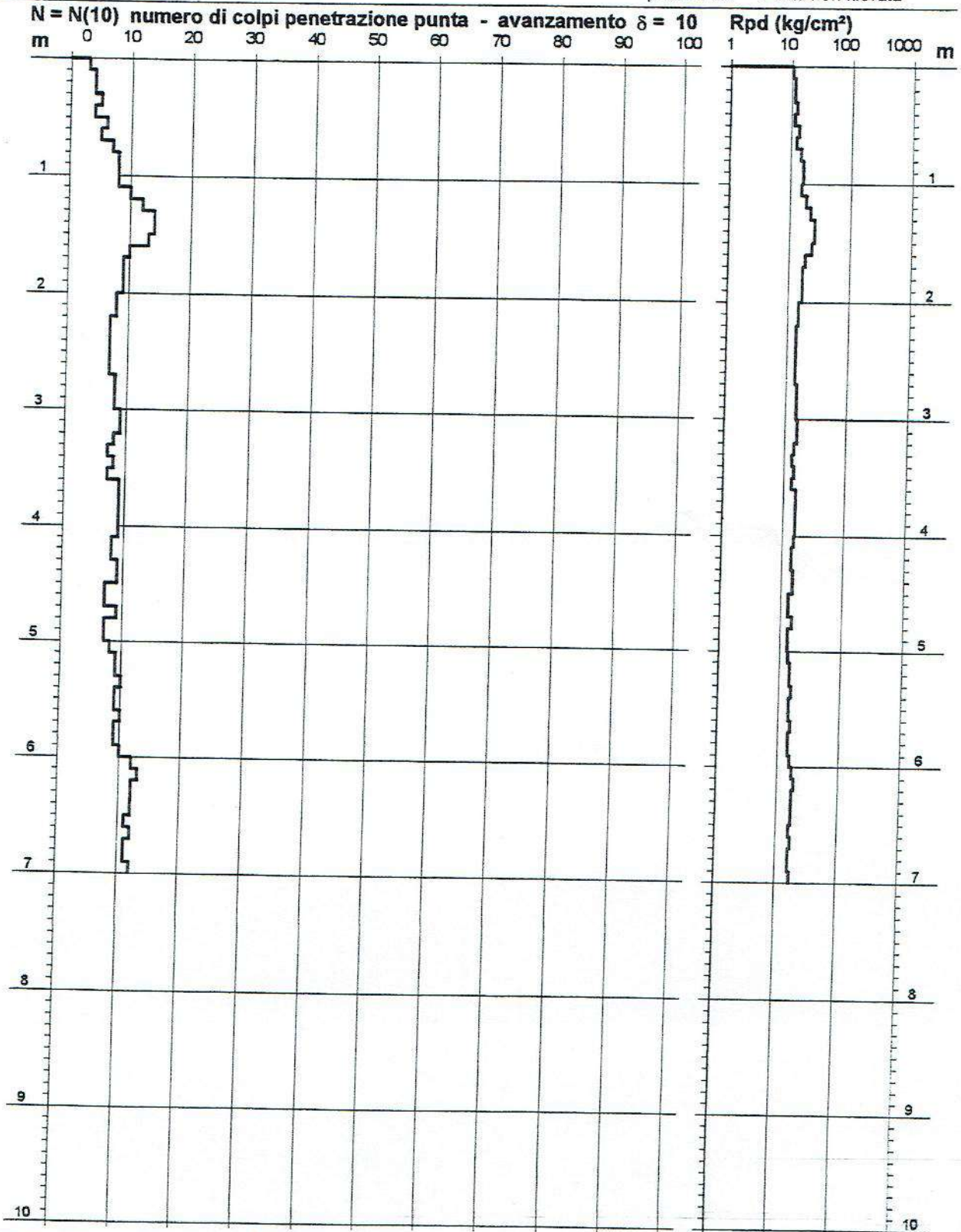
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° PD2

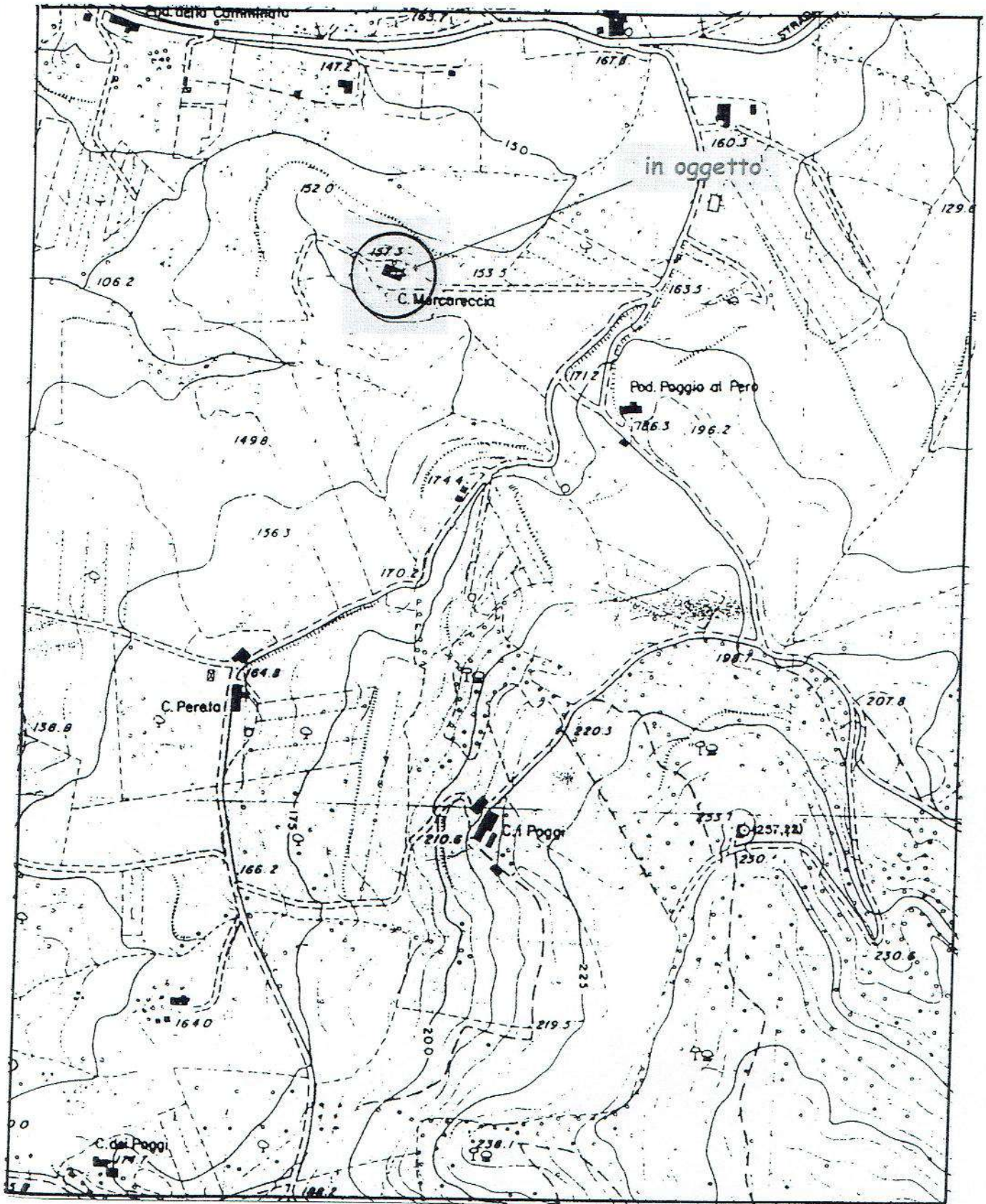
Scala 1: 50

- indagine : Manutenzione straordinaria annesso agricolo  
- cantiere : Località Poggiarella Sig.ra BURCHIANTI  
- località : Casale Marittimo

- data : 05/06/2002  
- quota inizio : p.c. (-0.80 mt)  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4  
- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 35,70 mm  
- Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO



### COROGRAFIA DELLA ZONA

fig. 2 scala 1:5.000

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

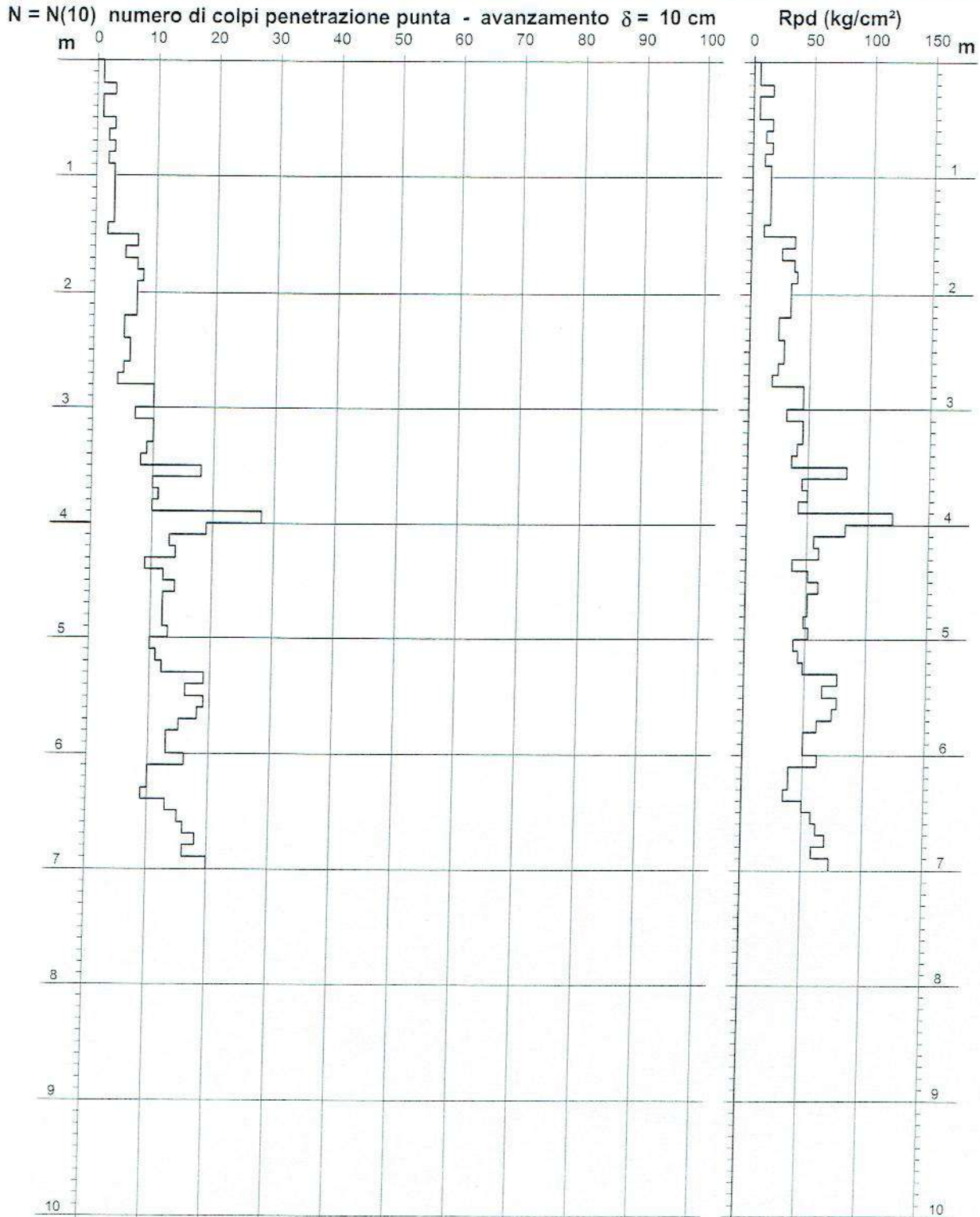
DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere : La Mercareccia srl  
- lavoro : Ampliamento edificio abitativo  
- località : La Mercareccia, Comune di Casale M.mo

- data prova : 29/01/2014  
- quota inizio : p.c. (-0.70 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 01/04/2014

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

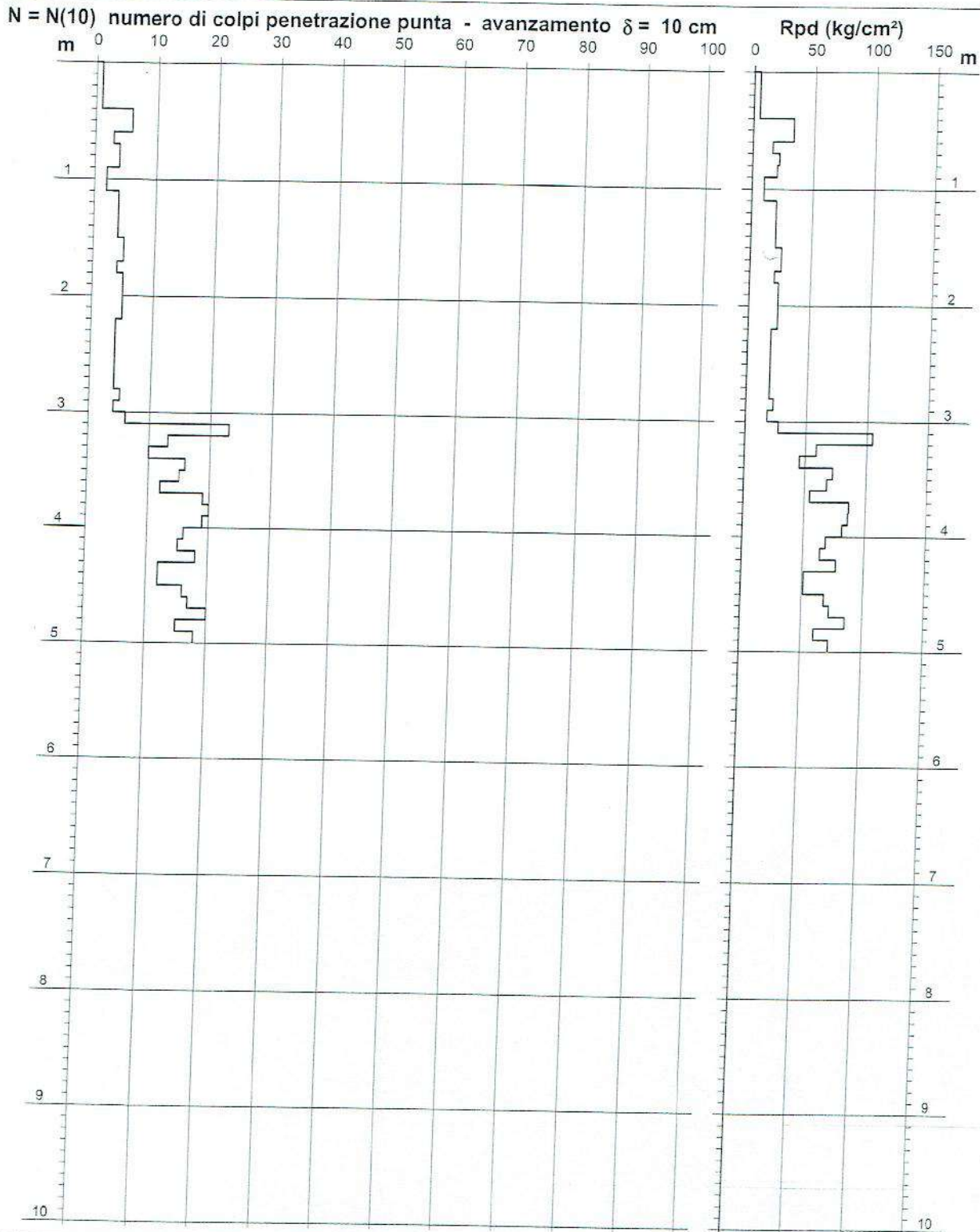
DIN PD2

Scala 1: 50

- cantiere : La Mercareccia srl  
- lavoro : Ampliamento edificio abitativo  
- località : La Mercareccia, Comune di Casale M.mo

- data prova : 29/01/2014  
- quota inizio : p.c. (-0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 01/04/2014

- note :





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

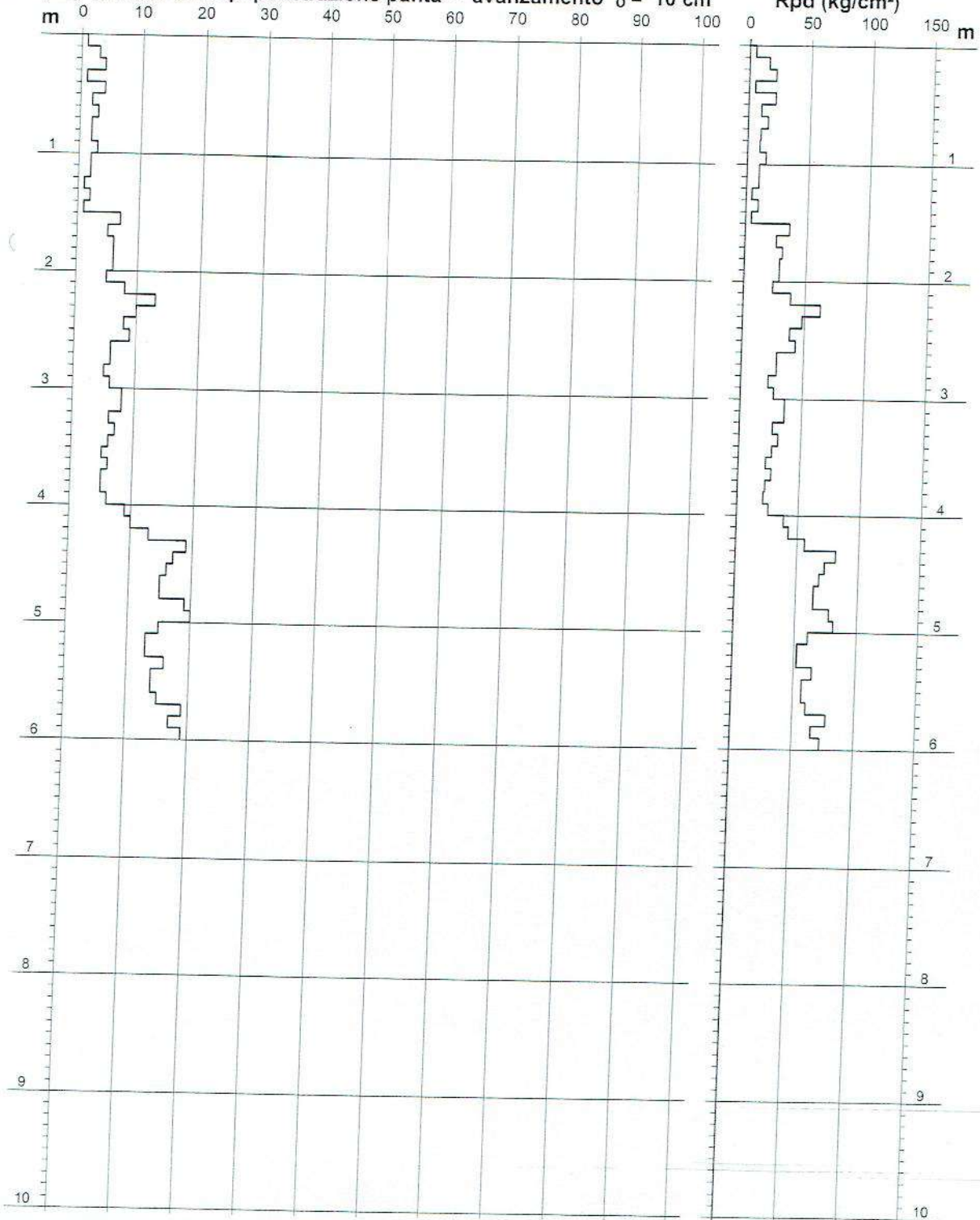
Scala 1: 50

- cantiere : La Mercareccia srl  
- lavoro : Ampliamento edificio abitativo  
- localit  : La Mercareccia, Comune di Casale M.mo

- data prova : 29/01/2014  
- quota inizio : p.c. (-0.50 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 01/04/2014

- note :

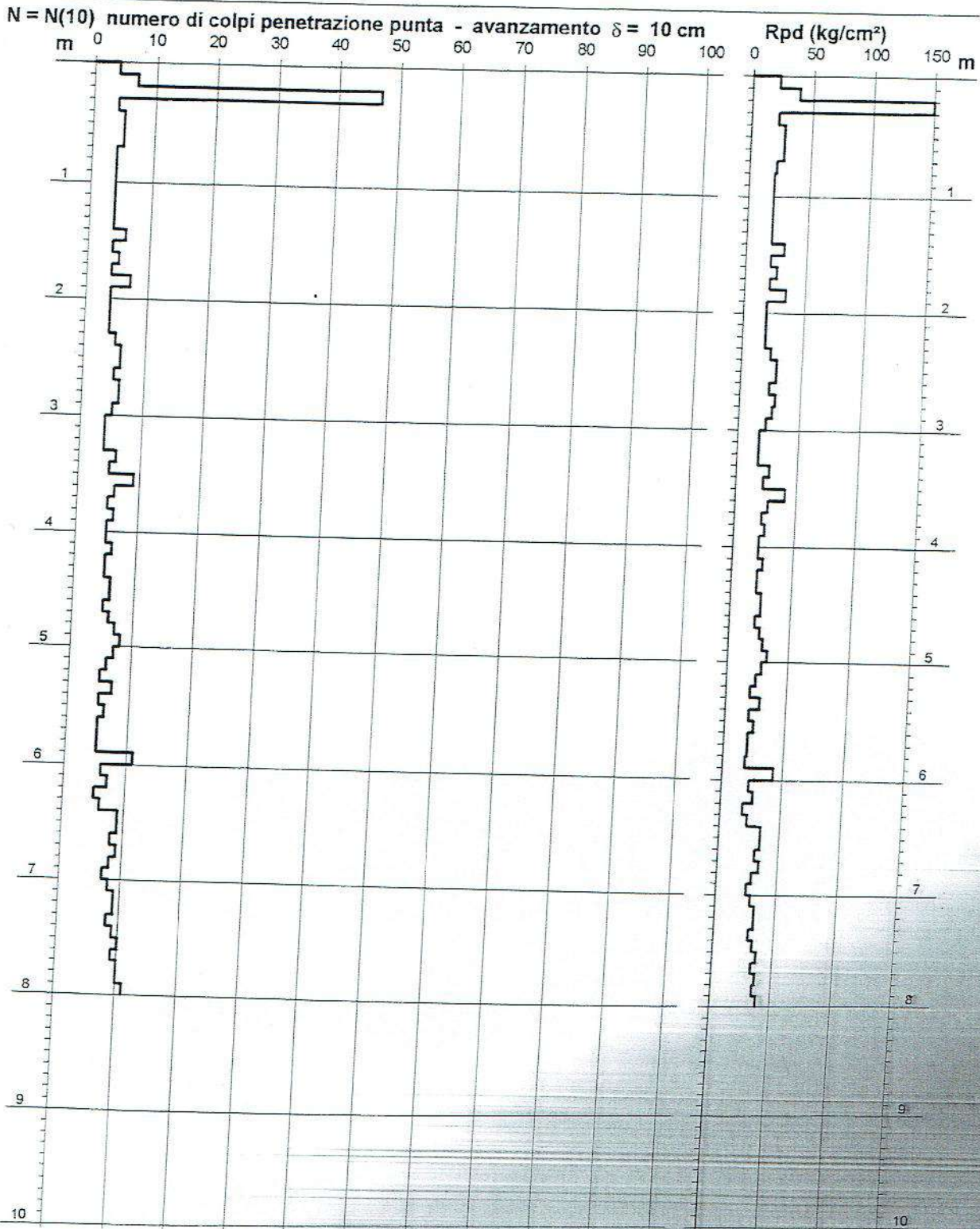
$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



- cantiere : SPRUCI s.r.l.  
- lavoro : Costruzione di piscina privata  
- località : Podere La Mercareccia, Comune di Casale M.mo

- data prova : 11/01/2006  
- quota inizio : p.c. (0.00 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 18/01/2006

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

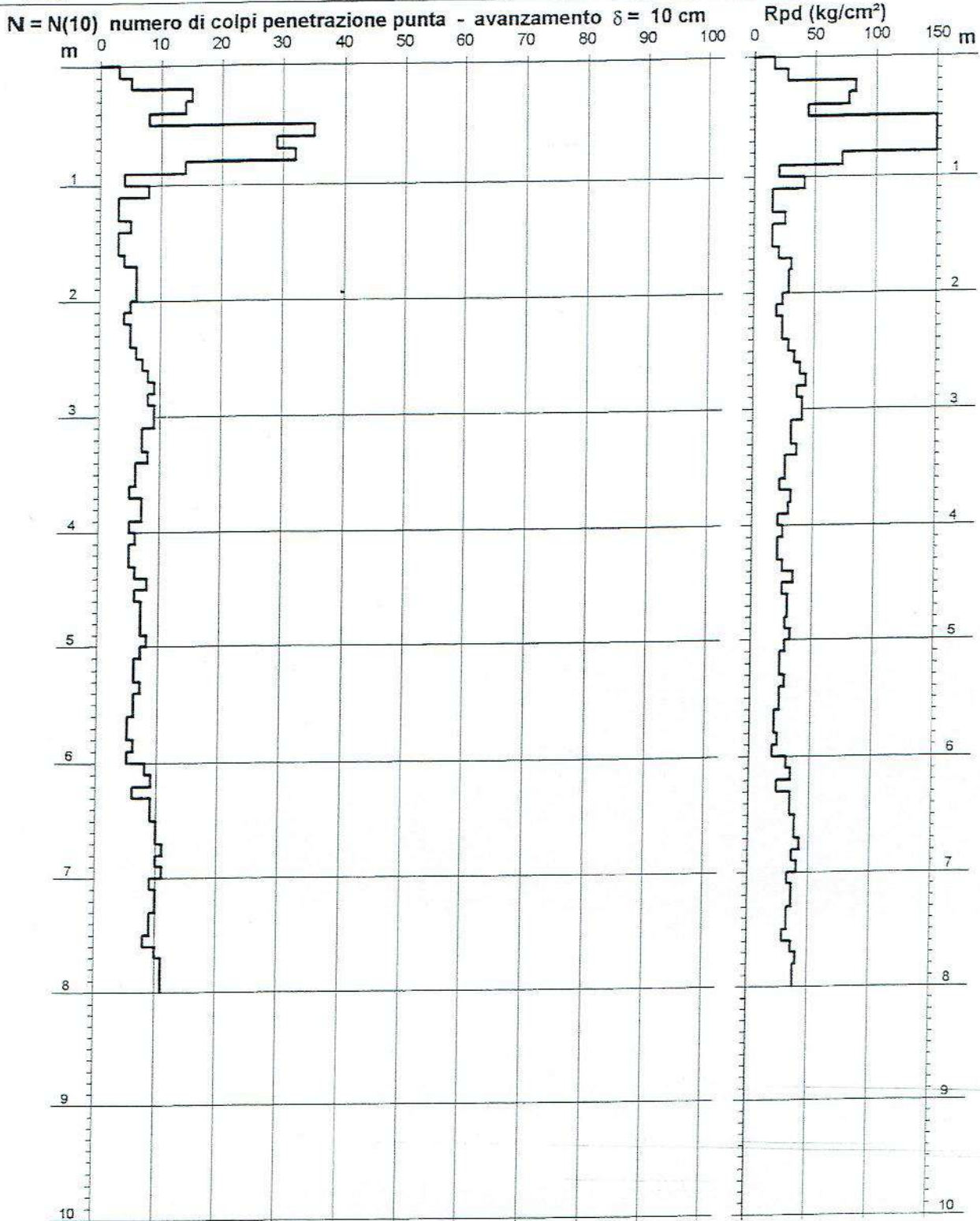
DIN PD2

Scala 1: 50

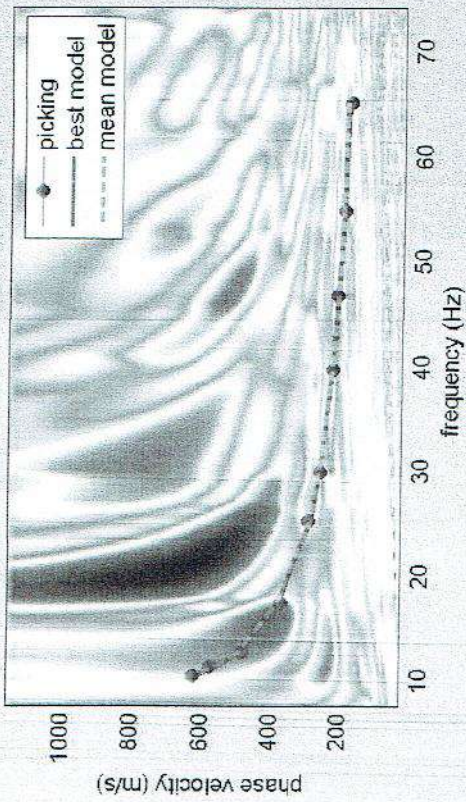
- cantiere : SPRUCI s.r.l.  
- lavoro : Costruzione di piscina privata  
- località : Podere La Mercareccia, Comune di Casale M.mo

- data prova : 11/01/2006  
- quota inizio : p.c. (-2.20 mt.)  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 18/01/2006

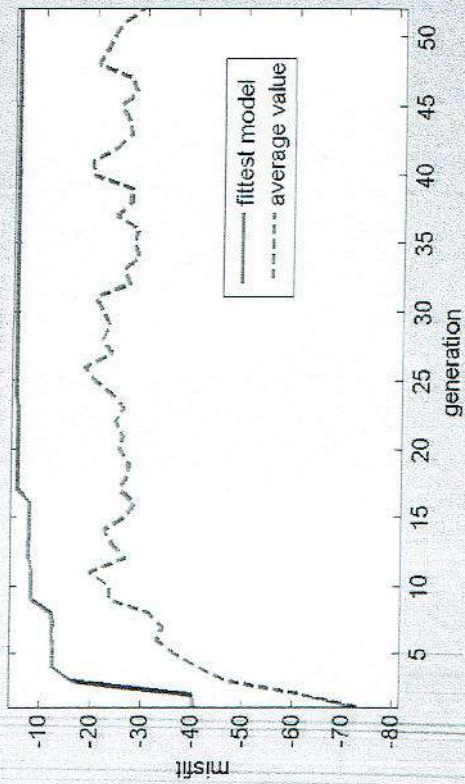
- note :



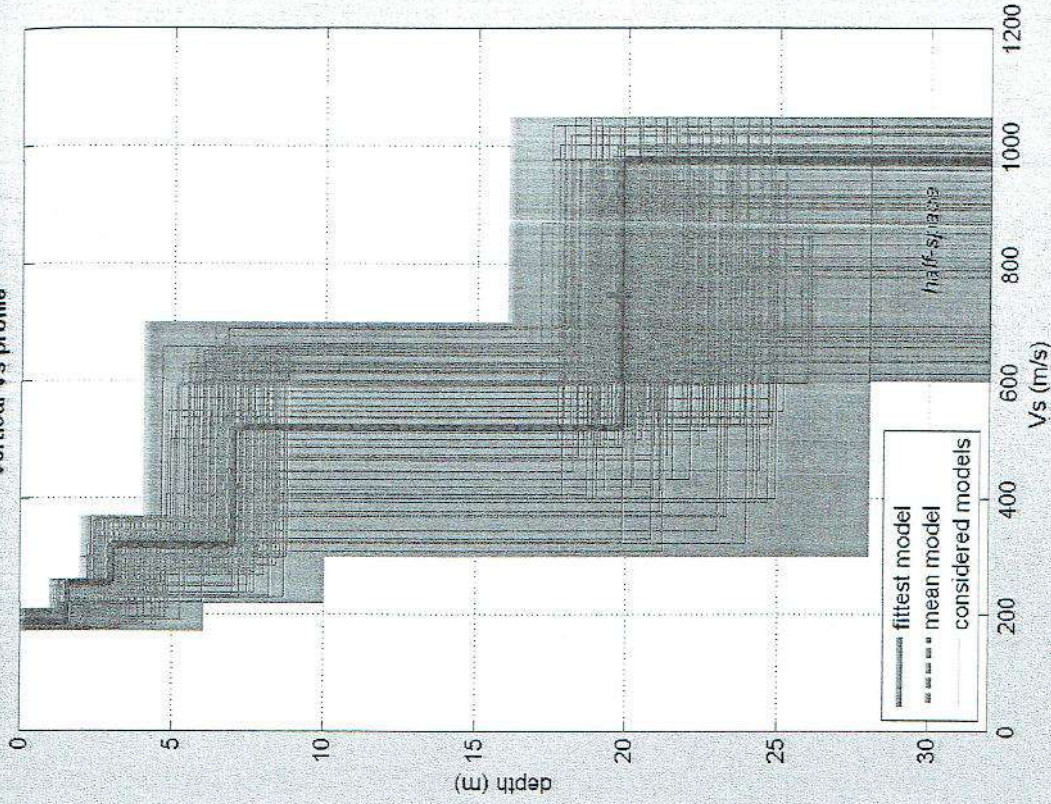
velocity spectrum & dispersion curve



misfit evolution

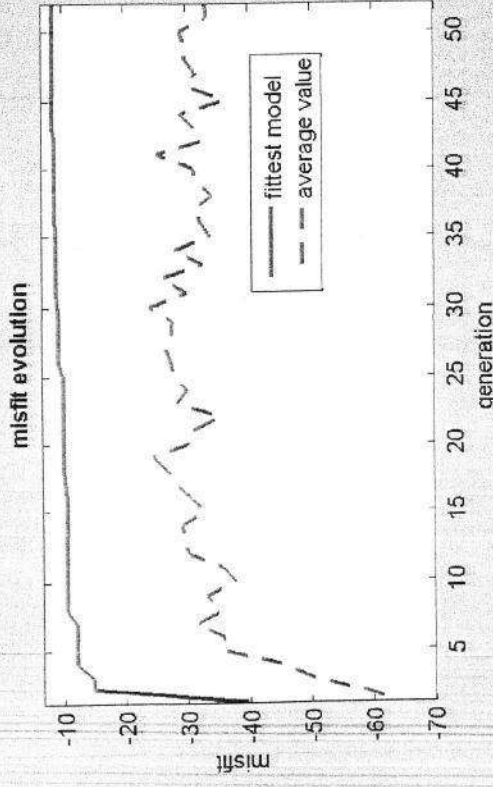
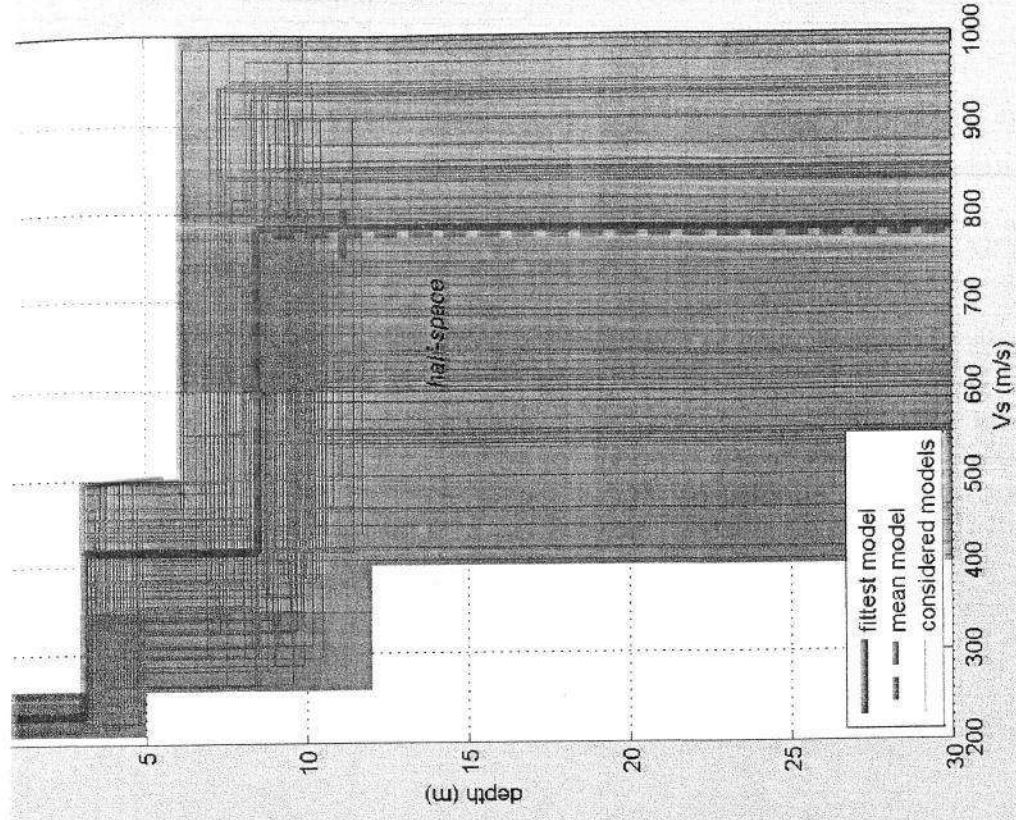
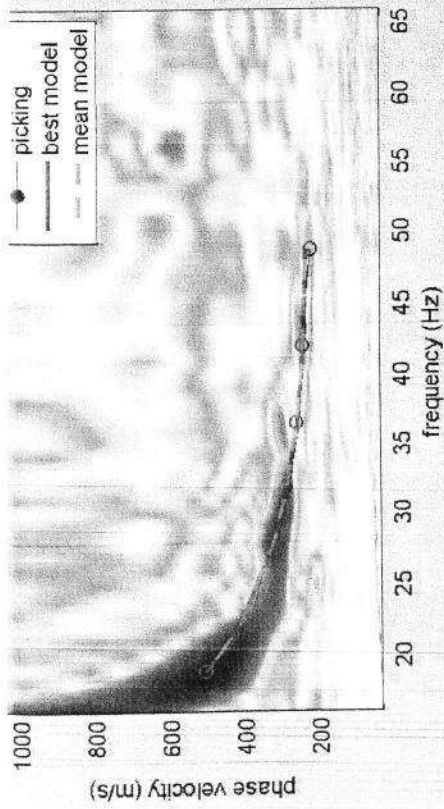


Vertical Vs profile



dataset: 2 metri.sgy  
dispersion curve: picking 2 metri.cdp  
VS30 (best model): 490 m/s  
VS30 (mean model): 491 m/s





dataset: 5 metr.sgy  
 dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
 VS30 (best model): 557 m/s  
 VS30 (mean model): 555 m/s



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

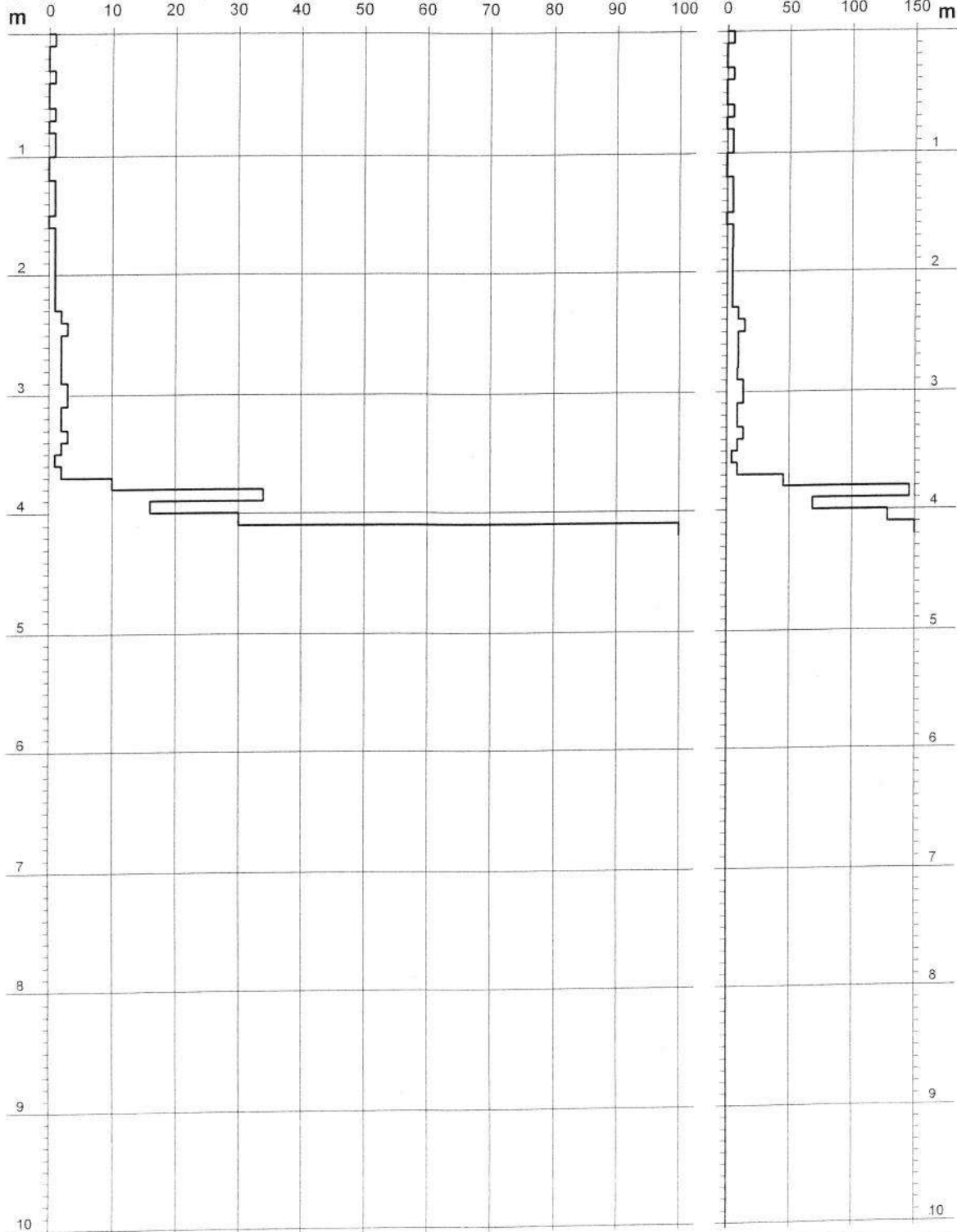
- cantiere : Sig.ra MATHYS  
- lavoro : Ricostruzione muro di sostegno  
- località : Via Cancellieri, Casale M.mo

- data prova : 19/05/2014  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 05/08/2014

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

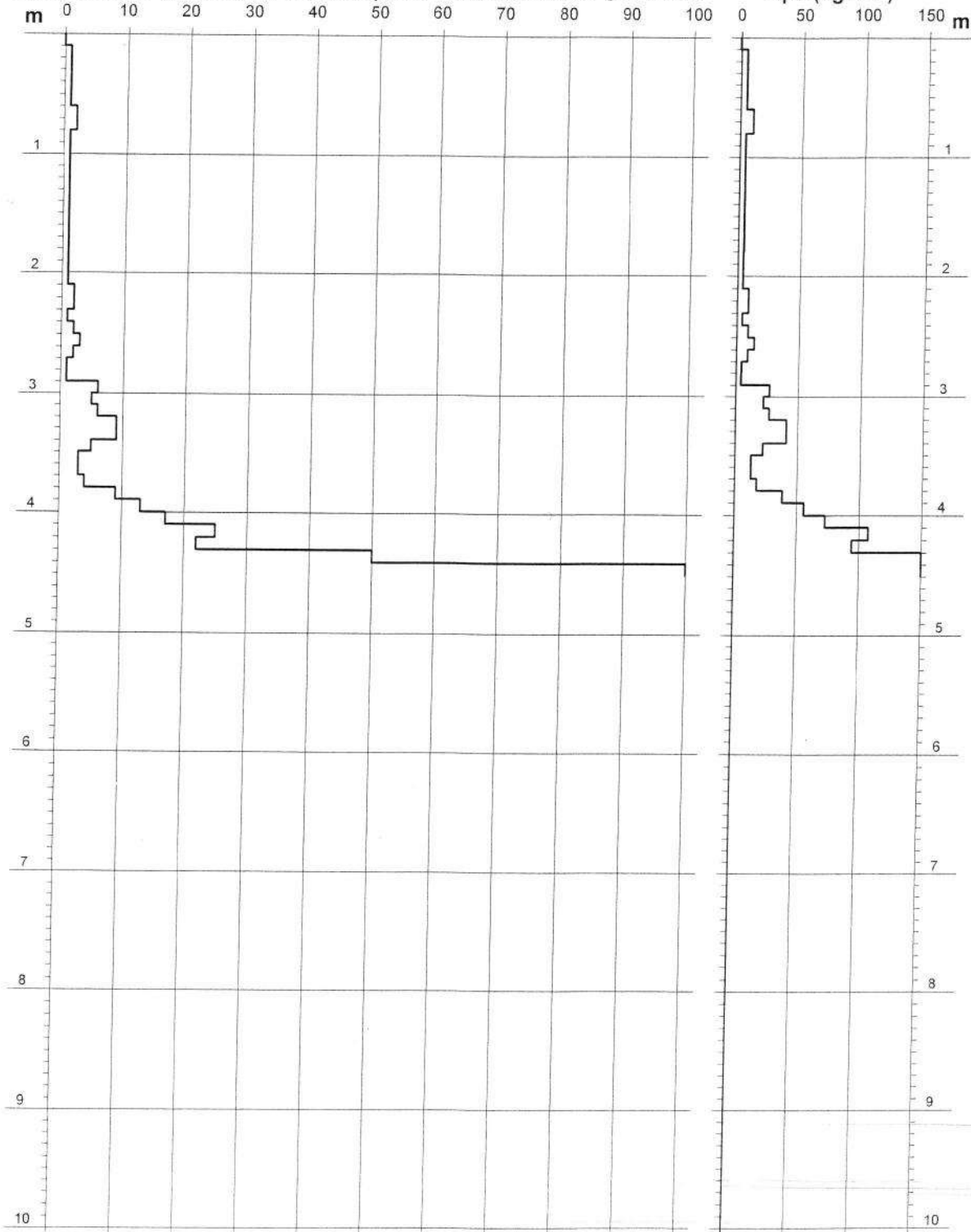
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra MATHYS  
- lavoro : Ricostruzione muro di sostegno  
- località : Via Cancellieri, Casale M.mo

- data prova : 19/05/2014  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 05/08/2014

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

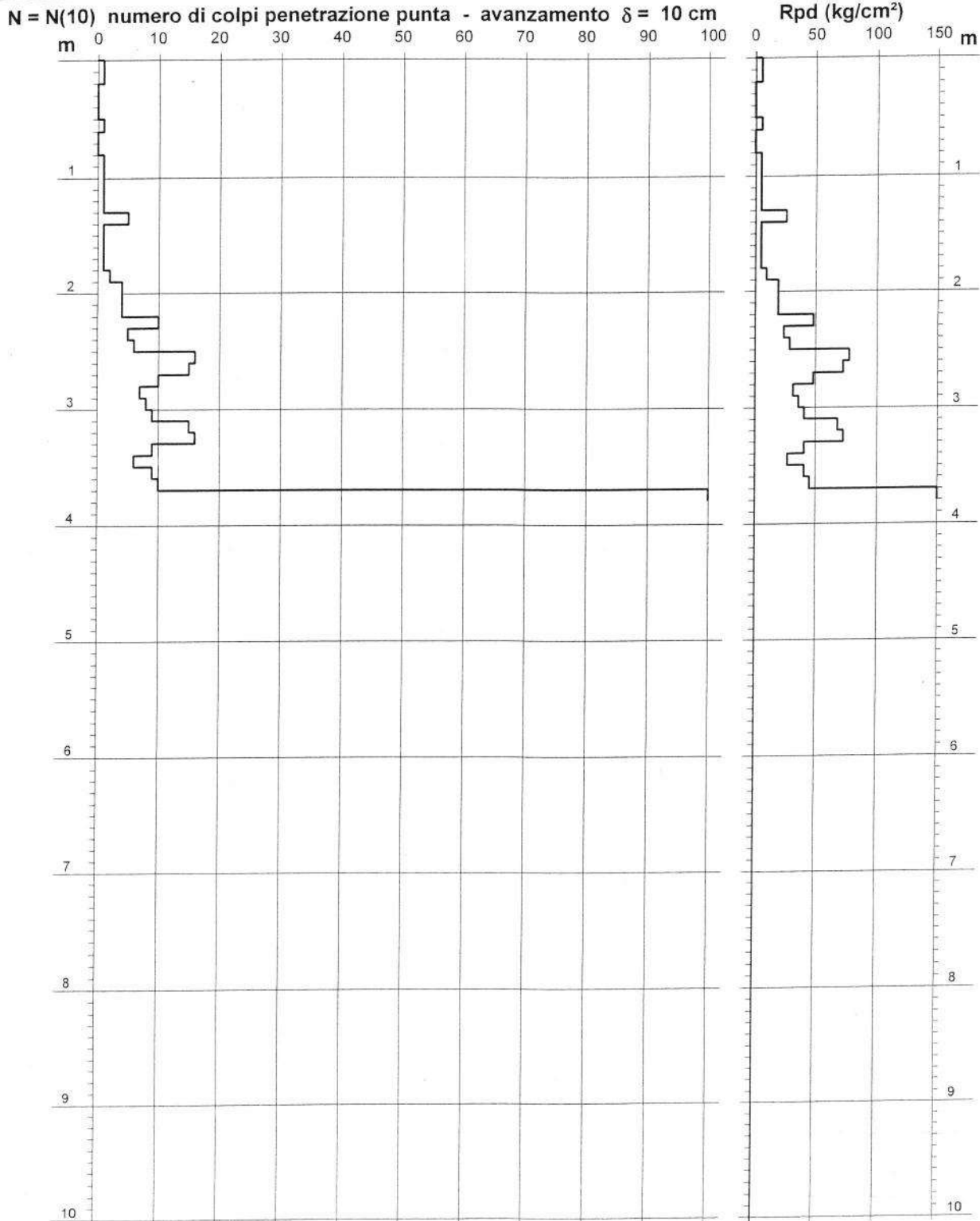
DIN PD3

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra MATHYS  
- lavoro : Ricostruzione muro di sostegno  
- località : Via Cancellieri, Casale M.mo

- data prova : 19/05/2014  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 05/08/2014

- note :





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

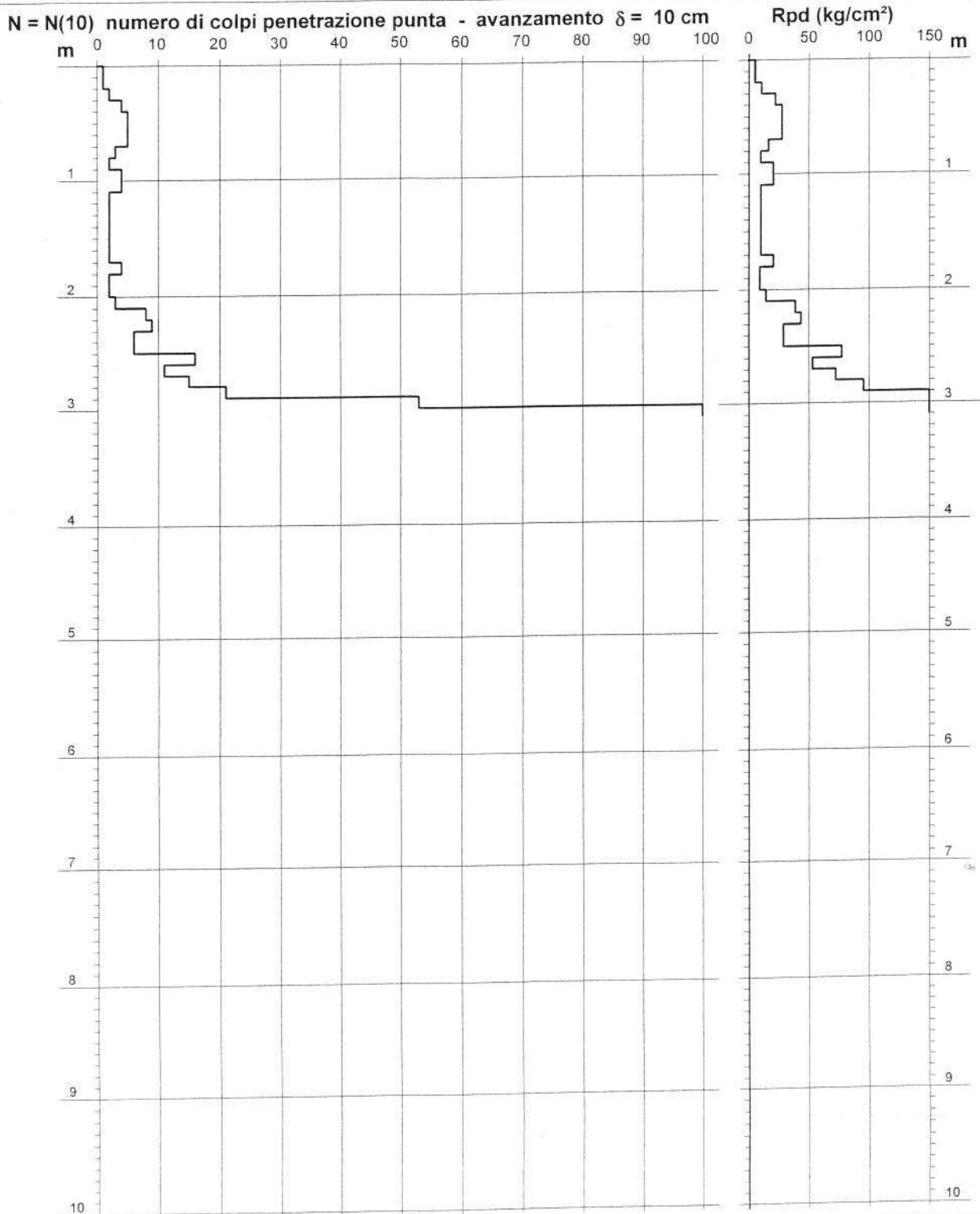
DIN PD4

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra MATHYS  
- lavoro : Ricostruzione muro di sostegno  
- località : Via Cancellieri, Casale M.mo

- data prova : 19/05/2014  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 05/08/2014

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

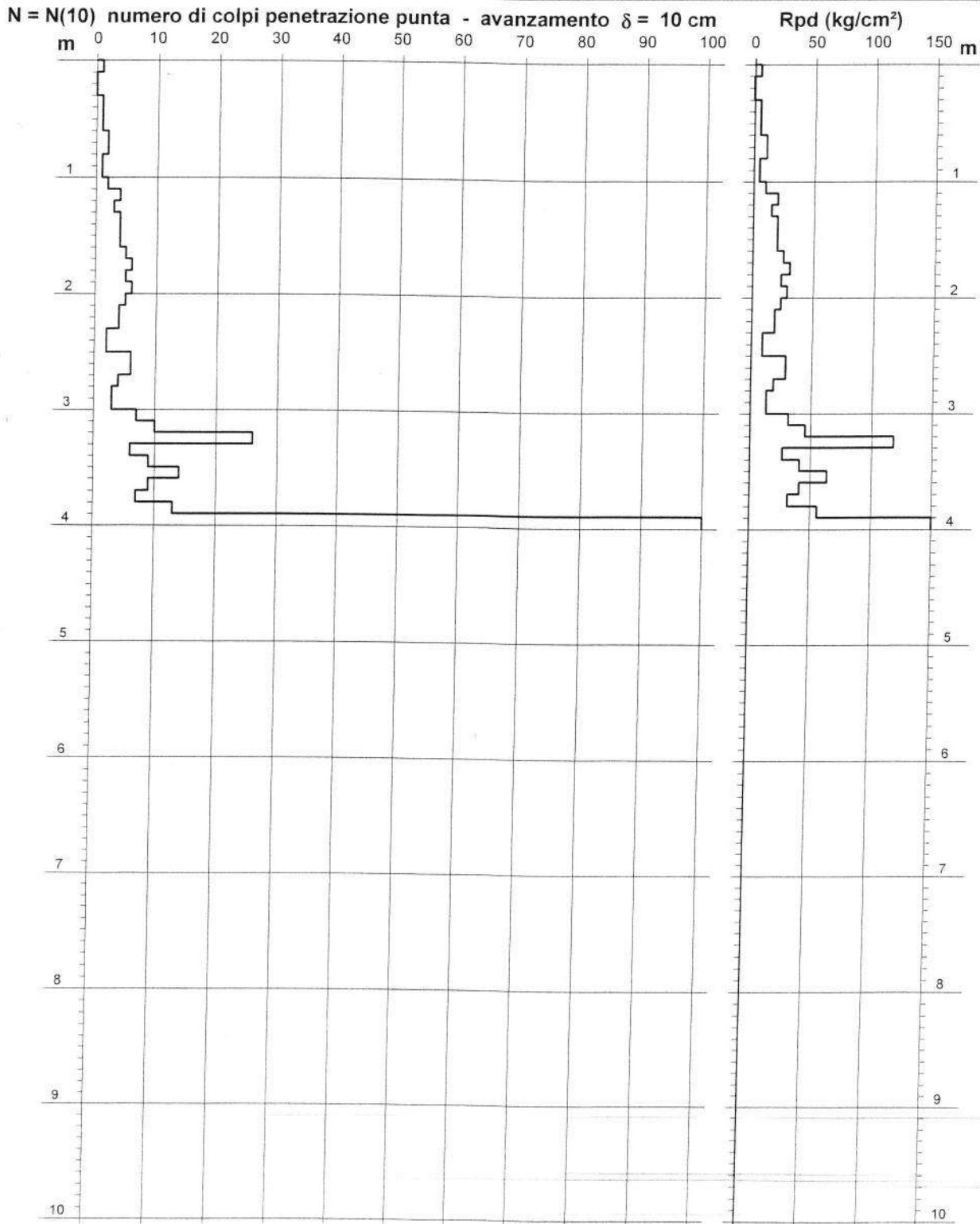
DIN PD5

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra MATHYS  
- lavoro : Ricostruzione muro di sostegno  
- località : Via Cancellieri, Casale M.mo

- data prova : 19/05/2014  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 05/08/2014

- note :





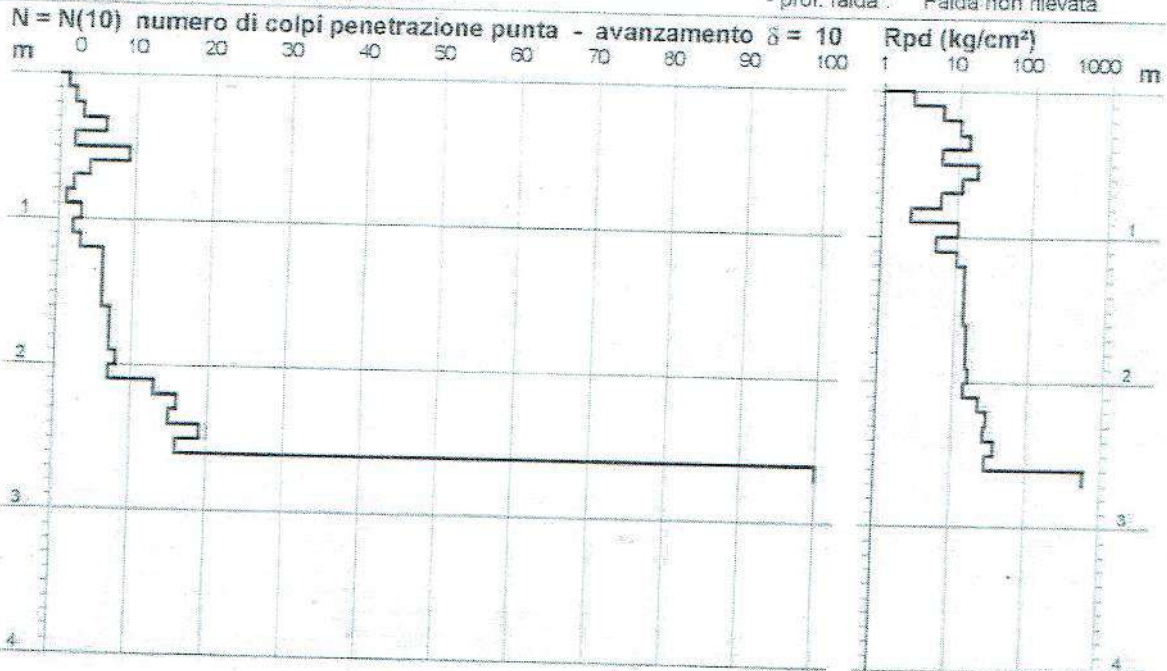
Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S1</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo dicembre 2012	Fabbricato residenziale Sig. Grassi Località Preselle Casale M.mo	<b>1:75</b>
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
1.6	1,6	sabbie limose a granulometria fine e media, rosso intenso, con frammenti di calcare e calcinelli		
6.7	5,1	3.60/4.05 mt. SPT = 20-Rif. calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
7.2	0,5	sabbia bruno avana grossolana		
9.0	1,8	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
9.2	0,2	sabbia bruno avana grossolana 9.00/9.45 mt. SPT = 19-46-Rif.		
10.1	0,9	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
10.3	0,2	sabbia avana grossolana		
11.0	0,7	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine 10.50/10.95 mt. SPT = 19-16-21		
11.3	0,3	sabbia avana grossolana		
13.6	2,3	calcarenite avana chiaro in strati decimetrici alternati a livelli centimetrici di sabbia avana fine		
14.7	1,1	sabbie avana a granulometria media e grossolana		
15.0	0,3	calcarenite		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine :	ristrutturazione di annessi agricoli	- data :	11/04/2003
- cantiere :	località Le Pratine	- quota inizio :	p.c. (-0.60)
- località :	Comune di Casale Marittimo	- prof. falda :	Falda non rilevata

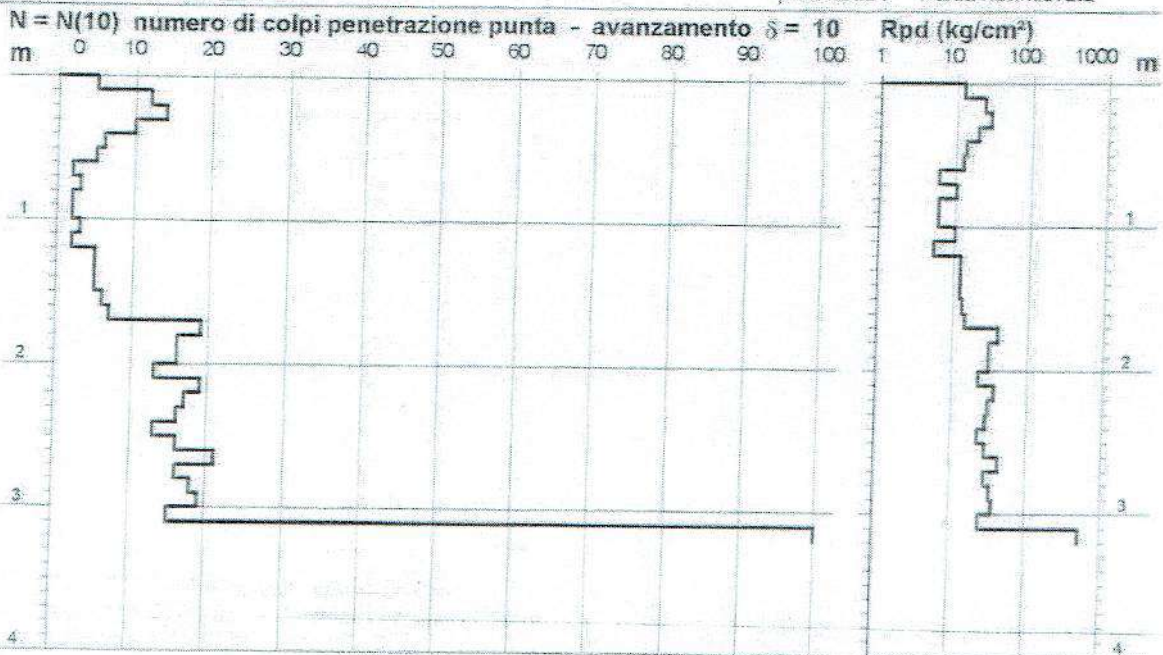


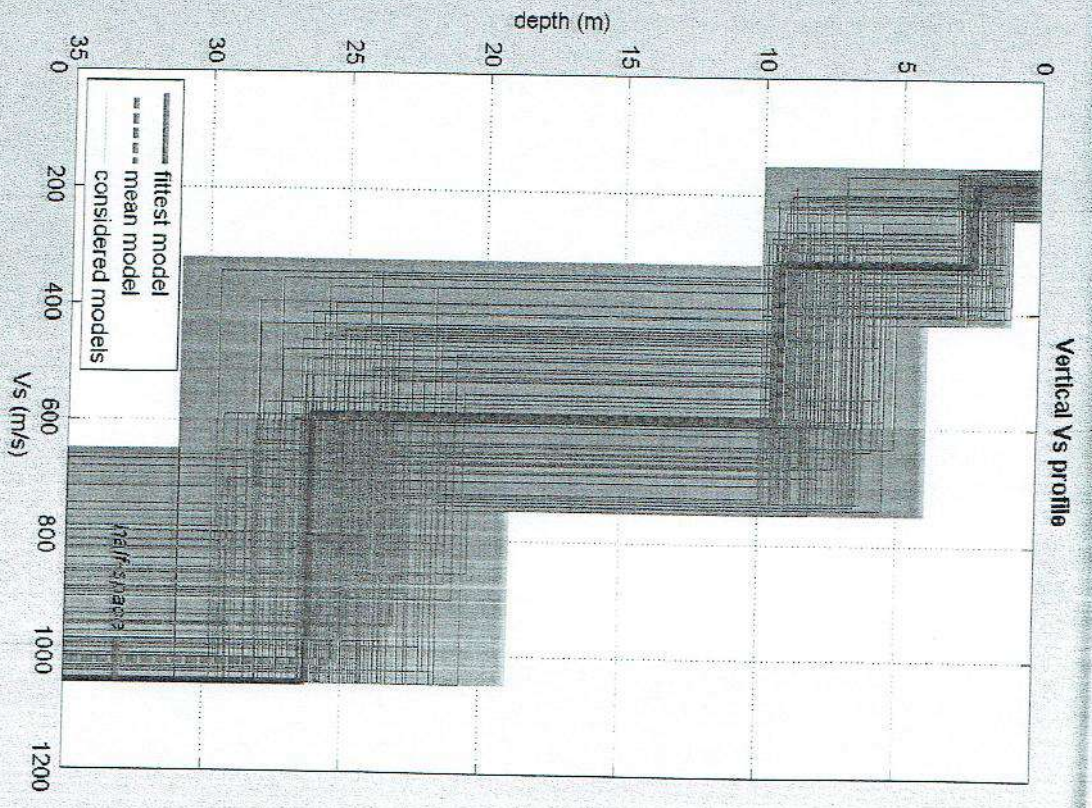
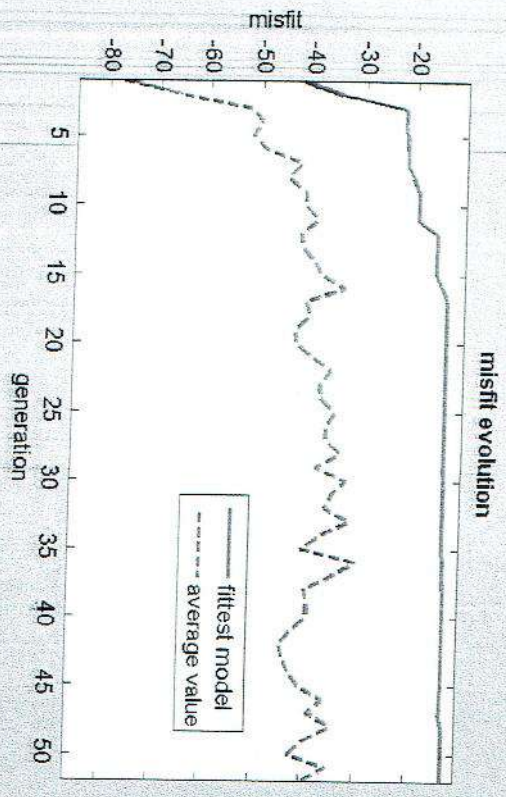
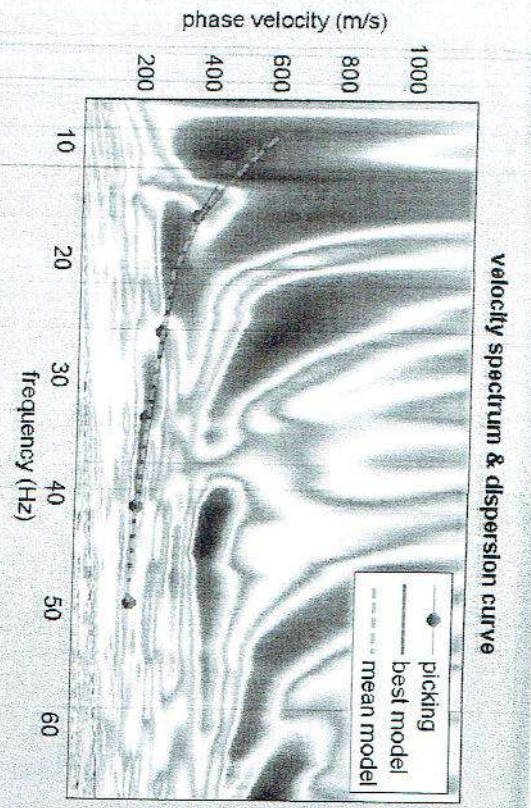
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD2

Scala 1: 50

- indagine :	ristrutturazione di annessi agricoli	- data :	11/04/2003
- cantiere :	località Le Pratine	- quota inizio :	p.c. (+0.40)
- località :	Comune di Casale Marittimo	- prof. falda :	Falda non rilevata

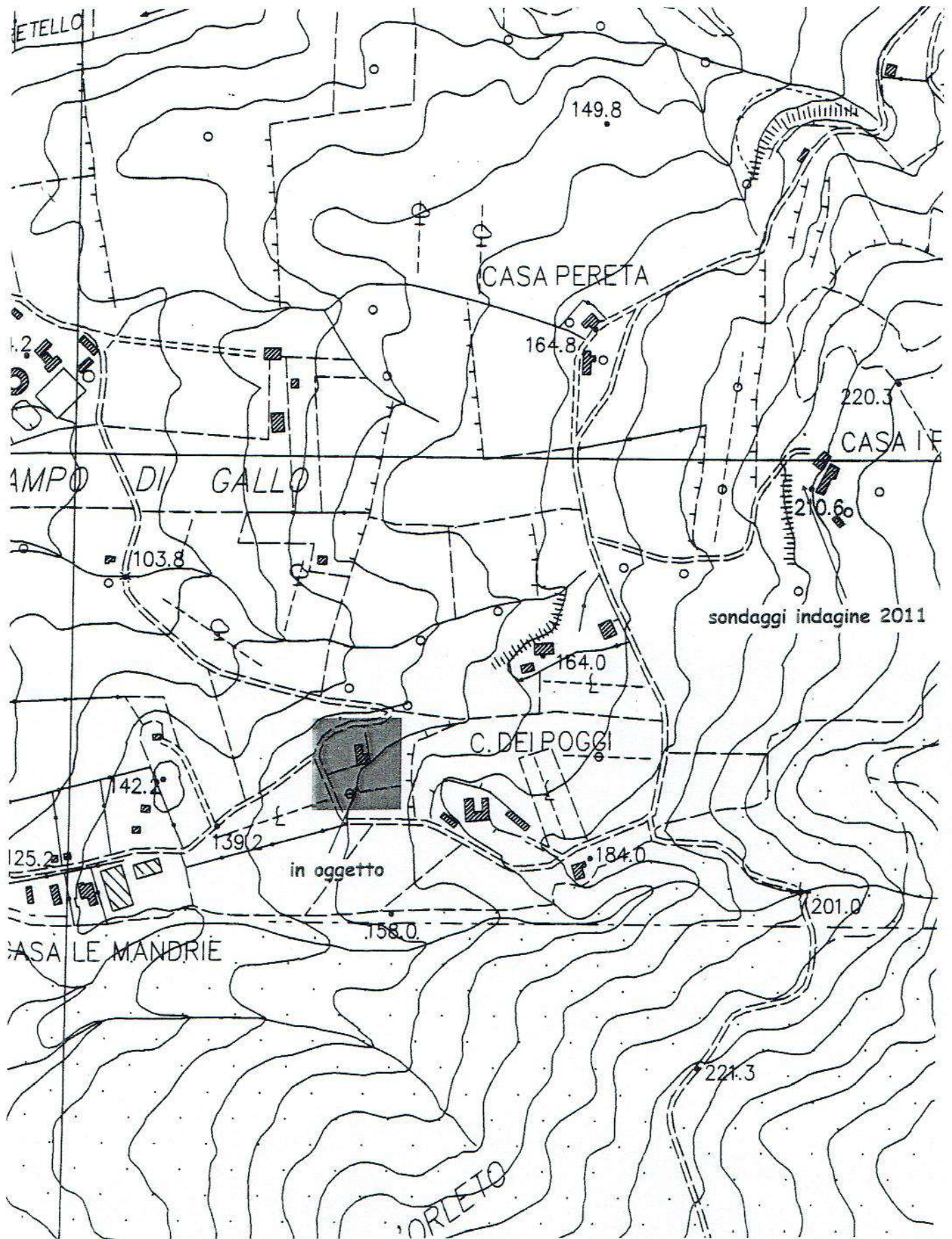




dataset: 5 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
 VS30 (best model): 448 m/s  
 VS30 (mean model): 450 m/s



83/2015








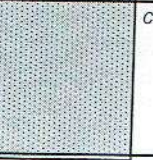
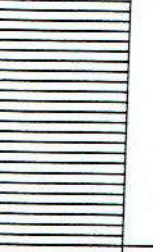



### COROGRAFIA DELLA ZONA

fig. 2 scala 1:5.000

Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S2</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo con circolazione d'acqua	Cantina O.T Podere il Poggio Comune di Casale M.mo	1:100
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
7,10	7,1	argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici (f < 2 cm) di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )  3.30/3.75 mt. SPT = 22-33-45		
7,60	0,5	argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)		
8,90	1,3	argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )  7.50/7.95 mt. SPT = 41-rifiuto		
9,65	0,75	argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)		
10,40	0,75	argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )		
11,00	0,6	argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)		
13,70	2,7	11.30/11.75 mt. SPT = 28-41-rifiuto argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )		
14,30	0,6	argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)		
14,70	0,4	argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici ( <b>livello L3</b> )		
15,10	0,8	argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)		
20,50	5,4	argilla limosa variamente consistente di colore rosso bruno contenente clasti di ofiolite eterometrici (f < 2 cm) di forma da sub-angolosa ad angolosa ( <b>livello L3</b> )		
22,00	1,5	argilla compatta di colore rosso bruno con rari ciottoli (matricesostentuto)		



Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S3</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo con circolazione d'acqua	O.T. Società agricola Podere i Poggi Comune di Casale M.mo	1:100
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
0,70	0,7		terreno vegetale	
1,60	0,9		argilla sabbiosa di colore rosso bruno con ciottoletti calcarei (livello L3)	
3,00	1,4		argilla sabbiosa rosso bruna contenente clasti calcarei e subordinatamente di ofiolite (livello L3)	
5,40	2,4		clasti di ofiolite di dimensioni centimetriche immersi in una subordinata matrice argilloso sabbiosa grigio avana 5.20/5.65 mt. SPT = 15-41-rifiuto	
6,60	1,2		sabbie grossolane di natura ofiolitica con subordinati clasti	
7,50	0,9		conglomerato clastosostenuto in matrice argillosa grigio avana; i clasti sono di natura ofiolitica e calcarea (palombino) di dimensioni centimetriche (livello 3)	
7,90	0,4		sabbie grossolane di natura ofiolitica con subordinati clasti	
9,60	1,7		conglomerato clastosostenuto in matrice argillosa grigio avana; i clasti sono di natura ofiolitica e calcarea (palombino) di dimensioni centimetriche (livello 3) 8.50/8.95 mt. SPT = 44-rifiuto	
14,30	4,7		argilla compatta grigio avana consistente con ciottoli (livello L1)	
15,00	0,7		argilla compatta grigia consistente (livello L2)	

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

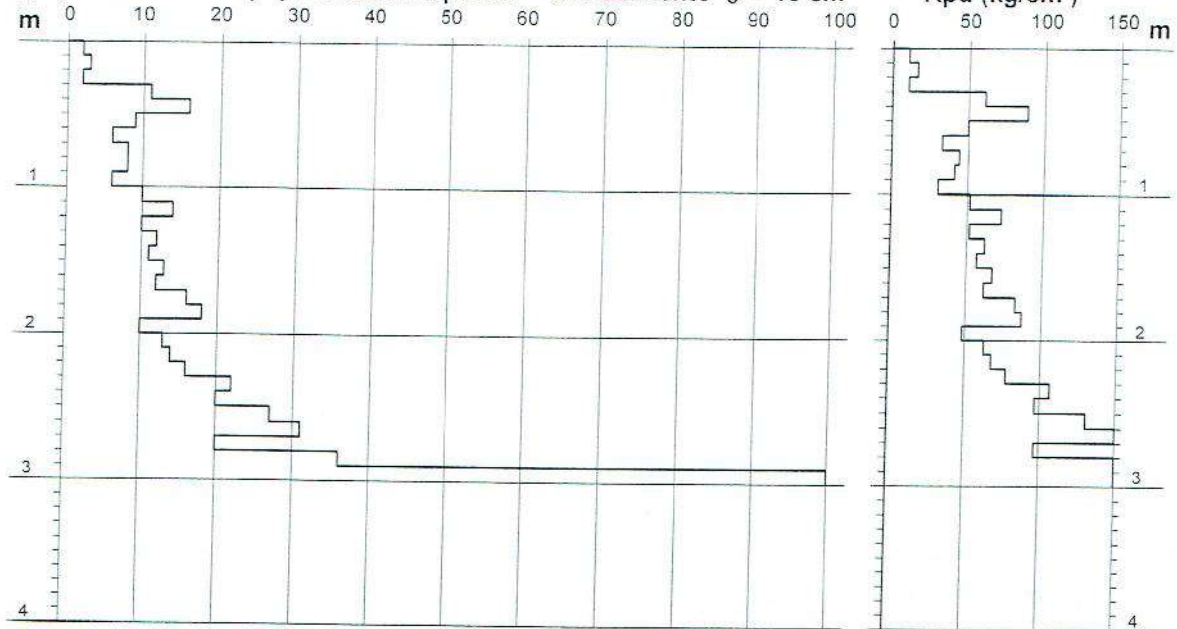
DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere :	Sig. Blaha	- data prova :	26/06/2014
- lavoro :	sanatoria annesso agricolo	- quota inizio :	p.c.
- località :	Casa dei Poggi, Comune di Casale M.mo	- prof. falda :	Falda non rilevata
		- data emiss. :	03/12/2014

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

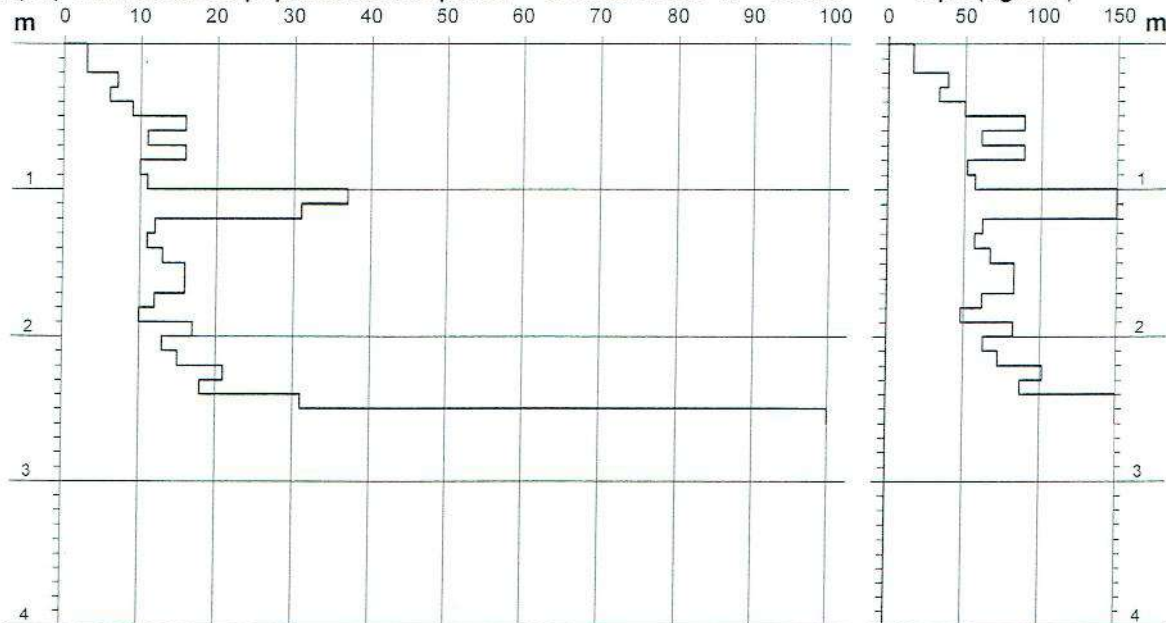
- cantiere : Sig. Blaha  
- lavoro : sanatoria annesso agricolo  
- località : Casa dei Poggi, Comune di Casale M.mo

- data prova : 26/06/2014  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 03/12/2014

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

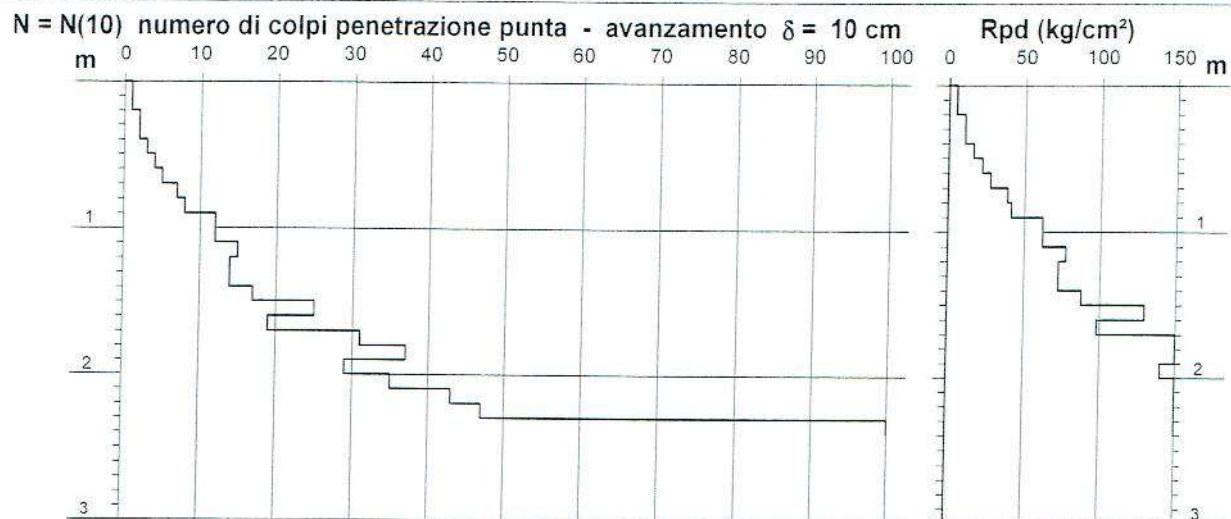
DIN PD3

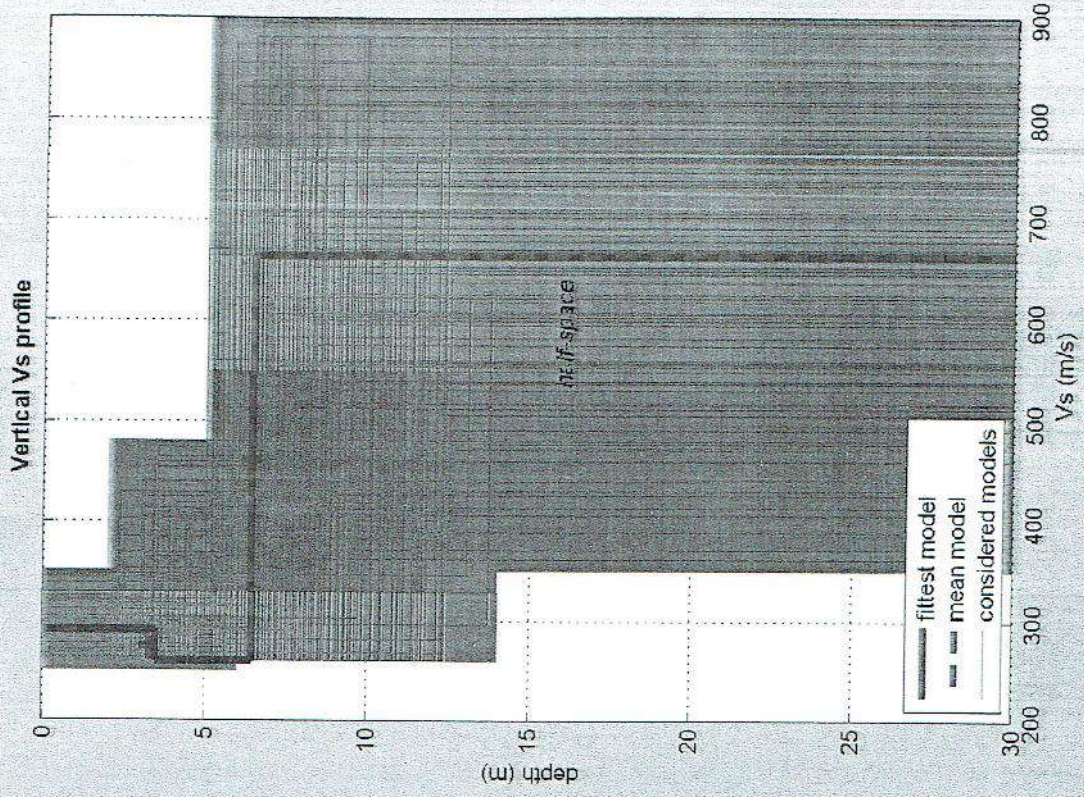
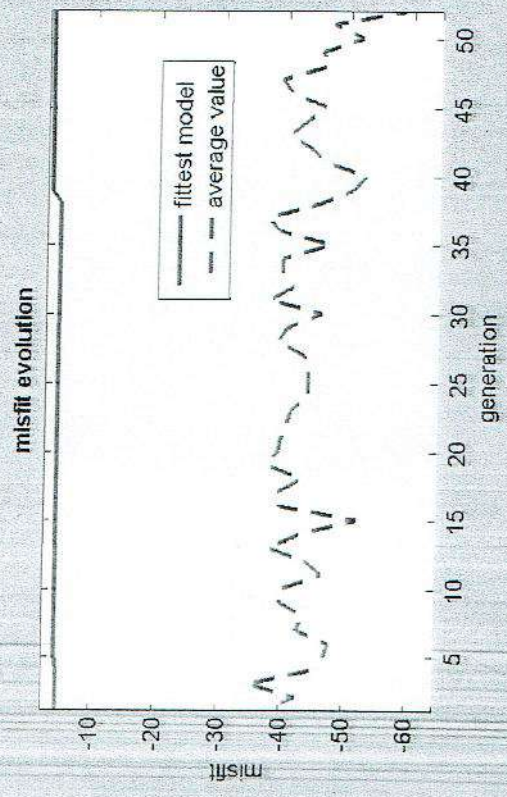
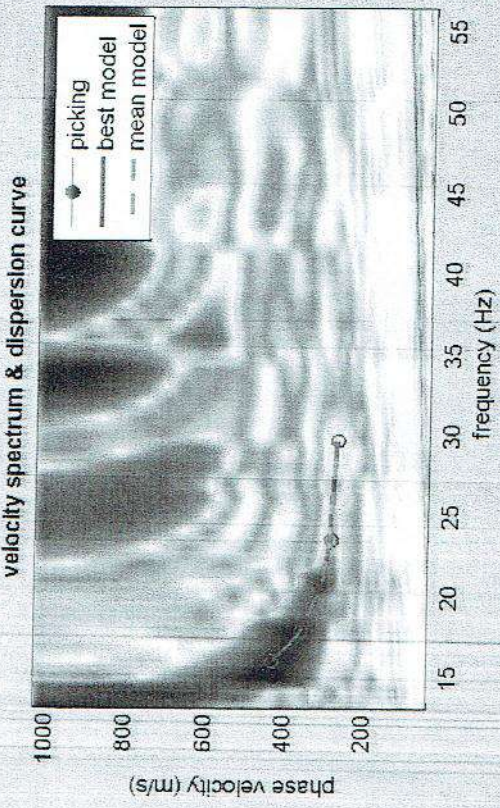
Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Blaha  
- lavoro : ristrutturazione edificio rurale  
- località : Casa dei Poggi, Comune di Casale M.mo

- data prova : 03/12/2014  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 03/12/2014

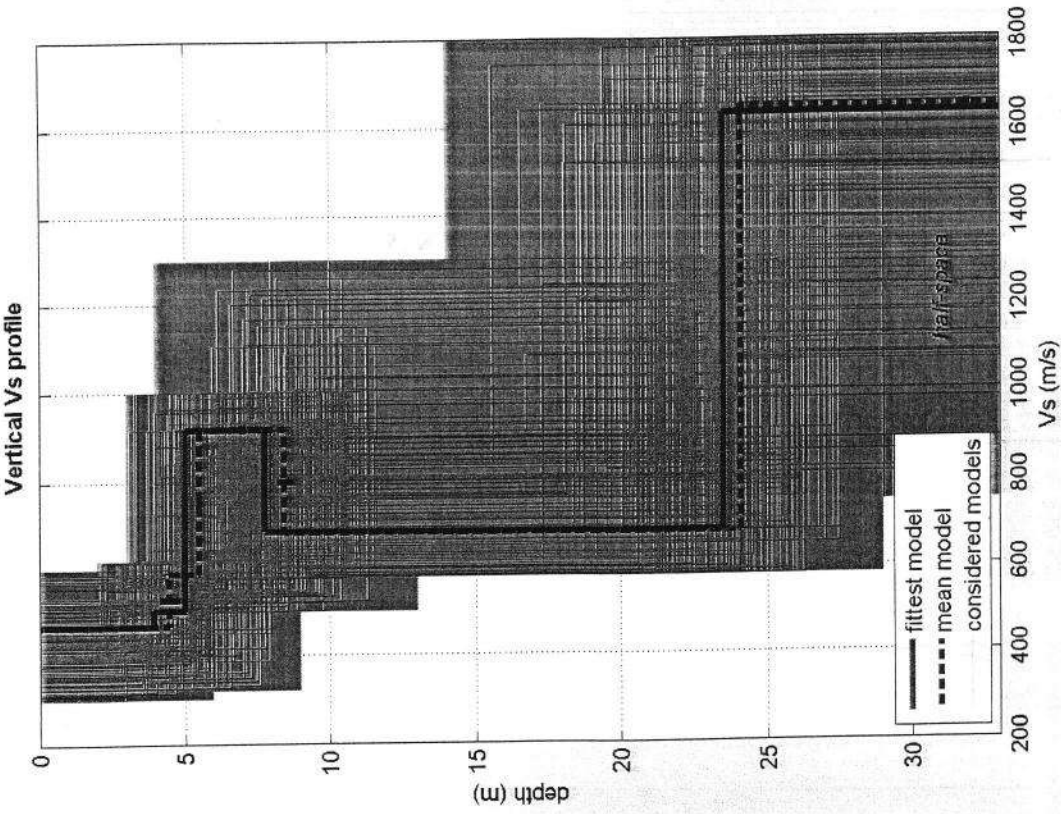
- note :



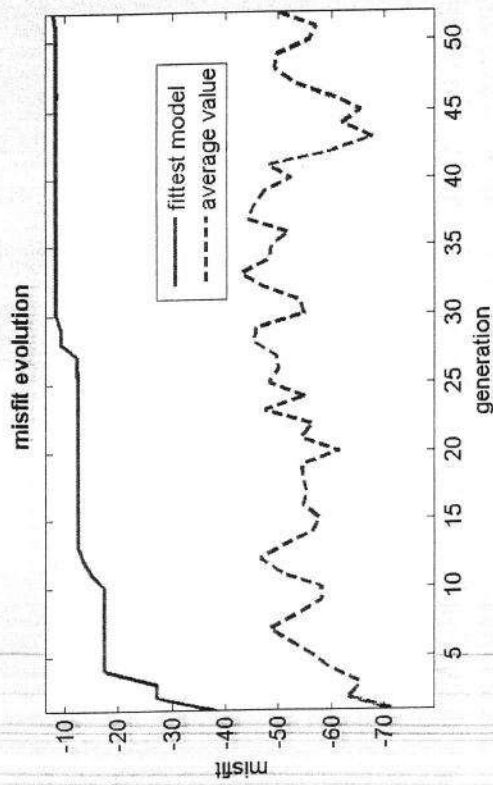
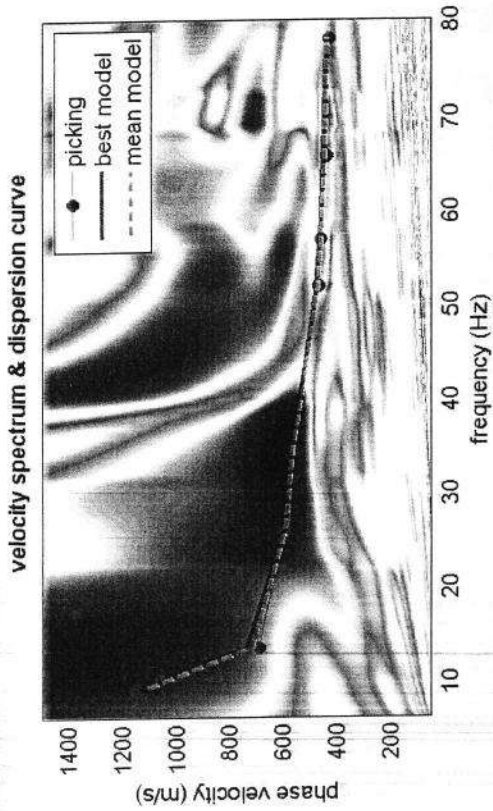


dataset: 12 metri.sgy  
 dispersion curve: picking poggj 12 m.cdp  
 $V_{S30}$  (best model): 508 m/s  
 $V_{S30}$  (mean model): 508 m/s





dataset: 2 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 2 metri.cdp  
 VS30 (best model): 739 m/s  
 VS30 (mean model): 730 m/s



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

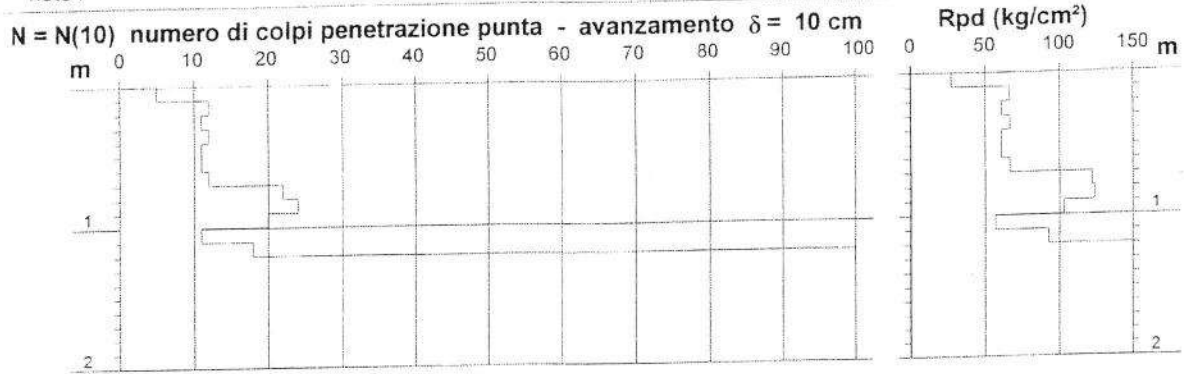
DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Laura BELLUCCI  
 - lavoro : Ampliamento civile abitazione  
 - località : Località Montaleo Comune di Casale M.mo

- data prova : 11/11/2006  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 04/09/2015

- note :



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

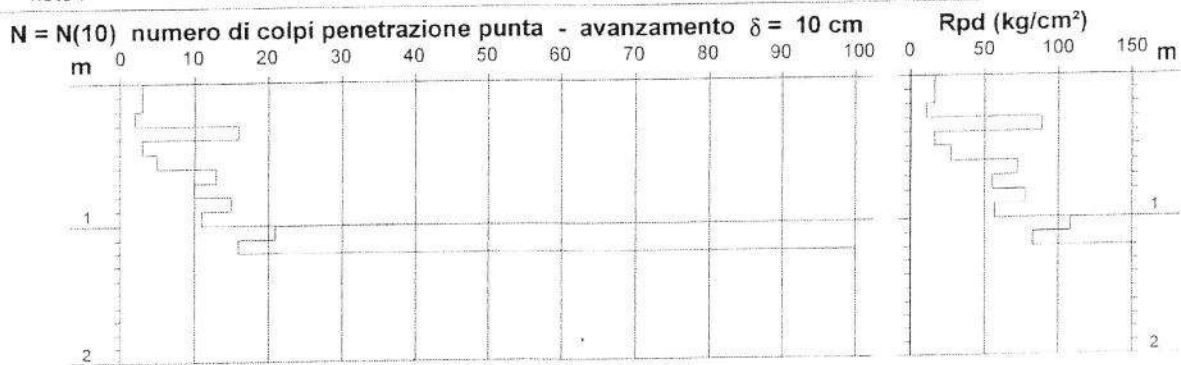
DIN PDa

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Laura BELLUCCI  
 - lavoro : Realizzazione autorimessa  
 - località : Località Montaleo Comune di Casale M.mo

- data prova : 04/08/2015  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - data emiss. : 04/09/2015

- note :



Quella ricavata con la perforazione del pozzo interno la proprietà Bellucci è analoga

0.00 – 7.00 mt.	Calcere detritico giallo massivo
7.00 – 11.00 mt.	Arenaria compatta
11.00 – 15.00 mt.	Calcarei gialli
15.00 – 20.00 mt.	Sabbia gialla e arenaria compatta
20.00 – 43.00 mt.	Calcarei bianchi e gialli con rare intercalazioni di sabbie
43.00 – 46.00 mt.	Arenaria compatta con acqua
46.00 – 54.00 mt.	Calcere con acqua
54.00 – 55.00 mt.	Argilla azzurra con frammenti calcarei

La stratigrafia dedotta dalle prove geognostiche eseguite, è la seguente.

	Coltre e sabbie limose avana	Calcere detritico litoide
<b>PD*</b>	0.00 – 1.90 m	a 1.90 m
<b>PD1</b>	0.00 – 1.10 m	a 1.10 m
<b>PD2</b>	0.00 – 1.70 m	a 1.70 m

Nella fig. 7 è riportato il contesto litologico relativo l'intervento. I dati ottenuti confermano le osservazioni di campagna. E' presente un substrato di natura sabbiosa, di colore avana, con debole frazione coesiva, sovrastante l'orizzonte calcareo litoide.



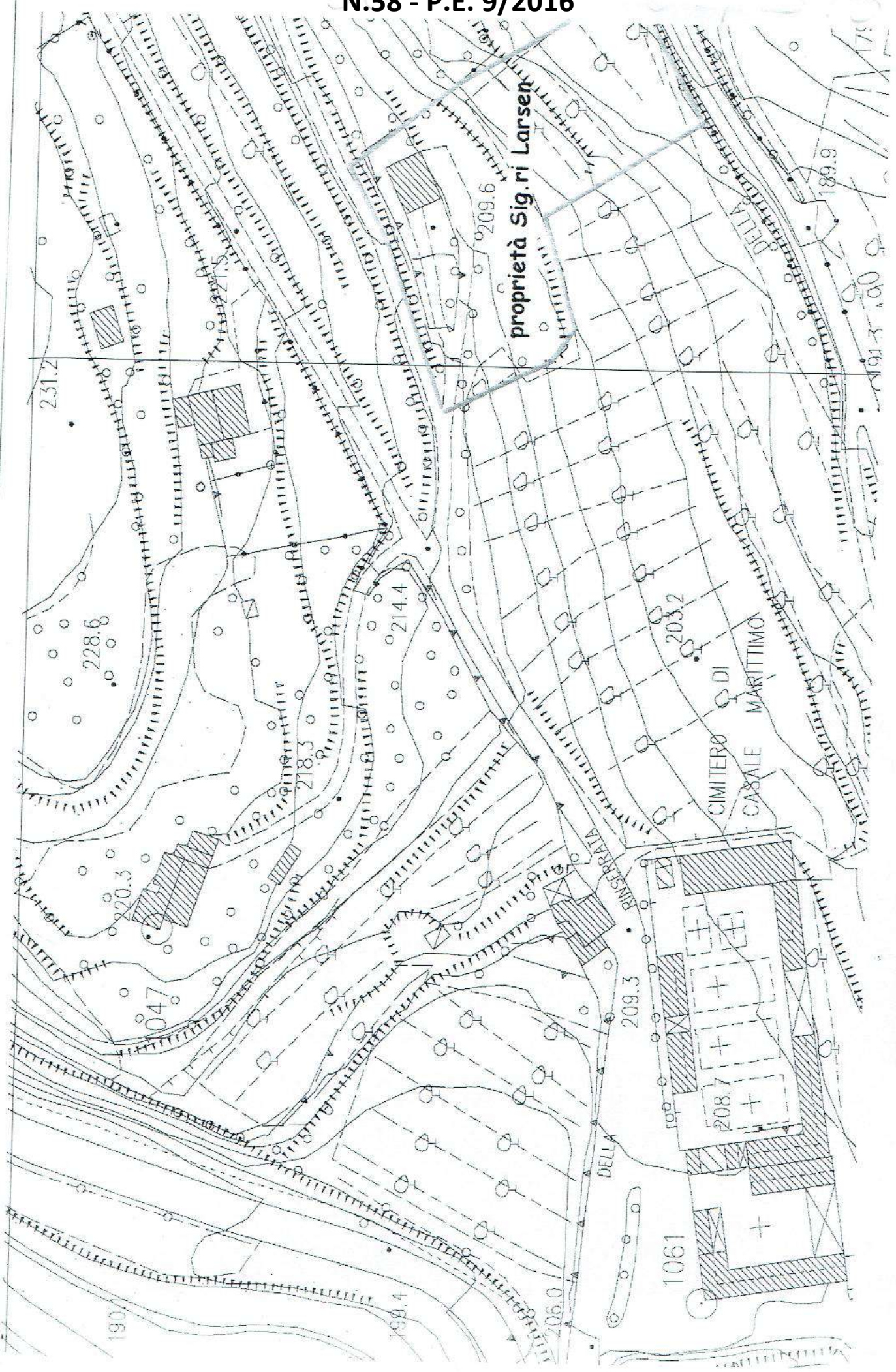


fig. 2 scala 1:2.000

**COROGRAFIA DELLA ZONA**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

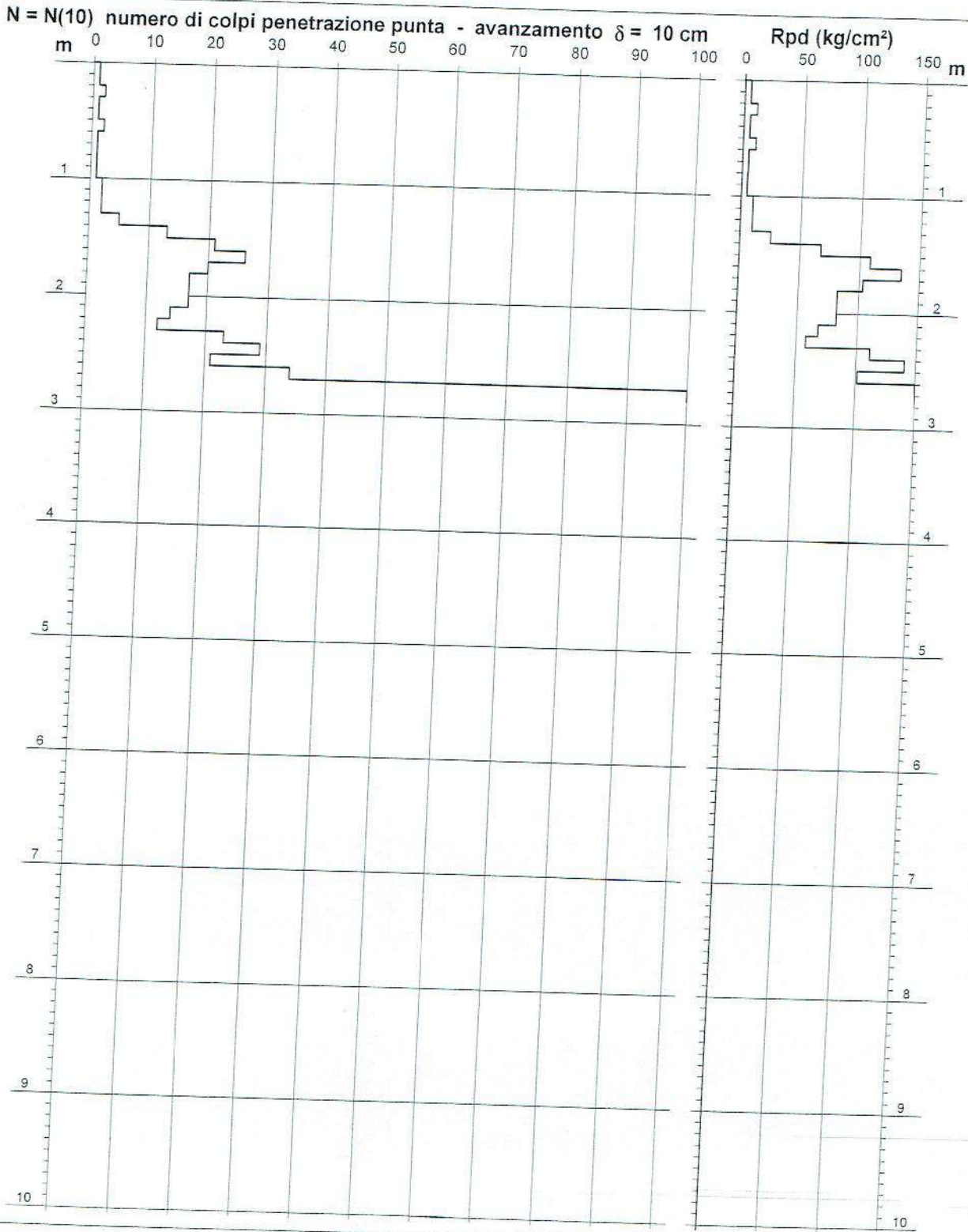
DIN PD1

Scala 1: 50

- cantiere : Sig. Oysten LARSEN  
- lavoro : Costruzione piscina privata  
- località : Via della Rinserratat n°6, Comune di Ca sale M.mo

- data prova : 30/10/2015  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 17/11/2015

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

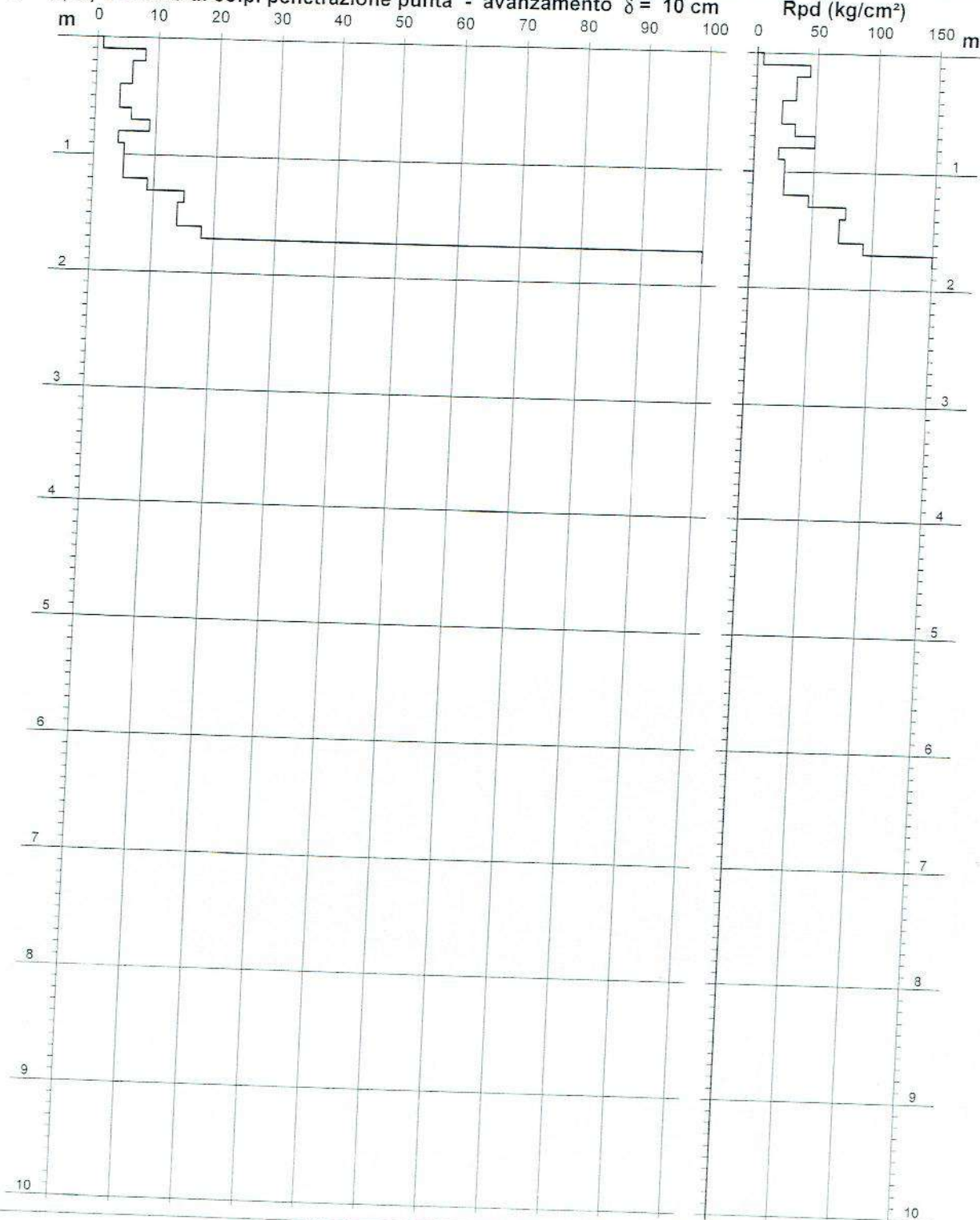
Scala 1: 50

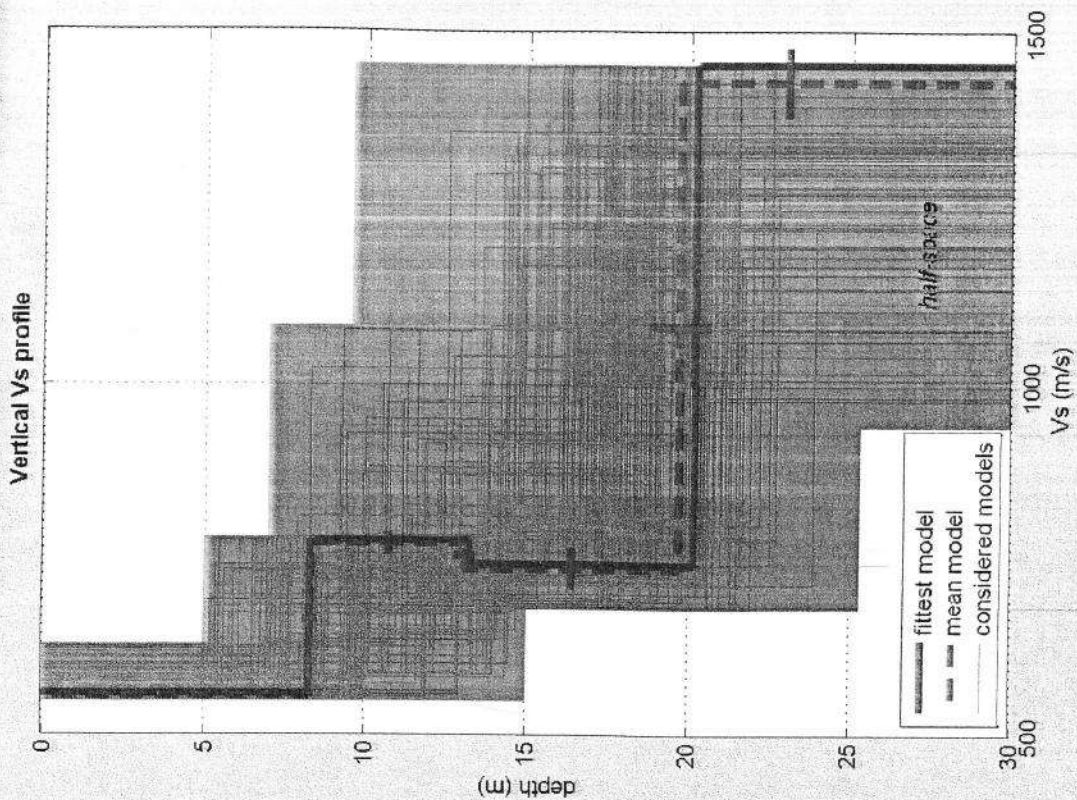
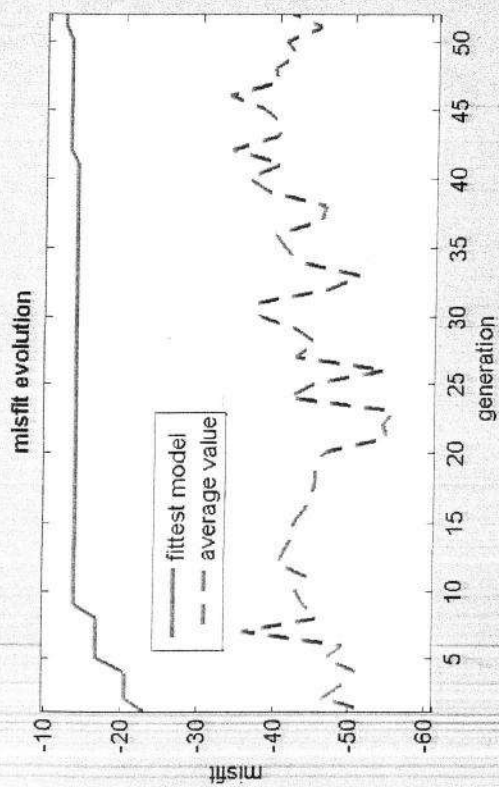
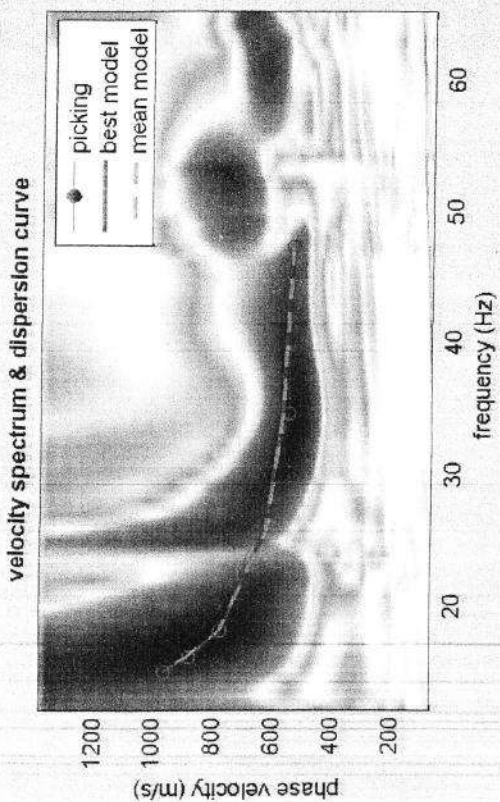
- cantiere : Sig. Oysten LARSEN  
- lavoro : Costruzione piscina privata  
- località : Via della Rinserratat n°6, Comune di Ca sale M.mo

- data prova : 30/10/2015  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 17/11/2015

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm





dataset: 2 metri.sgy  
 dispersion curve: picking 2 metri.cdp  
 VS30 (best model): 804 m/s  
 VS30 (mean model): 804 m/s



## RISULTATI INDAGINE MASW

Costruzione civile abitazione, località Montaleo, Comune di Casale M.mo

Committente Sig. Paolo Boni

dispersion curve: number of frequency-velocity points=6  
 dataset: 2 metri.sgy  
 minimum offset (m): 2  
 geophone spacing (m): 2  
 sampling (ms): 0.131  
 dispersion curve: picking 2 metri.cdp  
 number of individuals: 30  
 number of generations: 41

Adopted search space (minimum Vs & thickness):	550	5	550	2	680	2.575288	940
Adopted search space (maximum Vs & thickness):	630	10	780	5	1080	10.30115	1450
Adopted Poisson values:	0.35	0.35	0.35	0.3			

## Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-52.6164	-23.3
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-46.4245	-20.5677
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-49.0598	-20.5677
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-51.0478	-20.5677
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-46.9589	-16.9088
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-49.1892	-16.9088
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-35.8646	-16.9088
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-46.0187	-16.9088
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-43.9556	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-42.9514	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-44.6056	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-40.4999	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-41.3881	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-42.2647	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-42.516	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-44.0352	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-44.9437	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-45.2986	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-45.2515	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-46.5957	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-54.6116	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-54.1396	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-55.5214	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-41.6971	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-45.0566	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-54.3474	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-42.5605	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-45.2977	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-42.6896	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-37.8587	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-37.4186	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 32; average & best misfits:	-46.8303	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 33; average & best misfits:	-50.9004	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 34; average & best misfits:	-42.7844	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 35; average & best misfits:	-41.0607	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 36; average & best misfits:	-39.8118	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 37; average & best misfits:	-45.8892	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 38; average & best misfits:	-46.4296	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 39; average & best misfits:	-38.9347	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 40; average & best misfits:	-36.0473	-13.9116
Optimizing Vs & Thickness - generation: 41; average & best misfits:	-40.4024	-13.9116

## Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-33.9472	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-40.0629	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-40.2283	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-38.028	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-33.4949	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-39.9432	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-39.4278	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-42.2674	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-40.9012	-12.9845
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-45.5815	-12.1876
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-41.5972	-12.1876

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

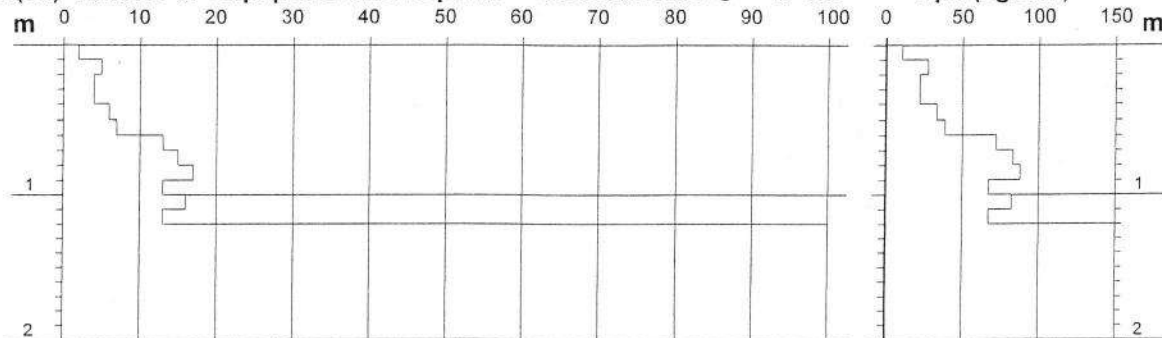
DIN PDa

Scala 1: 50


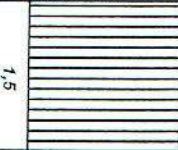




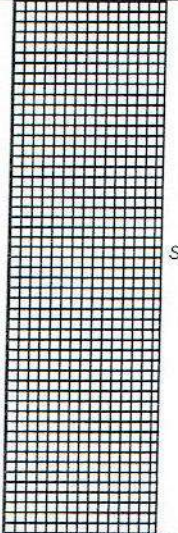
- cantiere :	Sig. Paolo BONI	- data prova :	15/12/2015
- lavoro :	Costruzione civile abitazione	- quota inizio :	p.c.
- località :	località Montaleo, Comune di Casale M.mo	- prof. falda :	Falda non rilevata
		- data emiss. :	19/12/2015

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**





Sondaggio	Attrezzatura	Metodo	Lavoro e ubicazione	Scala
<b>S1</b>	Sonda a rotazione	Carotaggio continuo febbraio 2016	Sig.ri Elzi e Mamè Via della Camminata 11 Comune di Casale M.mo	<b>1:150</b>
Profondità (m)	LOG Litologico	Descrizione litologica		
0,5	0,5		<i>terreno ricco di frazione vegetale</i>	
2,0	1,5		<i>argille sabbiose avana</i>	
4,2	2,2		<p style="text-align: center;"><b>Campione S1/C1 = 2.00 - 2.40</b></p> <i>argille avana debolmente sabbiose</i>	
7,8	3,6		<p style="text-align: center;"><b>Campione S1/C2 = 4.00 - 4.50</b></p> <i>argille grigie con frammenti di conchiglie</i>	
9,1	1,3		<i>argille avana debolmente sabbiose, con discontinua presenza di conchiglie, verso 9.0 metri aumenta la percentuale di sabbia</i>	
9,5	0,4		<i>sabbie debolmente argilose con frammenti di conchiglie</i>	
15,0	5,5		<i>sabbie brune grossolane alternate a livelli di conglomerato fine e subordinati orizzonti di calcarenite</i>	





Rapporto di prova n. 00138 del 08/03/2016 V.A. 23/265 del 18/02/2016

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. GIAN FRANCO RUFFINI  
INDIRIZZO: Viale G. Falcone, 11 - Cecina (LI)  
CANTIERE: Località Le Rocche - Casale Marittimo (PI)  
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra  
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 18/02/2016 sono stati consegnati al Laboratorio 2 campioni di terra contenuti in campionatore tipo Shelby, contrassegnati nel modo seguente:

Campione S1C1: campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.4m dal piano campagna.  
Campione S1C2: campione 2 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 4.0m e 4.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sul campione S1C2.
4. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C2.
5. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sul campione S1C2.
6. Prova triassiale UU (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C1.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 188/G al 192/G.

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C2

Angolo di attrito  $\phi' = 30.0^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 31\text{kPa}$

La prova triassiale U.U. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C1

Coesione non drenata  $c_u = 165\text{kPa}$

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Rapporto di prova n. 00138 del 08/03/2016 V.A. 23/265 del 18/02/2016**

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. GIAN FRANCO RUFFINI  
INDIRIZZO: Viale G. Falcone, 11 – Cecina (LI)  
CANTIERE: Località Le Rocche – Casale Marittimo (PI)  
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra  
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 18/02/2016 sono stati consegnati al Laboratorio 2 campioni di terra contenuti in campionatore tipo Shelby, contrassegnati nel modo seguente:

- Campione S1C1: campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.4m dal piano campagna.
- Campione S1C2: campione 2 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 4.0m e 4.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sul campione S1C2.
4. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C2.
5. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sul campione S1C2.
6. Prova triassiale UU (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C1.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 188/G al 192/G.

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C2

Angolo di attrito  $\phi' = 30.0^\circ$   
 Coesione drenata  $c' = 31\text{kPa}$

La prova triassiale U.U. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C1

Coesione non drenata  $c_u = 165\text{kPa}$

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Rapporto di prova n. 00138 del 08/03/2016 V.A. 23/265 del 18/02/2016**

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. GIAN FRANCO RUFFINI  
INDIRIZZO: Viale G. Falcone, 11 – Cecina (LI)  
CANTIERE: Località Le Rocche – Casale Marittimo (PI)  
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra  
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 18/02/2016 sono stati consegnati al Laboratorio 2 campioni di terra contenuti in campionatore tipo Shelby, contrassegnati nel modo seguente:

- Campione S1C1: campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.4m dal piano campagna.
- Campione S1C2: campione 2 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 4.0m e 4.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sul campione S1C2.
4. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C2.
5. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sul campione S1C2.
6. Prova triassiale UU (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C1.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 188/G al 192/G.

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C2

Angolo di attrito  $\phi' = 30.0^\circ$   
 Coesione drenata  $c' = 31\text{kPa}$

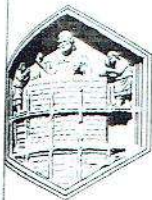
La prova triassiale U.U. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C1

Coesione non drenata  $c_u = 165\text{kPa}$

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Marzulli



**Rapporto di prova n. 00138 del 08/03/2016 V.A. 23/265 del 18/02/2016**

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. GIAN FRANCO RUFFINI  
INDIRIZZO: Viale G. Falcone, 11 – Cecina (LI)  
CANTIERE: Località Le Rocche – Casale Marittimo (PI)  
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra  
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 18/02/2016 sono stati consegnati al Laboratorio 2 campioni di terra contenuti in campionatore tipo Shelby, contrassegnati nel modo seguente:

- Campione S1C1: campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.4m dal piano campagna.
- Campione S1C2: campione 2 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 4.0m e 4.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sul campione S1C2.
4. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C2.
5. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sul campione S1C2.
6. Prova triassiale UU (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C1.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 188/G al 192/G.

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C2

Angolo di attrito  $\phi' = 30.0^\circ$   
 Coesione drenata  $c' = 31\text{kPa}$

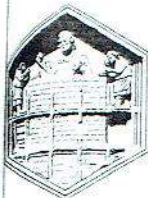
La prova triassiale U.U. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C1

Coesione non drenata  $c_u = 165\text{kPa}$

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manelli



Rapporto di prova n. 00138 del 08/03/2016 V.A. 23/265 del 18/02/2016

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. GIAN FRANCO RUFFINI  
INDIRIZZO: Viale G. Falcone, 11 – Cecina (LI)  
CANTIERE: Località Le Rocche – Casale Marittimo (PI)  
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra

Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 18/02/2016 sono stati consegnati al Laboratorio 2 campioni di terra contenuti in campionatore tipo Shelby, contrassegnati nel modo seguente:

- Campione S1C1: campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.4m dal piano campagna.  
Campione S1C2: campione 2 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 4.0m e 4.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sul campione S1C2.
4. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C2.
5. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sul campione S1C2.
6. Prova triassiale UU (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S1C1.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 188/G al 192/G.

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C2

Angolo di attrito  $\phi' = 30.0^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 31\text{kPa}$

La prova triassiale U.U. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

### Campione S1C1

Coesione non drenata  $c_u = 165\text{kPa}$

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett.A)

D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 188/G del 08/03/16

Verbale di accettazione: 23/265

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. GIAN FRANCO RUFFINO

SOND.: 1 CAMP.: 1

IMPRESA: - -

PROFONDITA', m: 2.0-2.4

CANTIERE: Località Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

## CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 22.86

UNI CEN ISO/TS 17892-1

PESO DI VOLUME kN/m<sup>3</sup> = 19.09

UNI CEN ISO/TS 17892-2

PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m<sup>3</sup>

UNI CEN ISO/TS 17892-3

### VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m<sup>3</sup> = 15.54

INDICE DEI VUOTI

POROSITA'

GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 23/02/16-24/02/16

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett.A)

D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA

ISO 9001:2008

N. di certificato: 189/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: --

CANTIERE: Località Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0-2.4

## PROVA TRIASSIALE U.U. UNI CEN ISO/TS 17892-8

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

Caratteristiche finali del campione

	1	2	3	1	2	3
diámetro, cm	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
altezza, cm	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60
contenuto in acqua, %	24.46	26.17	27.92	24.46	26.94	27.92
grado di saturazione, %	-	-	-	-	-	-
peso di volume, kN/m <sup>3</sup>	18.63	18.58	18.77	18.63	18.70	18.77
densità secca, kN/m <sup>3</sup>	14.97	14.73	14.67	14.97	14.73	14.67
Peso specifico dei grani, t/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Indice dei vuoti, -	-	-	-	-	-	-

### FASE DI TAGLIO

provino n.	1	2	3
pressione di cella (kPa)	50	150	250
velocità di taglio (mm/min)	0.10	0.10	0.10
a rottura (kPa)	292.61	413.36	281.19
a rottura (%)	2.32	4.47	2.39

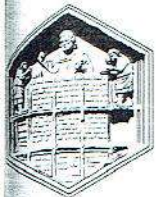
NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/2  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gamba Vianna

Data esecuzione prove: 23/02/16-24/02/16

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett.A)

D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 189/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: --

CANTIERE: Località Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

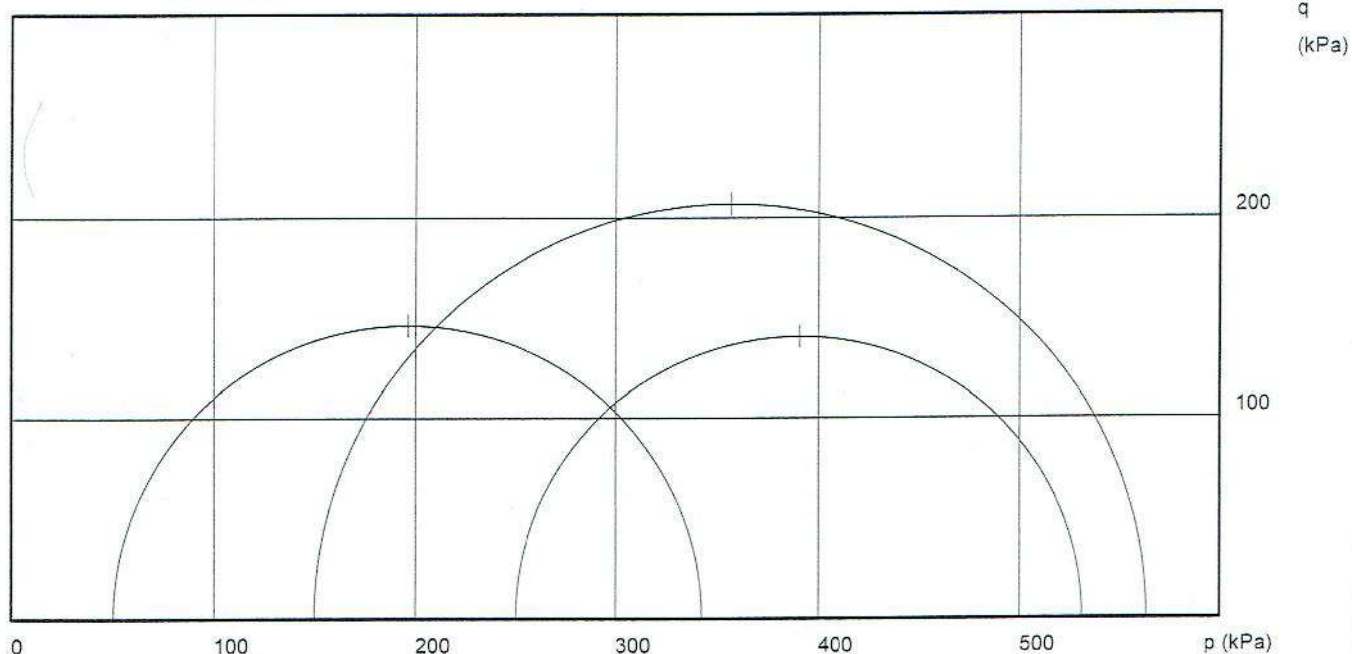
Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 1

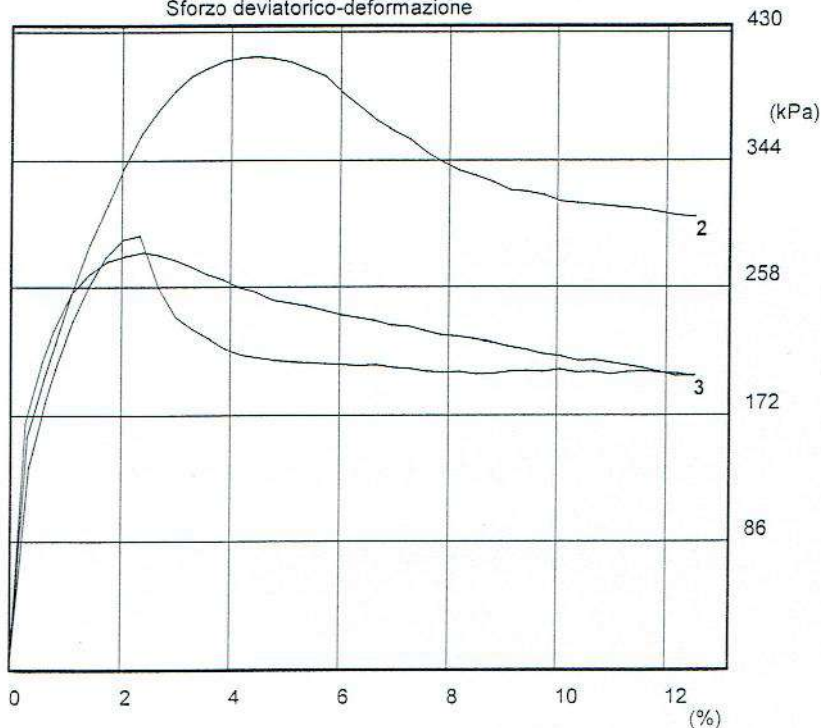
PROFONDITA', m: 2.0-2.4

## PROVA TRIASSIALE U.U. UNI CEN ISO/TS 17892-8

Piano di mohr



Sforzo deviatorico-deformazione



NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/2

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 23/02/16-24/02/16

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli





# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett.A)

D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 191/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: --

CANTIERE: Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 2

PROFONDITA', m: 4.0-4.5

## PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

### Caratteristiche del campione

diametro, cm= 5.05

altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	24.49	25.59
grado di saturazione, %	99.50	-
peso di volume, kN/m <sup>3</sup>	19.80	0.00
densità secca, kN/m <sup>3</sup>	15.91	0.00
Peso specifico dei grani, t/m <sup>3</sup>	2.70	2.70
Indice dei vuoti, -	0.67	-

Pressioni Kpa	Cedimenti mm	H/H %	Indice Vuoti	Mod. Edom. KPa
25.00	0.036	0.18	0.662	-
49.00	0.161	0.80	0.652	3821.09
98.00	0.337	1.69	0.637	5498.86
196.00	0.643	3.21	0.612	6248.30
392.00	0.976	4.88	0.584	11295.31
785.00	1.407	7.03	0.548	17150.21
1569.00	2.031	10.15	0.496	22968.44
392.00	1.774	8.87	0.518	-
98.00	1.391	6.96	0.549	-
25.00	1.015	5.08	0.581	-

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/4  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 22/02/16-08/03/16  
Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Marzulli



N. di certificato: 191/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: --

CANTIERE: Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

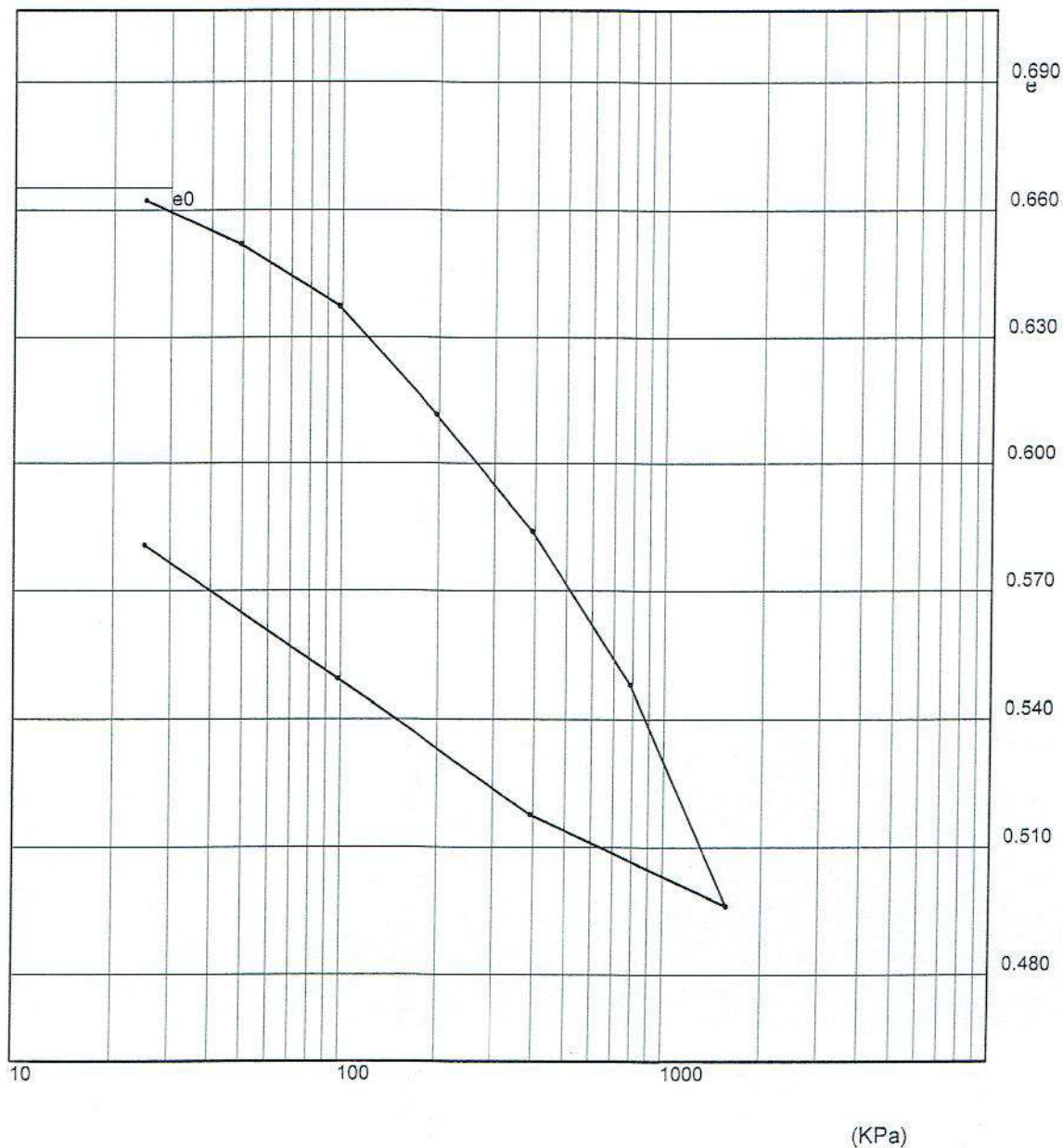
Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 2

PROFONDITA', m: 4.0-4.5

## PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Log pressione, kPa-Indice dei vuoti



NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/4

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 22/02/16-08/03/16

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manfredi



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett.A)

D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 191/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: - -

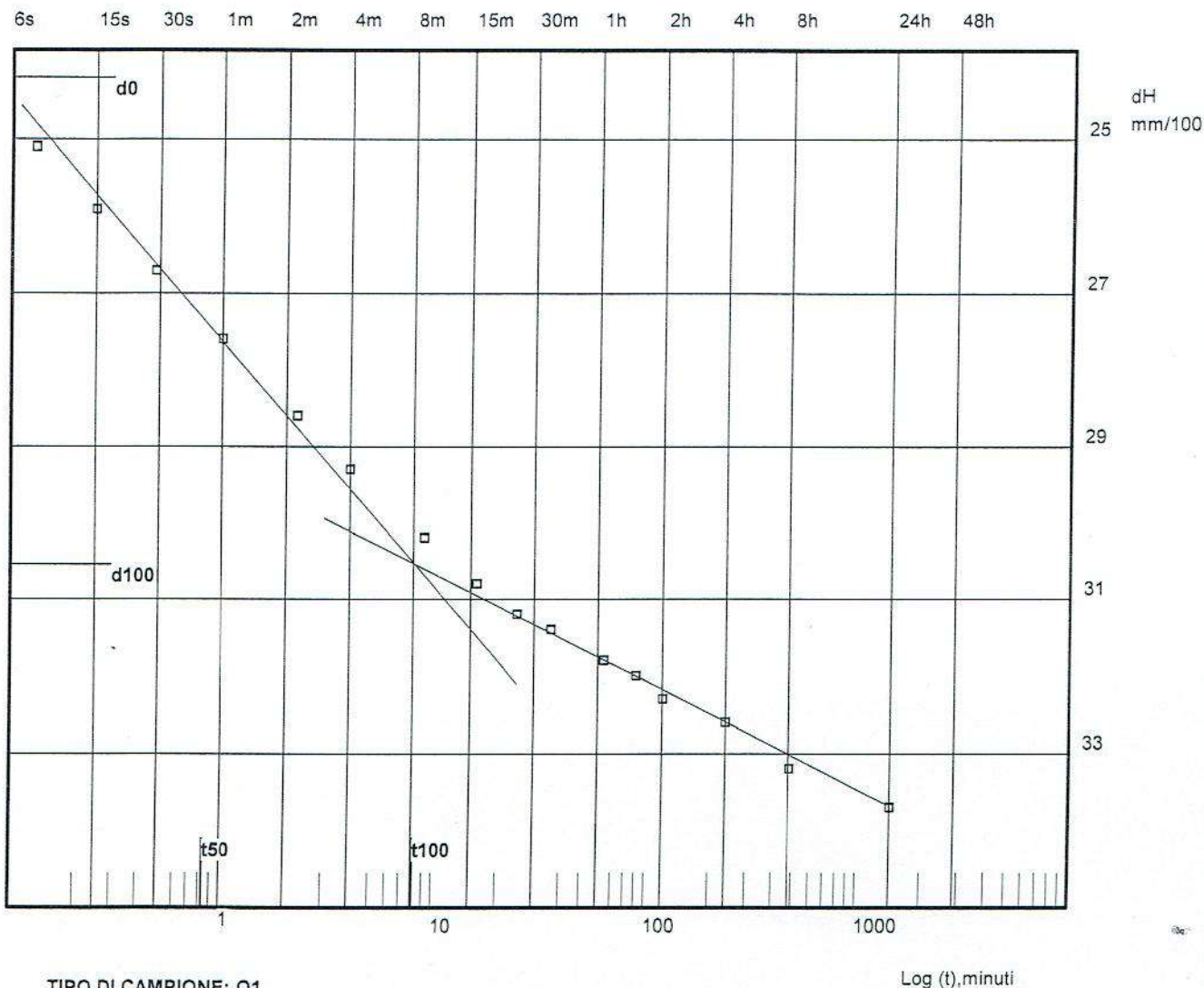
CANTIERE: Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 2

PROFONDITA', m: 4.0-4.5

## PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1

PRESSIONE da 49.00 kPa a 98.00 kPa

t50= 50 sec

Cv= 3.84E-03 cm<sup>2</sup>/sec

k= 6.82E-08 cm/sec

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 3/4  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 22/02/16-08/03/196  
Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manfelloni



N. di certificato: 191/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: - -

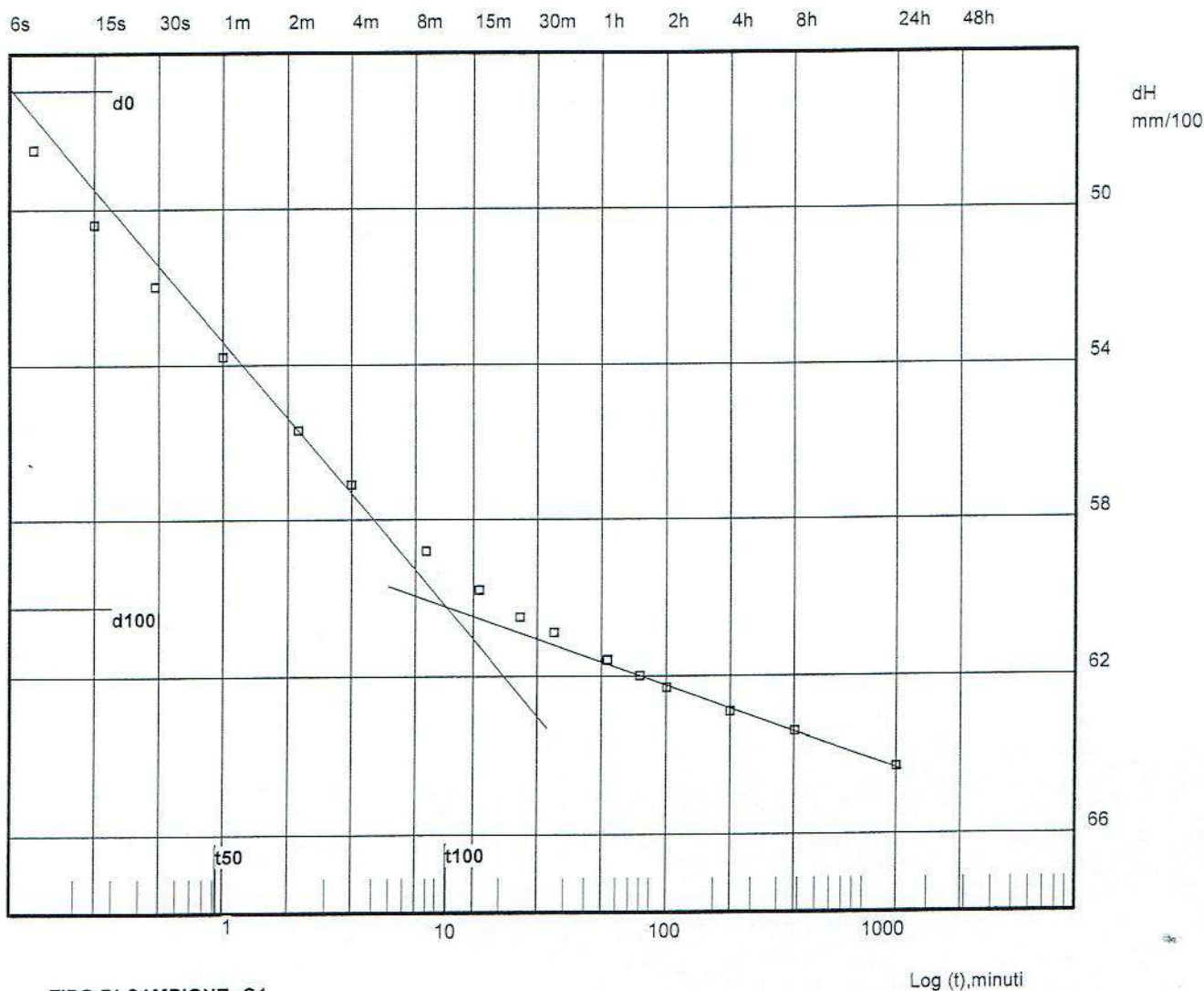
CANTIERE: Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 2

PROFONDITA', m: 4.0-4.5

## PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1

PRESSIONE da 98.00 kPa a 196.00 kPa

t50= 56 sec

Cv= 3.35E-03 cm<sup>2</sup>/sec

k= 5.21E-08 cm/sec

Log (t),minuti

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 4/4

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 22/02/16-08/03/196

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett.A)

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

N. di certificato: 192/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: - -

CANTIERE: Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 2

PROFONDITA', m: 4.0-4.5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

### Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00

altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	22.23	22.53	22.42
grado di saturazione, %	90.94	88.85	87.07
peso di volume, kN/m <sup>3</sup>	19.50	19.26	19.12
densità secca, kN/m <sup>3</sup>	15.95	15.71	15.62
Peso specifico dei grani, t/m <sup>3</sup>	2.70	2.70	2.70
Indice dei vuoti, -	0.66	0.69	0.70

### PRESSIONI VERTICALI

kPa

98.07  
196.14  
294.21

### RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

91.33  
137.46  
204.72

### RESISTENZA RESIDUA

kPa

-  
-  
-

### PARAMETRI A ROTTURA

#### RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

91.33  
137.46  
204.72

#### DEF. ORIZZONTALE

mm

1.25  
1.73  
1.88

#### DEF. VERTICALE

mm/100

4.90  
-12.20  
-14.10

Velocità di taglio= 0.0022 mm/minuto

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/2  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 22/02/16-26/02/16

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett.A)

D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 192/G del 08/03/16

COMMITTENTE: STUDIO DI GEOLOGIA GIAN FRANCO RUFFINI

IMPRESA: - -

CANTIERE: Le Rocche-Casale Marittimo (PI)

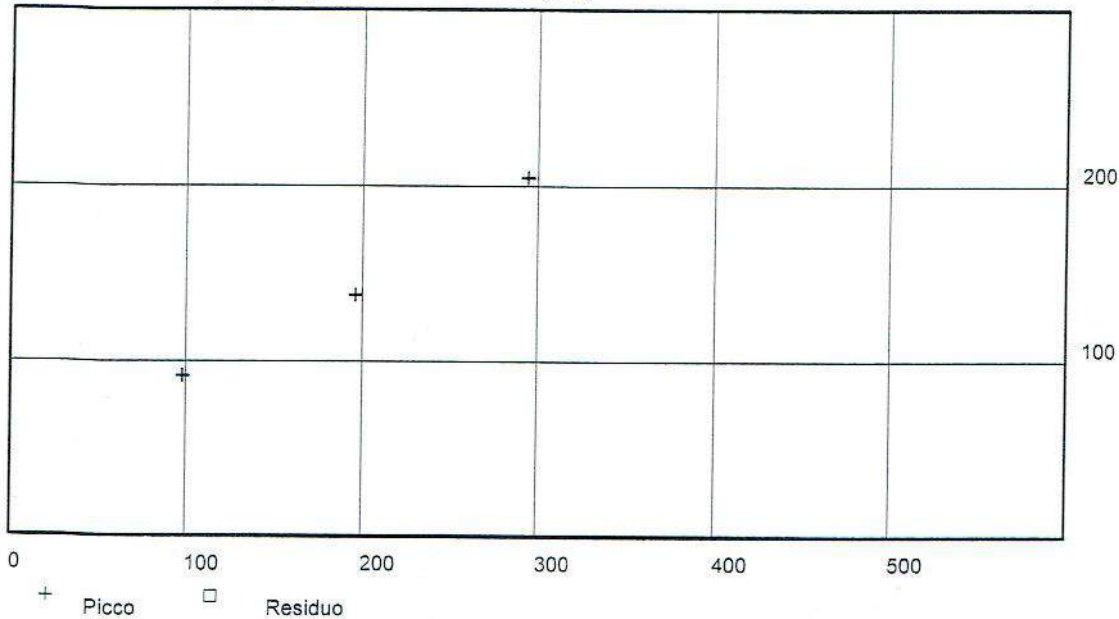
Verbale di accettazione: 23/265

SOND.: 1 CAMP.: 2

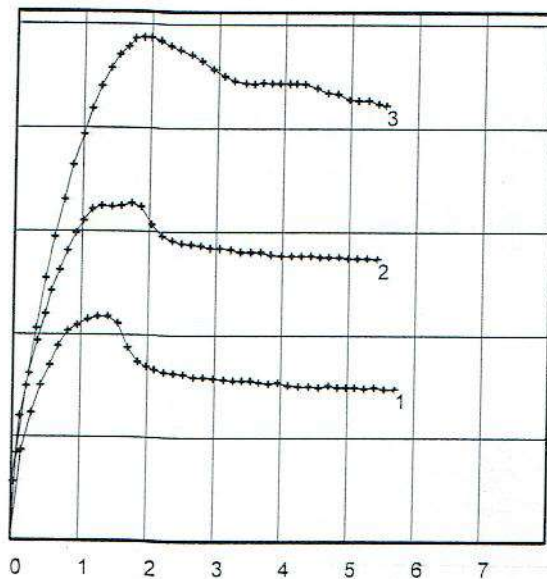
PROFONDITA', m: 4.0-4.5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

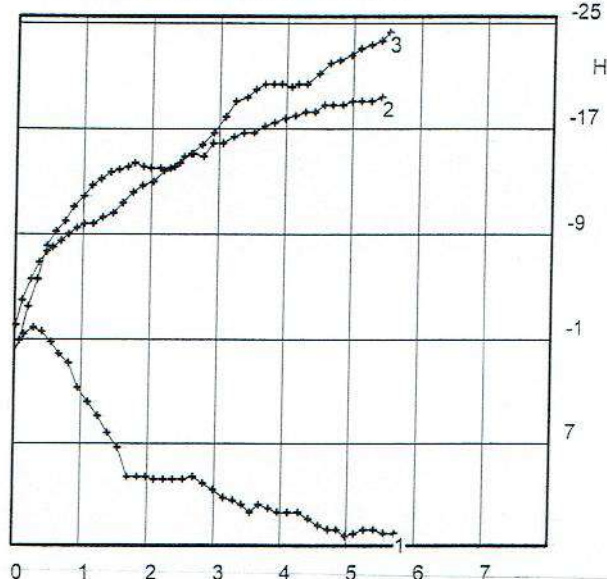
Sforzo di taglio, (kPa)-Pressione verticale (kPa)



SFORZO DI TAGLIO (kPa)



DEFORMAZIONI VERTICALI, mm/100



Deformazione orizzontale (mm)

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/2

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 22/02/16-26/02/16

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

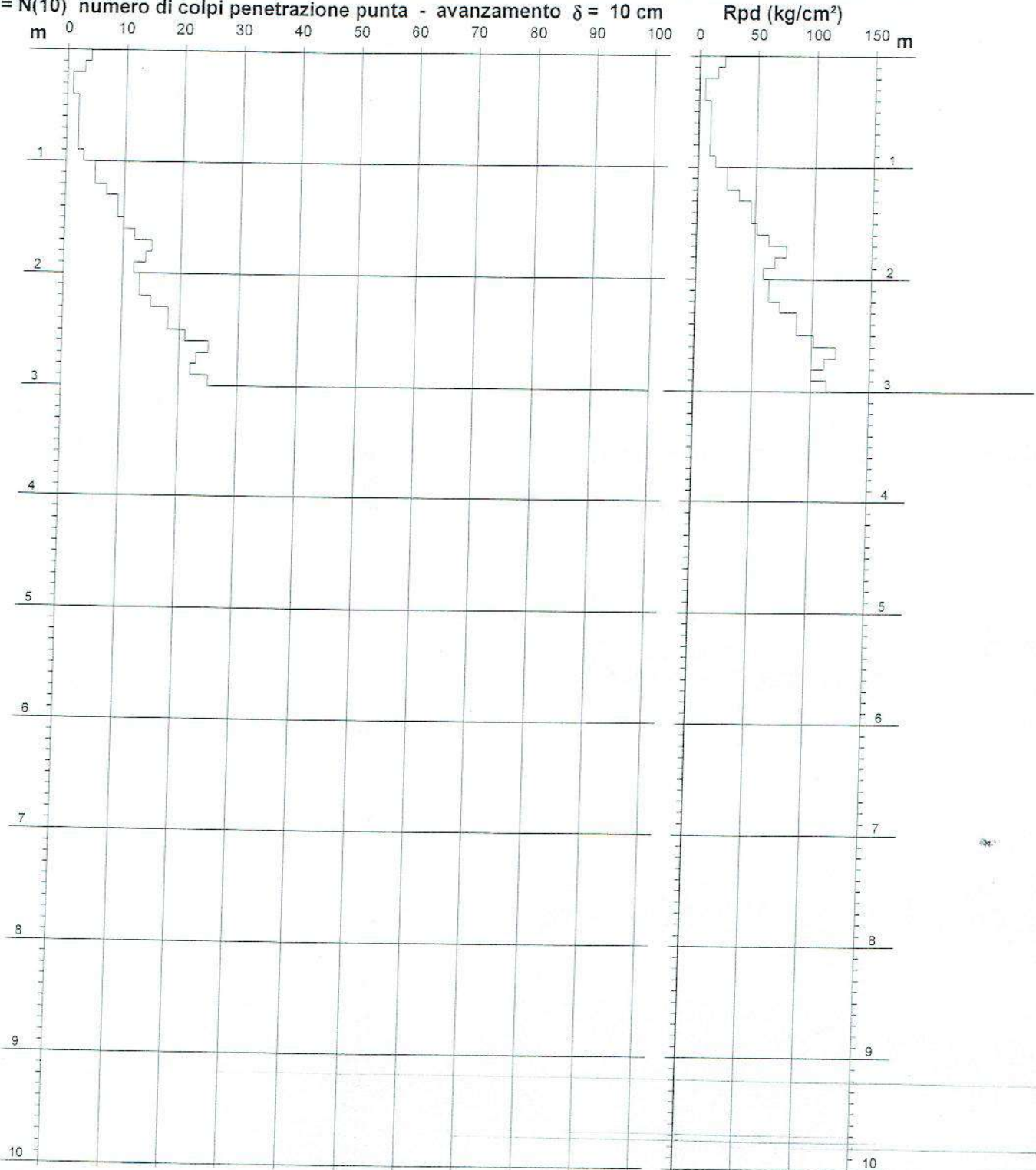
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ri Claudio Elzi e Paola Mamè  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 11, Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/02/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 17/02/2016

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

Scala 1: 50

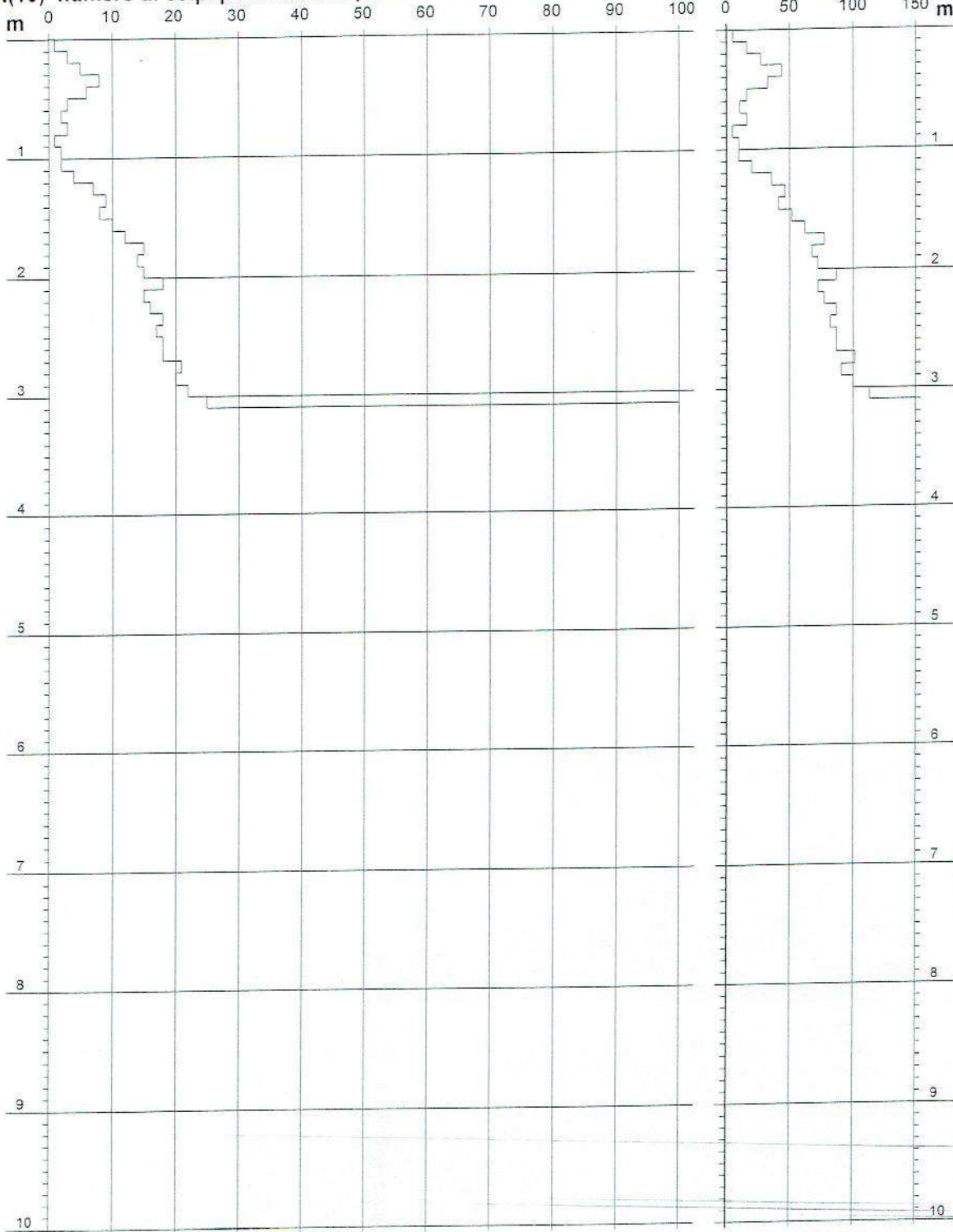
- cantiere : Sig.ri Claudio Elzi e Paola Mamè  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 11, Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/02/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 17/02/2016

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

Scala 1: 50

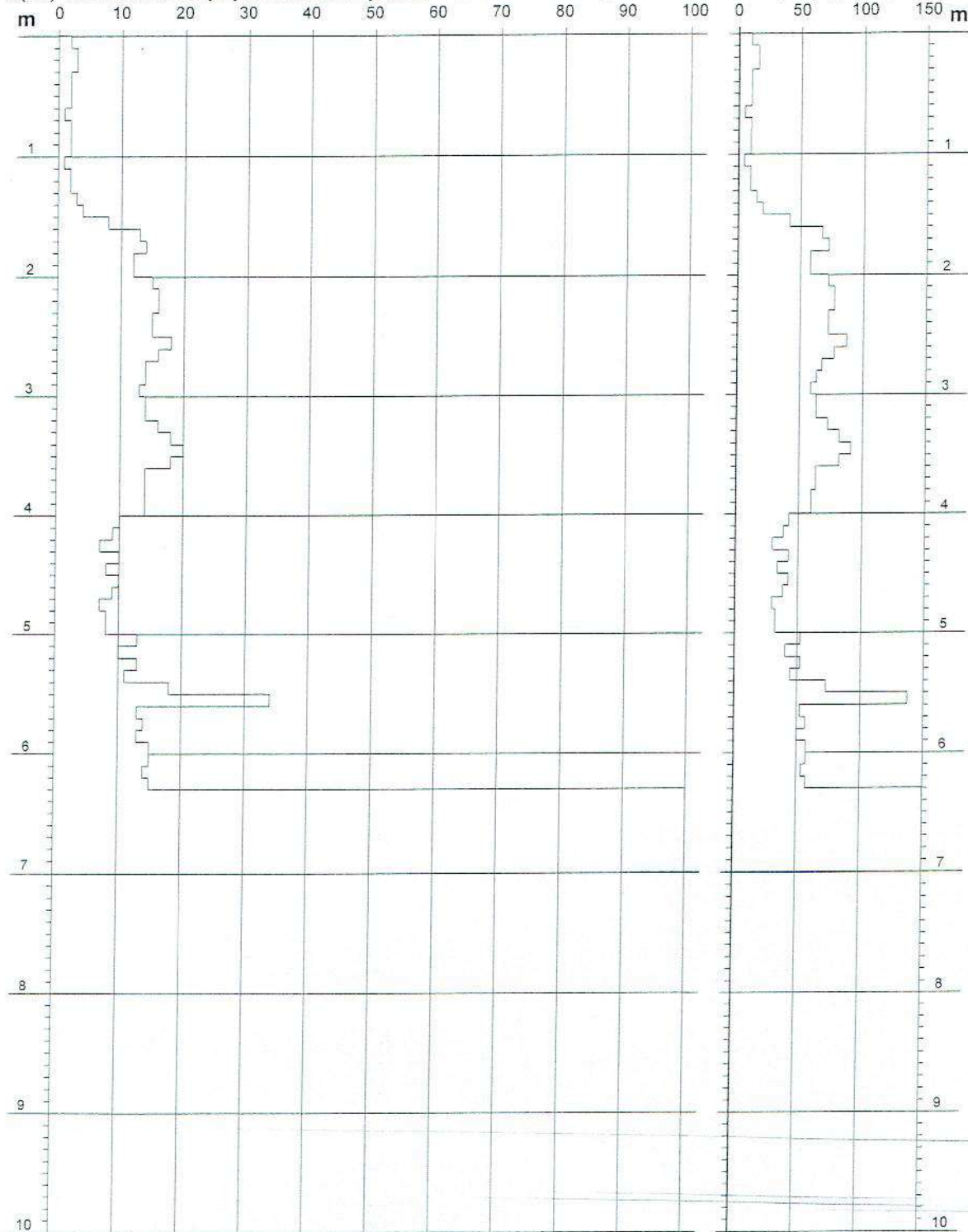
- cantiere : Sig.ri Claudio Elzi e Paola Mamè  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 11, Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/02/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 17/02/2016

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

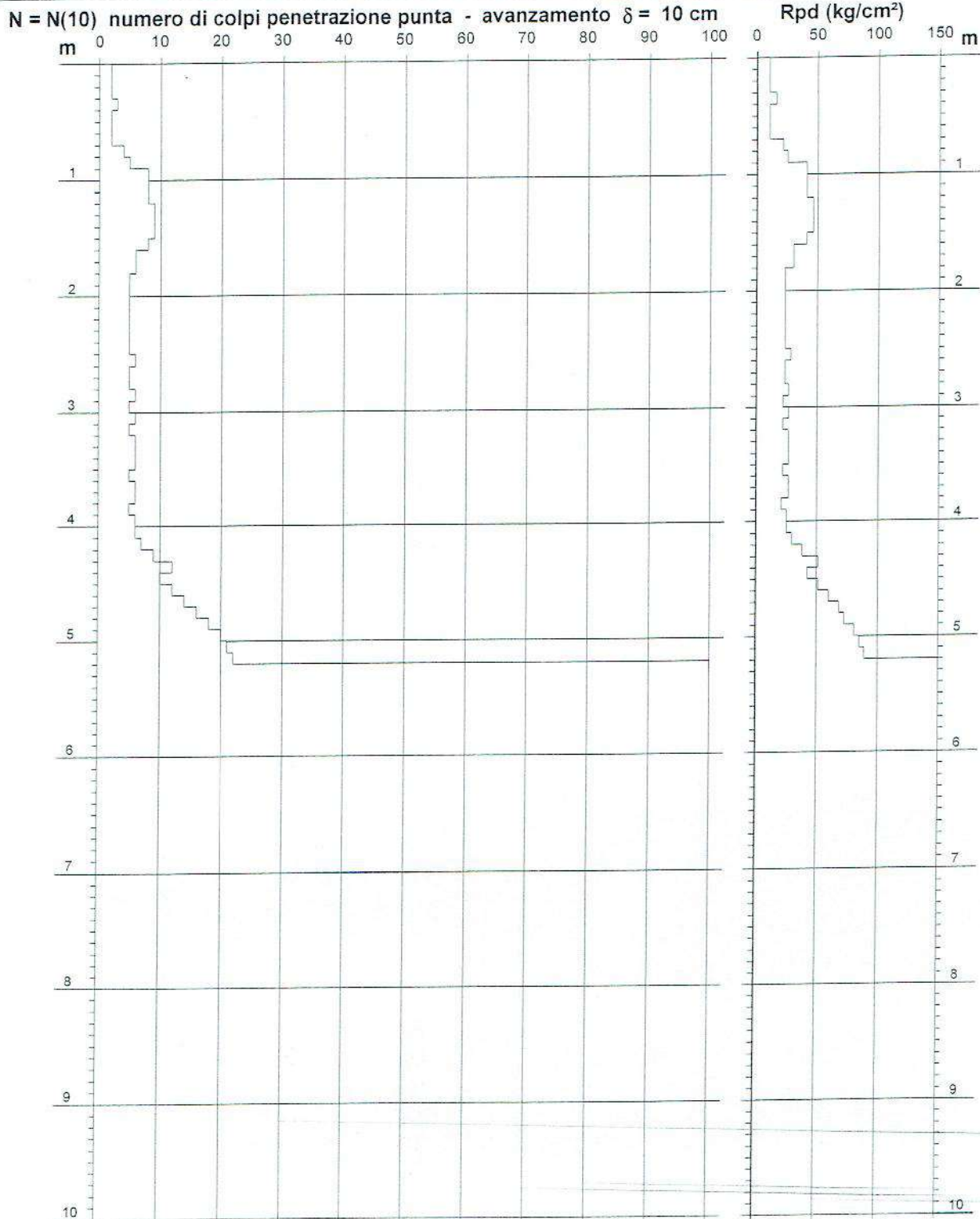
DIN PD4

Scala 1: 50

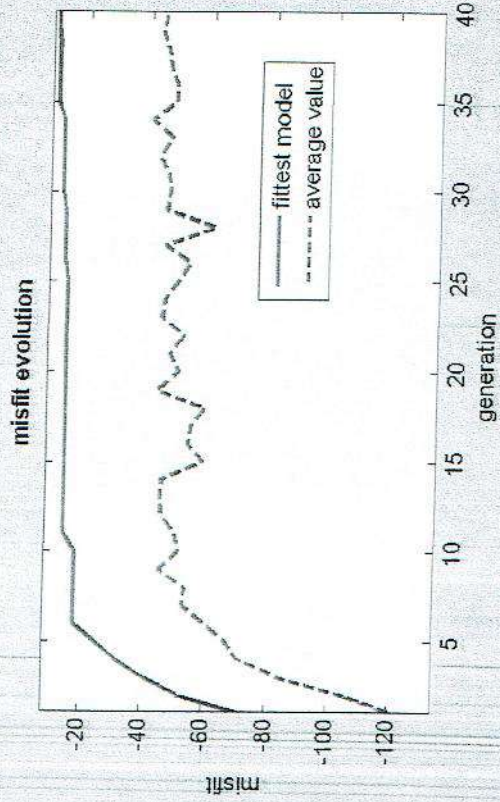
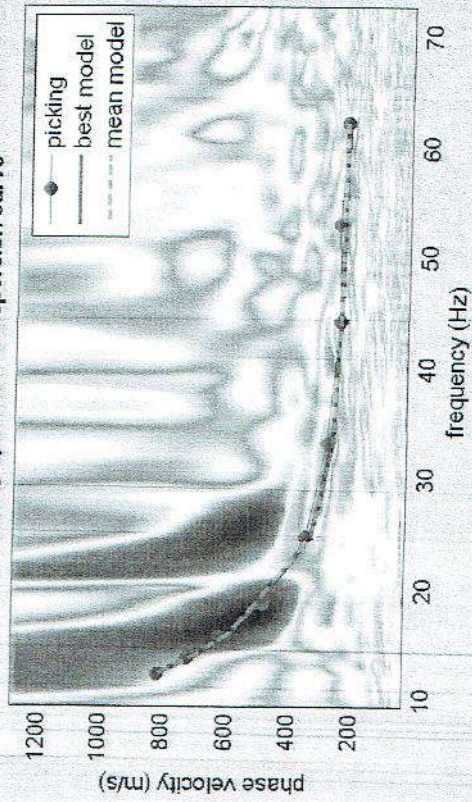
- cantiere : Sig.ri Claudio Elzi e Paola Mamè  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 11, Comune di Casale M.mo

- data prova : 08/02/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 17/02/2016

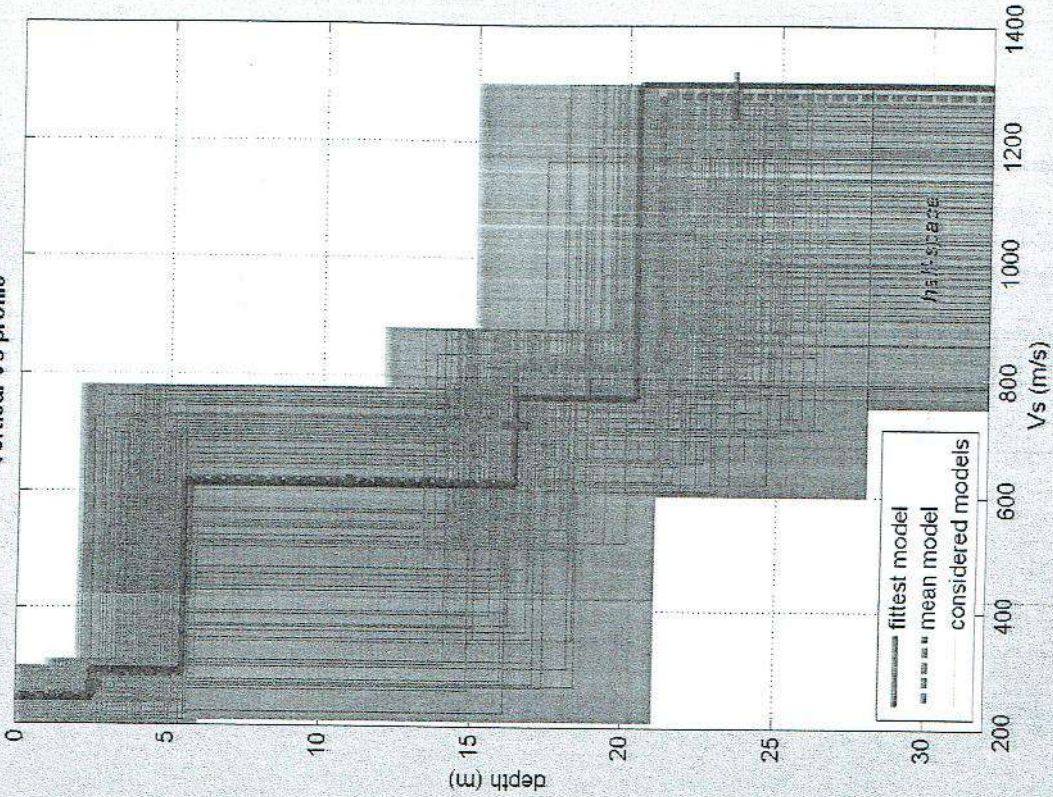
- note :



velocity spectrum & dispersion curve



Vertical Vs profile



dataset: 5 metri.sgy  
dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
VS30 (best model): 592 m/s  
VS30 (mean model): 593 m/s





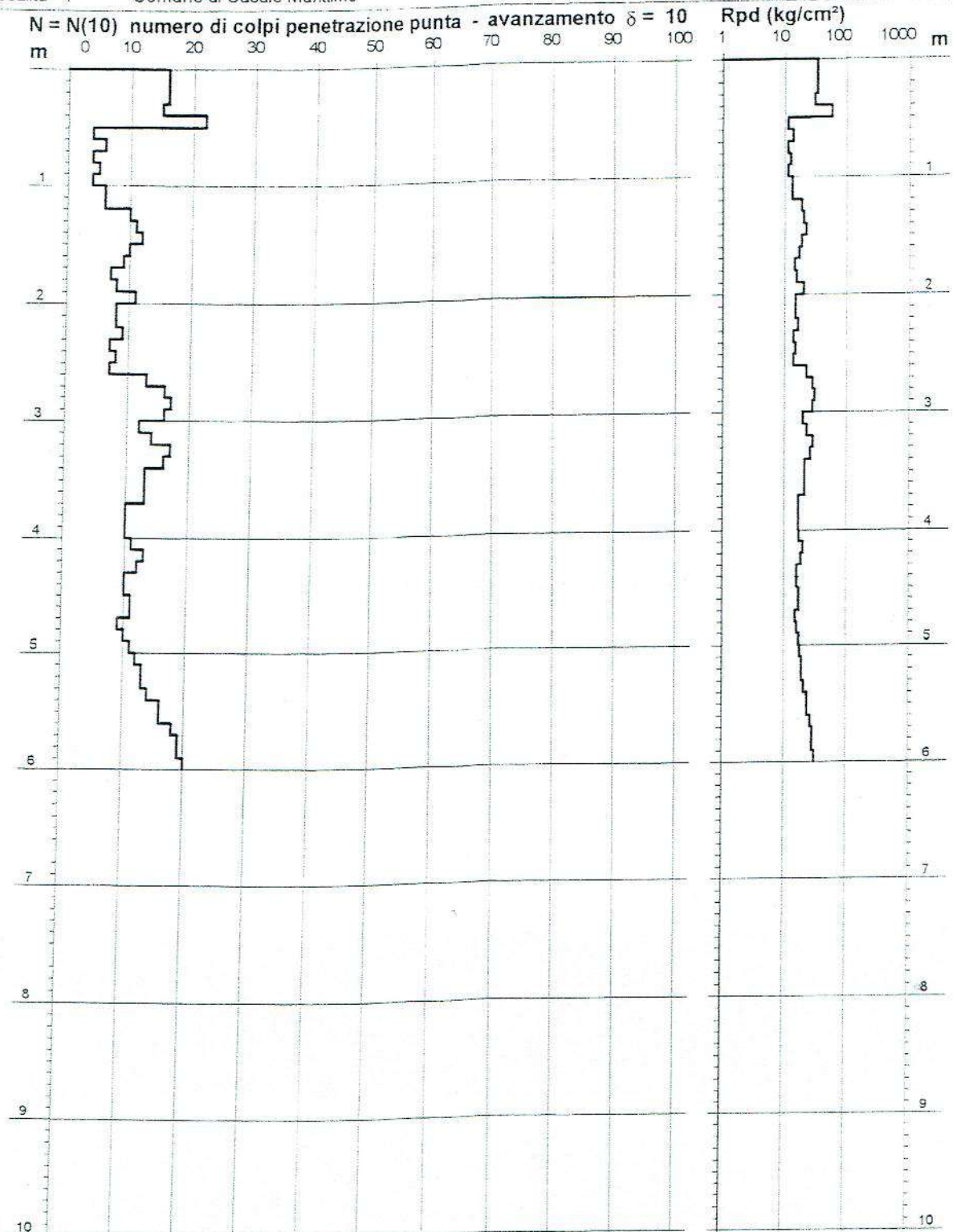
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine : Costruzione di scala esterna  
- cantiere : Podere Fornelli Sig.ra DI BRINO  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 26/02/2002  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4

- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m

- Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm]

- A (area punta)= 10,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 35,70 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

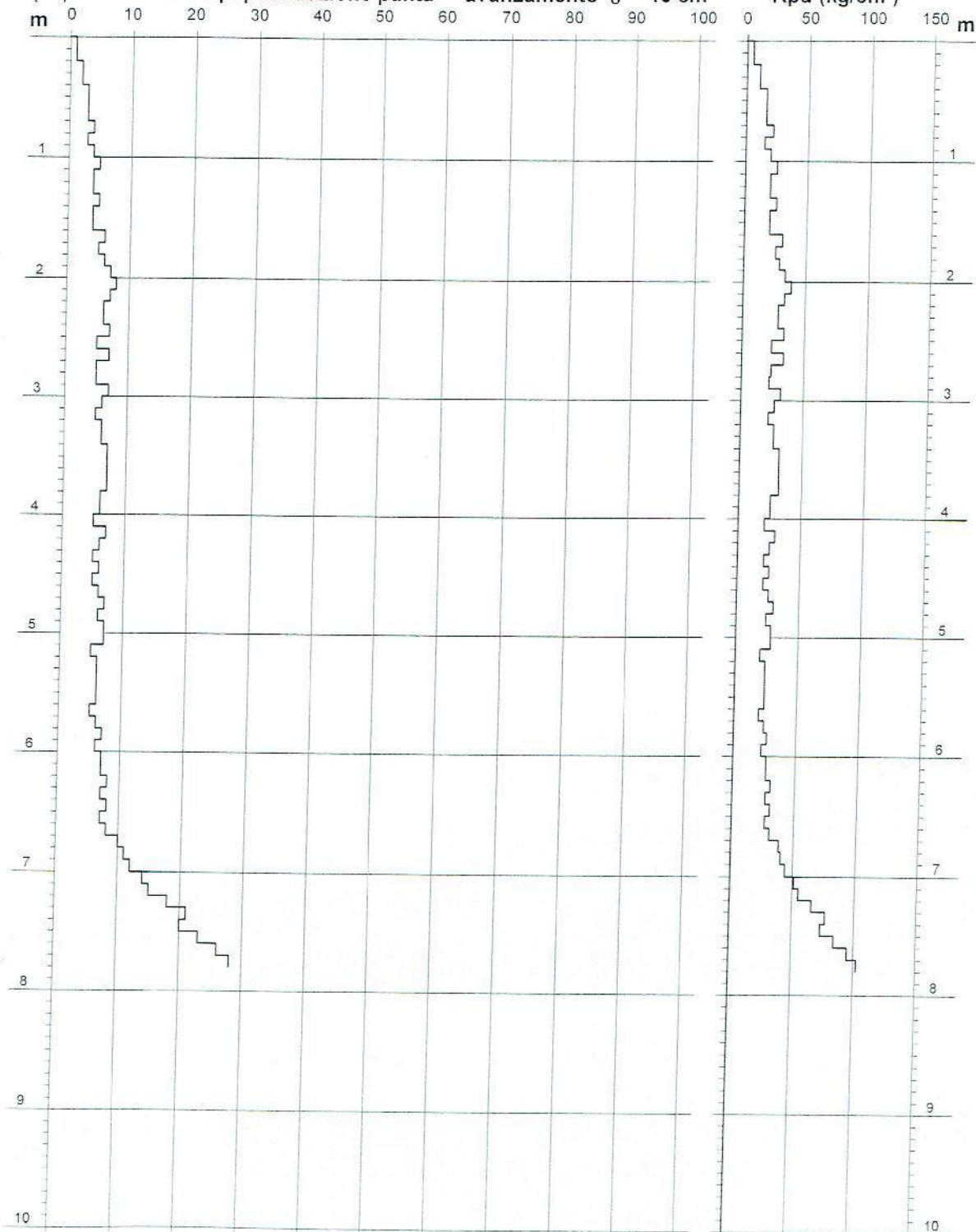
- cantiere : Sig.ra Di Brino Giovanna  
- lavoro : Ristrutturazione e ampliamento civile abitazione  
- località : Via delle Venelle 9, Comune di Casale M.mo

- data prova : 10/02/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 20/02/2016

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



**RISULTATI INDAGINE MASW**  
**Ristrutturazione di porzione di edificio in località Fornelli**  
**Via delle Venelle n°9 Comune di Casale M.mo**

dispersion curve: number of frequency-velocity points=8  
 dataset: 5 metri.sgy  
 minimum offset (m): 5  
 geophone spacing (m): 2  
 sampling (ms): 0.131  
 dispersion curve: picking 5 metri.cdp  
 number of individuals: 40  
 number of generations: 31

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 150 1 140 1 180 2 200 3 250 12 350  
 Adopted search space (maximum Vs & thickness): 230 3 270 3 280 4 350 6 450 20 600  
 Adopted Poisson values: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-24.5084	-12.0449
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-20.8481	-10.5079
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-16.2496	-6.28396
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-11.9615	-5.66173
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-11.8747	-4.79973
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-12.4242	-4.66867
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-11.7527	-4.66867
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-11.6115	-4.66867
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-11.4615	-4.66867
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-12.6674	-4.66867
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-11.3007	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-13.2128	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-13.2568	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-12.2829	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-12.7684	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-12.665	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-12.931	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-12.129	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-11.3709	-4.56817
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-11.5523	-4.51627
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-10.5263	-4.51627
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-11.3232	-4.43747
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-12.1557	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-11.5759	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-12.4038	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-10.9038	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-11.1764	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-12.439	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-12.766	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-11.67	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-11.569	-4.36271

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-14.4983	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-13.1053	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-12.1405	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-13.2444	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-13.1956	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-12.6343	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-12.1126	-4.36271
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-11.5267	-4.30983
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-11.1049	-4.30983

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 186 221 230 276 330 600  
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35  
 Thickness (m): 1.9 2.1 3.1 3.7 15

Number of models considered to calculate the average model: 18





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

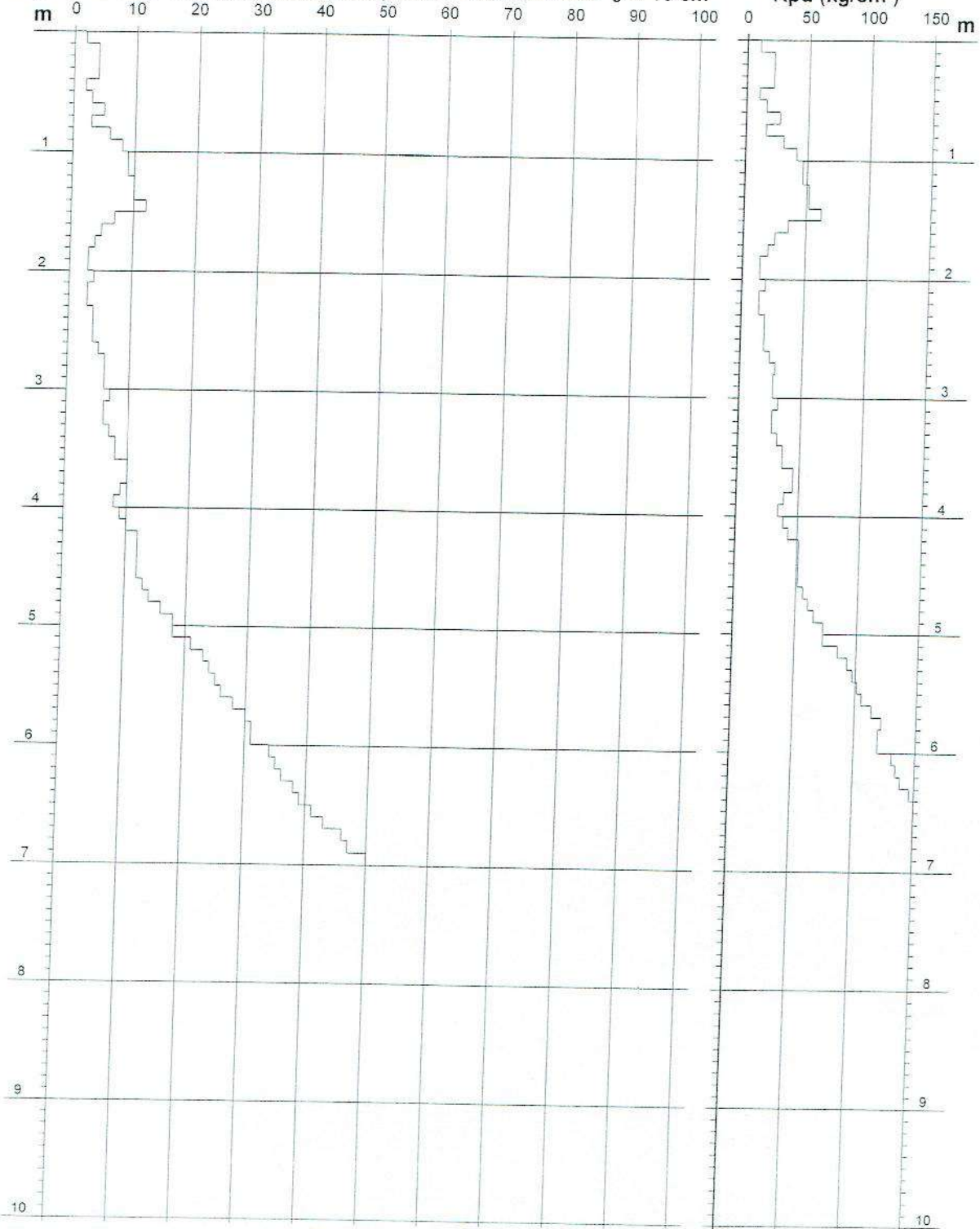
- cantiere : Sig.ri Renzo Chiavaroli e Marina Regina Rovere  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- localita : Via della Camminata 4, Comune di Casale M.mo

- data prova : 28/06/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. faida : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/06/2016

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

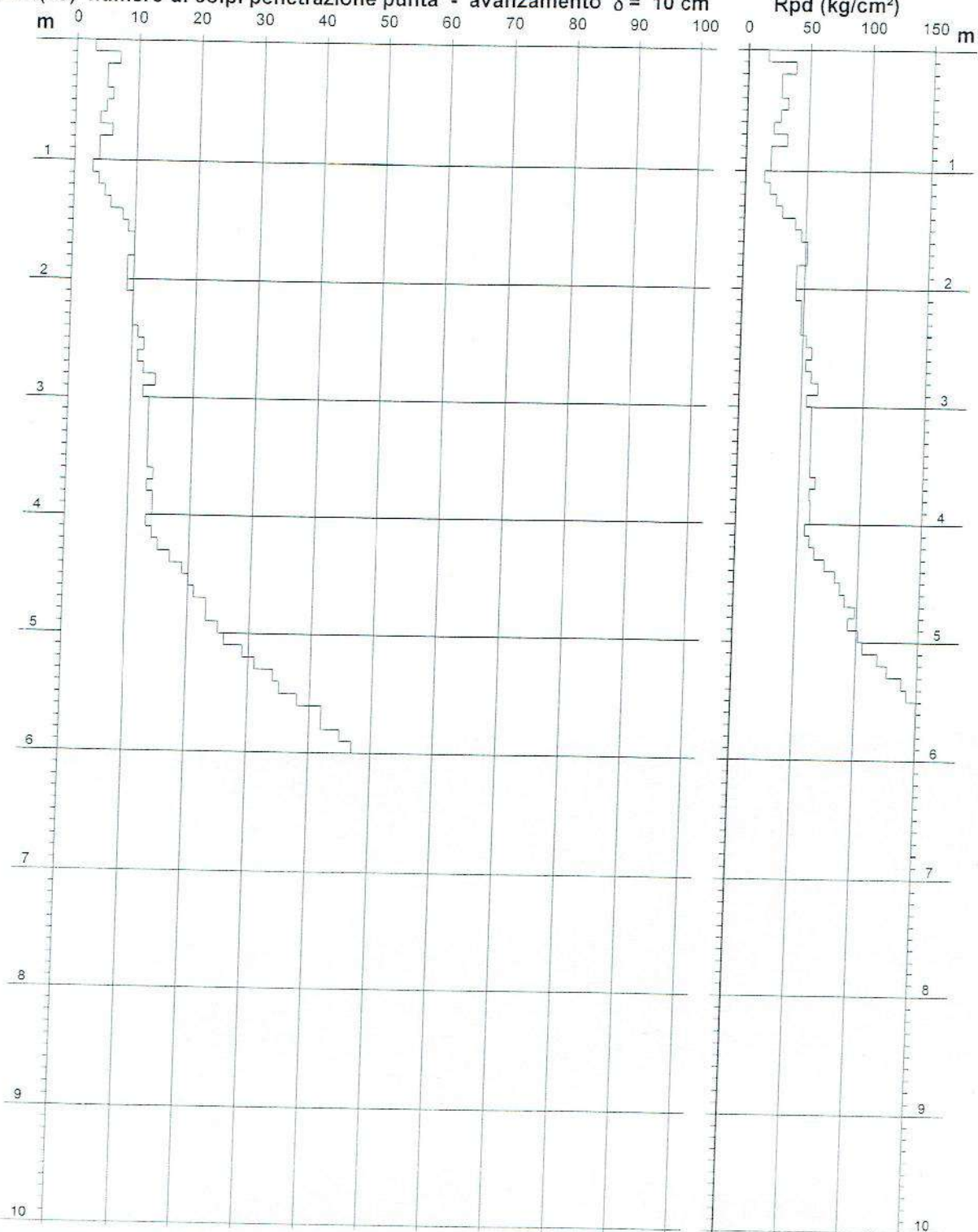
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ri Renzo Chiavaroli e Marina Regina Rovere  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 4, Comune di Casale M.mo

- data prova : 28/06/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/06/2016

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD3

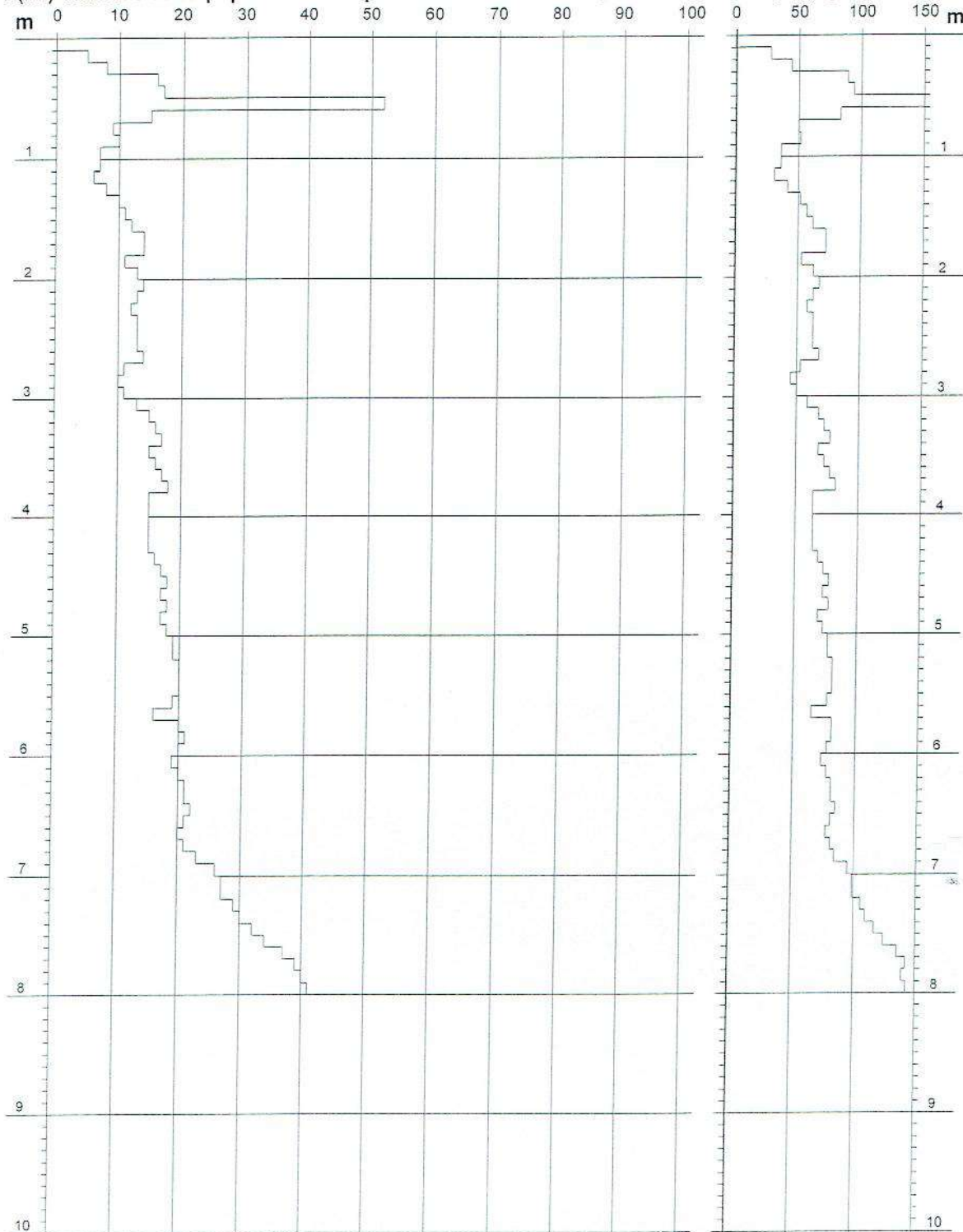
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ri Renzo Chiavaroli e Marina Regina Rovere  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 4, Comune di Casale M.mo

- data prova : 28/06/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/06/2016

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD4

Scala 1: 50

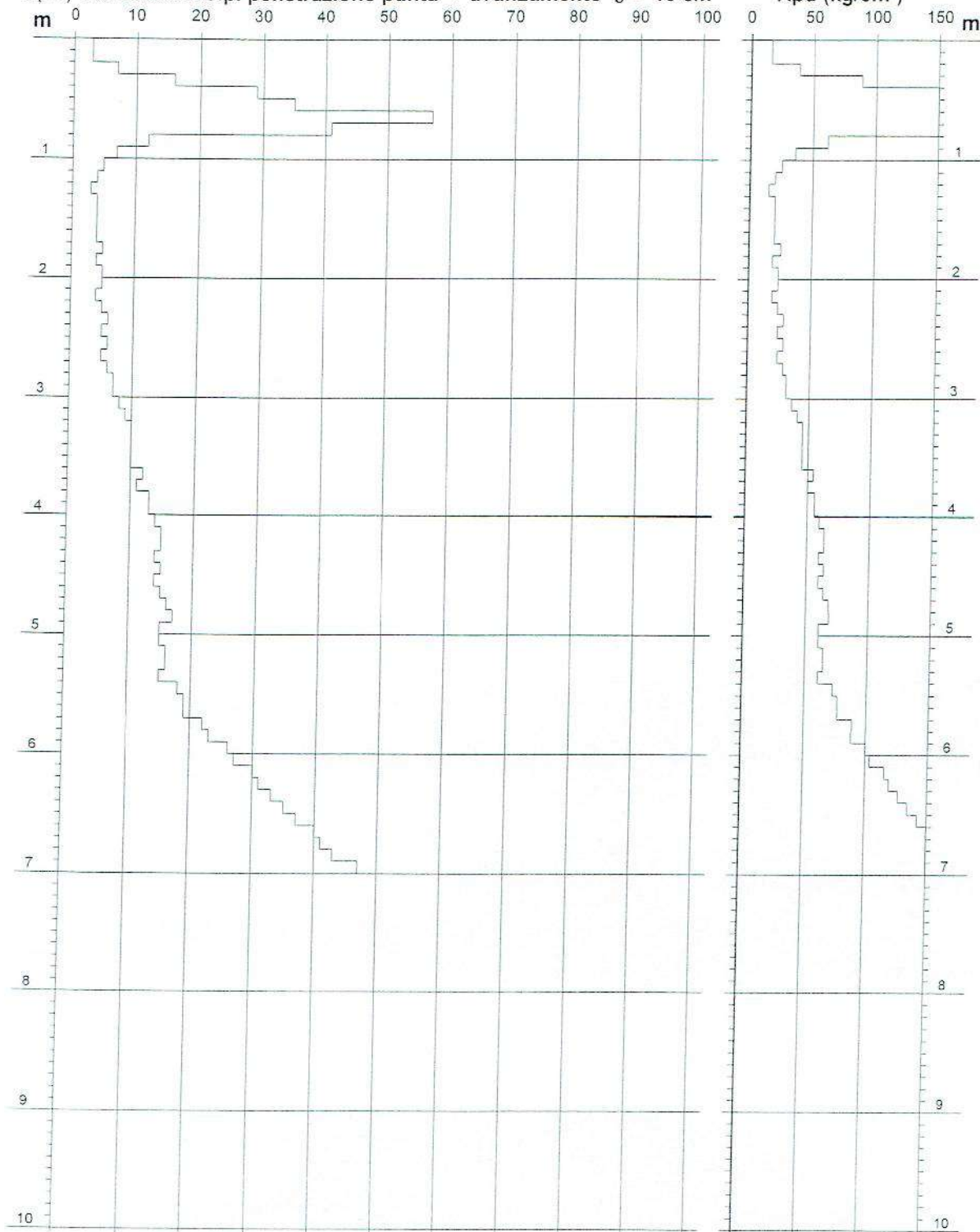
- cantiere : Sig.ri Renzo Chiavaroli e Marina Regina Rovere  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 4, Comune di Casale M.mo

- data prova : 28/06/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/06/2016

- note :

$N = N(10)$  numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD5

Scala 1: 50

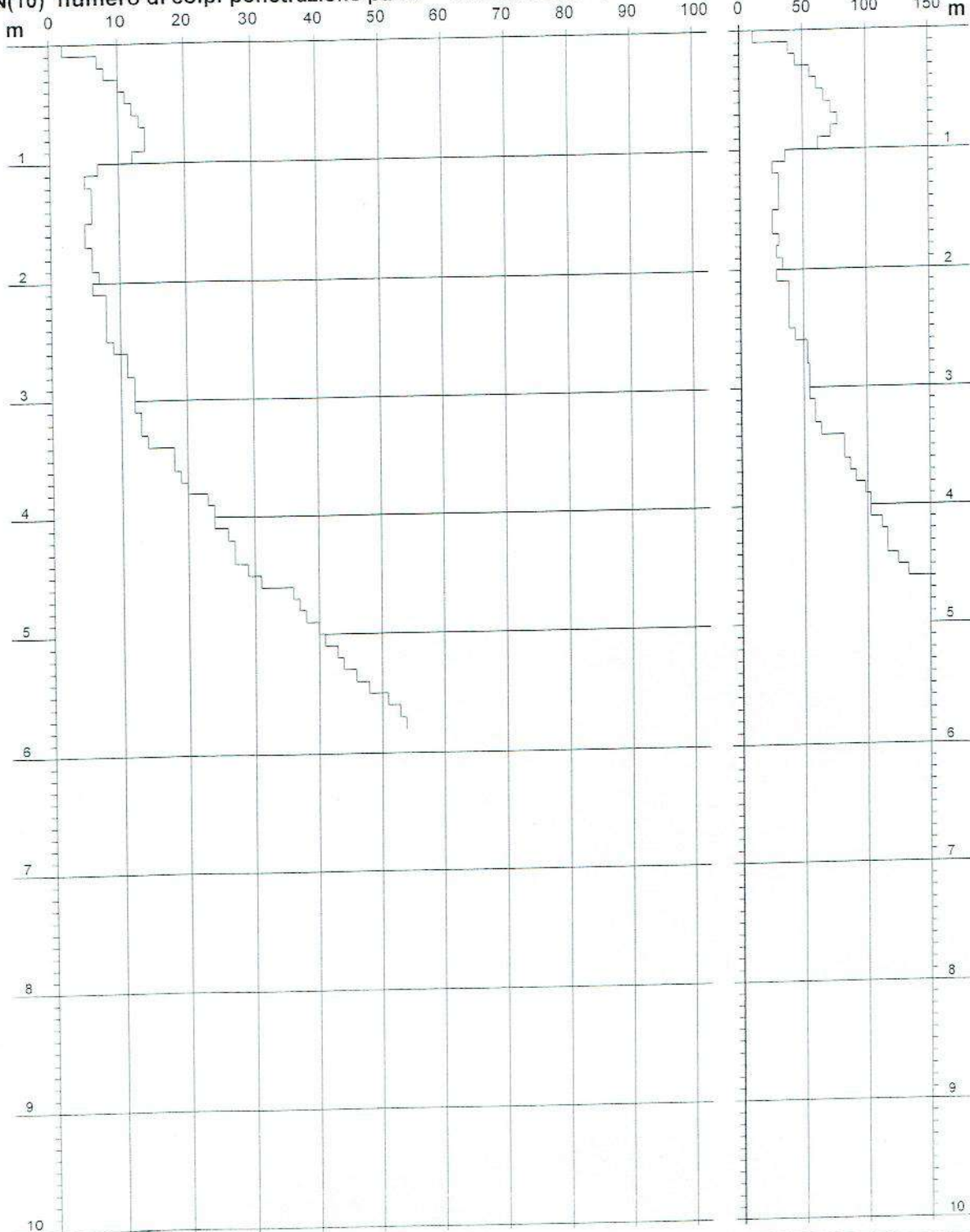
- cantiere : Sig.ri Renzo Chiavaroli e Marina Regina Rovere  
- lavoro : Demolizione e ricostruzione edificio civile abitaz  
- località : Via della Camminata 4, Comune di Casale M.mo

- data prova : 28/06/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 30/06/2016

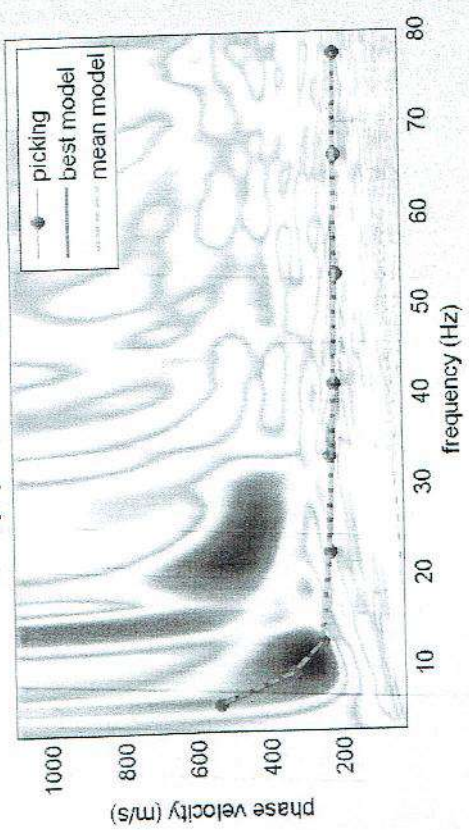
- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

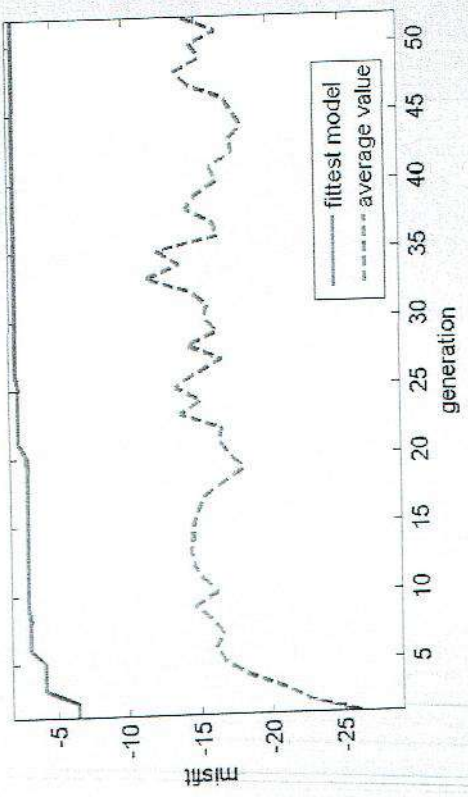
**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



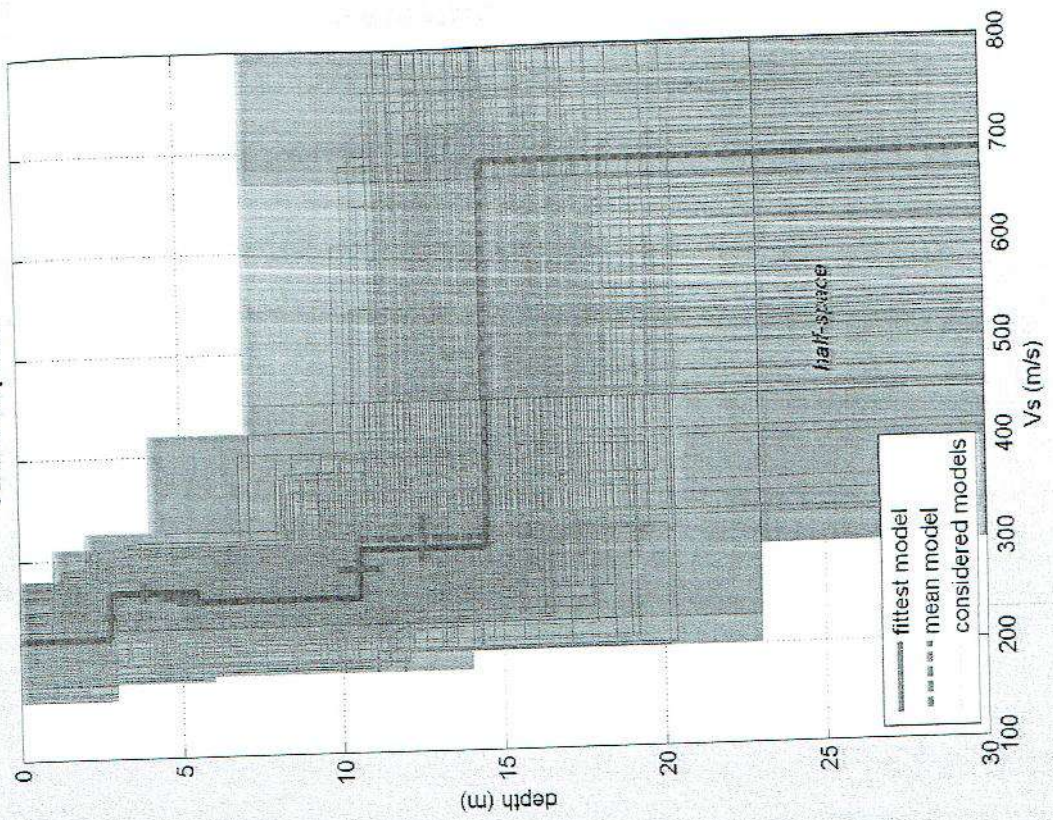
velocity spectrum & dispersion curve



misfit evolution



Vertical Vs profile



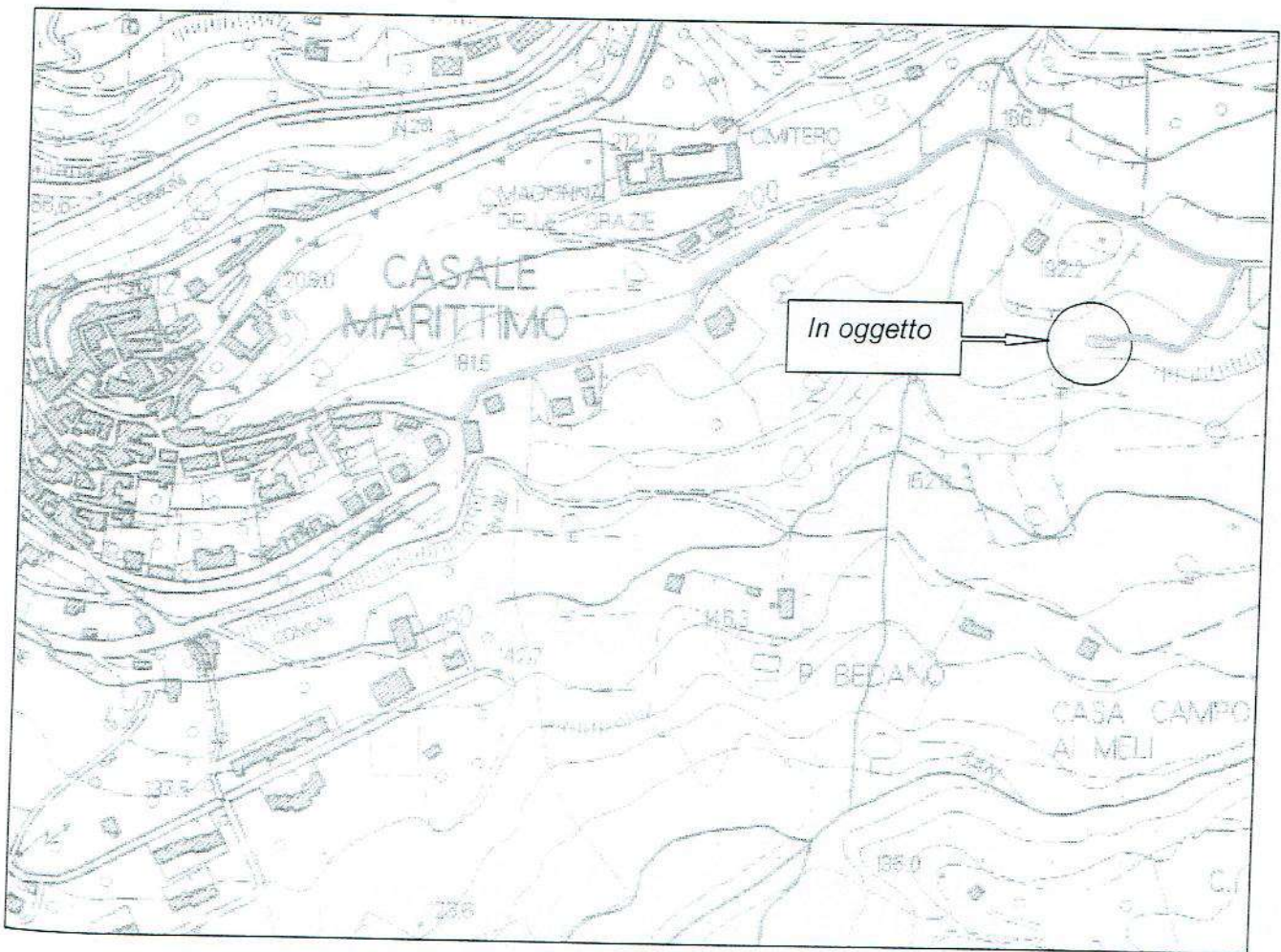
dataset: 5 metrl.sgy  
dispersion curve: picking 5 metrl.cdp  
VS30 (best model): 385 m/s  
VS30 (mean model): 386 m/s

## N.63 - P.E. 50/2016

### 1. Premessa

In ottemperanza al D.M. 14.01.2008, su incarico della Proprietà, è stata realizzata la presente indagine geologica in Località la Corte in via della Pieve nel Comune di Casale Marittimo (Pi). Il progetto prevede la realizzazione di un portico pertinenziale ad un fabbricato per civile abitazione. L'inquadratura topografica e l'ubicazione dell'intervento sono mostrati in figg. 1 e 2.

Fig. 1 - Inquadratura scala 1:5000



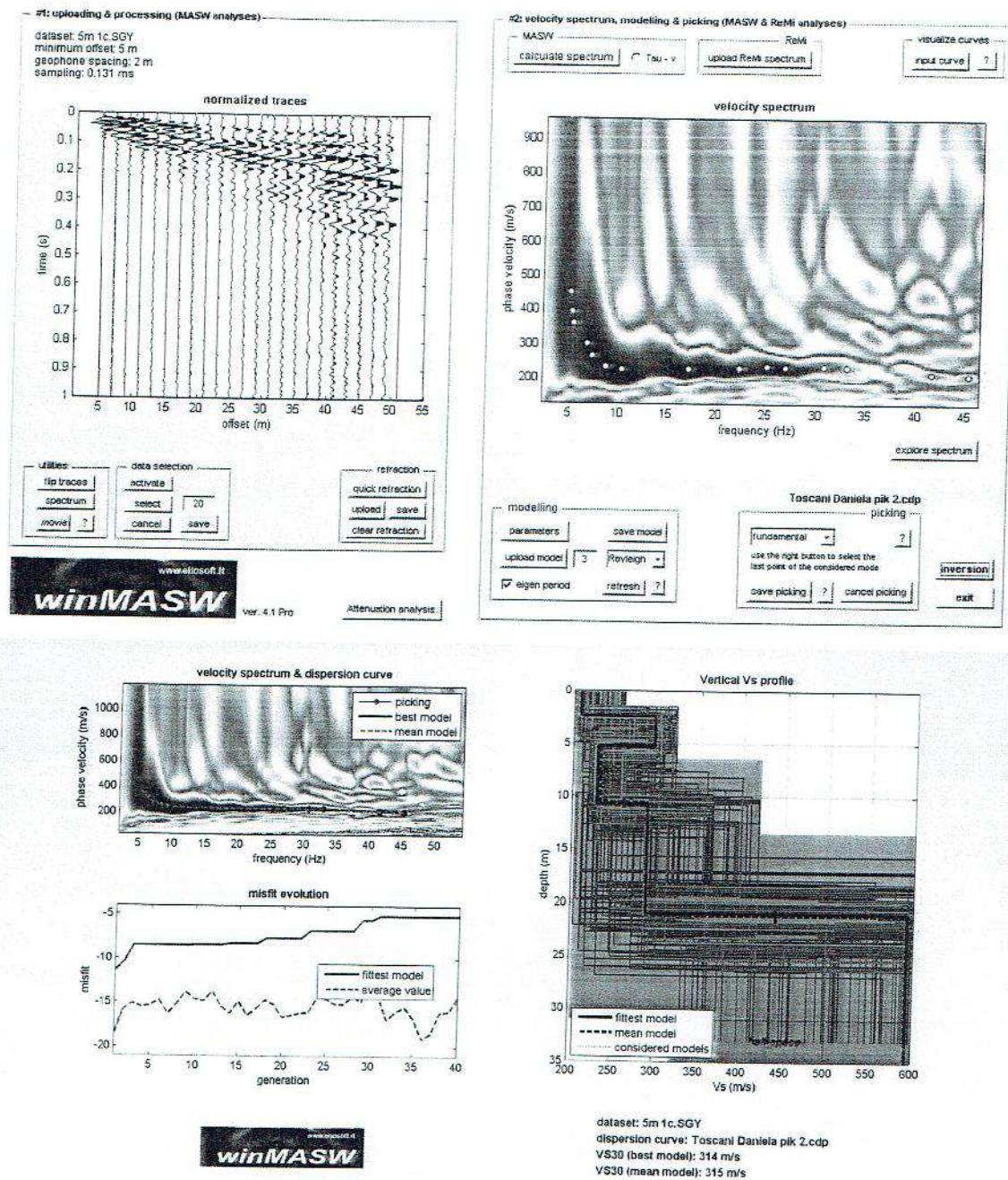


Fig. 9- Risultati indagine Masw



**Calcolo Vs30 e categoria di suolo** - Al fine della valutazione dell'amplificazione stratigrafica è stata stimata la classificazione del sottosuolo calcolando, in ottemperanza alle normative vigenti, la media pesata della velocità delle onde sismiche di taglio Vs secondo la seguente espressione:

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

Dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 metri superiori a partire dal piano di fondazione dell'edificio. Di seguito si riporta il profilo sismostratigrafico rilevato dall'indagine stessa. Secondo una valutazione cautelativa dei dati raccolti si ottiene la seguente sismostratigrafia di progetto:

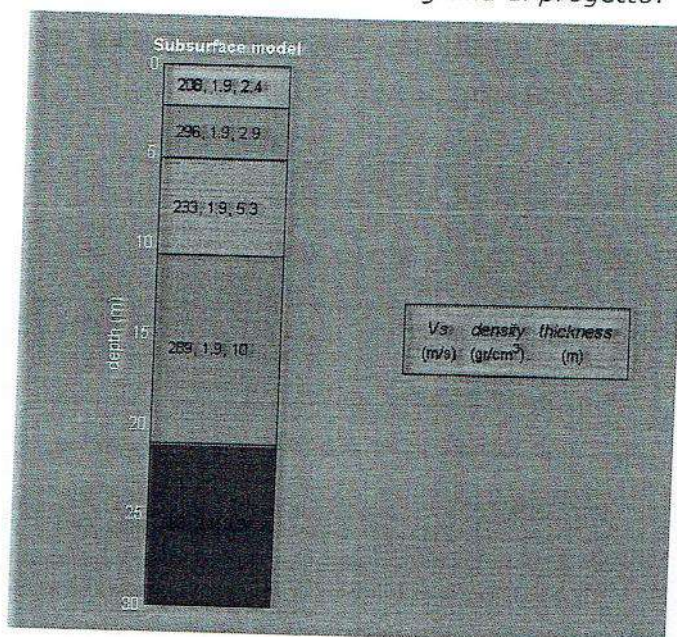


Fig. 10- Sismostratigrafia

Quindi sulla base di quanto esposto si ottiene il seguente valore:

$$Vs30 = 315 \text{ m/s}$$

Terreni con  $Vs30 < 320 \text{ m/s}$  - Categoria di suolo di fondazione = C

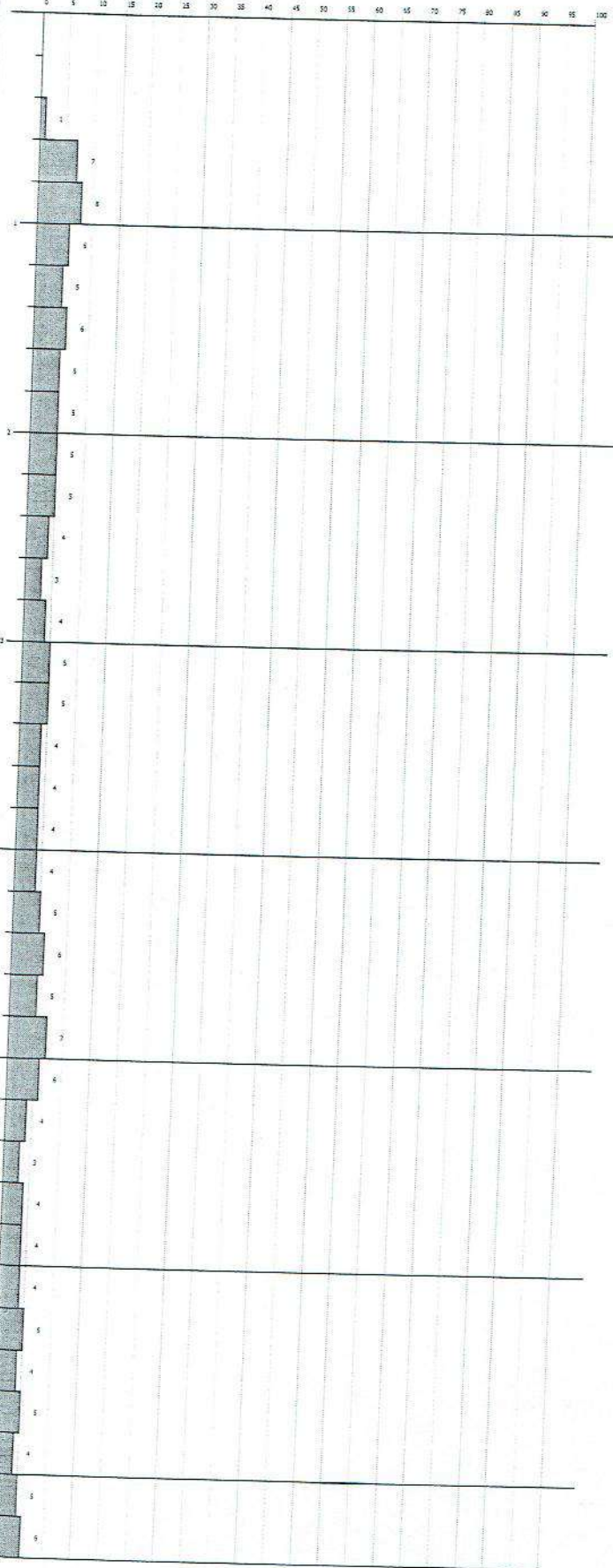
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Toscani Daniela  
 Cantiere : Portico piscina  
 Località : Cassale Marittimo

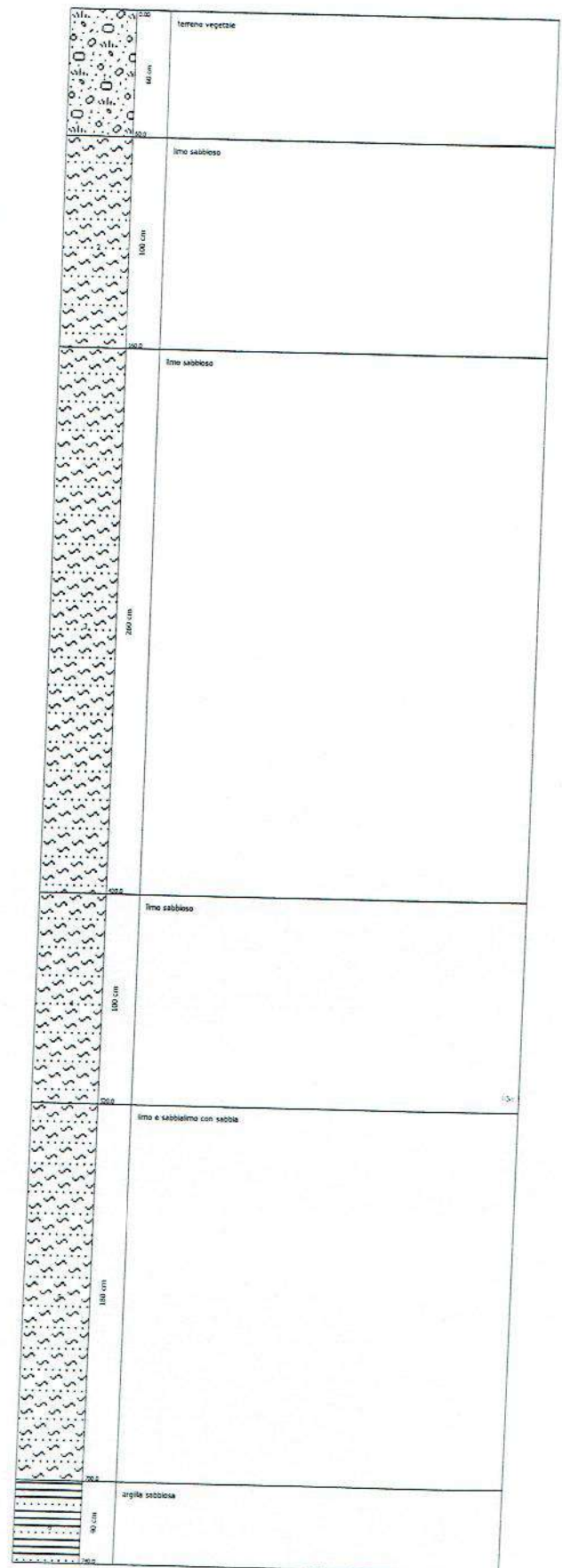
Data :15/04/2016

Scala 1:23

Numero di colpi penetrazione punta



Interpretazione Stratigrafica



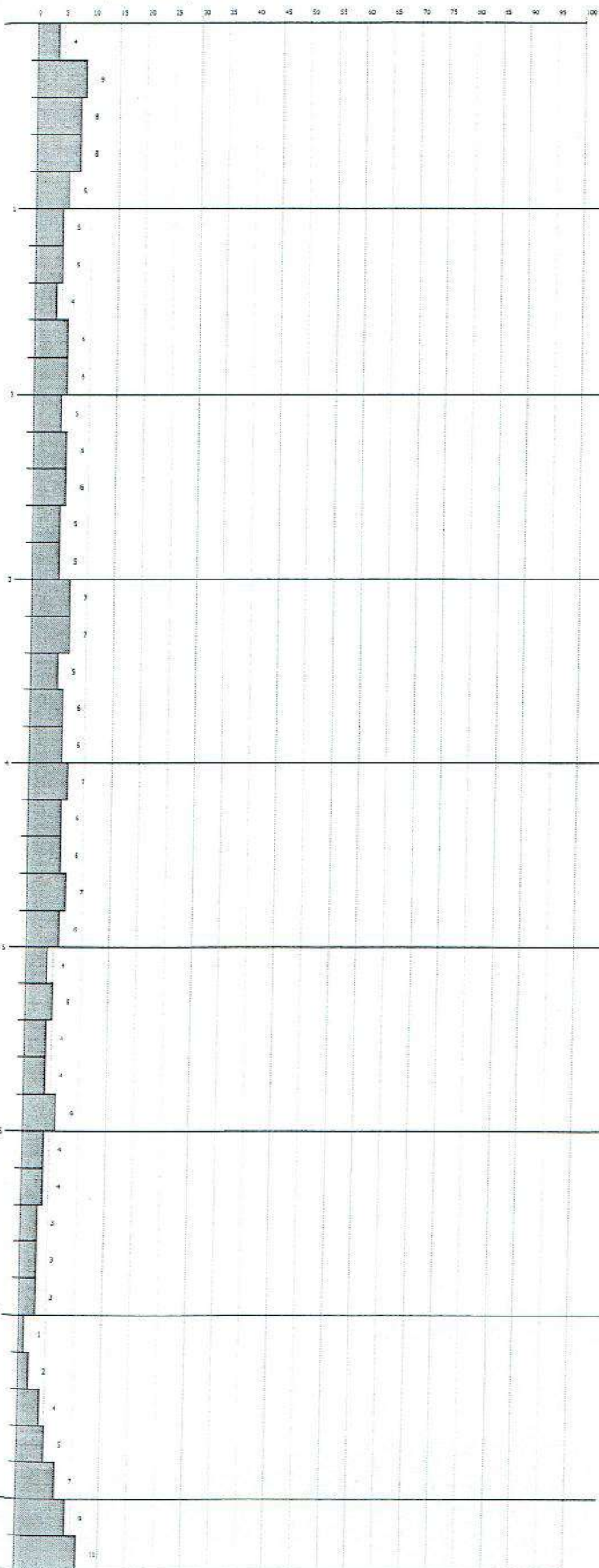
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Toscani Daniela  
 Cantiere : Portico piscina  
 Località : Casale Marittimo

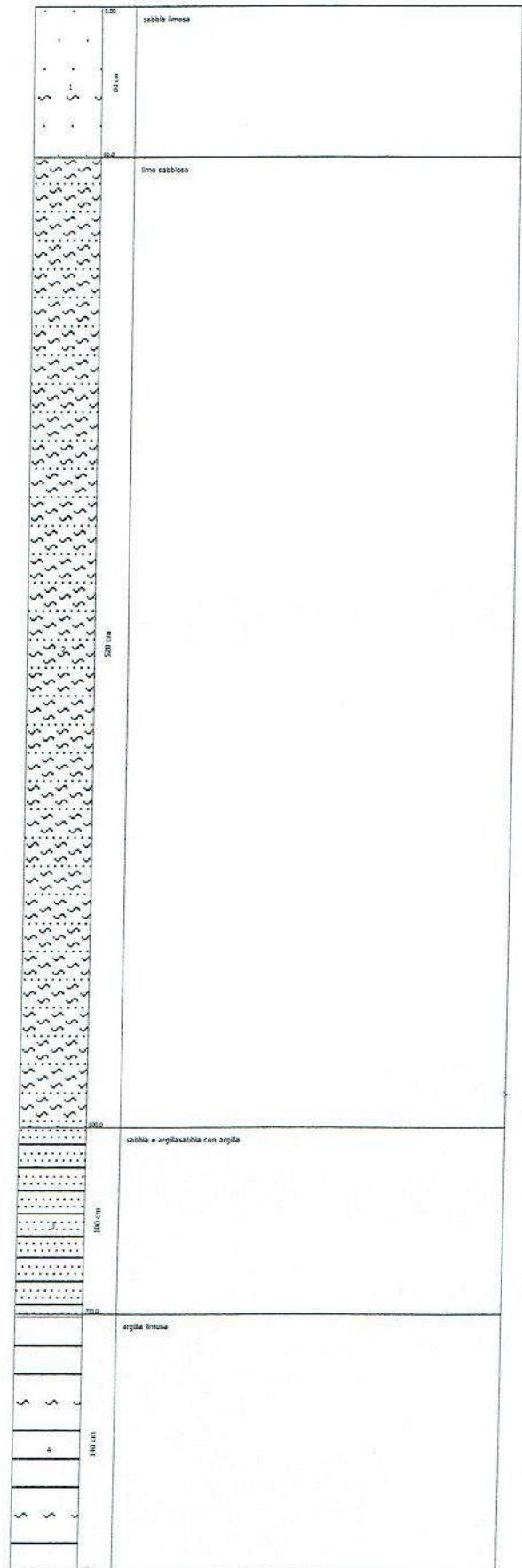
Data : 15/04/2016

Scala: 1:25

Numero di colpi penetrazione punta



Interpretazione Stratigrafica



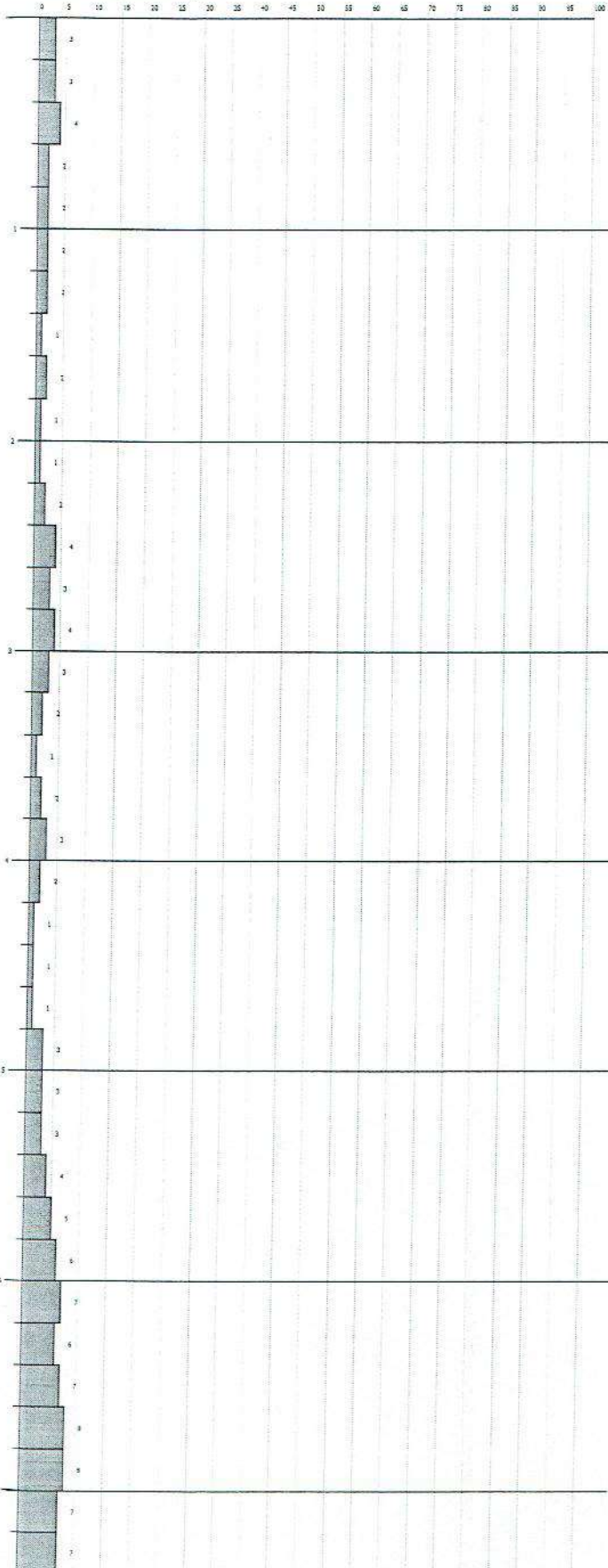
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
**Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Toscani Daniela  
 Cantiere : Portico piscina  
 Località : Casale Marittimo

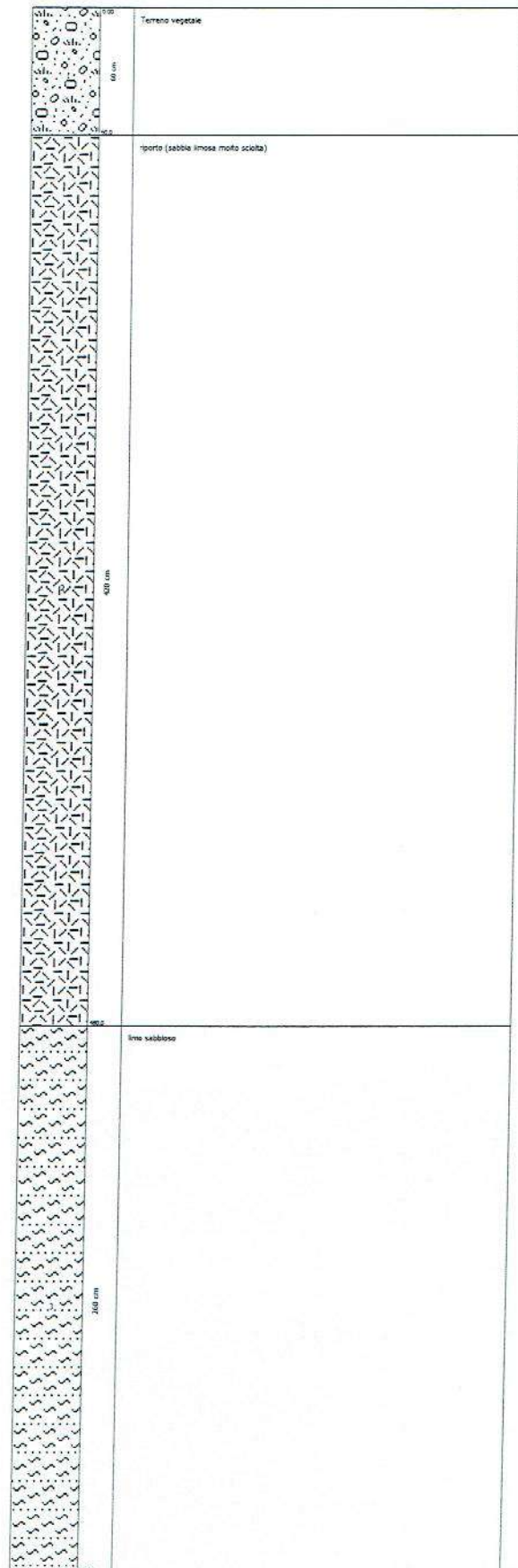
Data : 15/04/2016

Scala 1:22

Numero di colpi penetrazione punta



Interpretazione Stratigrafica





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

Scala 1: 50

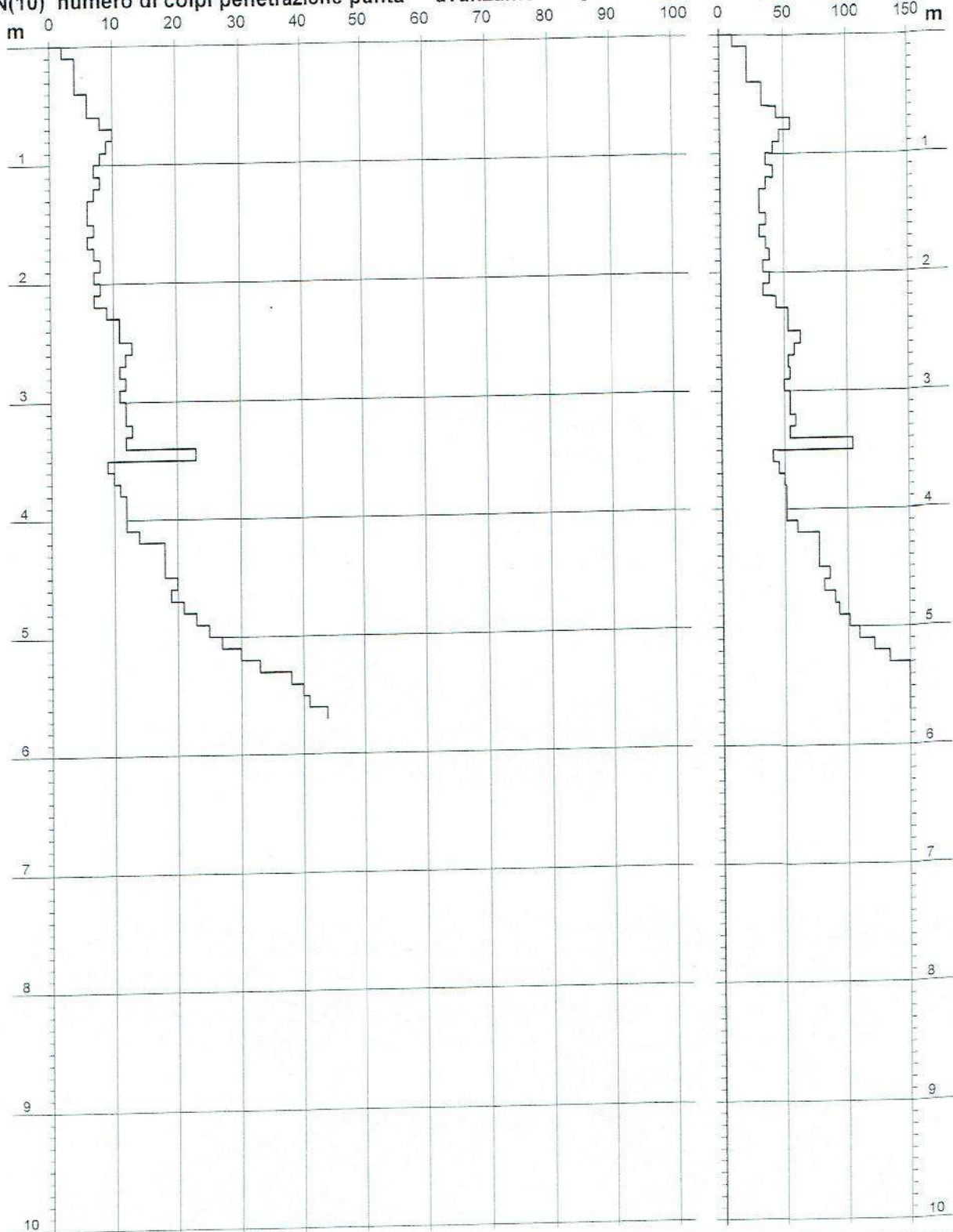
- cantiere : Sig.ra Laura Morici  
- lavoro : Demolizione con spostamento volumetrico di edifici  
- localita' : Via delle Venelle, Comune di Casale M.mo

- data prova : 31/05/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 07/06/2016

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



DIN PD2

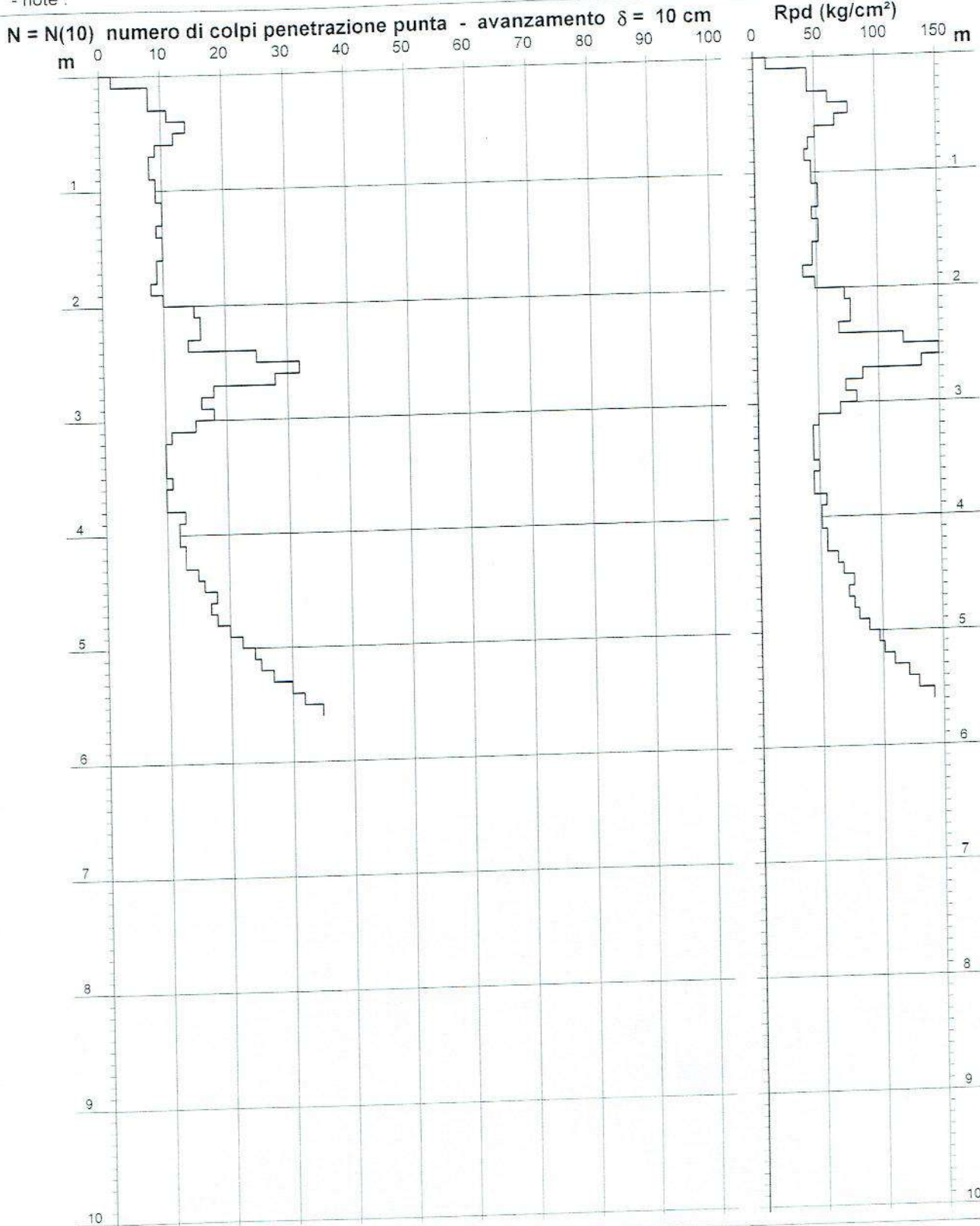
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Laura Morici  
- lavoro : Demolizione con spostamento volumetrico di edifici  
- località : Via delle Venelle, Comune di Casale M.mo

- data prova : 31/05/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 07/06/2016

- note :



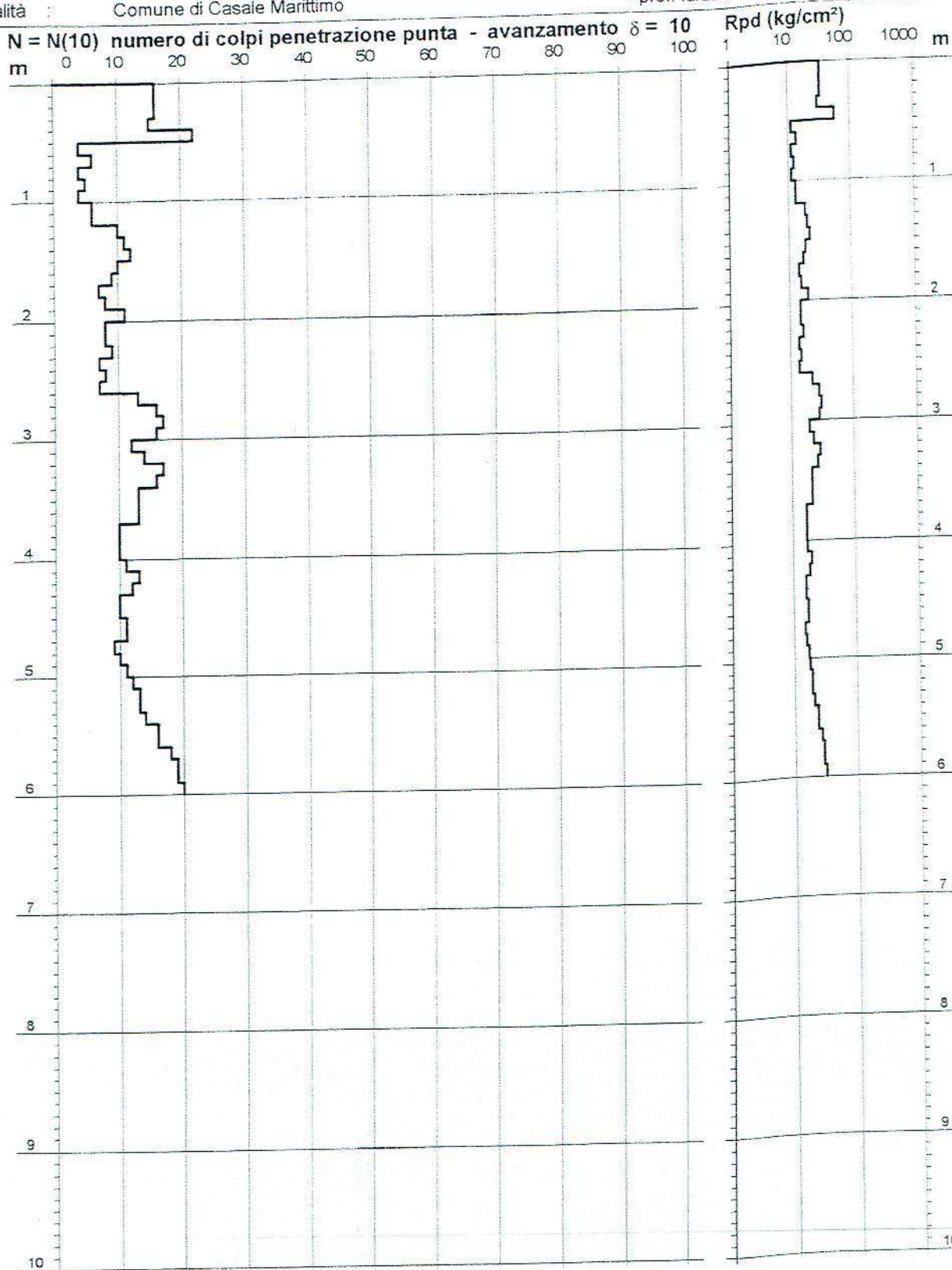
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° PD1

Scala 1: 50

- indagine : Costruzione di scala esterna  
- cantiere : Podere Fornelli Sig.ra DI BRINO  
- località : Comune di Casale Marittimo

- data : 26/02/2002  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4  
 - M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)= 35,70 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(10) [ $\delta = 10$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD1

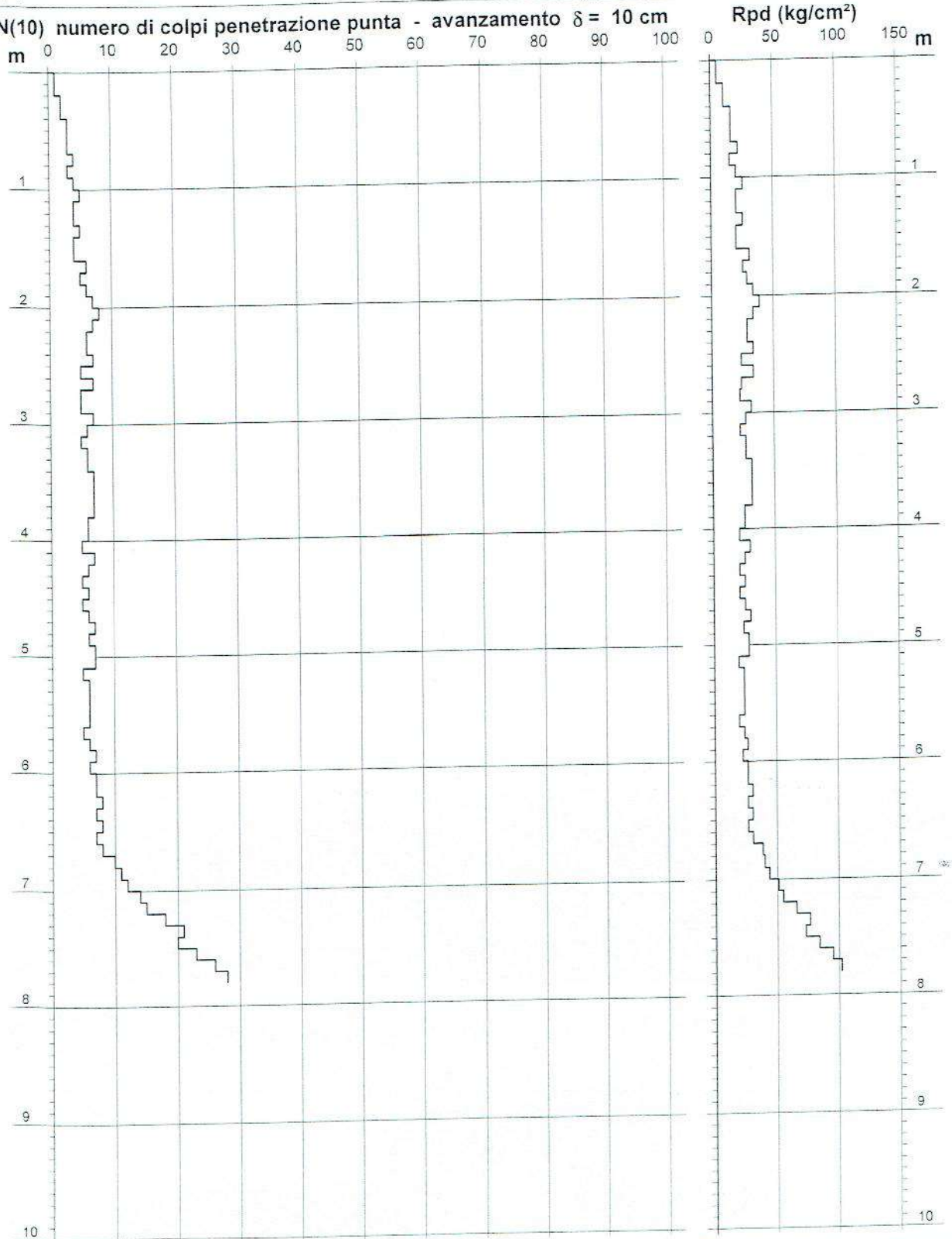
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Di Brino Giovanna  
- lavoro : Ristrutturazione e ampliamento civile abitazione  
- località : Via delle Venelle 9, Comune di Casale M.mo

- data prova : 10/02/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 20/02/2016

- note :

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD2

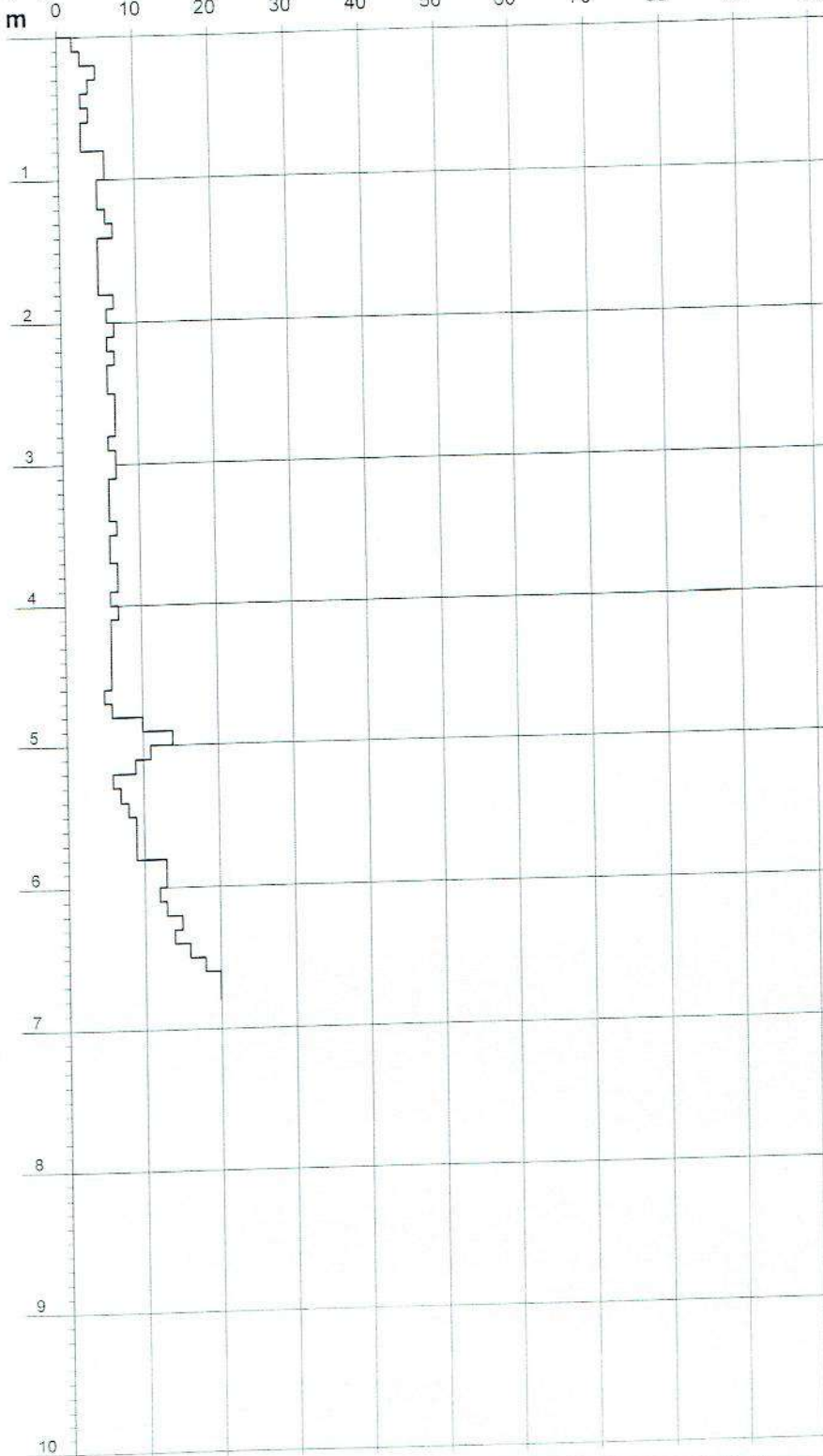
Scala 1: 50

- cantiere : Sig.ra Di Brino Giovanna  
- lavoro : Ristrutturazione e ampliamento civile abitazione  
- località : Via delle Venelle 9, Comune di Casale M.mo

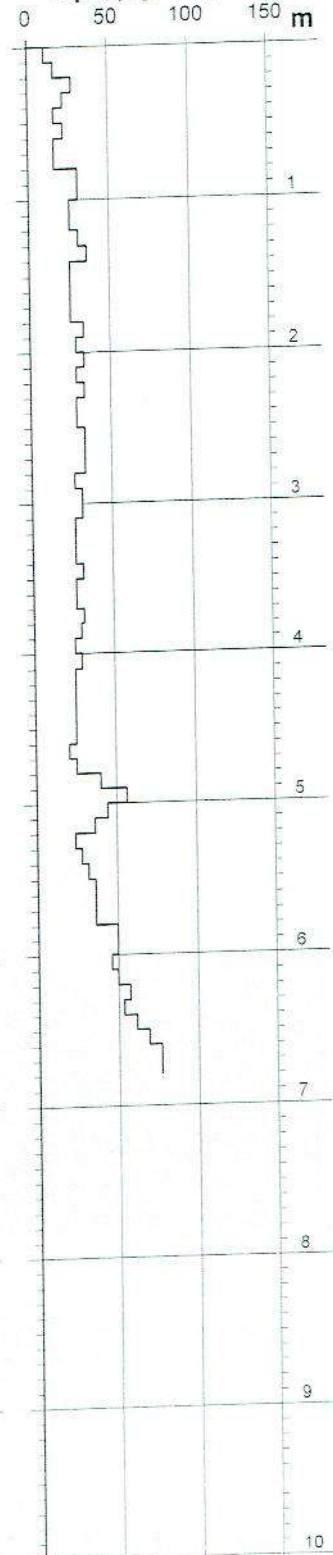
- data prova : 10/02/2016  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 20/02/2016

- note :

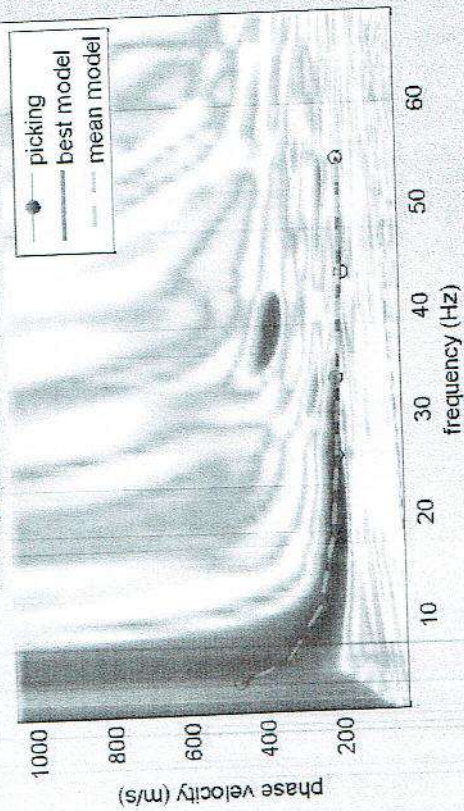
**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**



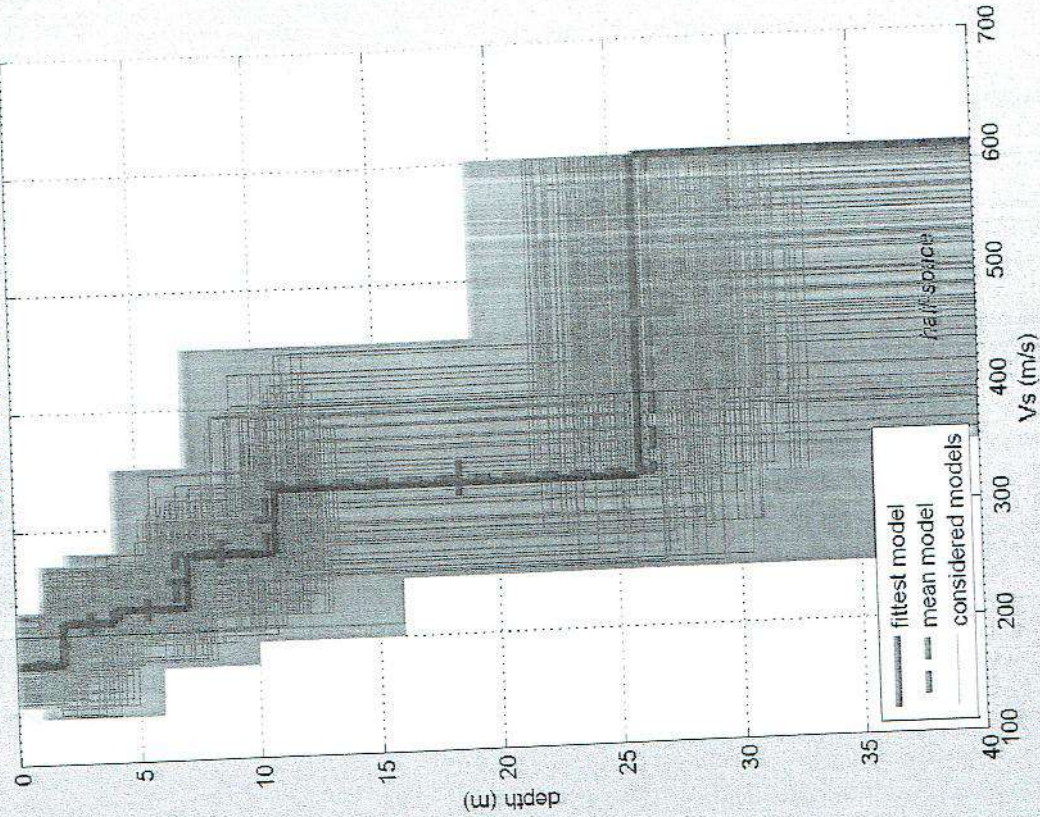
**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



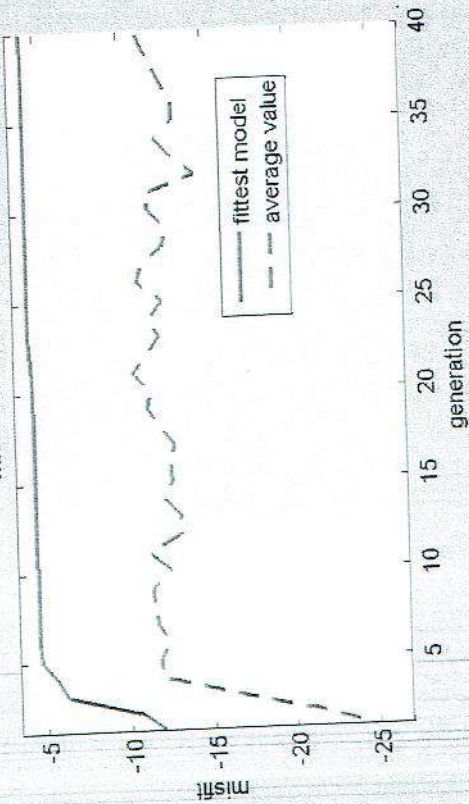
velocity spectrum & dispersion curve



Vertical Vs profile



misfit evolution



dataset: 5 metri.sgy

dispersion curve: picking 5 metri.cdp

VS30 (best model): 302 m/s

VS30 (mean model): 303 m/s

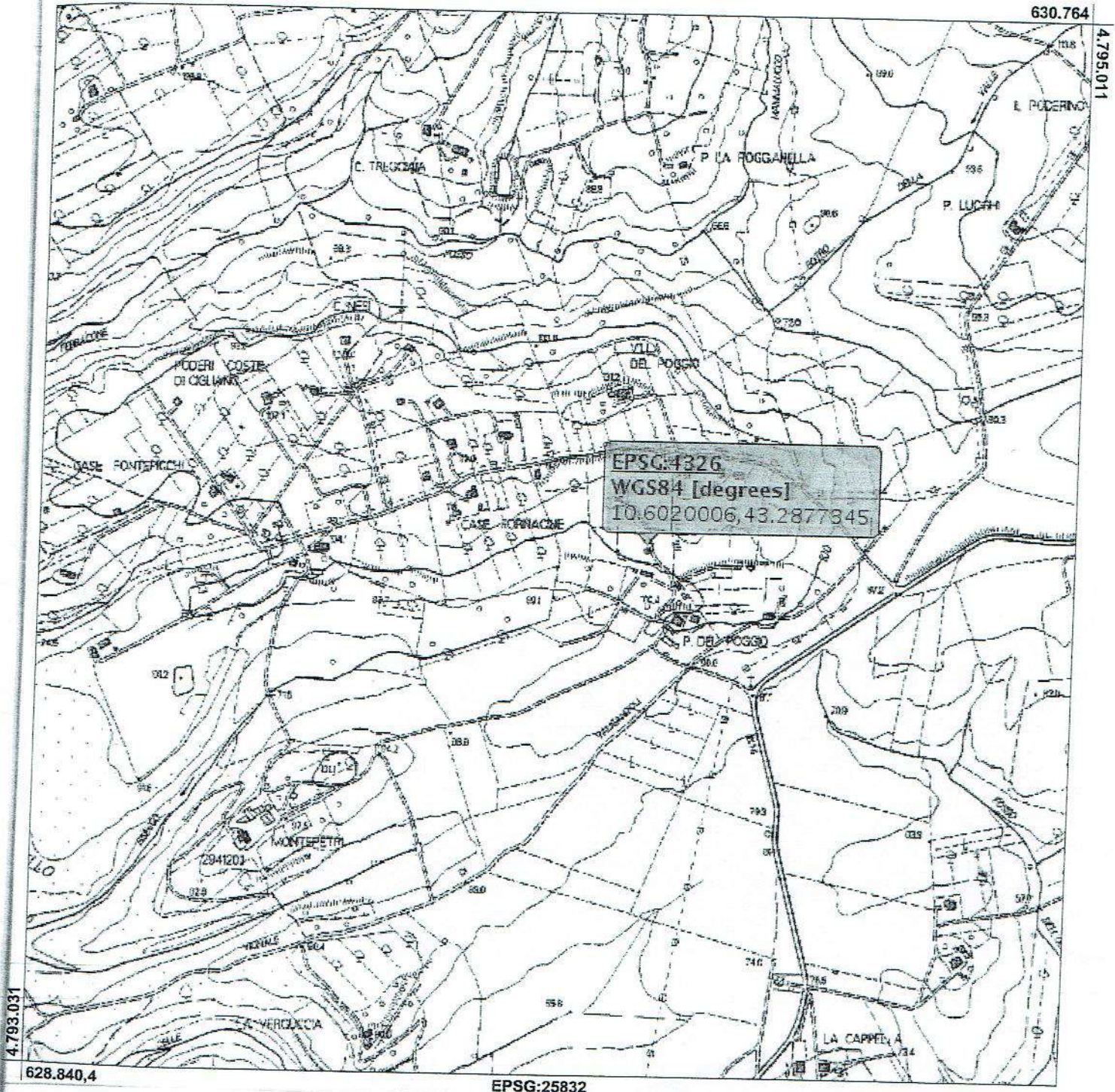




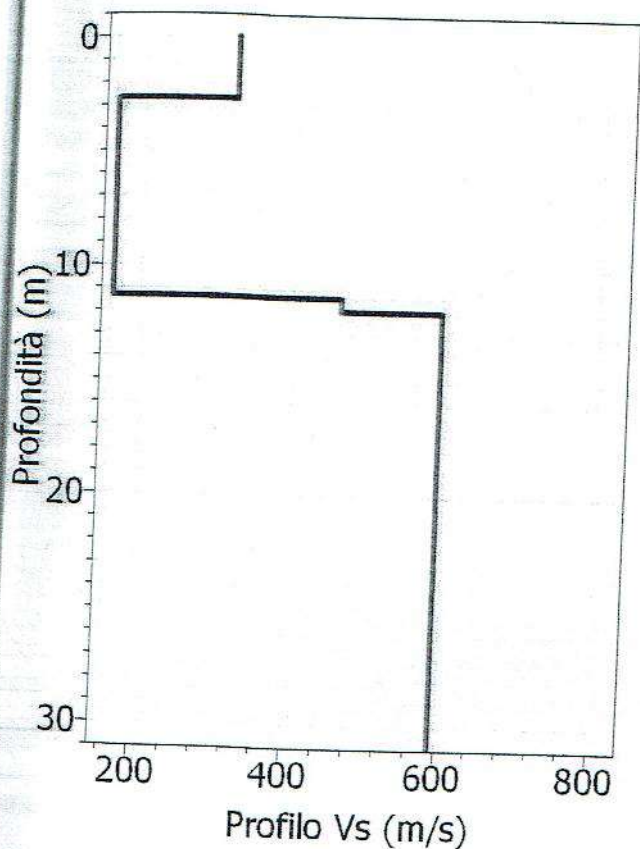
# Regione Toscana - SITA: Cartoteca

## Azienda Agricola Il Poggio

Scala 1 :10.000



realizzazione di nuove camere ad uso agriturismo



**Profilo di velocità per le onde di taglio.**

**Il profilo si riferisce al modello che offre il minor valore di misfit (XX).**

**Classificazione ai sensi del DM 14/01/2008:**

**$V_{s30} = 320 \text{ m/s}$**

**CATEGORIA DI SUOLO: C**

Tabella di parametrizzazione del profilo  $V_{s30}$

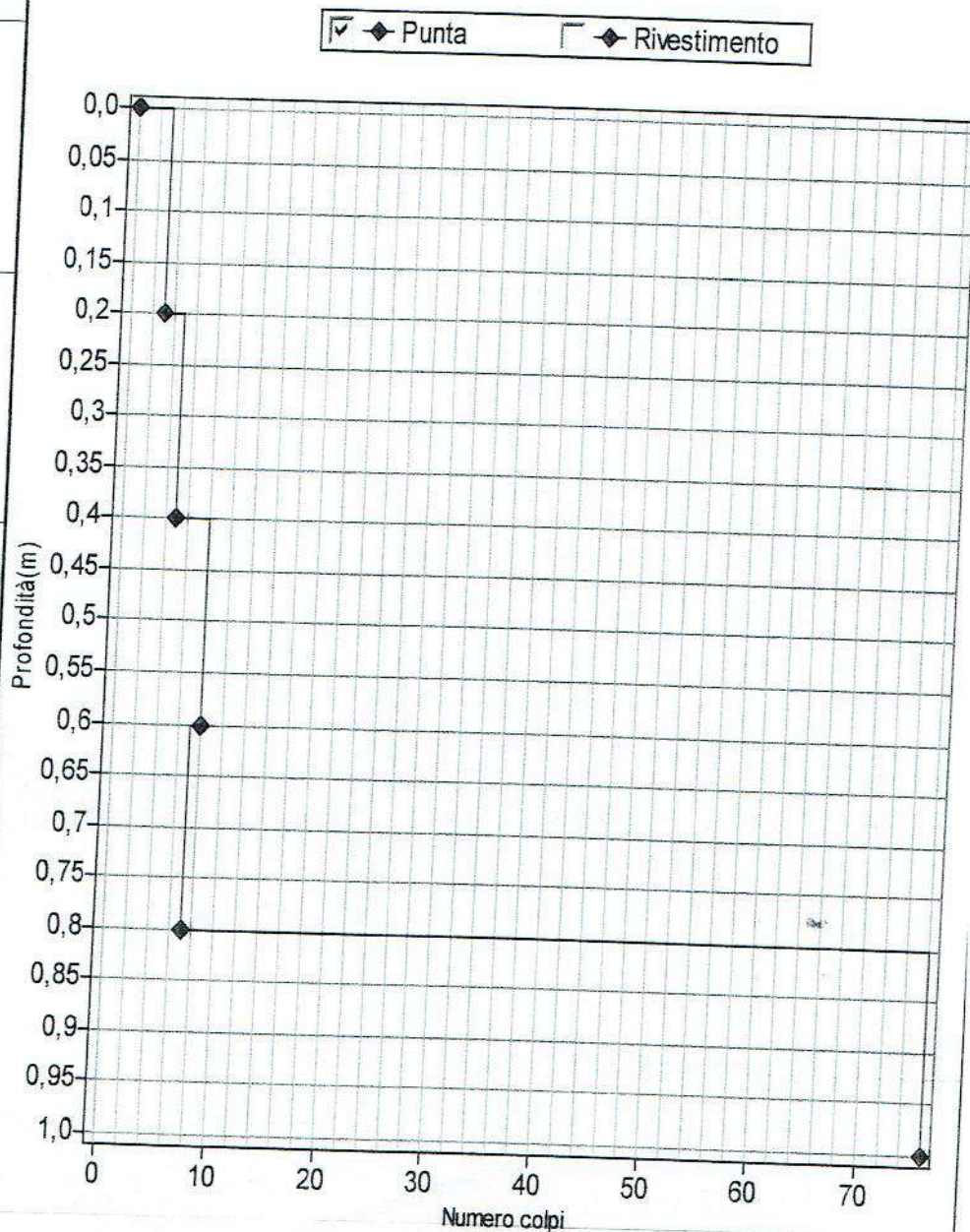
Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
2.8	2.8	310
11.2	8.4	160
11.6	0.4	455
30	18.4	590

Dal modello proposto da Albarello e Galgani sulla velocità di fase della lunghezza d'onda di 40 metri ( $V_0$ ), il parametro  $V_0$  risulta compreso tra 300 e 400 m/s congruentemente con la determinazione di  $V_{s30}$  tramite elaborazione MASW.

Committente: Azienda Agricola Testi Gianfranco	
Località: Il Poggio-Casale M.mo-	
Data inizio cantiere: 02/05/2016	Data fine cantiere: 02/05/2016
Quota s.l.m.(m): 102	Sigla: TG Prova 1
Prezatura: Pagani TG63-20KN	
Coordinate geografiche: 10.6020; 43.2877	

## TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

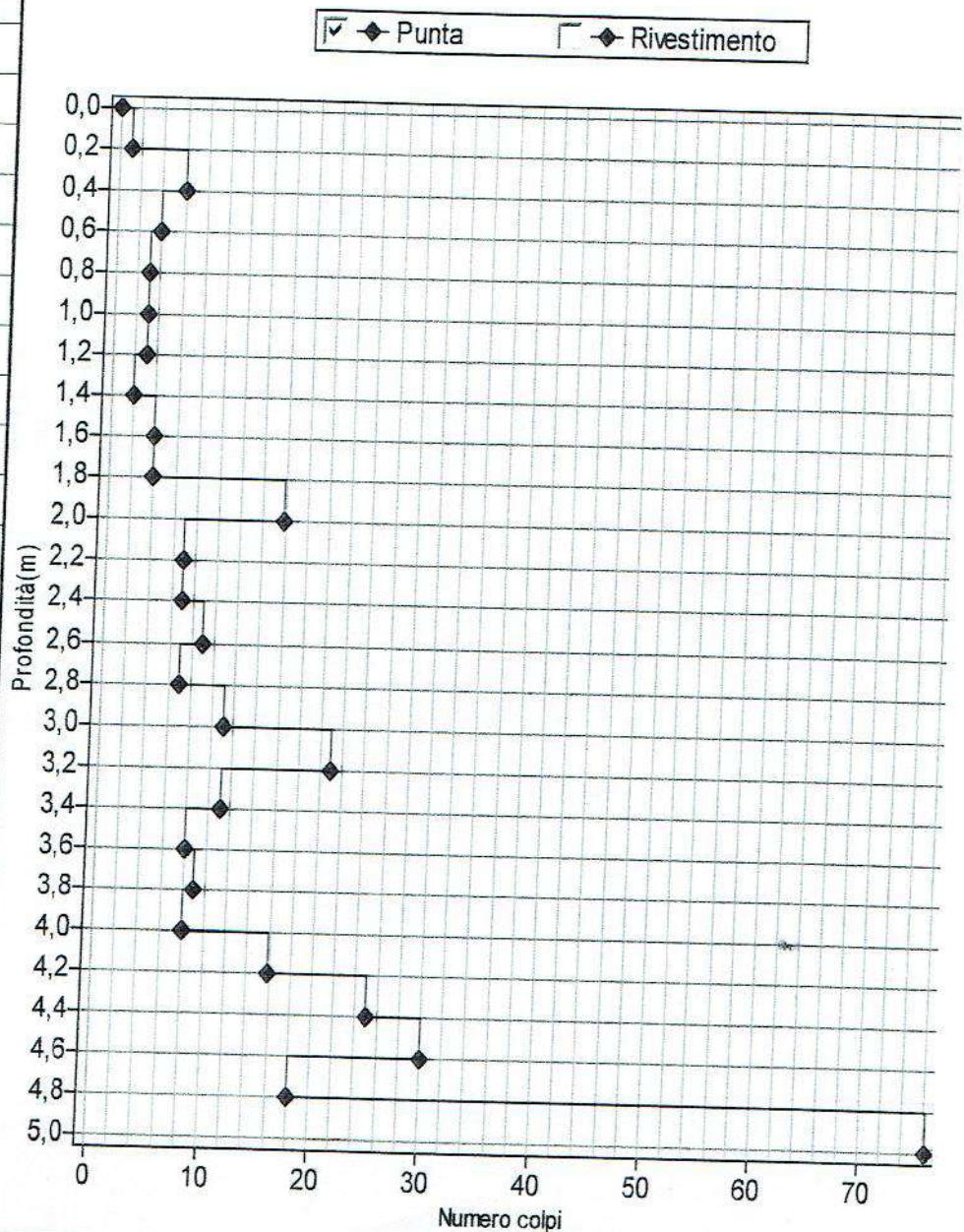
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,20	3	
2	0,40	5	
3	0,60	8	
4	0,80	7	
5	1,00	76	



Committente: Azienda Agricola Testi Gianfranco  
 Località: Il Poggio-Casale M.mo- Quota s.l.m.(m): 102  
 Data inizio cantiere: 02/05/2016 Data fine cantiere: 02/05/2016 Sigla: TG Prova 2  
 Attrezzatura: Pagani TG63-20KN  
 Coordinate geografiche: 10.6020 ; 43.2877

TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,2	1	
2	0,4	6	
3	0,6	4	
4	0,8	3	
5	1,0	3	
6	1,2	3	
7	1,4	2	
8	1,6	4	
9	1,8	4	
10	2,0	16	
11	2,2	7	
12	2,4	7	
13	2,6	9	
14	2,8	7	
15	3,0	11	
16	3,2	21	
17	3,4	11	
18	3,6	8	
19	3,8	9	
20	4,0	8	
21	4,2	16	
22	4,4	25	
23	4,6	30	
24	4,8	18	
25	5,0	76	



VIA PROVINCIALE DEI TRE COMUNI

**Allegato n°4**  
**Planimetria Generale Lotti con ubicazione indagini in situ (Scala 1:500)**

Stendimento MASW

Lotto A

Lotto B

Lotto C

P.1

P.2

P.3

A

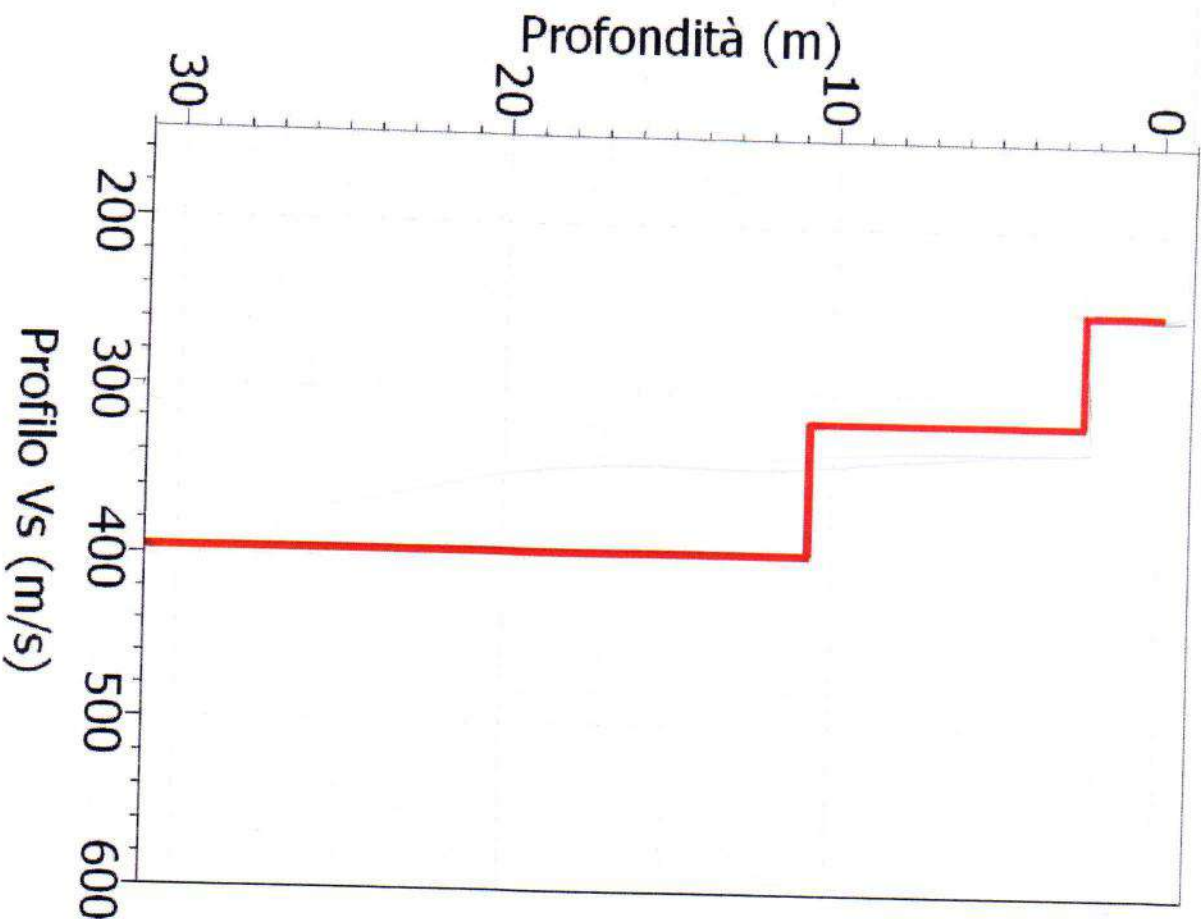
B

A

B







Profilo di velocità per le onde di taglio.

Il profilo si riferisce al modello che offre il minor valore di misfit (0.05).

Classificazione ai sensi del DM 14/01/2008:

**$V_{s30} = 355 \text{ m/s}$**

**CATEGORIA DI SUOLO: C**

Tabella di parametrizzazione del profilo  $V_{s30}$

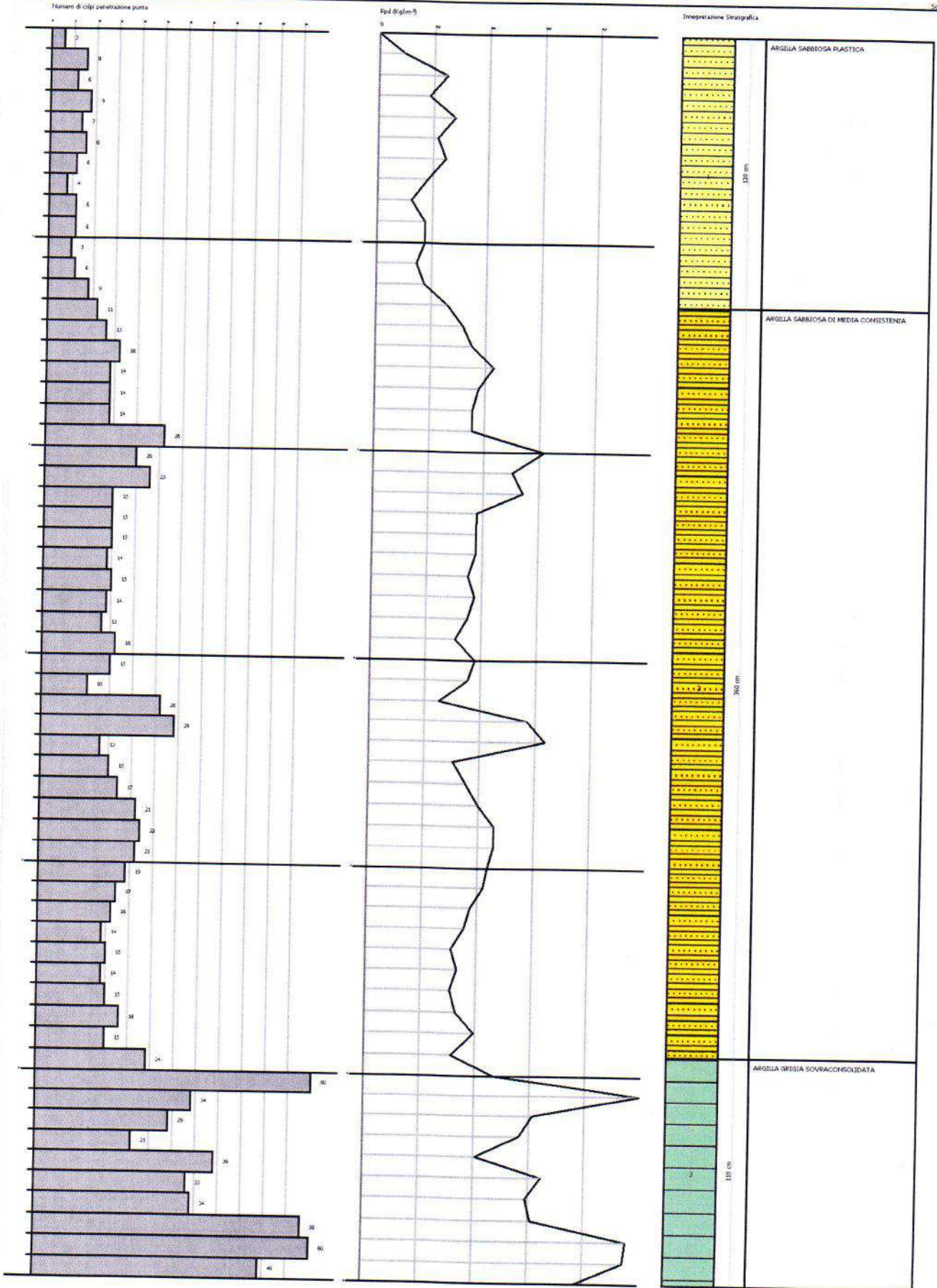
Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
2.2	2.2	255
10.8	8.6	317
30	19.2	394

Dal modello proposto da Albarello e Galgani sulla velocità di fase della lunghezza d'onda di 40 metri ( $V_g$ ), il parametro  $V_g$  risulta compreso tra 300 e 400 m/s congruentemente con la determinazione di  $V_{s30}$  tramite elaborazione MASW.

6

# Allegato n° 7

## Prova penetrometrica P2

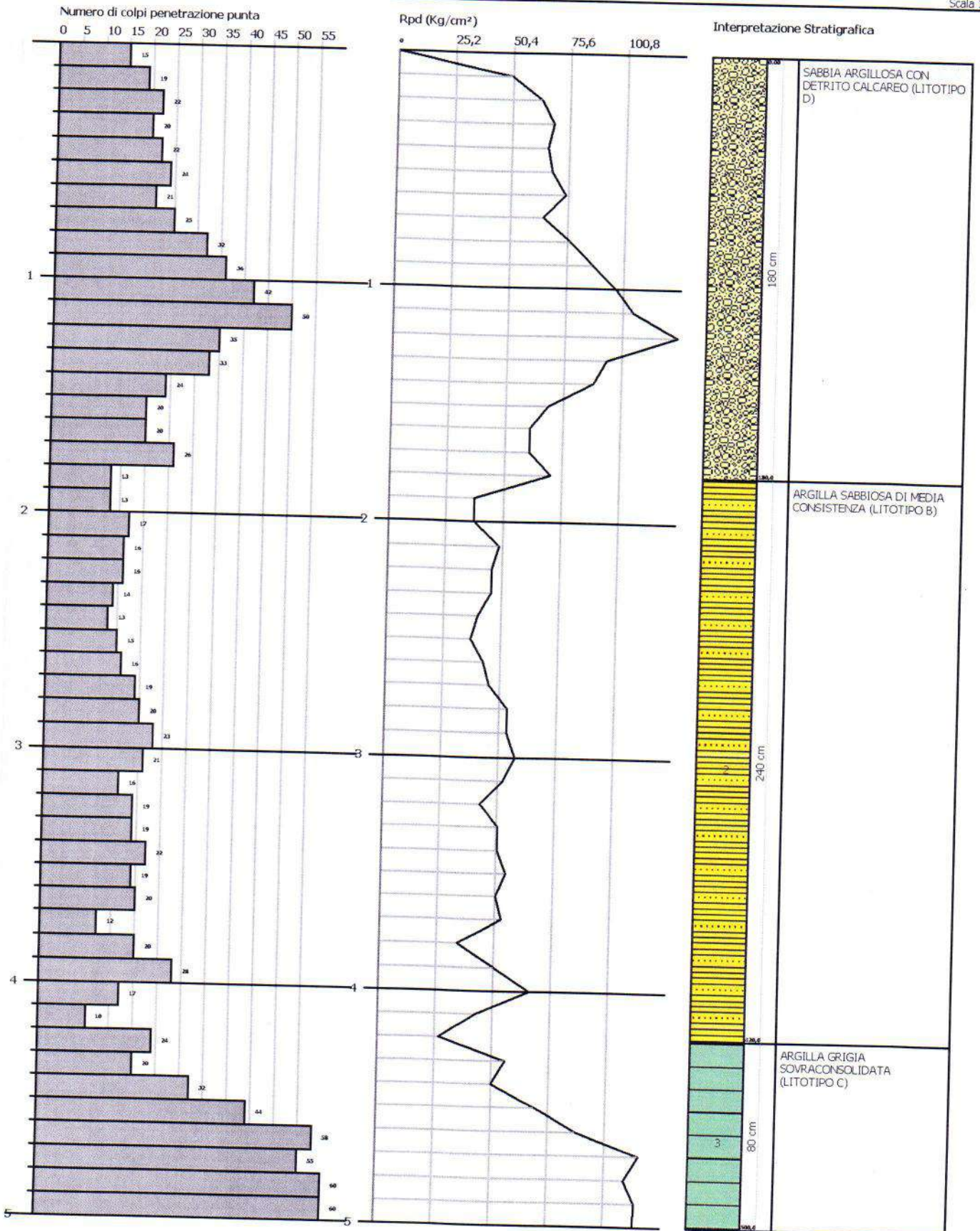


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3**  
 Strumento utilizzato... DL-30 (60°)

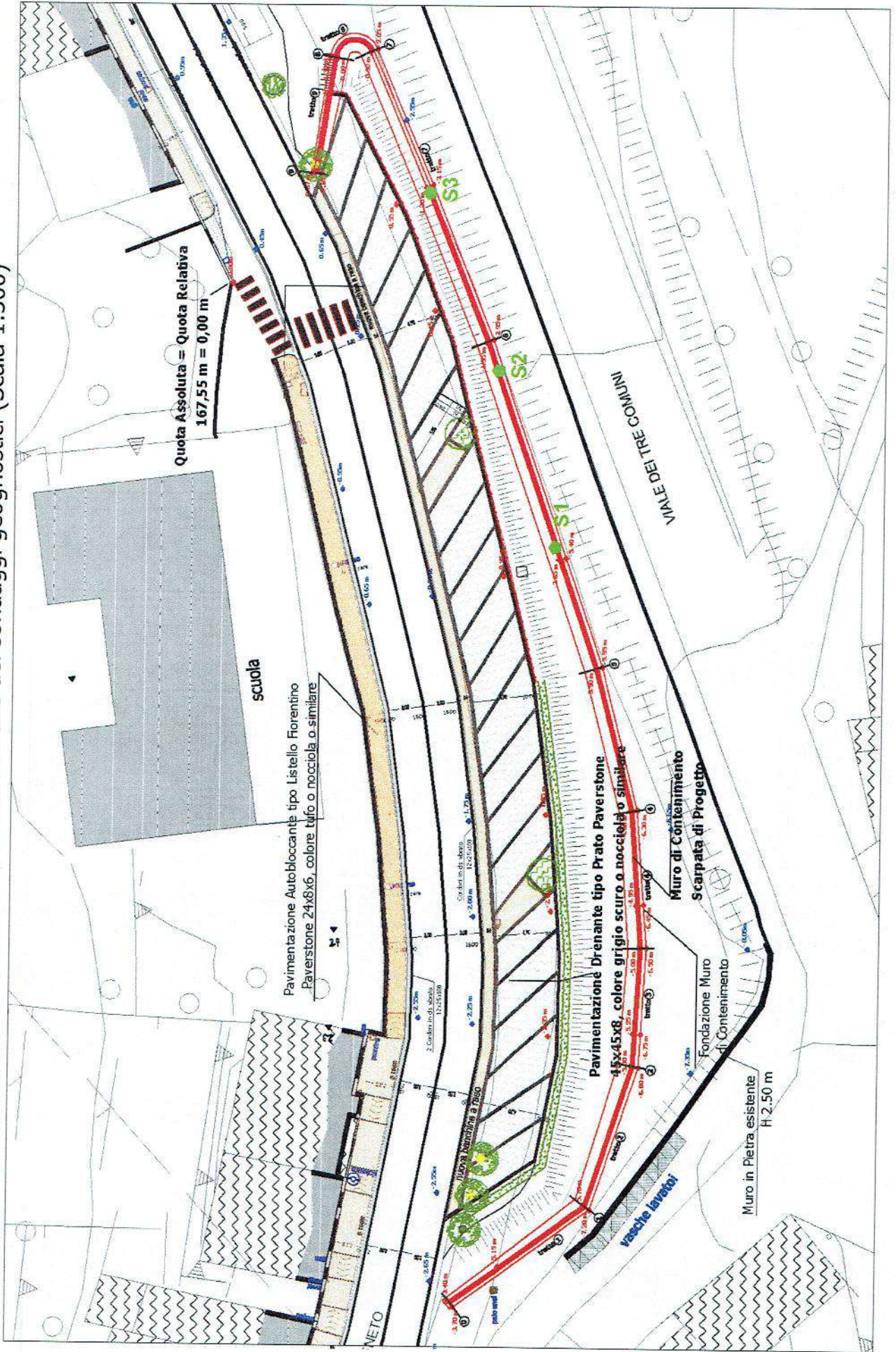
Committente: INGHIRAMI COSTRUZIONI s.r.l.  
 Cantiere: Comparto F-Via dei Quadri  
 Località: Casale Marittimo

Data: 06/07/2005

Scala 1:23



Allegato n°1: Planimetria del Tratto n°2 con ubicazione dei sondaggi geognostici (Scala 1:500)



SONDAGGIO S1			
Intervalli di profondità	litologia	Litotipo	Spessore livello (metri)
0 -1,7	sabbia compatta asciutta	A	1,7
1,7 - 2,0	calcarenite	B	0,3
2,0 -2,5	sabbia compatta asciutta	A	0,5
2,5 - 4,0	sabbia compatta umida	C	1,5
4,0 - 10,30	sabbia fine molto bagnata (limo)	E	6,3

SONDAGGIO S2			
Intervalli di profondità	litologia	Litotipo	Spessore livello (metri)
0 -1,7	sabbia compatta asciutta	A	1,7
1,7 - 2,0	calcarenite	B	0,3
2,0 -3,2	sabbia compatta asciutta	A	0,8
3,2 - 4,0	sabbia compatta umida	C	1,1
4,0 - 4,7	sabbia fine molto bagnata (limo)	E	0,7
4,7 - 4,8	calcarenite	B	0,1
4,8 - 8,5	sabbia fine molto bagnata (limo)	E	3,7

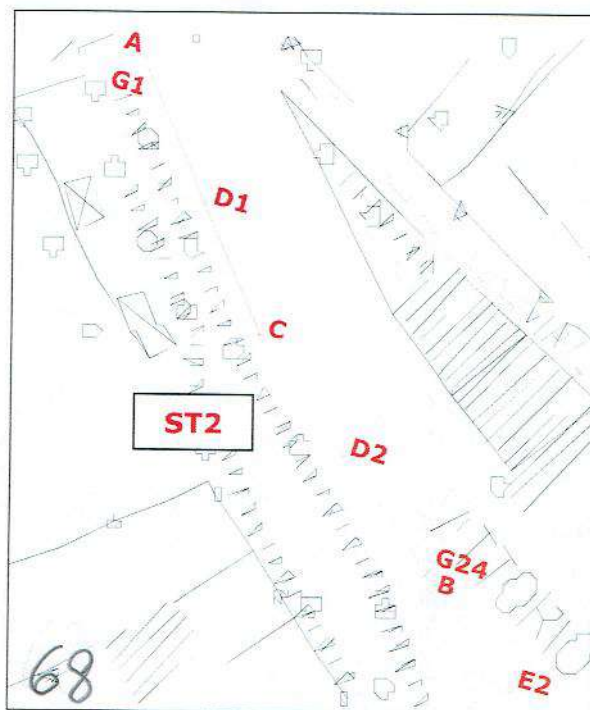
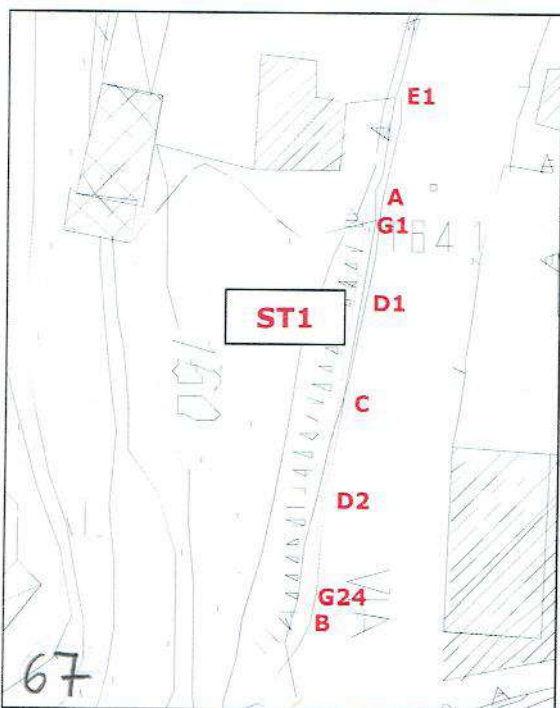
SONDAGGIO S3			
Intervalli di profondità	litologia	Litotipo	Spessore livello (metri)
0 -1,0	sabbia compatta asciutta	A	1
1,0 - 2,0	calcarenite	B	1
2,0 -3,0	sabbia compatta asciutta	A	1
3,0 - 3,4	calcarenite	B	0,4
3,4 - 3,8	sabbia compatta asciutta	A	0,4
3,8 - 4,0	calcarenite	B	0,6
4,0 - 4,3	sabbia compatta umida	C	0,3
4,3 - 4,7	calcarenite	B	0,4
4,7 - 5,5	sabbia compatta bagnata	D	0,8
5,5 - 7,0	alternanza tra sabbia sciolta bagnata e livelli calcarenitici	D	1,5
7,0 - 8,5	sabbia fine molto bagnata (limo)	E	1,5



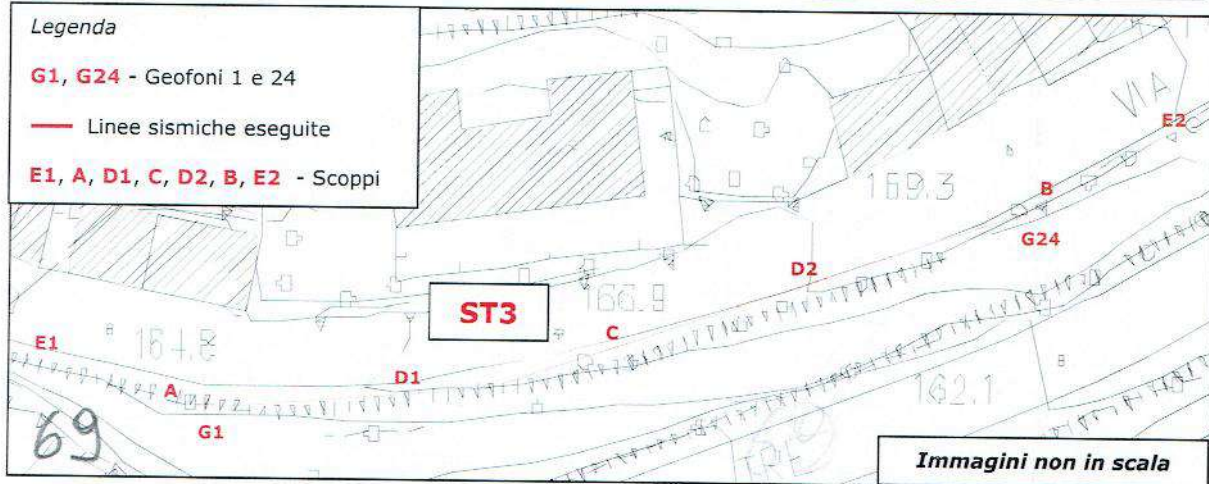
CODIFICA DOCUMENTO						REV.	FOGLIO
C	DOCUMENTI	2010	SAS2010	28	10	001	2

### RELAZIONE TECNICA

Il giorno 16/03/10, è stata realizzata una campagna di sismica a rifrazione in onde Sh in località Casale Marittimo, in provincia di Pisa. L'indagine ha visto la realizzazione di tre linee in onde Sh rispettivamente ST1 di 36 metri, ST2 di 48 metri e ST3 di 96 metri.



**Legenda**  
**G1, G24** - Geofoni 1 e 24  
 — Linee sismiche eseguite  
**E1, A, D1, C, D2, B, E2** - Scoppi



Immagini non in scala

Planimetrie dell'area indagata con ubicazione delle linee sismiche eseguite.



CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

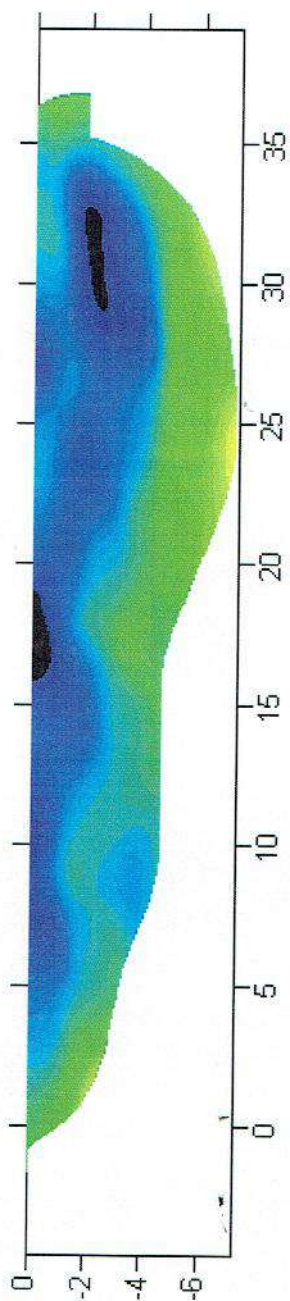
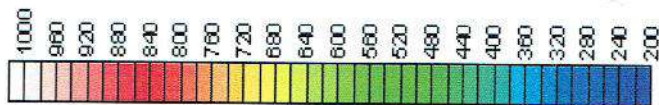
C DOCUMENTI 2010 SAS2010 28 10 001 1

12

LINEA SISMICA ST1

ONDE SH: SEZIONE TOMOGRAFICA

67

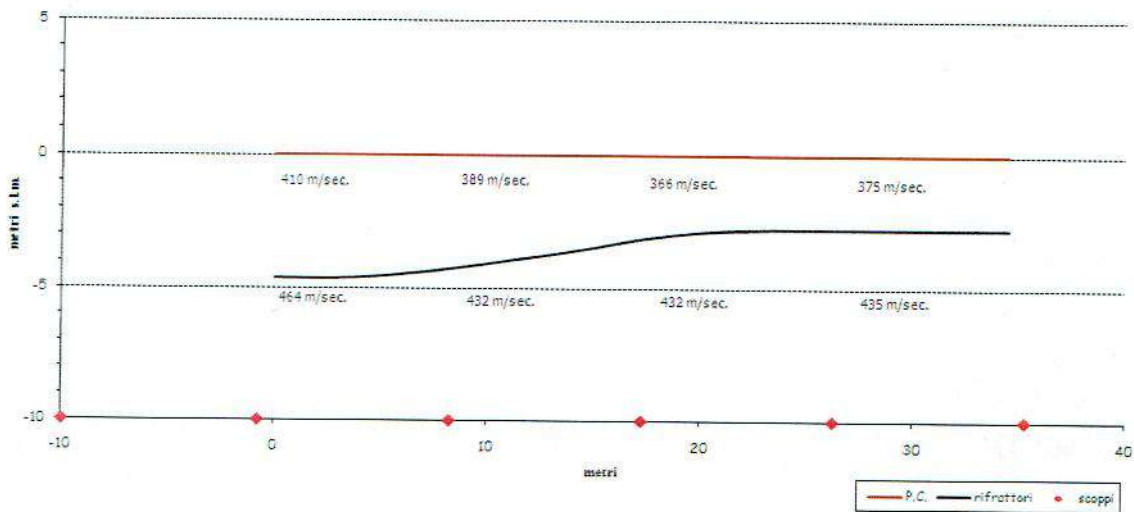




CODIFICA DOCUMENTO						REV.	FOGLIO	
C	DOCUMENTI	2010	SAS2010	28	10	001	1	14

LINEA SISMICA ST1  
ONDE SH: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

67







CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

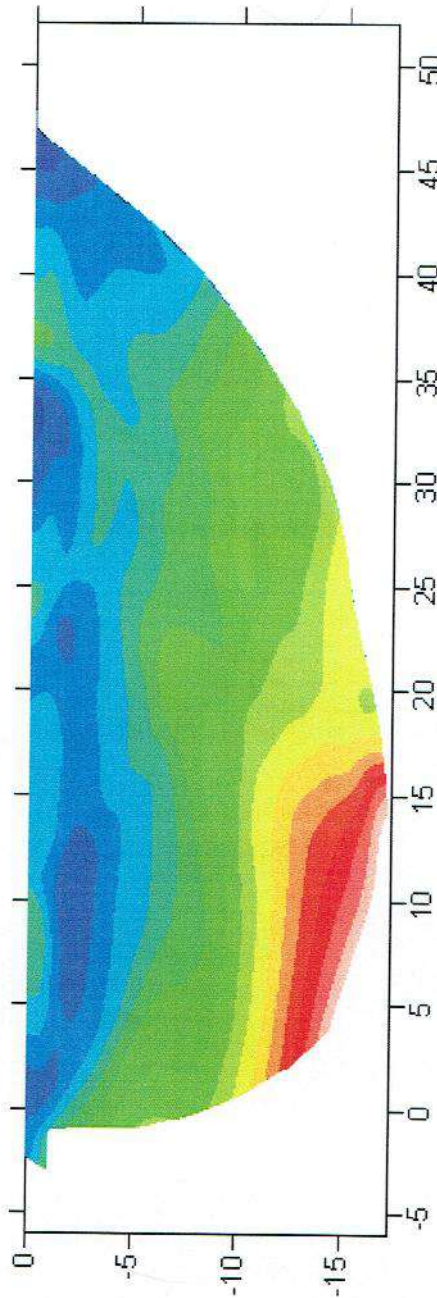
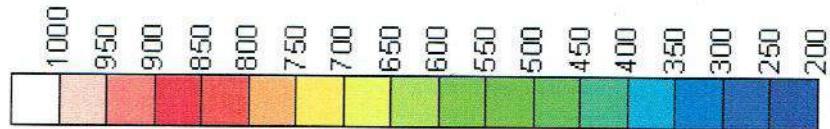
C DOCUMENTI 2010 SAS2010 28 10 001

1

20

LINEA SISMICA ST2

ONDE SH: SEZIONE TOMOGRAFICA



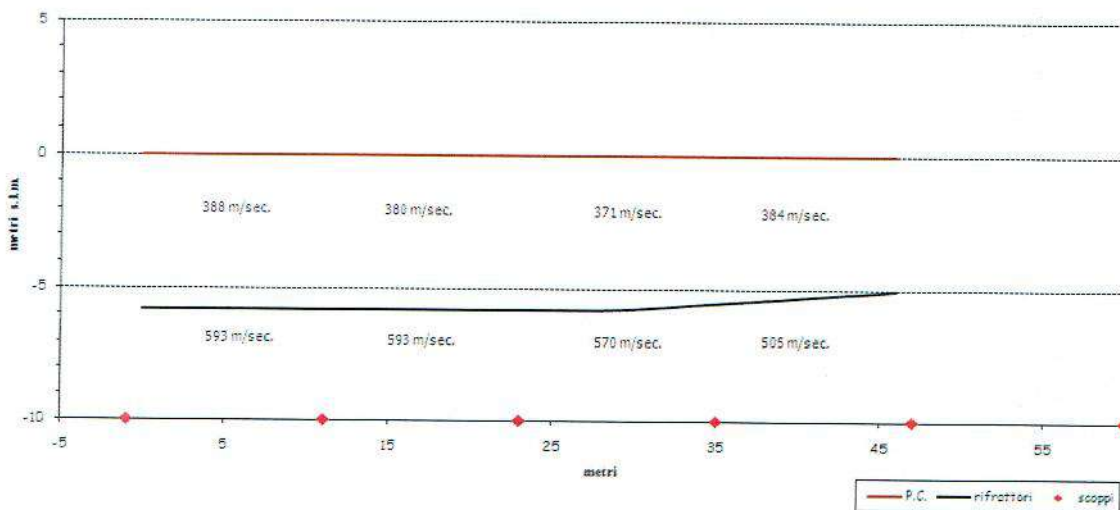
68



CODIFICADOCUMENTO						REV.	FOGLIO	
C	DOCUMENTI	2010	SAS2010	28	10	001	1	22

68

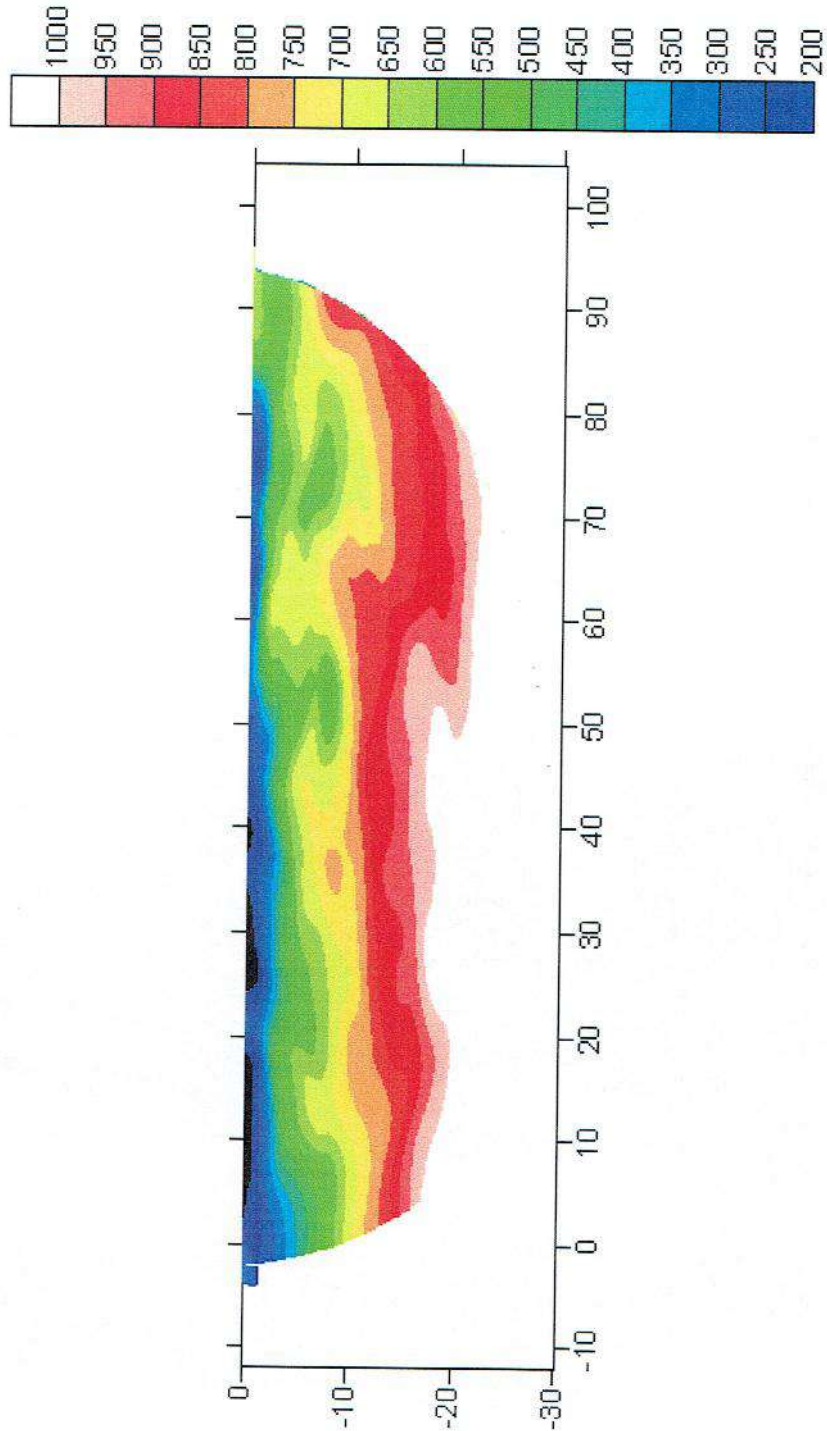
LINEA SISMICA ST2  
ONDE SH: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA





CODIFICA DOCUMENTO						REV.	FOGLIO	
C	DOCUMENTI	2010	SAS2010	28	10	001	I	29

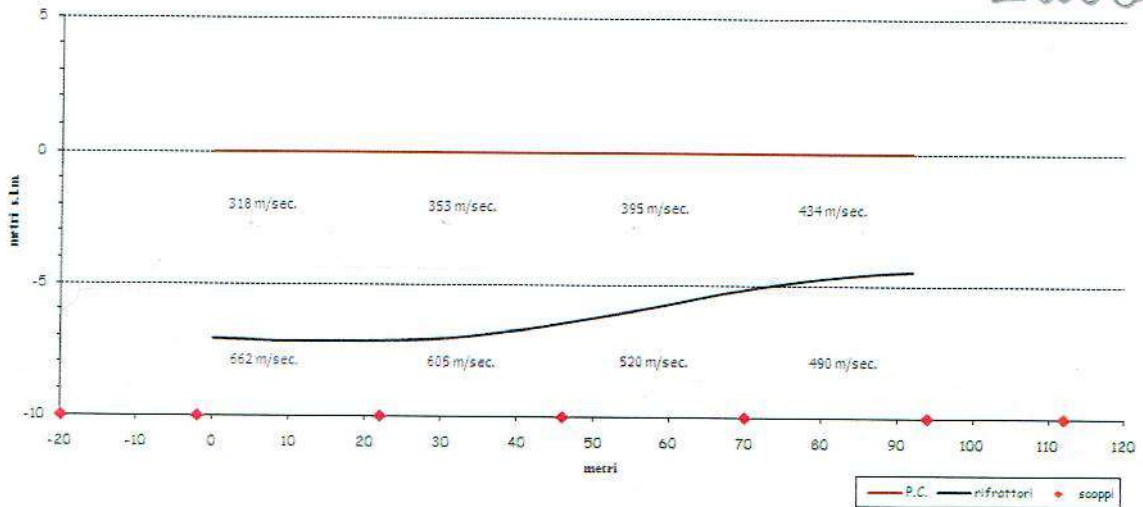
LINEA SISMICA ST3  
ONDE SH: SEZIONE TOMOGRAFICA





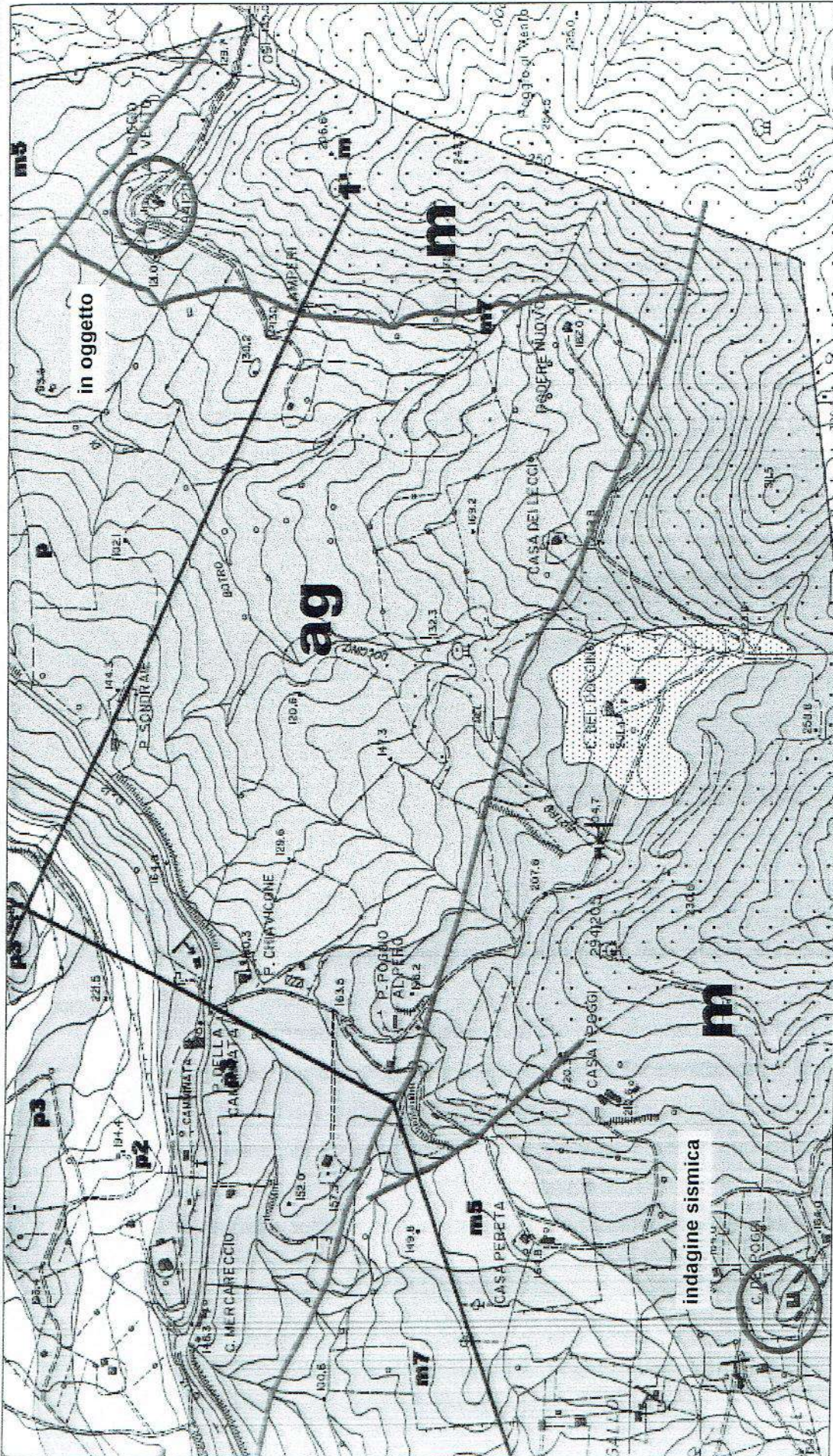
LINEA SISMICA ST3  
ONDE SH: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

69  
Sotto  
suola



*da inviare a...*

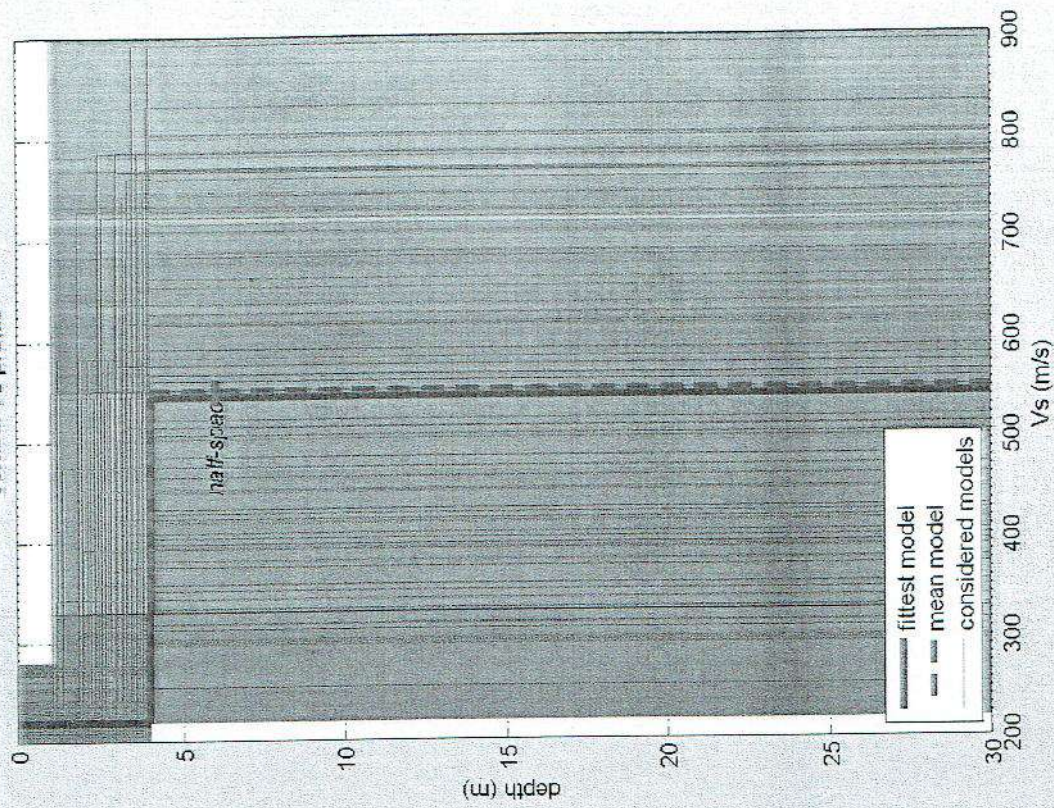
70



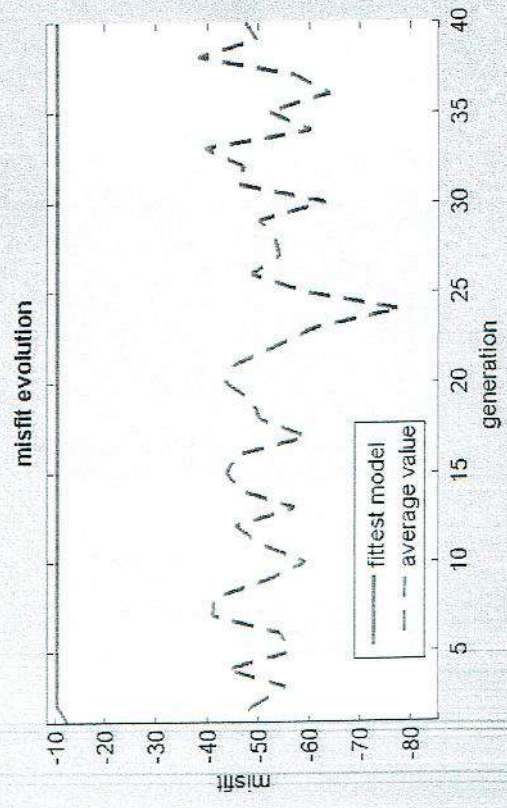
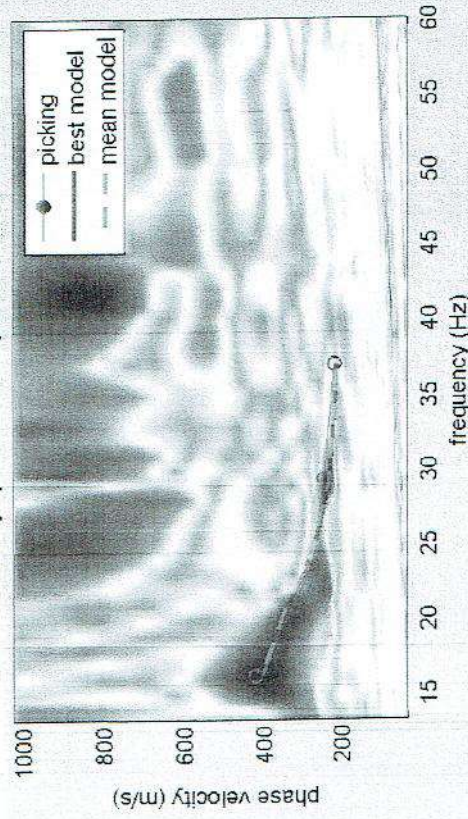
### GEOLOGIA DELLA ZONA (da Piano Strutturale)

- ag = argille azzurre (pliocene sup.)
- m = conglomerati lacustri (miocene sup.)
- m5 = argille a Pycnodonta (miocene sup.)
- m7 = argille e gessi (miocene sup.)

vertical vs profile



dataset: 5 metri.sgy  
 dispersion curve: pickig 5 m.cdp  
 VS30 (best model): 455 m/s  
 VS30 (mean model): 458 m/s





# ALESSANDRO DANESI

STUDIO GEOLOGICO

tel. +39 0586 669482  
fax. +39 0586 069164  
email. [studio@alessandrodanesi.com](mailto:studio@alessandrodanesi.com)  
C.F. DNSLSN77R011726M  
P.I. 01476130495  
Centro direzionale VELATHRI  
Via dell'Industria, snc  
57023 – CECINA

COMUNE DI CASALE MARITTIMO

PROVINCIA DI PISA

## N.71

COMMITTENTE: DOTT.SSA SILVIA BARTOLETTI



**ELABORATI:**

**INDAGINE SISMICA SINGLE STATION ESEGUITA CON SISMOGRAFO MAE MOD. SYSMATRACK DOTATO DI 24 CANALI CON DIGITALIZZATORE 24 BIT PER SINGOLO CANALE**  
**ARRAY UTILIZZATO: STAZIONE SINGOLA A TRE CANALI SU TERNA ORTONORMALE FREQUENZA PROPRIA**  
**GEOFONI: 2 Hz. ACQUISIZIONE PASSIVA DI RUMORE AMBIENTALE**  
**NUMERO DI CAMPIONI ACQUISITI PER SECONDO: 250. LUNGHEZZA REGISTRAZIONE: 27 MINUTI**

**RIF.**

**INDAGINE HVSR ASCENSORE CASALE M.MO**

**DATA ACQUISIZIONE – DATA ELABORAZIONE**

**06/02/2017 - 08/02/2017**

**PROFESSIONISTA INCARICATO:**

**DR. GEOL. ALESSANDRO DANESI**



## Indice

1. Cenni sulla teoria della tecnica HVSR	3
2. Dati generali	4
3. Tracce in input	4
4. Finestre selezionate	5
5. Rapporto spettrale H/V	7
6. Modello stratigrafico	Errore. Il segnalibro non è definito.

Vietata la riproduzione e la divulgazione, anche parziale, senza esplicita autorizzazione

Unauthorized reproduction and divulgation is prohibited



## 1. Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

## 2. Dati generalif

Nome progetto: Nuovo ascensore Comune di Casale Marittimo

Committente: Comune di Casale Marittimo

Cantiere: Casale

Operatore: AD

Responsabile: SB

Data: 08/02/2017

## 3. Tracce in input

### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3

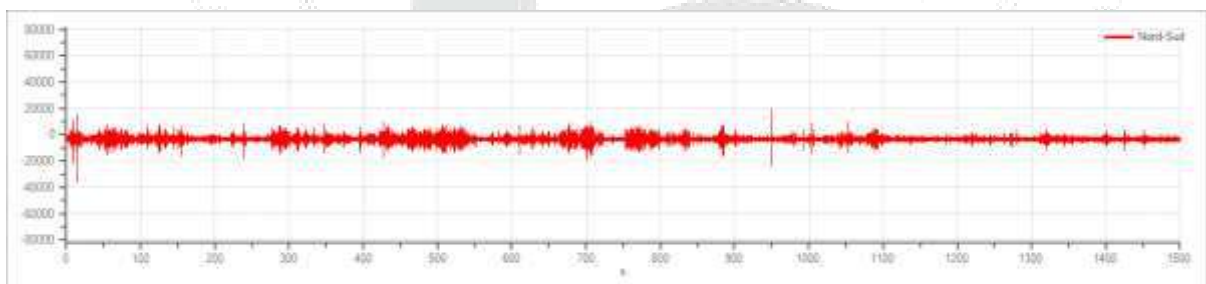
Durata registrazione: 1500 s

Frequenza di campionamento: 250.00 Hz

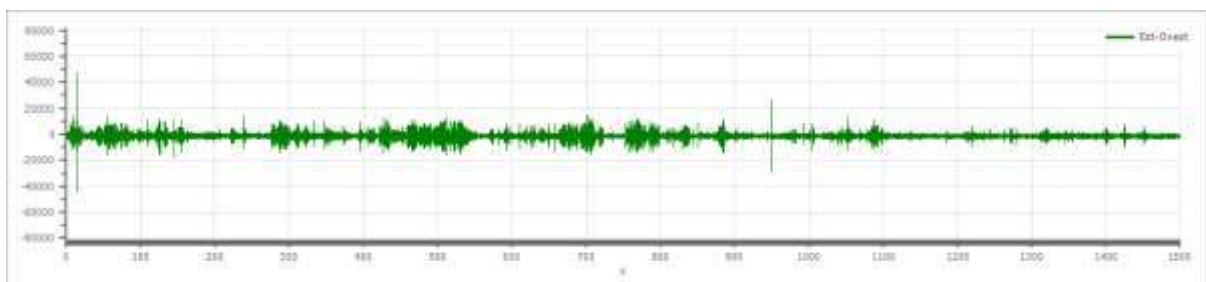
Numero campioni: 375000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

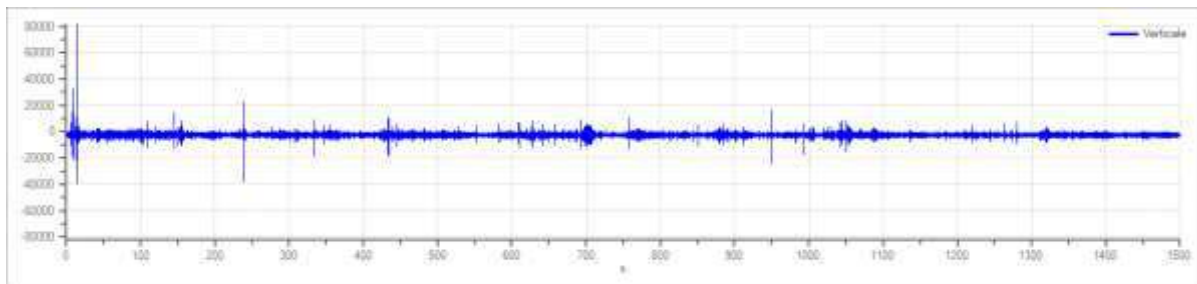
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



## Traccia in direzione Est-Ovest



## Traccia in direzione Verticale

**4. Finestre selezionate**

Dati riepilogativi:

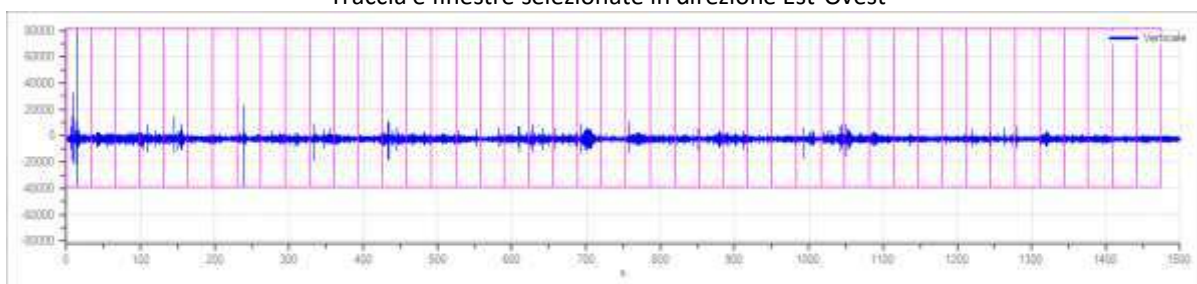
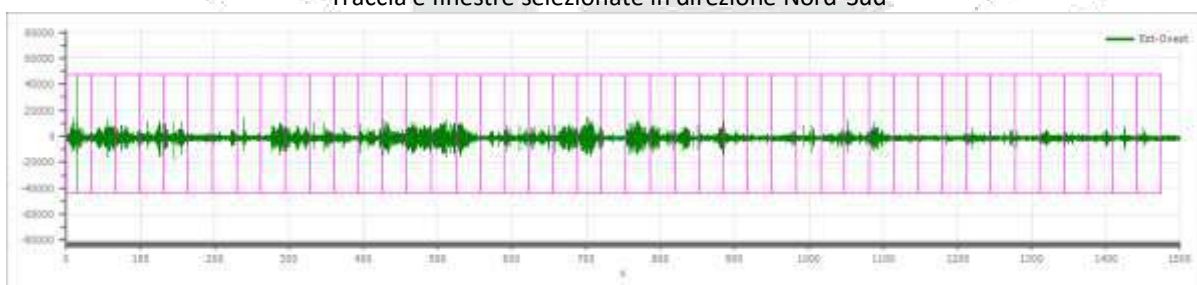
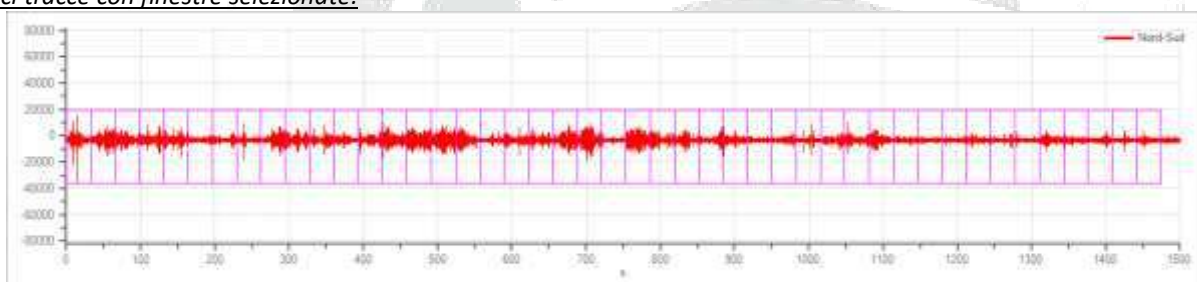
Numero totale finestre selezionate:	45
Numero finestre incluse nel calcolo:	45
Dimensione temporale finestre:	32.768 s
Tipo di lisciamo:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamo:	10.00 %

**Tabella finestre:**

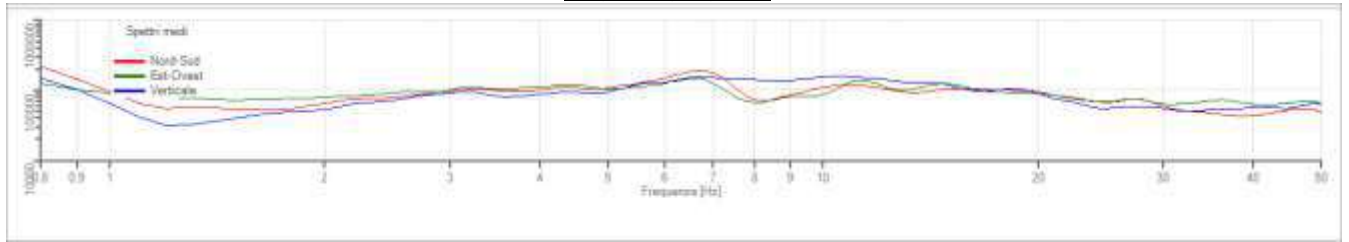
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	32.768	Inclusa
2	32.768	65.536	Inclusa
3	65.536	98.304	Inclusa
4	98.304	131.072	Inclusa
5	131.072	163.84	Inclusa
6	163.84	196.608	Inclusa
7	196.608	229.376	Inclusa
8	229.376	262.144	Inclusa
9	262.144	294.912	Inclusa
10	294.912	327.68	Inclusa
11	327.68	360.448	Inclusa
12	360.448	393.216	Inclusa
13	393.216	425.984	Inclusa
14	425.984	458.752	Inclusa
15	458.752	491.52	Inclusa
16	491.52	524.288	Inclusa
17	524.288	557.056	Inclusa
18	557.056	589.824	Inclusa
19	589.824	622.592	Inclusa
20	622.592	655.36	Inclusa
21	655.36	688.128	Inclusa
22	688.128	720.896	Inclusa
23	720.896	753.664	Inclusa

24	753.664	786.432	Inclusa
25	786.432	819.2	Inclusa
26	819.2	851.968	Inclusa
27	851.968	884.736	Inclusa
28	884.736	917.504	Inclusa
29	917.504	950.272	Inclusa
30	950.272	983.04	Inclusa
31	983.04	1015.808	Inclusa
32	1015.808	1048.576	Inclusa
33	1048.576	1081.344	Inclusa
34	1081.344	1114.112	Inclusa
35	1114.112	1146.88	Inclusa
36	1146.88	1179.648	Inclusa
37	1179.648	1212.416	Inclusa
38	1212.416	1245.184	Inclusa
39	1245.184	1277.952	Inclusa
40	1277.952	1310.72	Inclusa
41	1310.72	1343.488	Inclusa
42	1343.488	1376.256	Inclusa
43	1376.256	1409.024	Inclusa
44	1409.024	1441.792	Inclusa
45	1441.792	1474.56	Inclusa

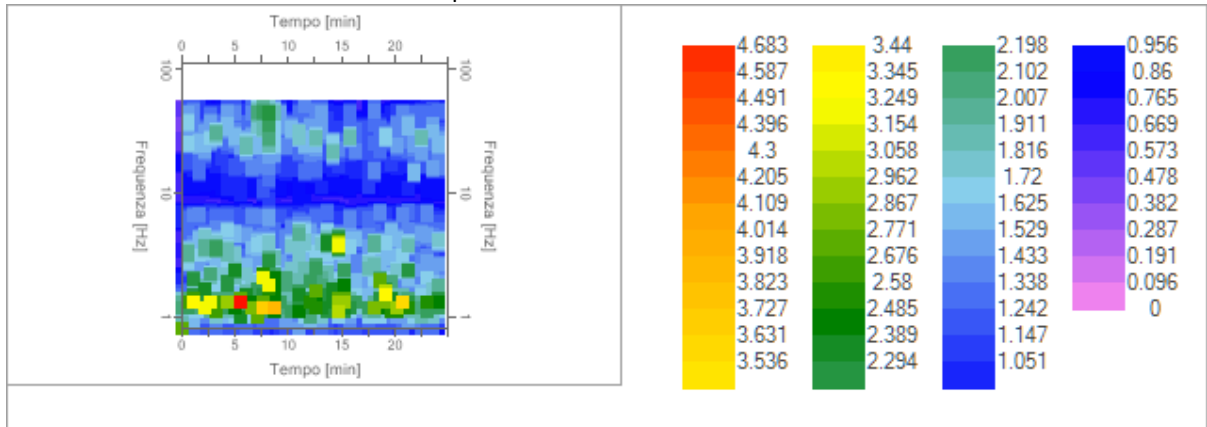
Grafici tracce con finestre selezionate:



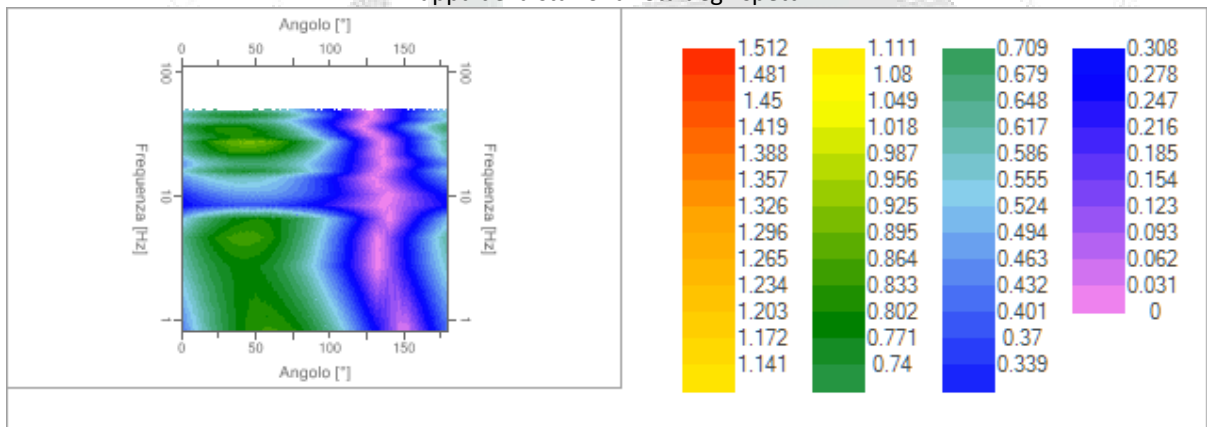
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

**5. Rapporto spettrale H/V**

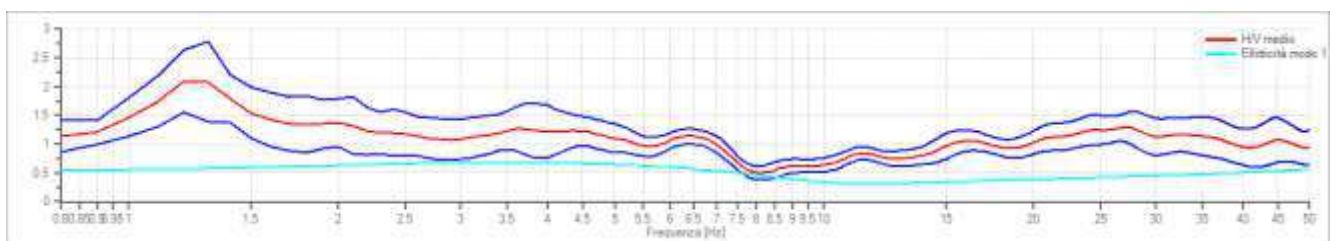
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 50.00 Hz      Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Frequenza minima: 0.80 Hz      Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Passo frequenze: 0.10 Hz      Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 1.20 Hz ±0.26 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia



Verifiche SESAME:

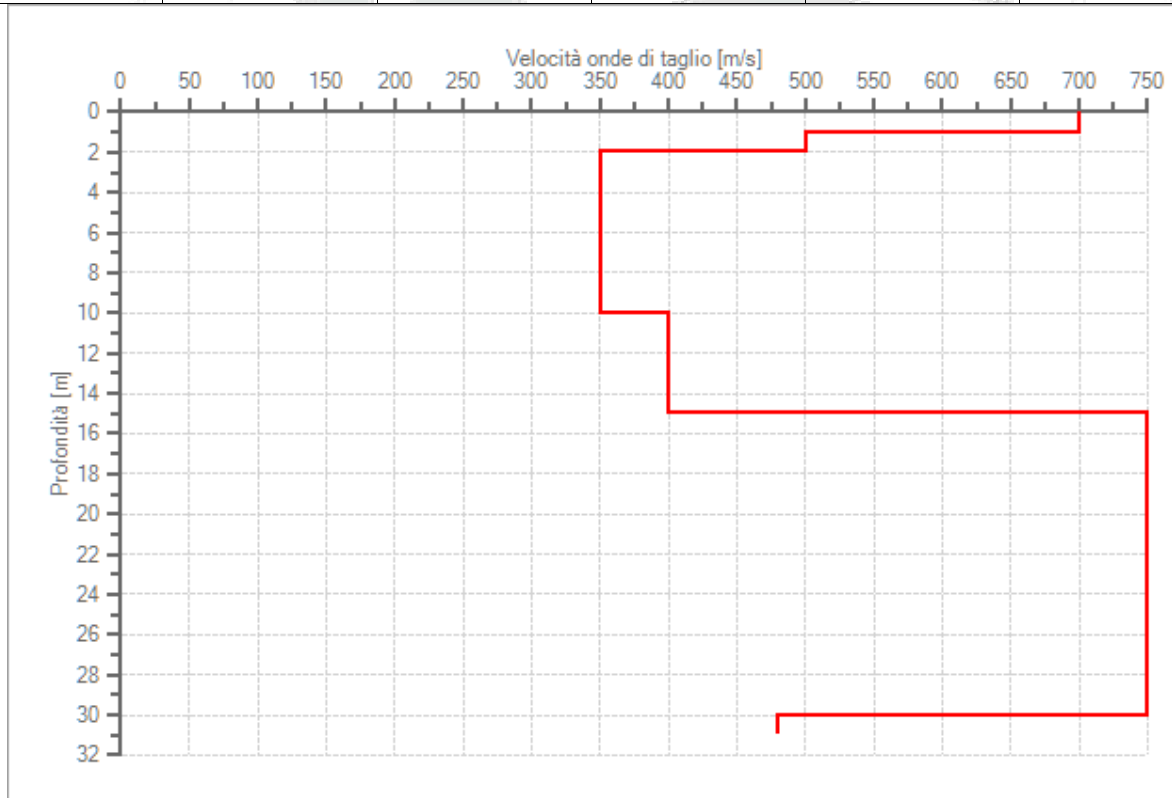
Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$ :	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$ :	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

**6. Modello stratigrafico**Dati riepilogativi:

Numero strati:	6
Frequenza del picco dell'ellitticità:	3.50 Hz
Valore di disadattamento:	0.200
Valore Vs30:	510.33 m/s <b>Categoria di Sottosuolo B</b> ai sensi del DM 14/01/2008

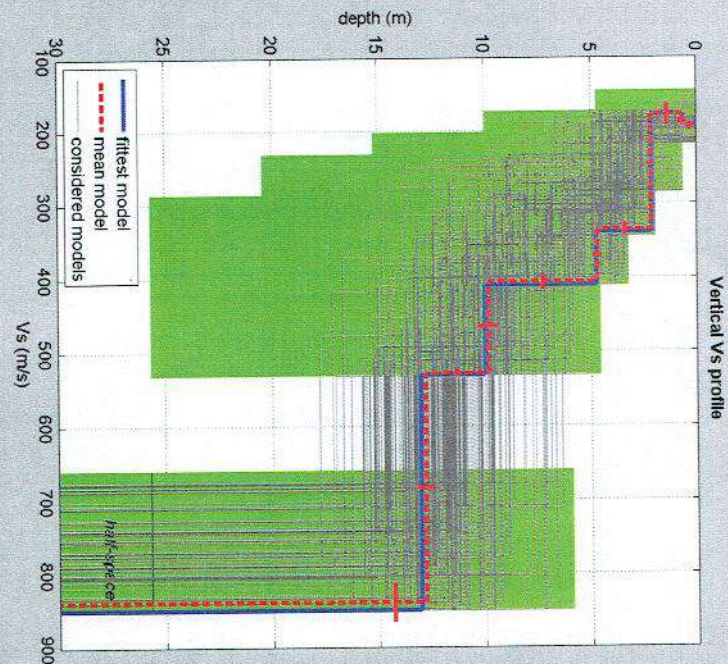
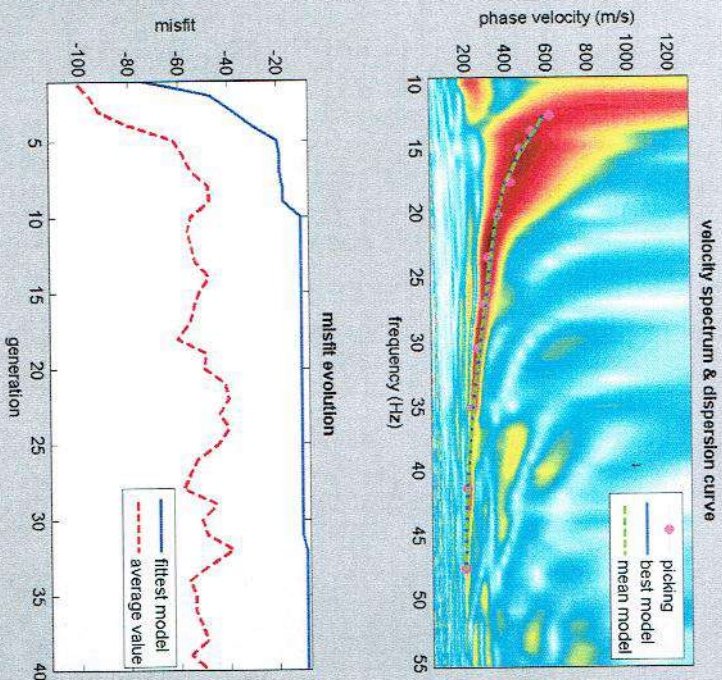
Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1	20	0.3	700
2	1	1	19	0.3	500
3	2	8	18	0.3	350
4	10	5	18	0.3	400
5	15	15	20	0.3	750
6	30	1	18	0.4	480

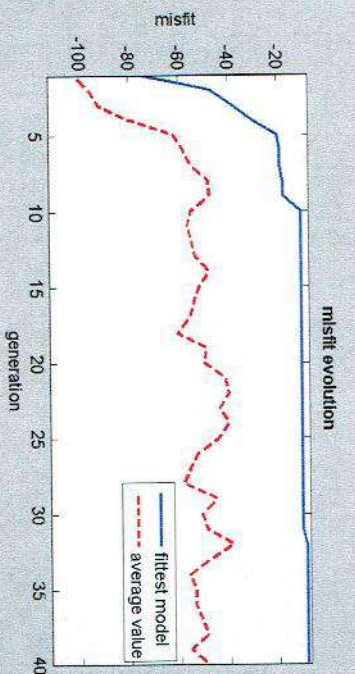


Profilo delle velocità delle onde di taglio.

# Elaborazione MASW 1



dataset: 5d.SGY  
 dispersion curve: .ps.cdp  
 VS30 (best model): 518 m/s  
 VS30 (mean model): 515 m/s



72

## Risultati

Profondità piano di posa [m]	1.00
Vs30 [m/sec]	289.37
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

### Altri parametri geotecnici

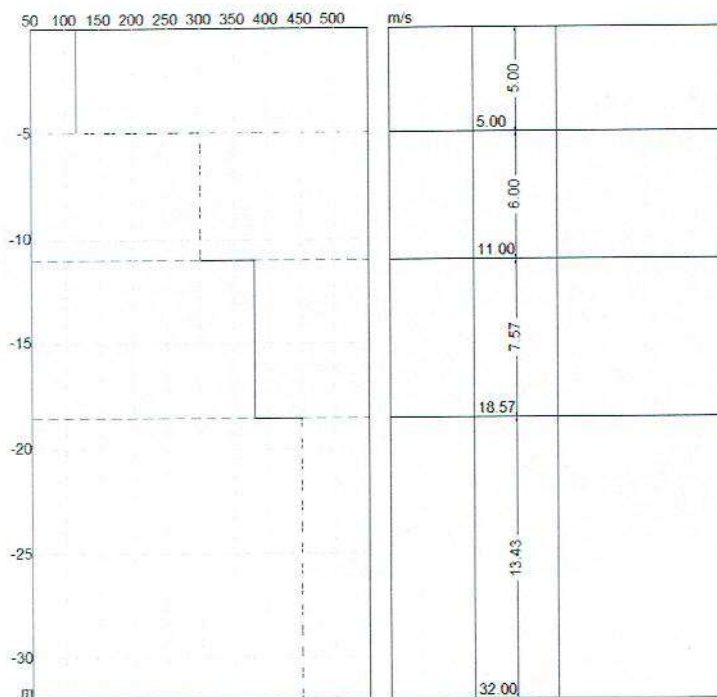
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	5.00	5.00	115.79	241.04	1800.00	0.35	21.78	94.38	65.34	58.81
2	11.00	6.00	300.00	681.91	1800.00	0.38	162.00	837.00	621.00	447.12
3	18.57	7.57	380.00	930.81	1800.00	0.40	259.92	1559.52	1212.96	727.78
4	∞	∞	450.00	1492.48	1800.00	0.45	364.50	4009.50	3523.50	1057.05

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





# Elaborati indagine HVSR

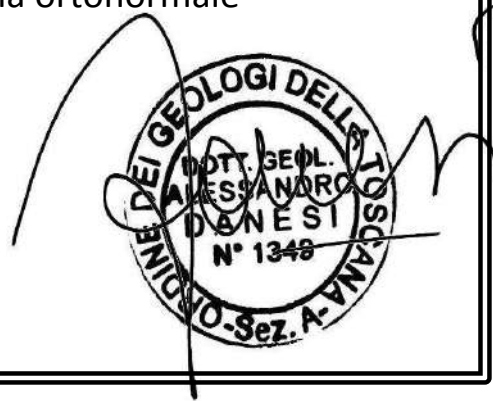
N.74

Committente: Capriotti Cristina ed Emidio

loc. Preselle

Comune di Casale Marittimo (PI)

**Indagine sismica single station** eseguita con sismografo MAE mod. Sysmatrack dotato di 24 canali con digitalizzatore 24 bit per singolo canale  
Array utilizzato: Stazione singola a tre canali su terna ortonormale  
Frequenza propria Geofoni: 2 Hz  
Acquisizione passiva di rumore ambientale  
Numero di campioni acquisiti per secondo: 125  
Lunghezza registrazione: 40 minuti  
Data di acquisizione: febbraio 2011



### **Cenni sulla teoria della tecnica HVSR**

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo  $V_{s30}$  attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamiento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo  $V_{s30}$ .

**In questo cantiere si è preferito utilizzare la tecnica HVSR dato che si era in presenza di lavorazioni agricole che non permettevano di avere un buon rapporto S/N sulle acquisizioni attive.**

## Dati generali

Nome progetto: HVSR Capriotti  
Committente: Capriotti Cristina e Emidio  
Cantiere: Franci  
Località: Preselle  
Operatore: AD  
Responsabile: SB

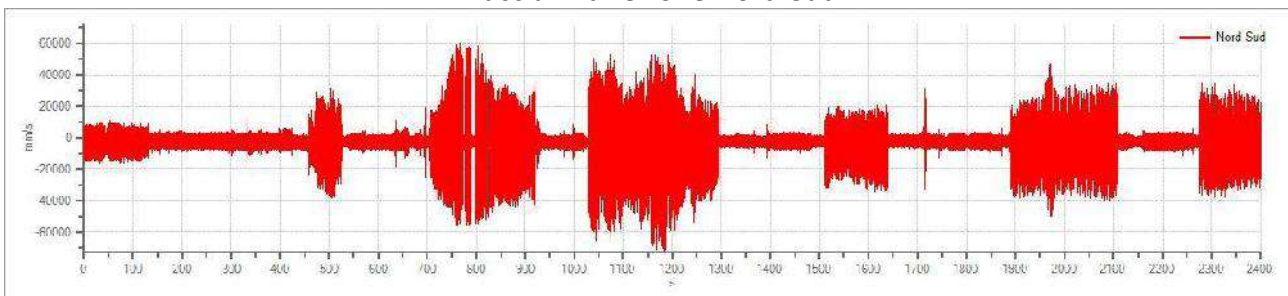
## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

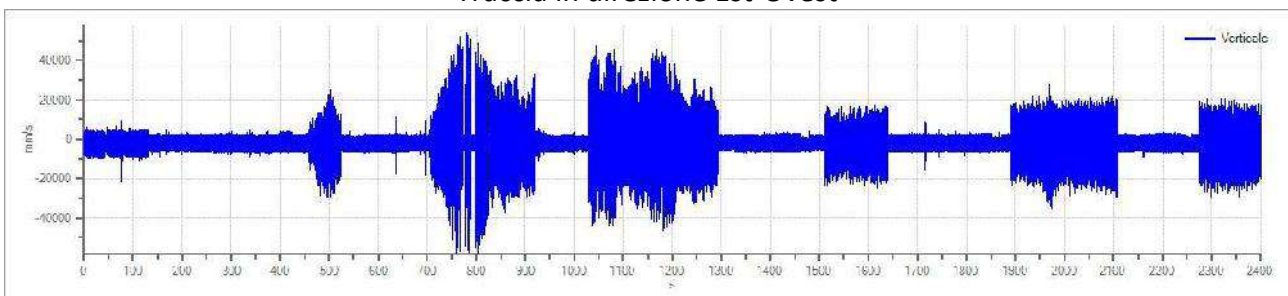
Numero tracce: 3  
Durata registrazione: 2400 s  
Frequenza di campionamento: 125.00 Hz  
Numero campioni: 300000  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### Grafici tracce:

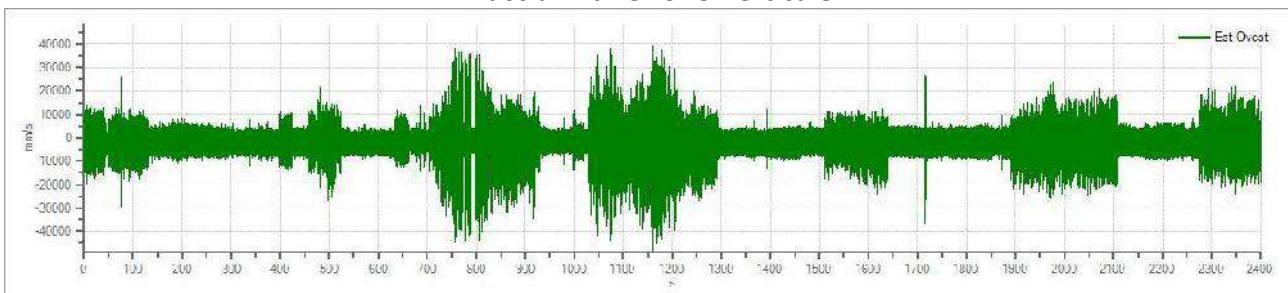
Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale



## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 81

Numero finestre incluse nel calcolo: 81

Dimensione temporale finestre: 32.768 s

Tipo di lisciamento: Triangolo proporzionale

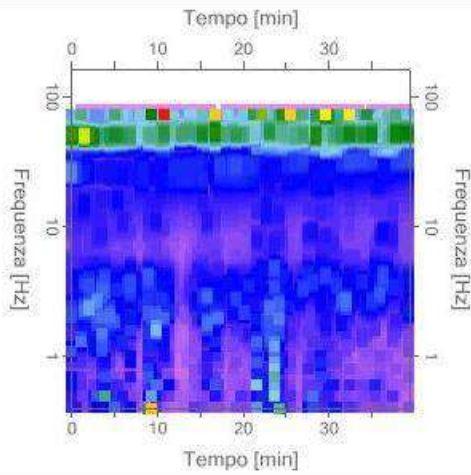
Percentuale di lisciamento: 15.00 %

### Tabella finestre:

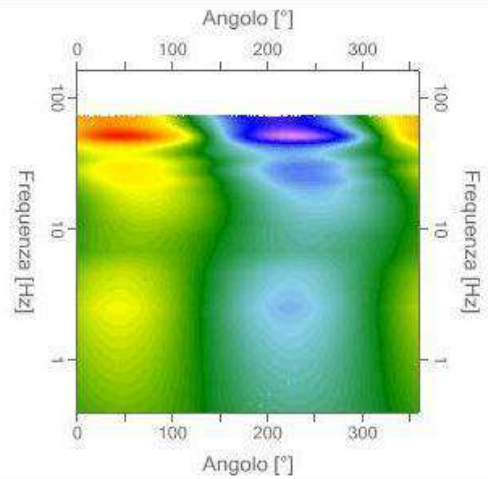
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	32.768	Inclusa
2	29.491	62.259	Inclusa
3	58.982	91.75	Inclusa
4	88.474	121.242	Inclusa
5	117.965	150.733	Inclusa
6	147.456	180.224	Inclusa
7	176.947	209.715	Inclusa
8	206.438	239.206	Inclusa
9	235.93	268.698	Inclusa
10	265.421	298.189	Inclusa
11	294.912	327.68	Inclusa
12	324.403	357.171	Inclusa
13	353.894	386.662	Inclusa
14	383.386	416.154	Inclusa
15	412.877	445.645	Inclusa
16	442.368	475.136	Inclusa
17	471.859	504.627	Inclusa
18	501.35	534.118	Inclusa
19	530.842	563.61	Inclusa
20	560.333	593.101	Inclusa
21	589.824	622.592	Inclusa
22	619.315	652.083	Inclusa
23	648.806	681.574	Inclusa
24	678.298	711.066	Inclusa
25	707.789	740.557	Inclusa
26	737.28	770.048	Inclusa
27	766.771	799.539	Inclusa
28	796.262	829.03	Inclusa
29	825.754	858.522	Inclusa
30	855.245	888.013	Inclusa
31	884.736	917.504	Inclusa
32	914.227	946.995	Inclusa
33	943.718	976.486	Inclusa
34	973.21	1005.978	Inclusa
35	1002.701	1035.469	Inclusa
36	1032.192	1064.96	Inclusa

---

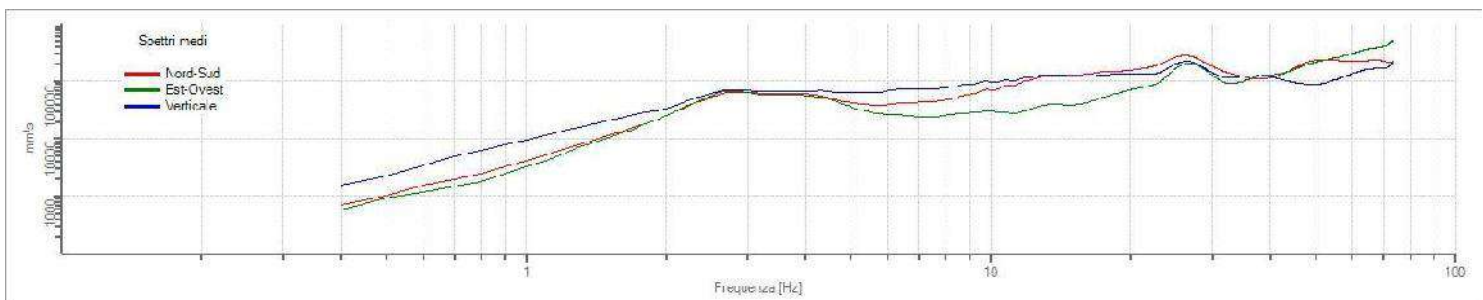
37	1061.683	1094.451	Inclusa
38	1091.174	1123.942	Inclusa
39	1120.666	1153.434	Inclusa
40	1150.157	1182.925	Inclusa
41	1179.648	1212.416	Inclusa
42	1209.139	1241.907	Inclusa
43	1238.63	1271.398	Inclusa
44	1268.122	1300.89	Inclusa
45	1297.613	1330.381	Inclusa
46	1327.104	1359.872	Inclusa
47	1356.595	1389.363	Inclusa
48	1386.086	1418.854	Inclusa
49	1415.578	1448.346	Inclusa
50	1445.069	1477.837	Inclusa
51	1474.56	1507.328	Inclusa
52	1504.051	1536.819	Inclusa
53	1533.542	1566.31	Inclusa
54	1563.034	1595.802	Inclusa
55	1592.525	1625.293	Inclusa
56	1622.016	1654.784	Inclusa
57	1651.507	1684.275	Inclusa
58	1680.998	1713.766	Inclusa
59	1710.49	1743.258	Inclusa
60	1739.981	1772.749	Inclusa
61	1769.472	1802.24	Inclusa
62	1798.963	1831.731	Inclusa
63	1828.454	1861.222	Inclusa
64	1857.946	1890.714	Inclusa
65	1887.437	1920.205	Inclusa
66	1916.928	1949.696	Inclusa
67	1946.419	1979.187	Inclusa
68	1975.91	2008.678	Inclusa
69	2005.402	2038.17	Inclusa
70	2034.893	2067.661	Inclusa
71	2064.384	2097.152	Inclusa
72	2093.875	2126.643	Inclusa
73	2123.366	2156.134	Inclusa
74	2152.858	2185.626	Inclusa
75	2182.349	2215.117	Inclusa
76	2211.84	2244.608	Inclusa
77	2241.331	2274.099	Inclusa
78	2270.822	2303.59	Inclusa
79	2300.314	2333.082	Inclusa
80	2329.805	2362.573	Inclusa
81	2359.296	2392.064	Inclusa



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

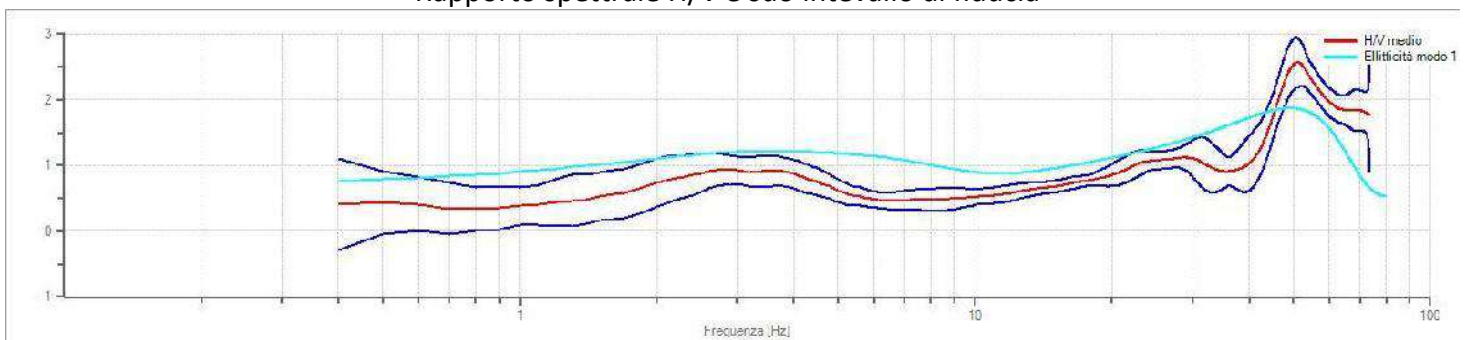
## Rapporto spettrale H/V

### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 80.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.40 Hz  
 Passo frequenze: 0.10 Hz  
 Tipo lisciamento:: Triangolo proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 15.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica  
 Frequenza del picco del rapporto H/V: 51.10 Hz  $\pm$  0.15 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V

Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia



### Verifiche SESAME:

Verifica

Esito

$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H_s$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H_s$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

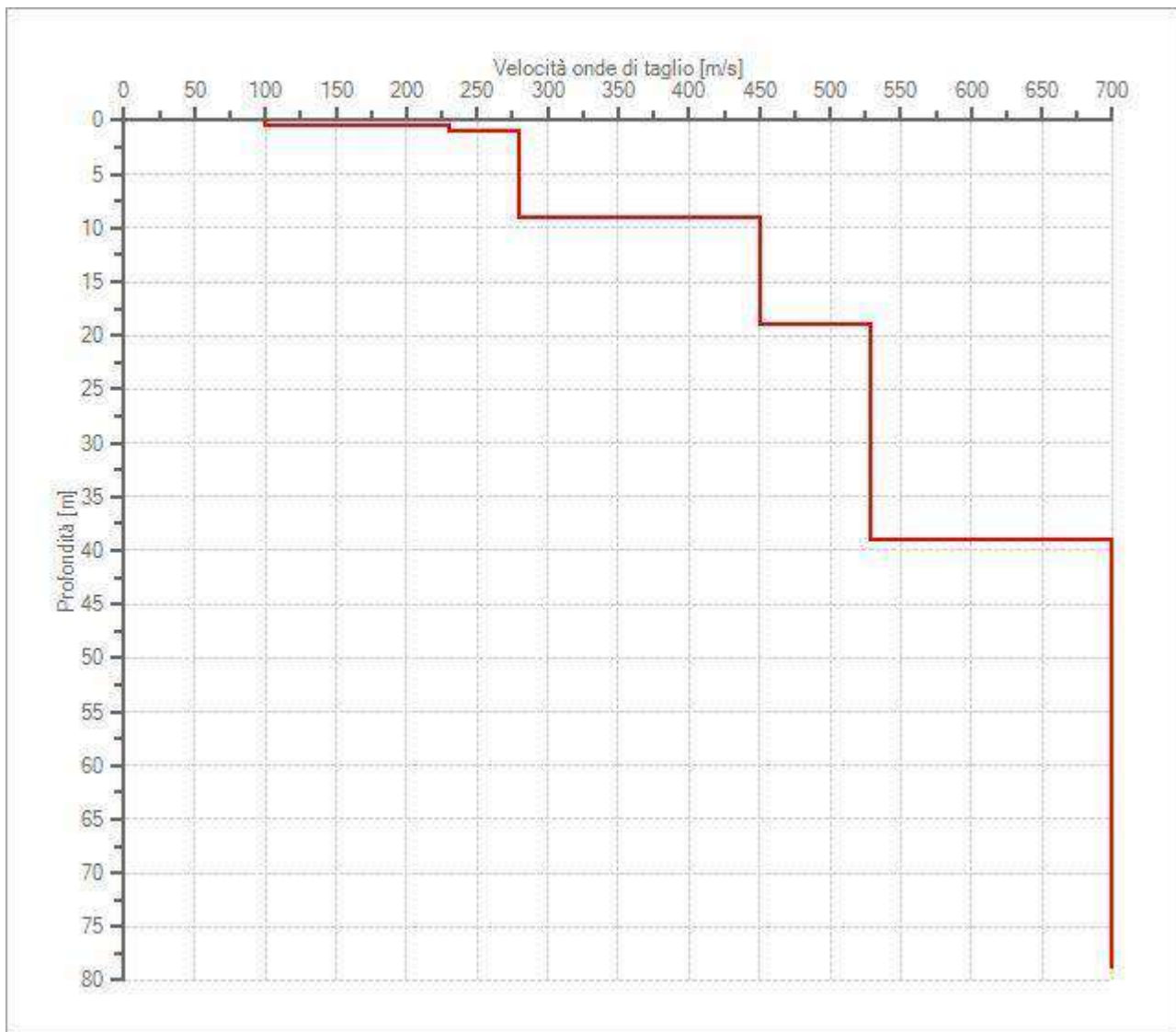
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati:	6
Frequenza del picco dell'ellitticità:	49.30 Hz
Valore di disadattamento:	0.50
Valore Vs30:	380.71 m/s (Classe di suolo semplificata B, ai sensi del DM 14/01/2008)

### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.5	18	0.3	100
2	0.5	0.5	18	0.3	230
3	1	8	18	0.25	280
4	9	10	18	0.28	450
5	19	20	18	0.3	528
6	39	40	18	0.3	700



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

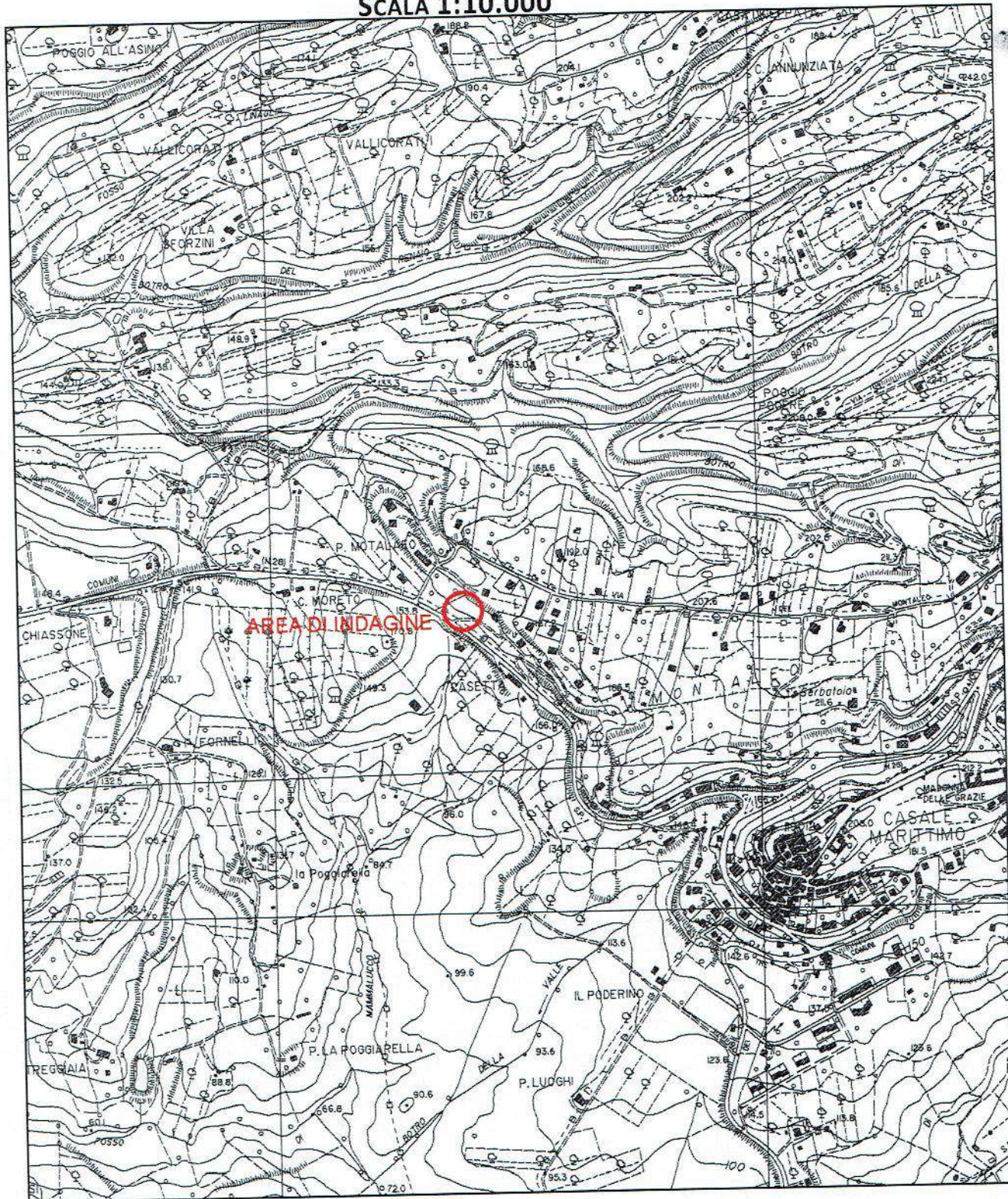


N.75

ALLEGATO N°1

UBICAZIONE AREA D'INDAGINE

SCALA 1:10.000



## ALLEGATO N°3

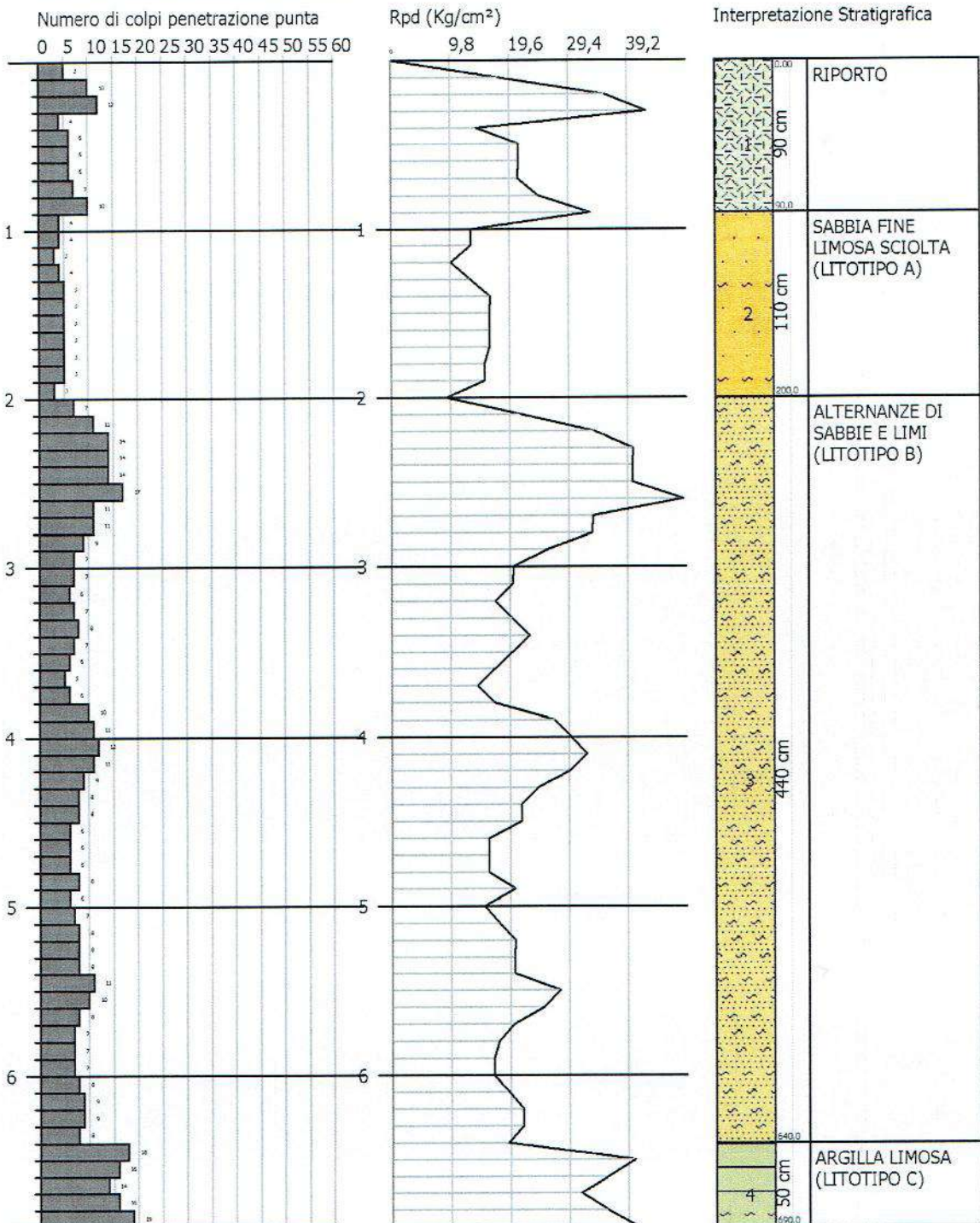
### PROVA PENETROMETRICA P1

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**

Committente: Seewer Christian  
 Cantiere: Realizzazione autorimessa  
 Località: Montaleo

Data: 09/12/2013

Scala 1:34



Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	291.05
Categoria del suolo	C

**Suolo di tipo C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

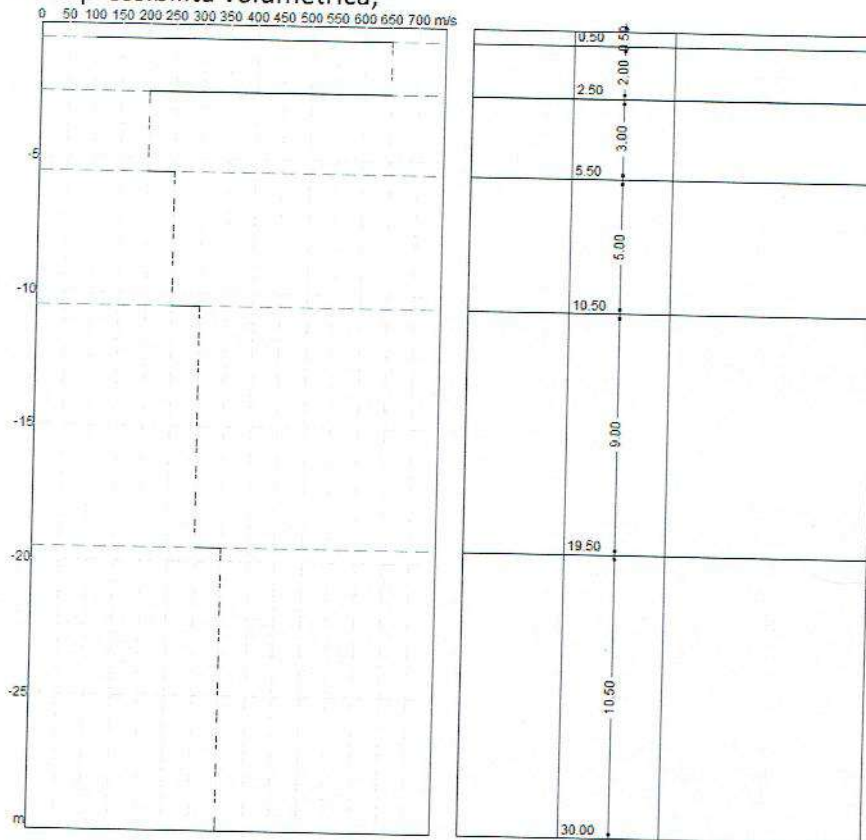
#### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	0.50	0.50	100.00	208.17	1600.00	0.35	16.00	69.33	48.00	43.20
2	2.50	2.00	650.00	1125.83	2100.00	0.25	887.25	2661.75	1478.75	2218.12
3	5.50	3.00	200.00	374.17	2000.00	0.30	80.00	280.00	173.33	208.00
4	10.50	5.00	250.00	485.91	1800.00	0.32	112.50	425.00	275.00	297.00
5	19.50	9.00	300.00	624.50	1900.00	0.35	171.00	741.00	513.00	461.70
6	∞	∞	350.00	795.56	1950.00	0.38	238.88	1234.19	915.69	659.30

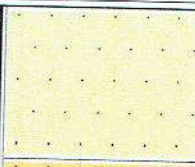
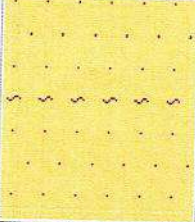
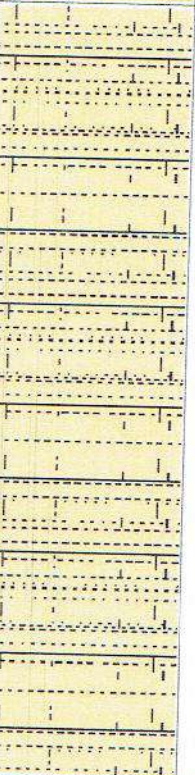

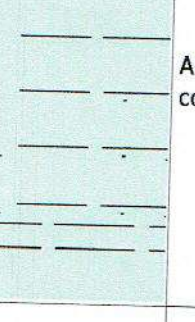
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;



Committente Soc. Agricola Aquiline	Profondità raggiunta 10 metri	Quota Ass. P.C. 132.1	Inizio/Fine Esecuzione 23/04/2014-24/04/2014
Cantiere Villa del Poggio Casale M.mo	Indagine Ricostruzione fabbricato	Cassette Catalogatrici 2	Note1 Falda assente
Responsabile Dott. Alessandro Danesi	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio Continuo	Certificato n° 1

SCALA (MT)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	SPESSORE STRATO	% Carotaggio R.Q.D.		S.P.T. (n° Colpi)	CAMPIONI	FAL
				0	20 40 60 80 100			
		Sabbia fine limosa di color avana	1.00					
-1		Sabbia di media granulometria con livelletti calcarei	1.50					
-2		Argilla grigio-bruna compatta						
-3						10, 12, 14		
-4						-4.35 PA		
-5			5.10				-5.00	
-6							S	
-7							-5.40	
-8		Strato marnoso-calcareo bianco	0.30					
-9		Argilla a prevalente color grigio compatta	2.10					



## DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

### CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	<b>non dichiarata</b>	Forma del campione:	<b>cilindrica</b>
Tipo di campionatore (dichiarato):	<b>non dichiarato</b>	Diametro della carota $\phi$ :	<b>85 mm</b>
Contenitore:	<b>fustella metallica</b>	Lunghezza della carota:	<b>370 mm</b>
Diametro esterno $\phi$ del contenitore:	<b>89 mm</b>	Data di prelievo del campione:	--
Lunghezza del contenitore:	<b>600 mm</b>	Classe di Qualità (dichiarata):	<b>non dichiarata</b>
Data di consegna del campione:	09/05/14	Data di apertura del campione:	--
Data di apertura Commessa:	09/05/14	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	00/01/00	Data di fine prova:	00/01/00

SCHEMA DEL CAMPIONE	LUNGH.	POCKET PENETR.	VANE TEST	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
	cm	kPa (M.I.)	kPa (M.I.)		
ALTO	10	> 450	N.E.	$W_1$ ED $\gamma_s$ TD1 Lim.  TD2 $W_2$ TD3 Gran.  TD3 $W_3$ $\gamma_n$ TxUU1	Limo con argilla marrone-olivastro chiaro con screziature nerastre e bande giallo-rossastre (queste ultime con maggiori tenori di limo), duro, a struttura complessivamente omogenea con presenza di linee preesistenti di debolezza variamente orientate evidenziate da una patina di alterazione grigio scuro, plastico ed inattivo relativamente alle caratteristiche mineralogiche, reattivo ad HCl. Sono presenti alcuni gusci di bivalvi.
20					
30					
40					
BASSO	70				

Note: la fustella era chiusa con nastro adesivo alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpa era appena ovalizzato ed affilato. Il campione era isolato con paraffina (15 mm in alto e 4 mm in basso).

Roma, 22/05/14

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*



## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	13/05/14	Data di fine prova:	14/05/14
	Determinazione $W_1$	Determinazione $W_2$	Determinazione $W_3$
Peso lordo umido (g)	65,01	57,68	54,47
Peso lordo secco (g)	57,93	51,84	49,07
Tara (g)	20,92	22,14	20,83
Umidità relativa W (%)	19,1	19,7	19,1
UMIDITA' NATURALE MEDIA $W_n$		19,3	%
		DEVIAZIONE STANDARD 0,35	

Note:

Roma, 22/05/14

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*

## PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	13/05/14	Data di fine prova:	13/05/14
Peso umido del terreno (g)	179,95	Volume (cm <sup>3</sup> )	85,10
PESO DI VOLUME NATURALE $\gamma_n$	20,74	kN/m <sup>3</sup>	Determinazione eseguita tramite: fustella tarata

Note:

Roma, 22/05/14

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*



## PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Data di inizio prova:	13/05/14	Data di fine prova:	16/05/14
-----------------------	----------	---------------------	----------

Determinazione n° 1	Quantità misurate	Determinazione n° 2
85,24	Tara picnometro (g)	90,30
100,19	Picnometro + campione secco (g)	106,54
205,67	Picnometro + campione + acqua (g)	222,75
21,3	Temperatura di prova (°C)	21,3
196,19	Picnometro + acqua (g)	212,45
26,80	P. di vol. dei grani misurato (kN/m <sup>3</sup> )	26,81

PESO DI VOLUME DEI GRANI $\gamma_s$	<b>26,78</b> kN/m <sup>3</sup>	DEVIATION STANDARD	<b>0,011</b>
-------------------------------------	--------------------------------	--------------------	--------------

Note:

Roma, 22/05/14

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*

## CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

INDICE DEI VUOTI	e	<b>0,540</b>	GRADO DI SATURAZIONE	$S_r$	<b>98</b> %
POROSITA'	n	<b>0,351</b>	PESO DI VOLUME SECCO	$\gamma_{dry}$	<b>17,39</b> kN/m <sup>3</sup>
PESO DI VOL. SATURO	$\gamma_{sat}$	<b>20,80</b> kN/m <sup>3</sup>	PESO DI VOL. IMMERSO	$\gamma'$	<b>10,93</b> kN/m <sup>3</sup>

Note:

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*



## CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

(UNI GEN ISO/TS 17892-12)

Data di inizio prova LL e LP	13/05/14	Data di fine prova LL e LP	20/05/14
Data di inizio prova LR	--	Data di fine prova LR	--

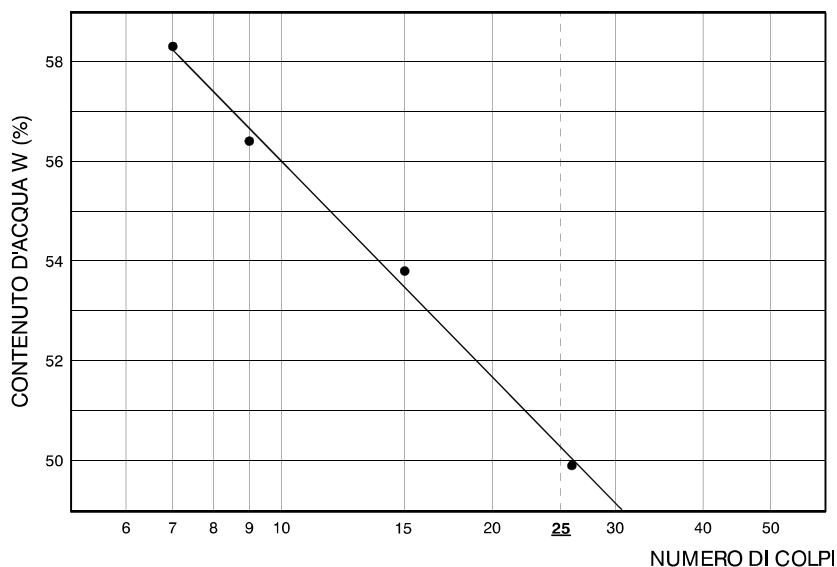
  

Caratteristica	Simbolo	Valore	Unità
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	50	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	25	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	25	%
LIMITE DI RITIRO	LR	--	%
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W <sub>n</sub>	19,3	%
INDICE DI CONSISTENZA	IC	>1	
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	<0	
INDICE DI RITIRO	I <sub>r</sub>	--	
RAPPORTO DI RITIRO	R <sub>r</sub>	--	
INDICE DI ATTIVITA'	A	0,60	

prova n°	colpi n°	W %	Classificazione
1	7	58,3	LL
2	9	56,4	
3	15	53,8	
4	26	49,9	
5	--	--	
1	Dev. Stand. 0,21	25,3	LP
2		25,0	
1		--	LR
2		--	

### LIMITE DI LIQUIDITA'



Note:

Roma, 22/05/14

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)  
*Giovanni Caproni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarpizzi)  
*Maurizio Scarpizzi*





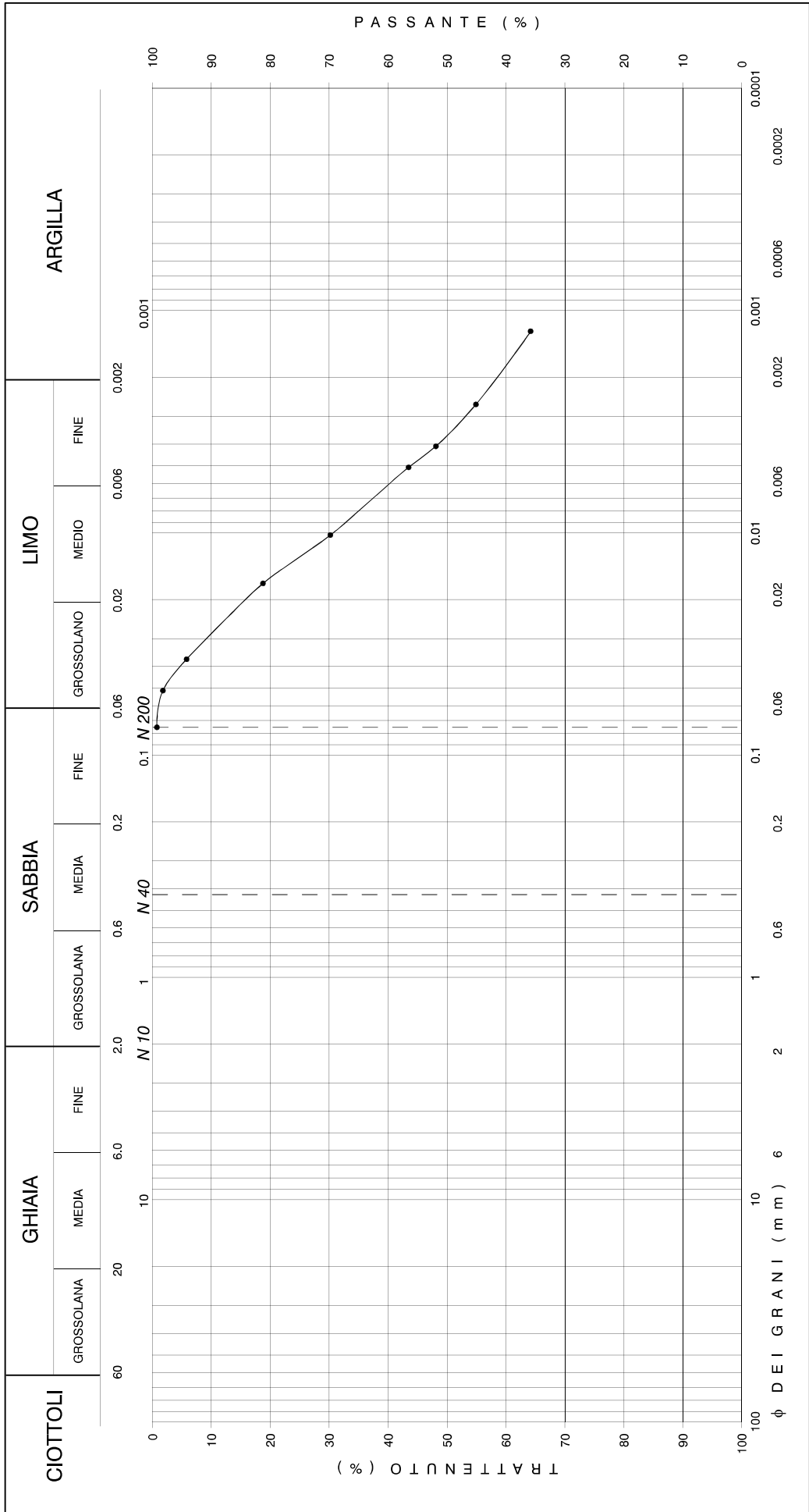


# CURVA GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSA.

GHIAIA > 2 mm	%	SABBIA 0,06 - 2 mm	%	LIMO 0,002 - 0,06 mm	%	ARGILLA < 0,002 mm	%
0		1		57		42	
PASSANTE AI SETACCI > 2 mm		N 10 2 mm		N 40 0,425 mm		N 200 0,075 mm	
		100		100		99	



il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarpizzi)

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

Note: il diametro del granulo maggiore è minore di 1 mm.



## PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Data di inizio prova:	13/05/14	Data di fine prova:	21/05/14
-----------------------	----------	---------------------	----------

### CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Diametro	$\phi$	5,018	cm	Peso di vol. dei grani	$\gamma_s$	26,78	kN/m <sup>3</sup>
Altezza iniziale	H <sub>0</sub>	2,001	cm	Grado di saturazione	S <sub>r</sub>	96	%
Area	a	19,777	cm <sup>2</sup>	Cont. d'acqua finale	W <sub>f</sub>	18,7	%
Volume iniziale	V <sub>0</sub>	39,573	cm <sup>3</sup>	Porosità iniziale	n <sub>0</sub>	0,343	
Cont. d'acqua iniziale	W <sub>i</sub>	18,4	%	Altezza del secco	H <sub>dry</sub>	1,315	cm
Peso di volume	$\gamma$	20,80	kN/m <sup>3</sup>	Indice dei vuoti iniziale	e <sub>0</sub>	0,522	

Pressione $\sigma$ (kPa)	Tempo t (h)	Cedimento cumulativo d (mm)	Indice dei vuoti e (--)	Modulo di compressibilità E' (kPa)	Coefficiente di compressibilità m <sub>v</sub> (kPa <sup>-1</sup> )	Coefficiente di consolidazione C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /sec)	Coefficiente di permeabilità k (m/sec)
0	0	0	0,522				
98	1	0,053	0,518	37.000	2,70E-05		
196	24	0,085	0,516	61.117	1,64E-05		
392	24	0,186	0,508	38.667	2,59E-05	N.D.	N.D.
785	24	0,399	0,492	36.576	2,73E-05	7,07E-03	1,9E-10
1570	24	0,686	0,470	53.639	1,86E-05	2,27E-03	4,2E-11
3139	24	1,191	0,431	60.038	1,67E-05		
4709	24	1,685	0,394	59.809	1,67E-05		
1570	8	1,388	0,416				
392	8	0,846	0,458				
98	8	0,316	0,498				

Roma, 22/05/14

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

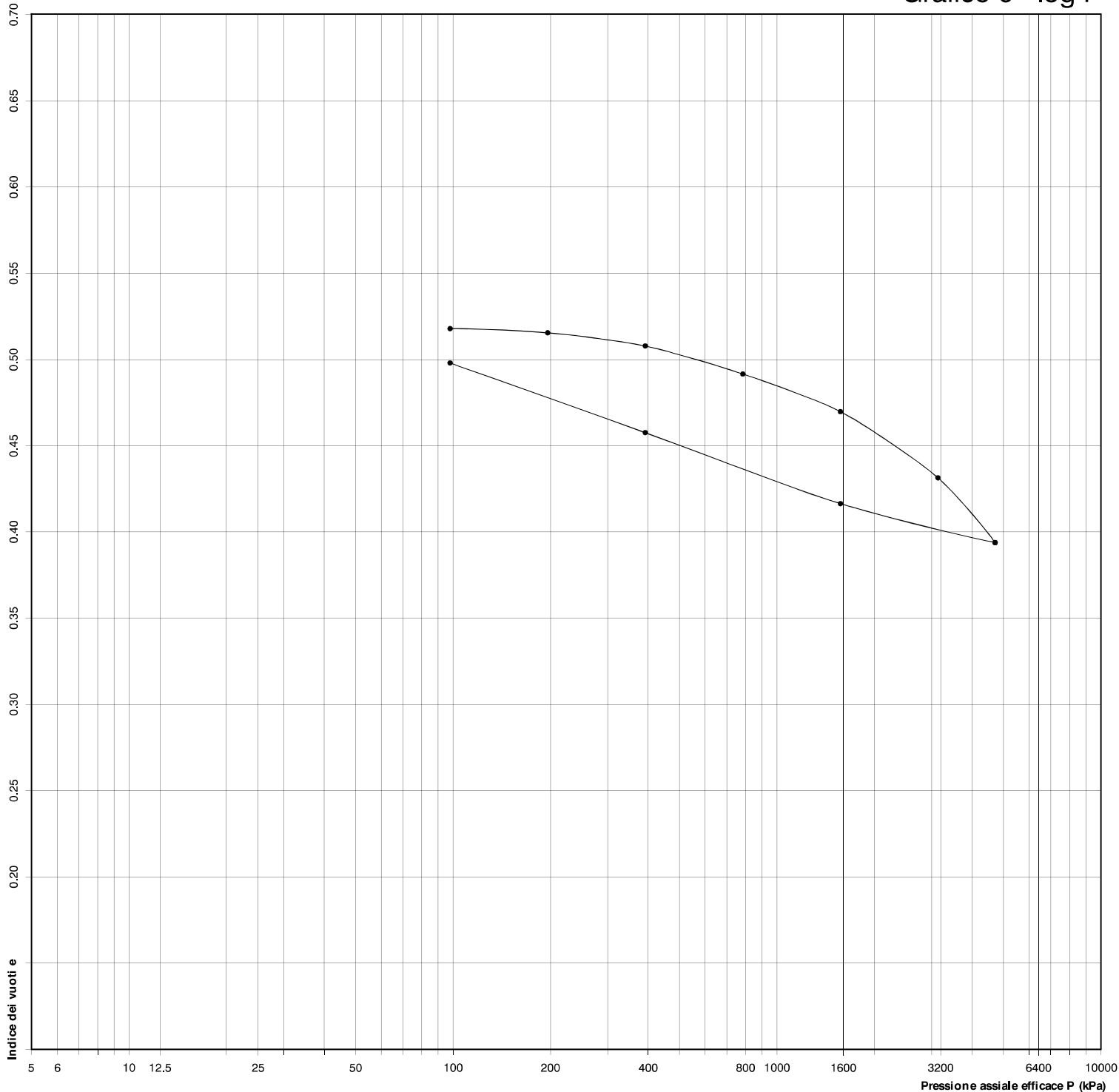
il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*



# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico e - log P



il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

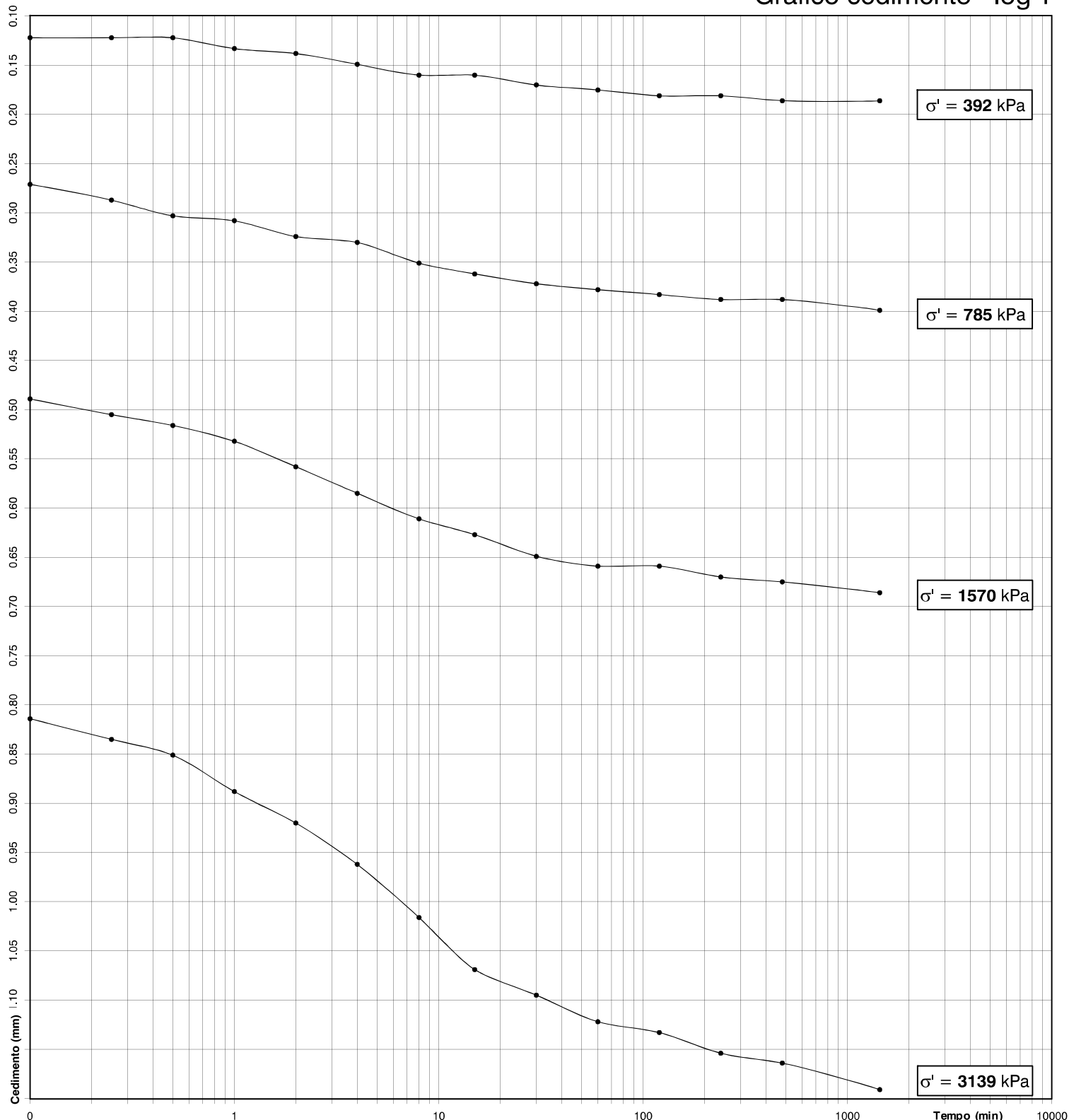
Note: la prova è stata spinta fino a 4709 kPa per definire chiaramente il "tratto vergine" del materiale.



# PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico cedimento - log T



il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Note: il Cv è stato determinato con il metodo di Taylor.



## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

### MISURAZIONI ACQUISITE

Pressione (kPa)	98	196	392	785	1570	3139	4709	1570	392	98										
Data (gg/mese)	13/5	13/5	14/5	15/5	16/5	19/5	20/5	21/5	21/5	21/5										
Tempi	Cedimenti (mm)																			
0"	0,000	0,053	0,085	0,186	0,399	0,697	1,191	1,685	1,388	0,846										
6"	0,074	0,117	0,122	0,271	0,489	0,814														
15"	0,074	0,117	0,122	0,287	0,505	0,835														
30"	0,080	0,117	0,122	0,303	0,516	0,851														
1'	0,080	0,117	0,133	0,308	0,532	0,888														
2'	0,080	0,117	0,138	0,324	0,558	0,920														
4'	0,074	0,117	0,149	0,330	0,585	0,962														
8'	0,053	0,117	0,160	0,351	0,611	1,016														
15'	0,053	0,117	0,160	0,362	0,627	1,069														
30'	0,058	0,106	0,170	0,372	0,649	1,095														
60'	0,053	0,096	0,175	0,378	0,659	1,122														
120'		0,090	0,181	0,383	0,659	1,133														
240'		0,085	0,181	0,388	0,670	1,154														
480'		0,090	0,186	0,388	0,675	1,164														
1440'		0,085	0,186	0,399	0,686	1,191	1,685	1,388	0,846	0,316										
2880'					0,691															
4320'					0,697															

Note: in corrispondenza di 98 kPa si sono verificati dei rigonfiamenti: pertanto dopo 1 ora dall'imposizione della pressione, si è provveduto a passare allo step di carico successivo. In corrispondenza di 196 kPa si sono verificati dei rigonfiamenti.

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarpizzi)  
*Maurizio Scarpizzi*



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Data di inizio prova:	13/05/14	Data di fine prova:	16/05/14
-----------------------	----------	---------------------	----------

### CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino		1	2	3
Altezza	cm	2,008	2,000	2,016
Lato	cm	6,031	6,023	6,020
Volume	cm <sup>3</sup>	73,04	72,55	73,06
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	20,90	20,21	20,40
Contenuto d'acqua	%	19,4	19,6	20,8
Peso di volume dei grani	kN/m <sup>3</sup>	26,78	26,78	26,78
Indice dei vuoti		0,533	0,583	0,585
Grado di saturazione	%	99	92	97

### FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Durata	h	24	24	24
Cedimento	mm	0,59	0,43	0,86

### FASE DI TAGLIO

Provino		1	2	3
Velocità di deformazione	mm/min	0,0042	0,0042	0,0042
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Contenuto finale d'acqua	%	23,5	24,3	22,1

### NOTE

Roma, 22/05/14

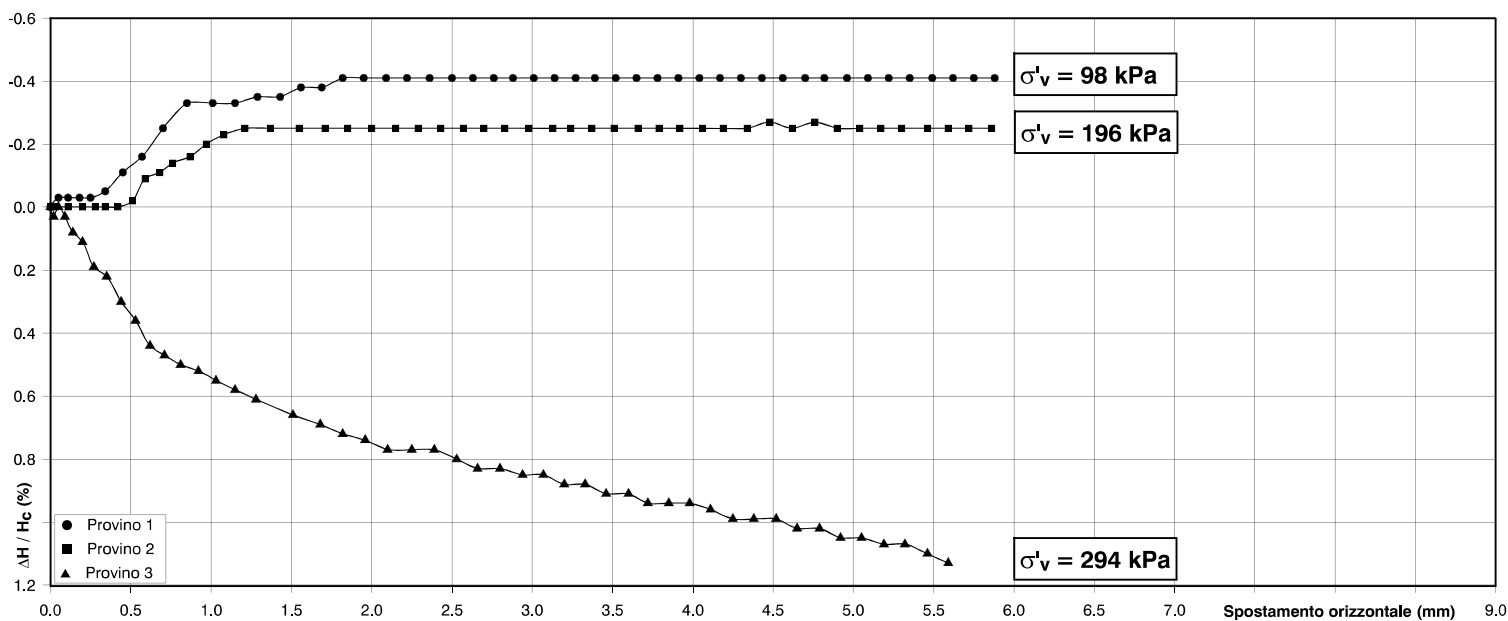
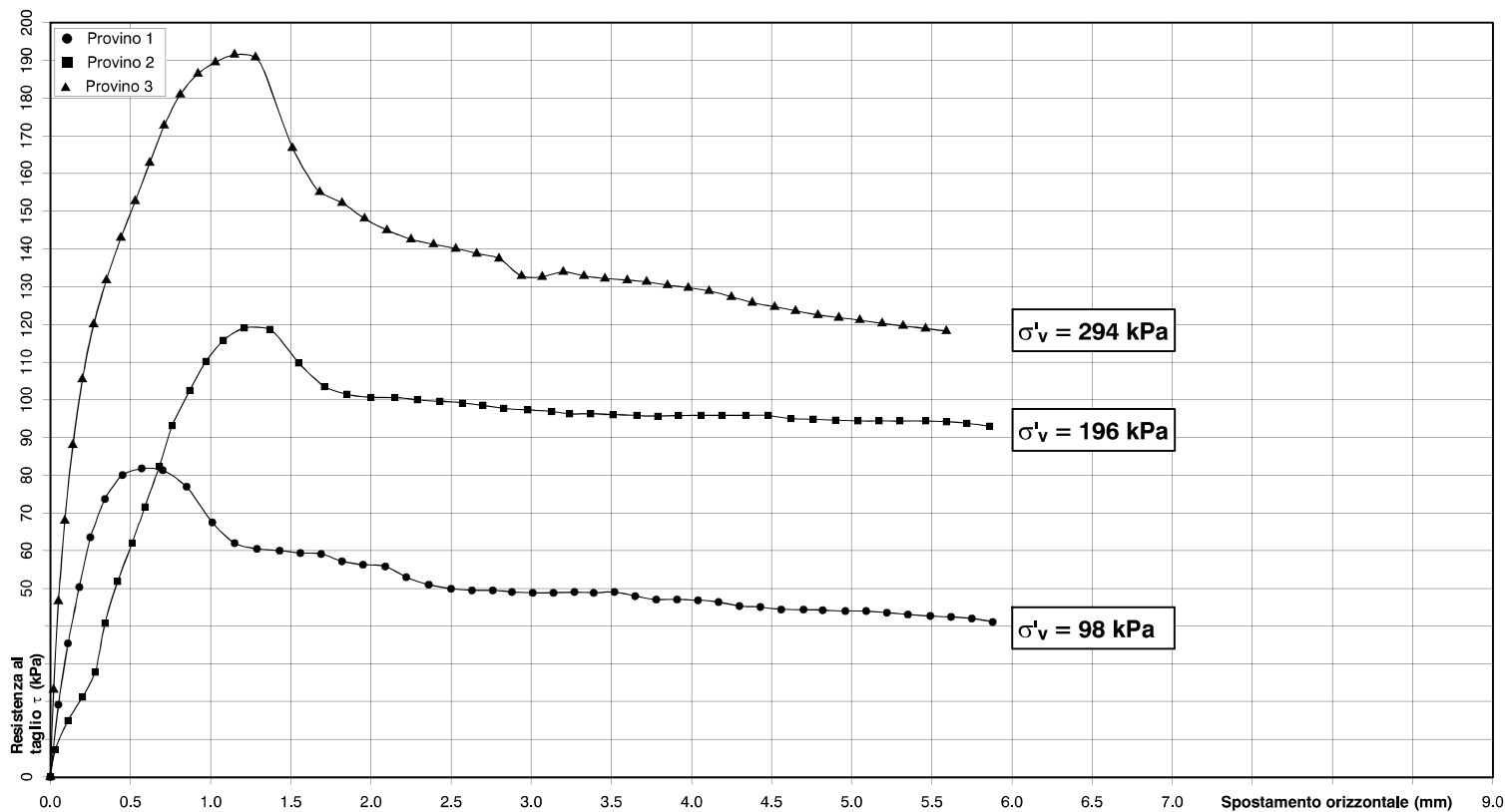
il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)  
*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*



# PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)



il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Note:





## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

### MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
0,05	-0,03	19	0,03	0,00	7	0,02	0,03	23
0,11	-0,03	35	0,11	0,00	15	0,05	0,00	47
0,18	-0,03	50	0,20	0,00	21	0,09	0,03	68
0,25	-0,03	64	0,28	0,00	28	0,14	0,08	88
0,34	-0,05	74	0,34	0,00	41	0,20	0,11	105
0,45	-0,11	80	0,42	0,00	52	0,27	0,19	120
0,57	-0,16	82	0,51	-0,02	62	0,35	0,22	132
0,70	-0,25	81	0,59	-0,09	72	0,44	0,30	143
0,85	-0,33	77	0,68	-0,11	82	0,53	0,36	153
1,01	-0,33	68	0,76	-0,14	93	0,62	0,44	163
1,15	-0,33	62	0,87	-0,16	103	0,71	0,47	173
1,29	-0,35	60	0,97	-0,20	110	0,81	0,50	181
1,43	-0,35	60	1,08	-0,23	116	0,92	0,52	186
1,56	-0,38	59	1,21	-0,25	119	1,03	0,55	190
1,69	-0,38	59	1,37	-0,25	119	1,15	0,58	192
1,82	-0,41	57	1,55	-0,25	110	1,28	0,61	191
1,95	-0,41	56	1,71	-0,25	104	1,51	0,66	167
2,09	-0,41	56	1,85	-0,25	101	1,68	0,69	155
2,22	-0,41	53	2,00	-0,25	101	1,82	0,72	152
2,36	-0,41	51	2,15	-0,25	101	1,96	0,74	148
2,50	-0,41	50	2,29	-0,25	100	2,10	0,77	145
2,63	-0,41	49	2,43	-0,25	100	2,25	0,77	143
2,76	-0,41	49	2,57	-0,25	99	2,39	0,77	141
2,88	-0,41	49	2,70	-0,25	99	2,53	0,80	140
3,01	-0,41	49	2,83	-0,25	98	2,66	0,83	139
3,14	-0,41	49	2,98	-0,25	97	2,80	0,83	137
3,27	-0,41	49	3,13	-0,25	97	2,94	0,85	133
3,39	-0,41	49	3,24	-0,25	96	3,07	0,85	133
3,52	-0,41	49	3,37	-0,25	96	3,20	0,88	134

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

*Maurizio Scarpazzi*





## PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE (UU)

(UNI CEN ISO/TS 17892-8)

Data di inizio prova:	20/05/14	Data di fine prova:	20/05/14
-----------------------	----------	---------------------	----------

### CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino		1	2	3
Altezza	cm	7,504	--	--
Diametro	cm	3,800	--	--
Volume	cm <sup>3</sup>	85,10	--	--
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	20,74	--	--
Contenuto d'acqua	%	19,8		
Peso di volume dei grani	kN/m <sup>3</sup>	26,78	--	--
Indice dei vuoti		0,547	--	--
Grado di saturazione	%	99	--	--

### FASE DI TAGLIO

Provino		1	2	3
Velocità di deformazione	mm/min	1,0000	--	--
Pressione di cella totale	kPa	128	--	--
Pressione interstiziale iniziale	kPa	--	--	--
Back pressure	kPa	--	--	--
Contenuto finale d'acqua	%	19,7	--	--

### NOTE

La prova è stata condotta su un provino per mancanza di materiale idoneo. Il provino presentava una soluzione di continuità preesistente che interessava la porzione inferiore del provino stesso. Tale elemento lo attraversava diagonalmente dal basso verso l'alto e da destra verso sinistra; su tale elemento si è imposta la superficie di rottura (vedere schema di rottura, pagina 2 di 4 del presente certificato).

Roma, 22/05/14

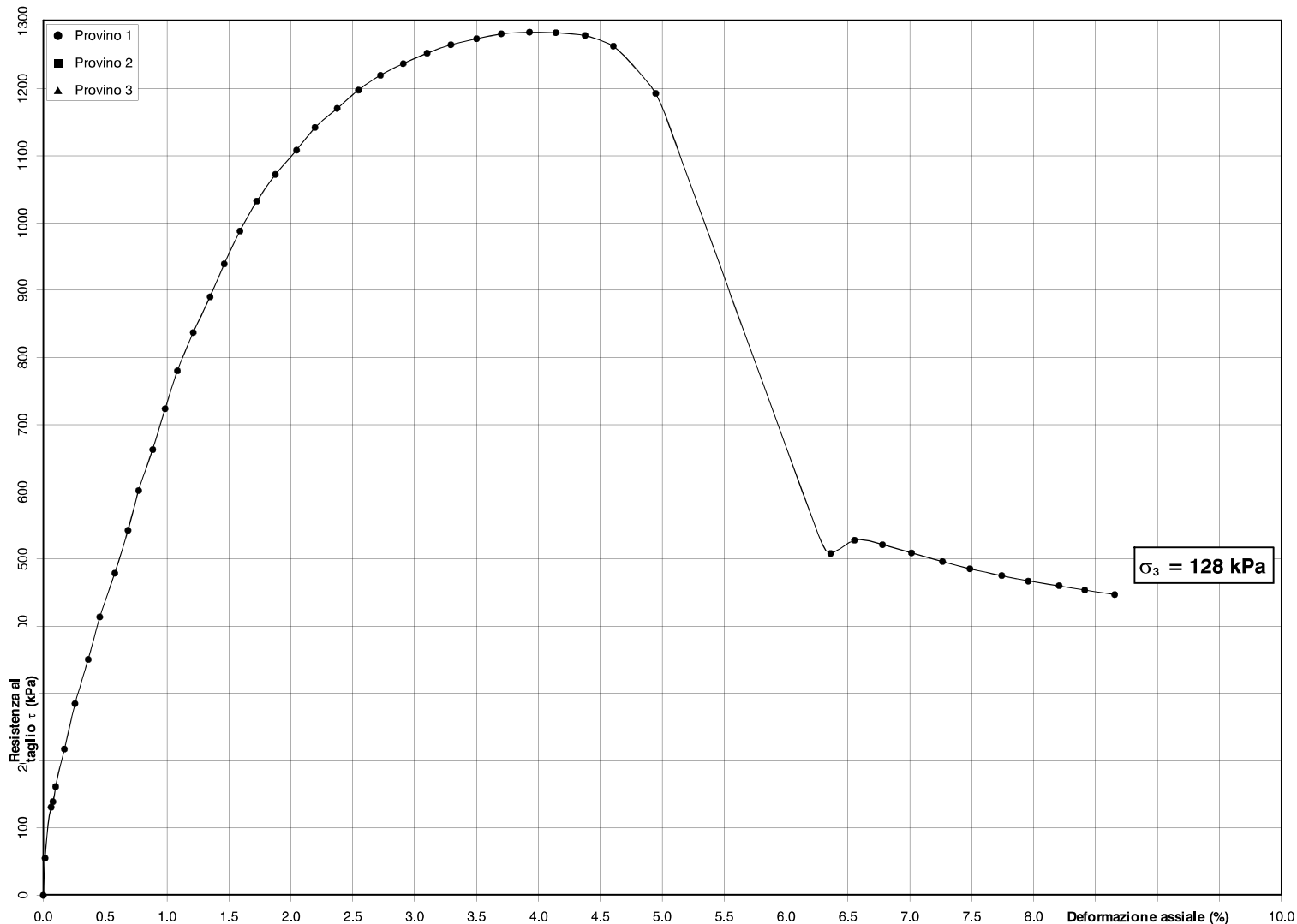
il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)  
*Giovanni Caproni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)  
*Maurizio Scarapazzi*

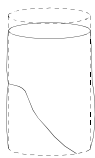


# PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE (UU)

(UNI CEN ISO/TS 17892-8)



### SCHEMA DI ROTTURA



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Note:

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)



## PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE (UU)

(UNI CEN ISO/TS 17892-8)

### MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Deformazione assiale (%)	Pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	Pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	Pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
0,00		0						
0,01		55						
0,06		131						
0,08		139						
0,10		162						
0,17		217						
0,26		285						
0,36		351						
0,46		414						
0,58		479						
0,68		543						
0,77		602						
0,88		663						
0,98		723						
1,08		780						
1,21		837						
1,35		890						
1,46		939						
1,59		988						
1,73		1032						
1,87		1072						
2,05		1108						
2,20		1142						
2,37		1170						
2,54		1198						
2,72		1220						
2,91		1237						
3,10		1253						
3,29		1265						
3,50		1274						

il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

*Giovanni Caprioni*

il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

*Maurizio Scarpazzi*



## NORME DI RIFERIMENTO, RACCOMANDAZIONI E RIFERIMENTI TECNICI PER LE PROVE DI LABORATORIO

### Descrizione e classificazione dei terreni

- Racc. A.G.I. (1963) : “Nomenclatura geotecnica e classifica delle terre”;  
A.S.T.M. D 2487 : “Classification of the soil for engineering purposes”;  
A.S.T.M. D 2488 : “Standard practise for description and identification of soils”.

### Determinazione del contenuto d’acqua allo stato naturale

- UNI CEN ISO/TS 17892-1 : “Determinazione del contenuto in acqua”  
C.N.R. U.N.I. 10008 : “Prove su materiali stradali. Umidità di una terra”;  
A.S.T.M. D 2216-92 : “Laboratory determination of water (moisture) content of soil”.

### Determinazione del peso dell’unità di volume allo stato naturale

- UNI CEN ISO/TS 17892-2 : “Determinazione della massa volumica dei terreni”  
Racc. A.G.I. (1994) : Determinazione del peso dell’unità di volume relativo alle prove specifiche;

### Determinazione del peso specifico assoluto dei granuli

- UNI CEN ISO/TS 17892-3 : “Determinazione della massa volumica dei granuli solidi”;  
A.S.T.M. D 854 : “Standard method for specific gravity of soils”;  
A.S.T.M. D 4718 : “Correction of unit weight and water content for soils containing oversize particles”.

### Determinazione dei Limiti di consistenza

- UNI CEN ISO/TS 17892-12 : “Determinazione dei limiti di Atterberg”;  
A.S.T.M. D 4318 : “Liquid limit, plastic limit and plastic index of soils”;  
BISHOP & GLOSSOP : “Determinazione del limite di adesività”;  
BISHOP & GLOSSOP : “Serie di prove indici su impasto di argilla”.  
A.S.T.M. D 4943 : “Shrinkage factors of soils by the wax method”;  
B.S. 1377, Part 2 : “Classification tests”.

### Analisi granulometrica

- UNI CEN ISO/TS 17892-4 : “Determinazione della distribuzione granulometrica”;  
Racc. A.G.I. (1994) : “Analisi granulometrica di una terra”;  
A.S.T.M. D 422 : “Particle size analysis of soils”;  
A.S.T.M. D 1140 : “Amount of material in soils finer than No.200 sieve”;  
A.S.T.M. D 421 : “Dry preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants”;  
A.S.T.M. D 2217 : “Wet preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants”;

### Prova di consolidazione monodimensionale (edometrica)

- UNI CEN ISO/TS 17892-5 : “Prova edometrica ad incrementi di carico”;  
Racc. A.G.I. (1994) : “Prove edometriche”;  
A.S.T.M. D 2435 : “One-dimensional consolidation properties of soil”;  
A.S.T.M. D 4186 : “One-dimensional consolidation properties of soils using controlled-strain loading”.

### Prova di rigonfiamento

- UNI CEN ISO/TS 17892-5 : “Prova edometrica ad incrementi di carico”;  
A.S.T.M. D 4546 : “One dimensional swell or settlement potential of cohesive soils”;  
GIBBS & HOLTZ (1956) : “Prova di rigonfiamento libero”;  
HUDER & AMBERG (1970) : “Quellung im Mergel, Opalin uston und Anhydrit

### Prova di permeabilità

- UNI CEN ISO/TS 17892-11 : “Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile”;  
A.S.T.M. D 2434 : “Permeability of granular soils (costant head)”.

### Prova di taglio con scissometro

- A.S.T.M. D 4648 : “Laboratory miniature Vane test for saturated fine-grained clayey”.

### Prova di compressione ad espansione laterale libera

- UNI CEN ISO/TS 17892-7 : “Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine”;  
Racc. A.G.I. (1994) : “Prove di compressione triassiale su terre coesive”;  
A.S.T.M. D 2166 : “Unconfined compressive strenght of cohesive soil”.

## Prove triassiali

- UNI CEN ISO/TS 17892-9 : “Prove di compressione triassiale, consolidate, su terreni saturi”;  
 UNI CEN ISO/TS 17892-8 : “Prova triassiale non consolidata non drenata”;  
 Racc. A.G.I. (1994) : “Prove di compressione triassiale su terre coesive”;  
 A.S.T.M. D 2850 : “Unconsolidated, undrained compressive strength of cohesive soils in triaxial compression”;  
 A.S.T.M. D 4767 : “Consolidated undrained triaxial compression test for cohesive soils”.

## Prova di taglio diretto

- UNI CEN ISO/TS 17892-10 : “Prove di taglio diretto”;  
 Racc. A.G.I. (1994) : “Prove di taglio diretto”;  
 A.S.T.M. D 3080 : “Direct shear test of soil under consolidated drained conditions”.

## Prova di taglio per la definizione della resistenza residua

- UNI CEN ISO/TS 17892-10 : “Prove di taglio diretto”;  
 Racc. A.G.I. (1994) : “Prove di taglio diretto”;  
 A.S.T.M. D 3080 : “Direct shear test of soil under consolidated drained conditions”.  
 A.S.T.M. D 6467 : “Standard Test Method for Torsional Ring Shear Test to Determine Drained Residual Shear Strength of Cohesive Soils”.

## Prova Proctor

- C.N.R. B.U. A. XII N.69 : “Norme sui materiali stradali. Prove di costipamento di una terra”;  
 ASTM D1557 : “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>));  
 A.S.T.M. D 698 : “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (12,400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>));  
 AASHTO T180 : “Moisture-density relations of soil”;  
 AASHTO T99 : “Moisture-density relations of soil”.

## Prova C.B.R.

- C.N.R. U.N.I. 10009 : “Prove sui materiali stradali. Indice di portanza CBR di una terra”;  
 A.S.T.M. D 1883 : “Bearing ratio of laboratory compacted soils”.

## Determinazione del contenuto in sostanze organiche

- A.S.T.M. D 2974 : “Standard tests methods for moisture, ash, and organic matter of peat and other organic soil”;

## Determinazione del tenore in carbonati

- U.N.I. 9943/2 : “Determinazione del contenuto in carbonati”;  
 A.S.T.M. D 4373 : “Calcium carbonate content of soil”.

## Determinazione del grado di reazione (pH)

- D.M. 13/09/99 : “Ministero Politiche Agricole, Cap. III”;

## Determinazione del Contenuto Iniziale in Calce (CIC)

- ASTM D6276 : “Standard test method for using pH for estimate the soil-lime proportion requirement for soil stabilization”;

## Determinazione della densità in sito

- C.N.R. B.U. n° 22  
 A.S.T.M. D 1556 : “Density of soil in place by the sand cone method”.

## Prova di carico su piastra

- C.N.R. B.U. n° 146  
 A.S.T.M. D 1195 : “Repetitive static plate load test of soils”;  
 A.S.T.M. D 1196 : “Nonrepetitive static plate load test of soils”;  
 N.S. SNV 70317 : “Prova con piastra”.

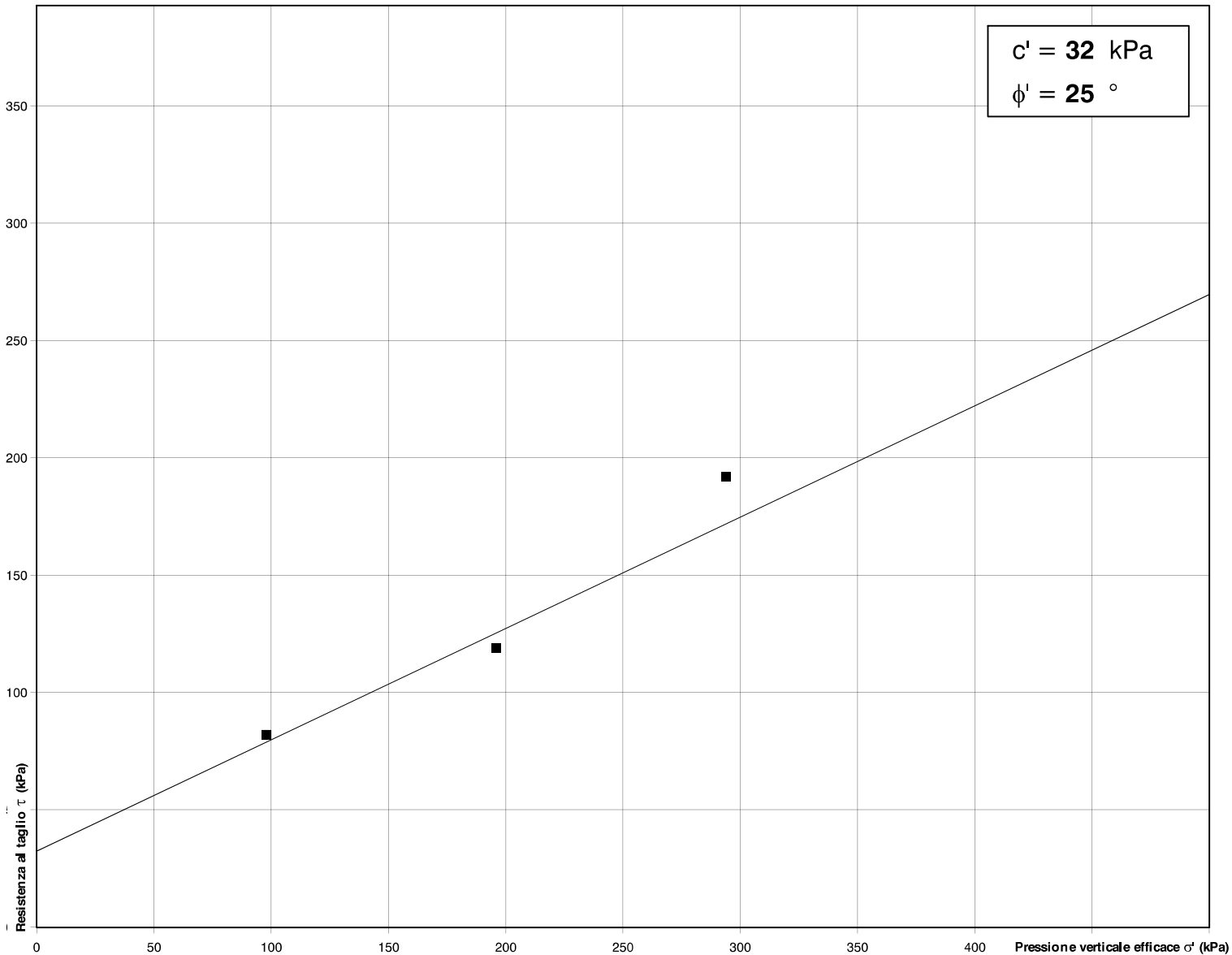
NOTA: QUALORA VENGA RICHIESTA L'ESECUZIONE DI UNA PROVA DI CUI NON ESISTE UNA NORMATIVA NAZIONALE OD INTERNAZIONALE, FARÀ FEDE LA PROCEDURA INTERNA DI RIFERIMENTO.



# INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Sondaggio n° 1	Campione n° 1	Profondità di prelievo: da m 05.00 a m 05.40
----------------	---------------	---

Provino n°		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Deformazione verticale a rottura	%	-0,16	-0,25	0,58
Spostamento orizzontale a rottura	mm	0,57	1,21	1,15
Sollecitazione di taglio a rottura	kPa	82	119	192



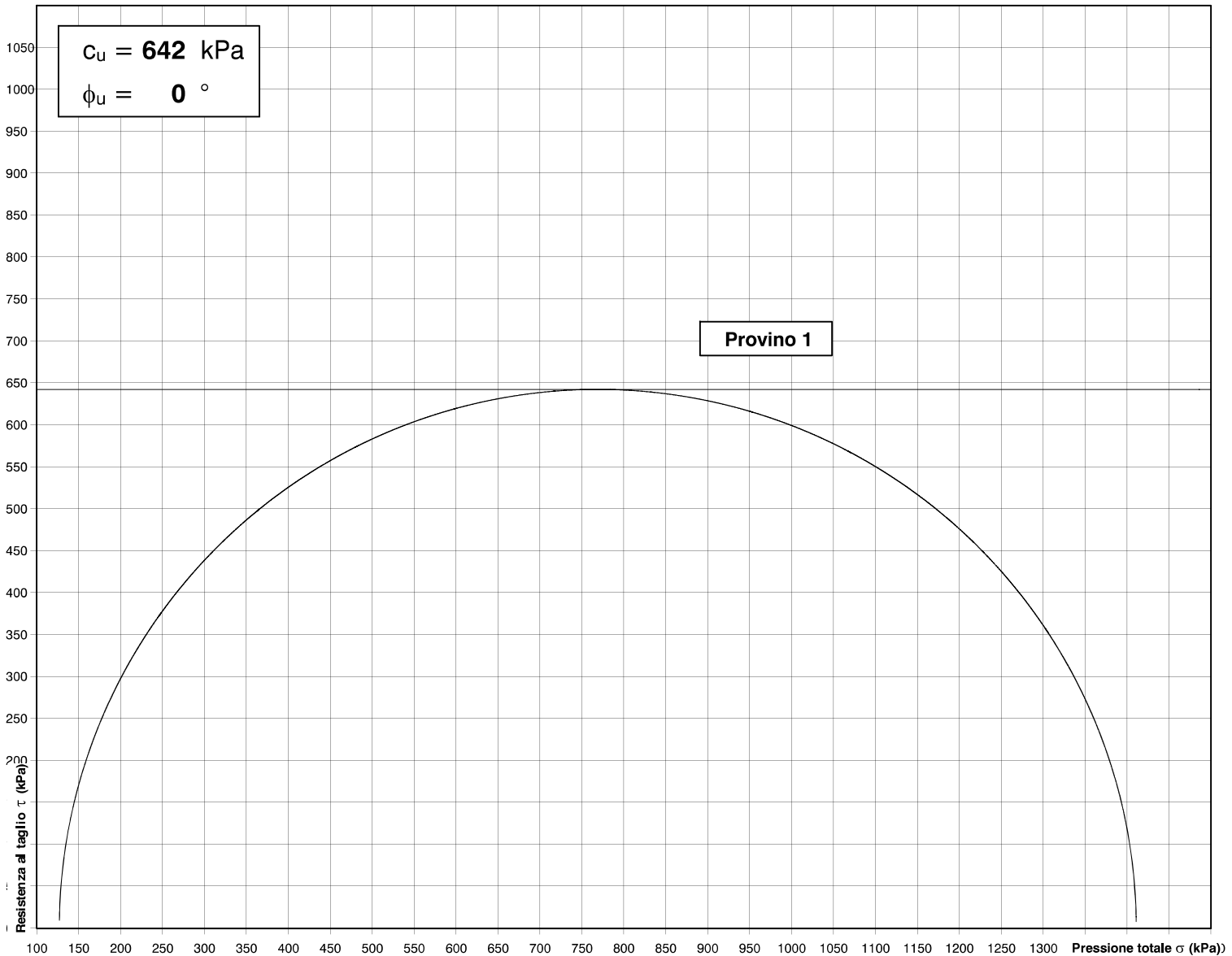
# INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE (UU)

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

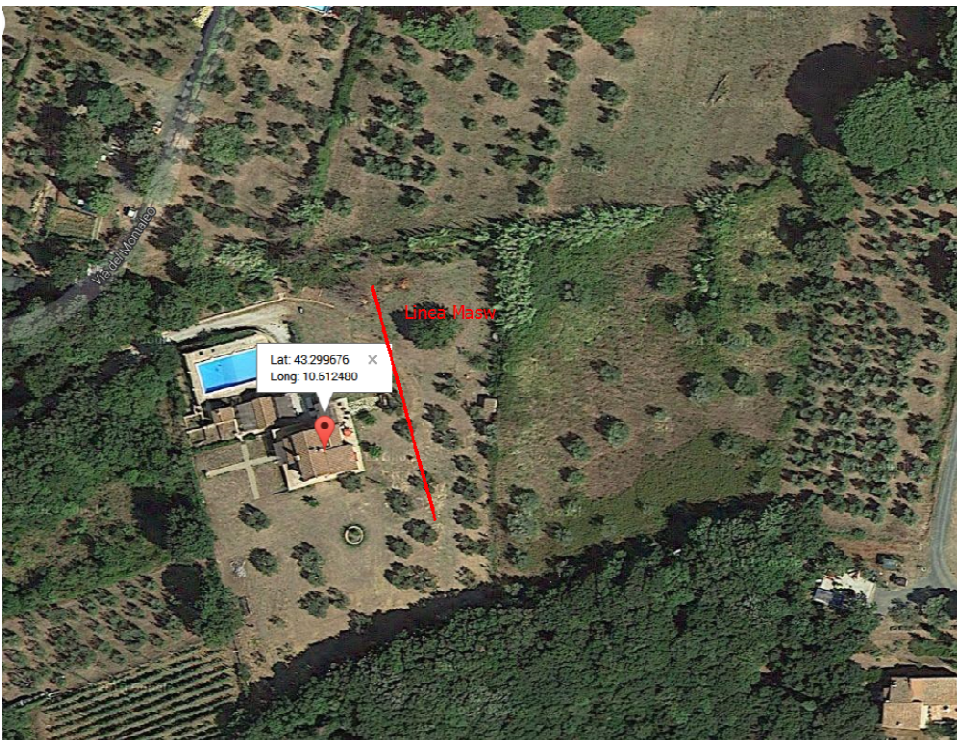
Profondità di prelievo:  
da m 05.00 a m 05.40

Provino n°		1	2	3
Tensione deviatorica a rottura	kPa	1284	--	--
Deformazione assiale a rottura	%	3,93	--	--
Pressione interstiziale a rottura (U)	kPa	--	--	--
Tensione deviatorica media	kPa	642	--	--
Tensione media	kPa	769	--	--
Coefficiente A		--	--	--



## Dati generali

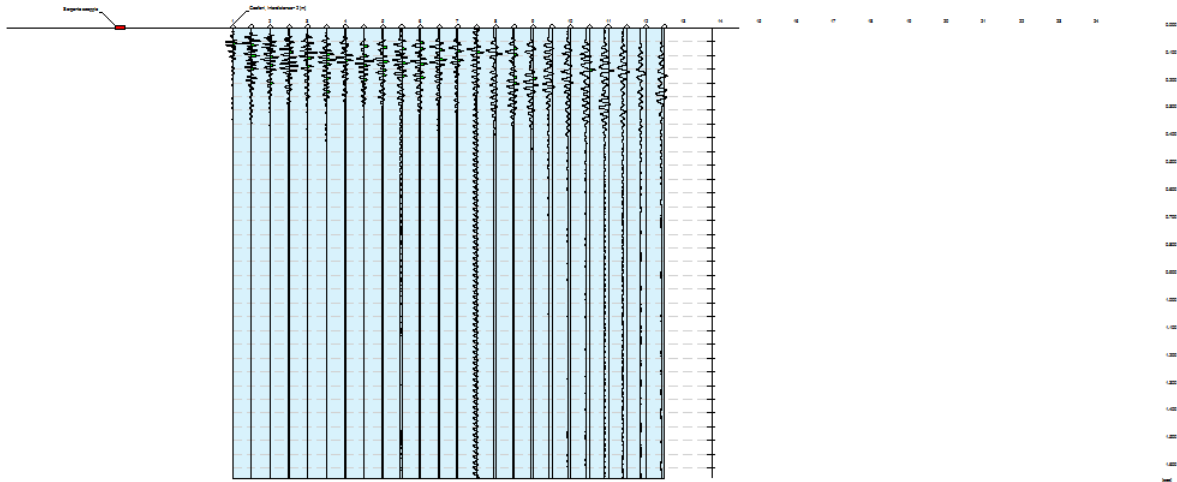
<b>Committente</b>	Sig. Massimo Bulleri
<b>Cantiere</b>	Loc. Montaleo
<b>Località</b>	Casale M.mo
<b>Operatore</b>	AD
<b>Responsabile</b>	SB
<b>Zona</b>	montaleo casale
<b>Data</b>	30/10/2014 04:30
<b>Latitudine</b>	43.2997
<b>Longitudine</b>	10.6125



# Tracce

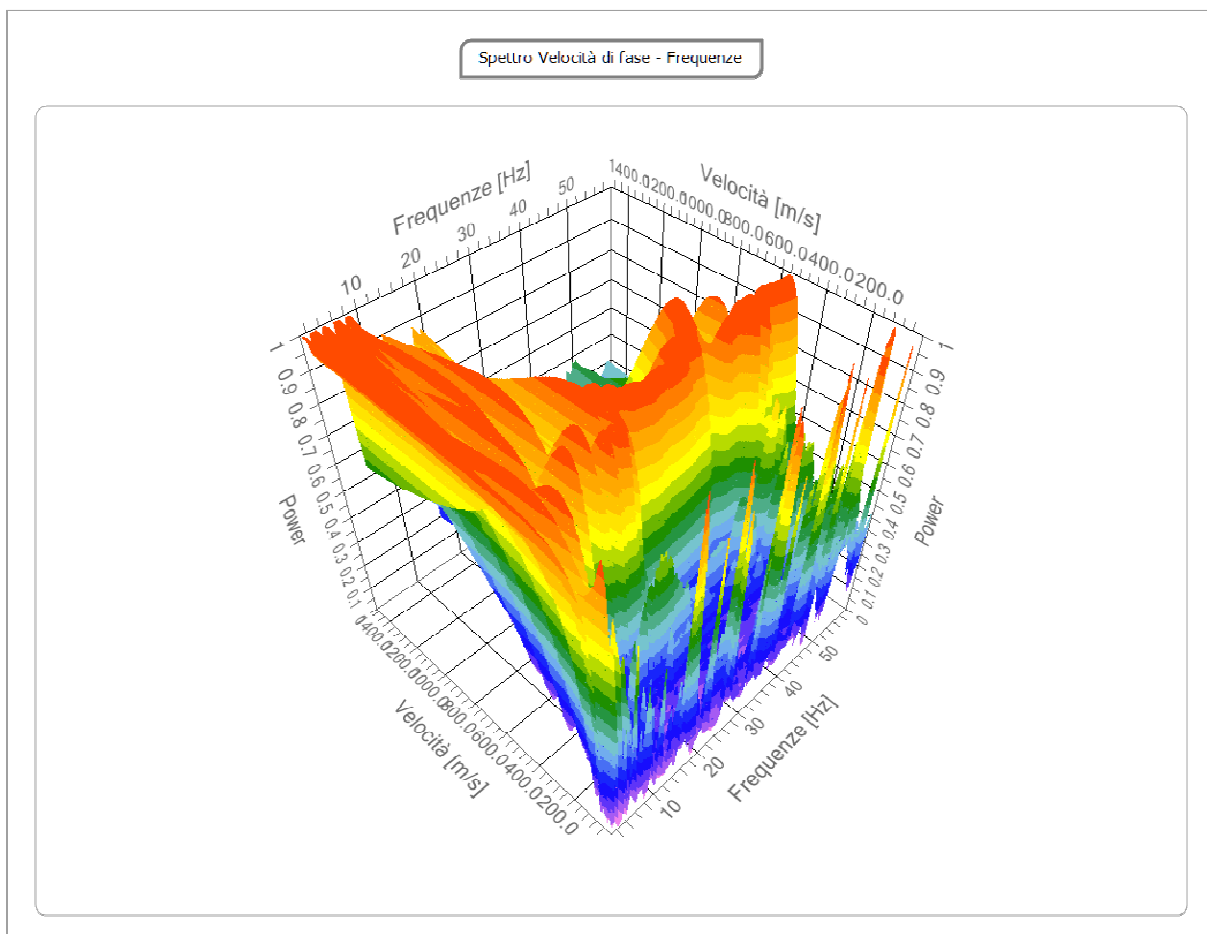
<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	1638.4
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2.0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0.267

Committente: Sig. Massimo Bulleri  
Cantiere: Loc. Montasio  
Località: Casale M.mo  
Operatore: AD  
Responsabile: SB  
Data: 30/10/2014  
Latitudine: 43.2997° - Longitudine: 10.6125°



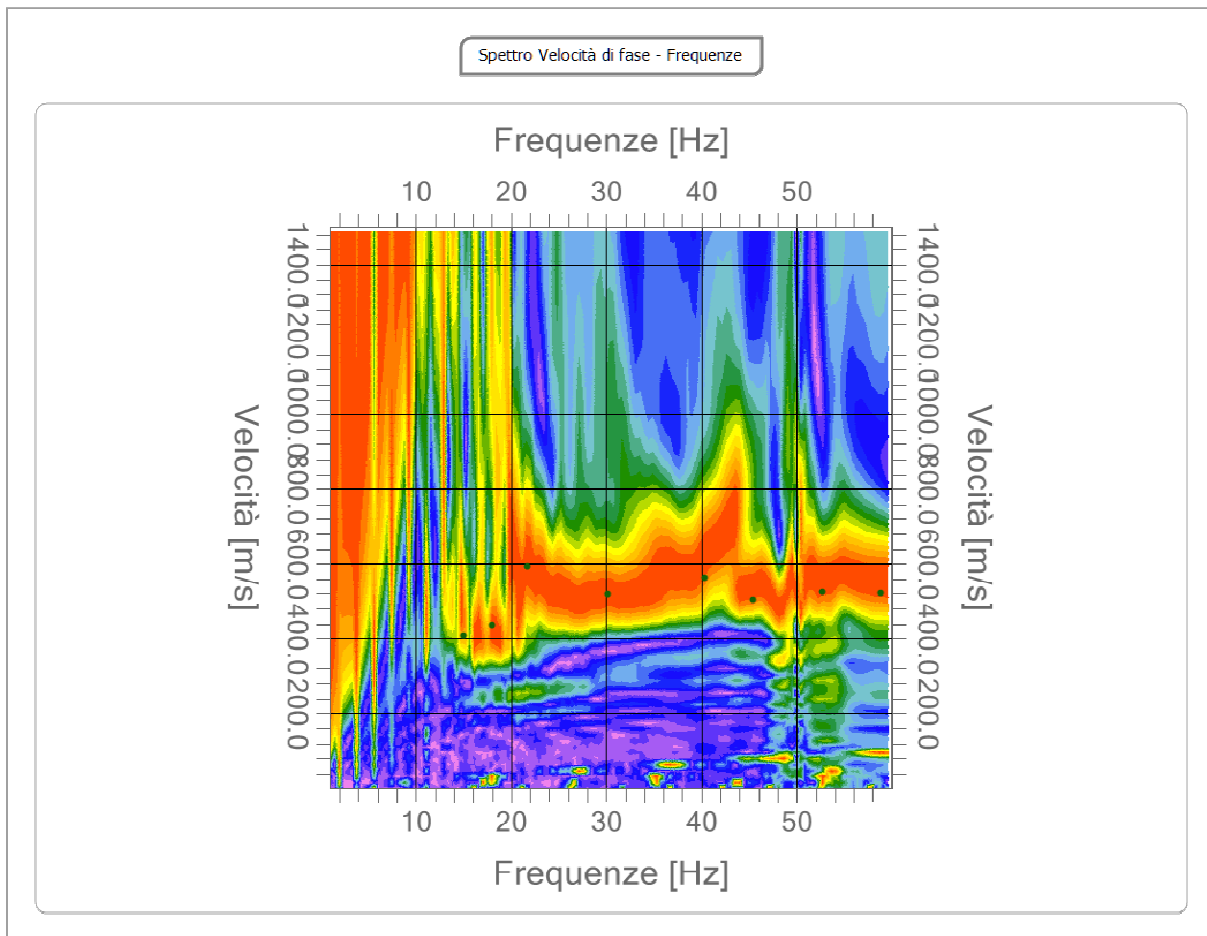
## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	1500
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	15.0	408.7	0
2	18.0	436.3	0
3	21.7	593.5	0
4	30.1	519.7	0
5	40.3	565.0	0
6	45.4	506.3	0
7	52.7	525.2	0
8	58.8	522.1	0



## Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.80	1.80	1800.0	0.4	No	609.7	292.9
2		3.44	1.64	1800.0	0.3	No	1219.4	704.0
3		7.27	3.83	1800.0	0.3	No	1343.6	775.8
4		10.28	3.02	1800.0	0.4	No	973.5	467.7
5		14.29	4.01	1800.0	0.4	No	936.7	450.0
6		oo	oo	1800.0	0.4	No	942.9	453.0

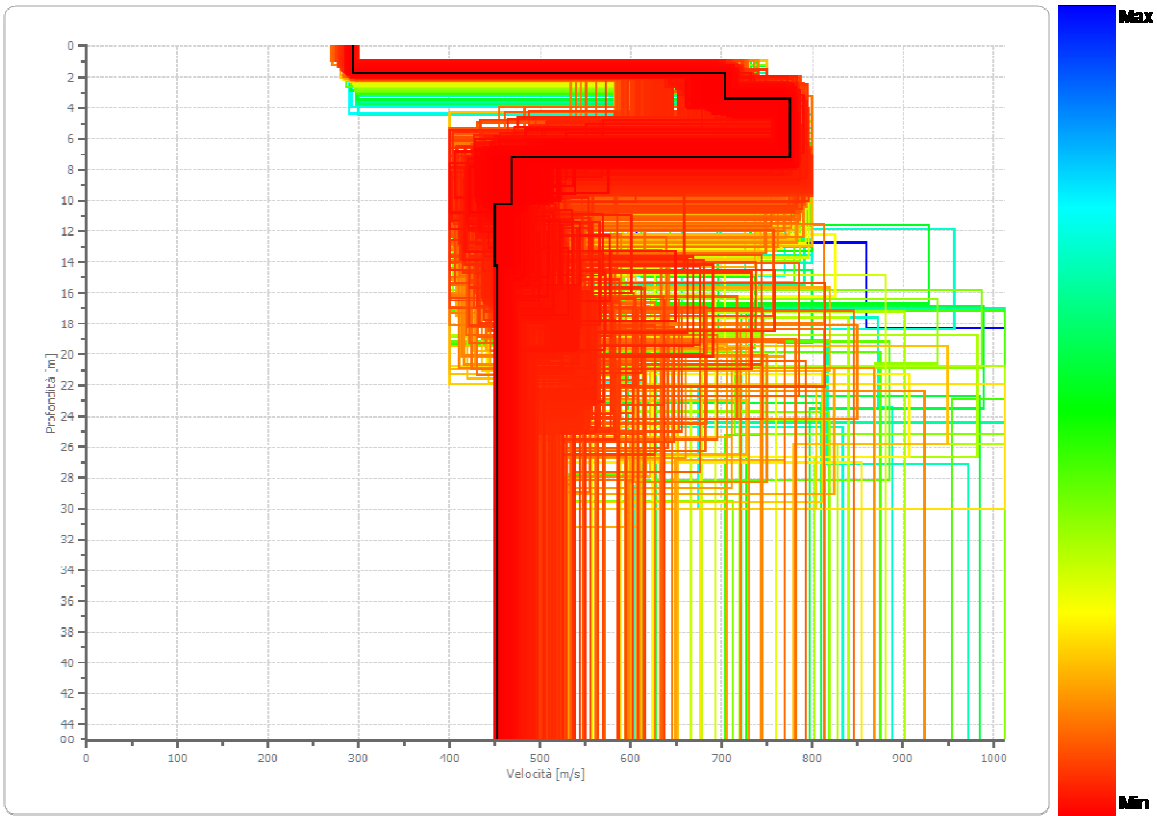
Percentuale di errore

0.813 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.086

Profilo di velocità





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	2.00
<b>Vs30 [m/sec]</b>	663.62
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

### Altri paRametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.80	1.80	292.87	609.66	1600.00	0.35	143.54	622.02	430.63	387.57	N/A	N/A
2	3.44	1.64	704.01	1219.39	1900.00	0.25	1068.21	3204.64	1780.35	2670.53	N/A	N/A
3	7.27	3.83	775.76	1343.65	2100.00	0.25	1180.70	3542.10	1967.83	2951.75	N/A	N/A
4	10.28	3.02	467.67	973.54	2200.00	0.40	600.17	3601.04	2800.81	1680.48	N/A	N/A
5	14.29	4.01	450.00	936.75	2000.00	0.35	842.44	3650.56	2527.31	2274.58	N/A	N/A
6	oo	oo	452.96	942.92	2000.00	0.40	977.03	5862.16	4559.46	2735.67	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

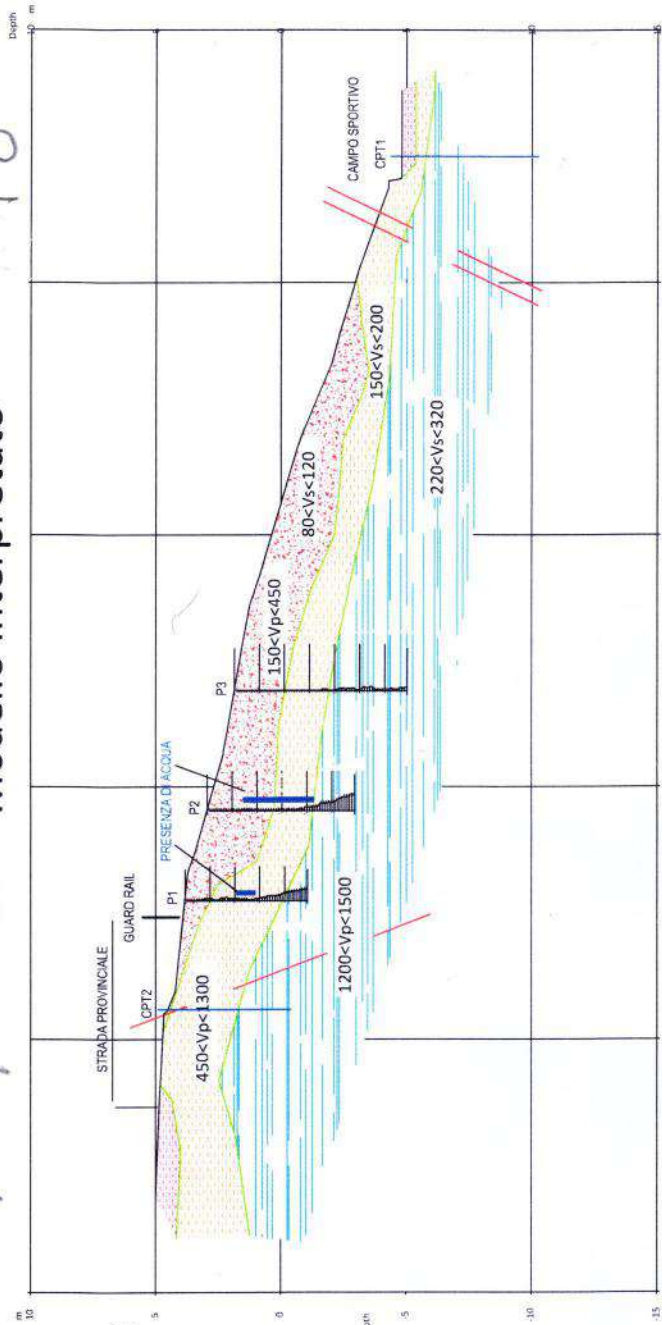
Ey: Modulo di Young;

*Frana Campo sportivo*

78

**ALLEGATO 1**  
**Tavola indagine a rifrazione**

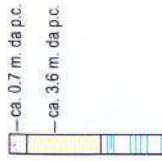
**Modello Interpretato**



Legenda:

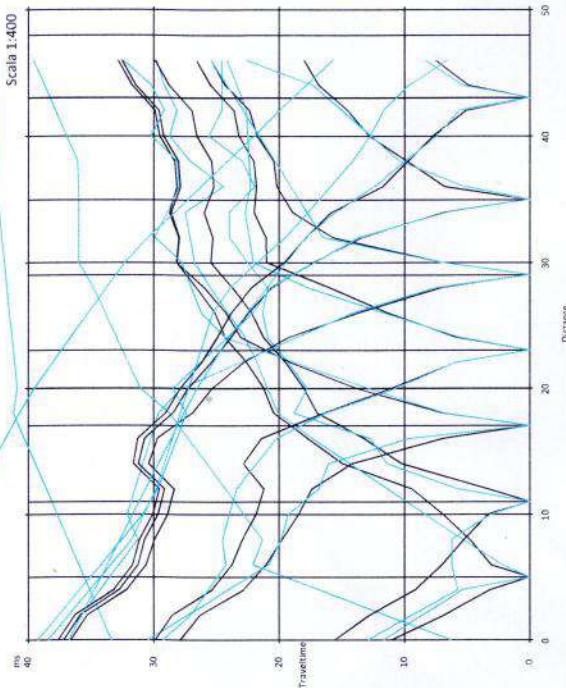
- Depositi arenati/detrito superficiale
- Orizzonte n.1 lento: detrito di frana
- Orizzonte n.2 di transizione: sedimenti argillosi saturi
- Orizzonte n.3 veloce: sedimenti argillosi e sabbiosi saturi

Stratigrafia dell'area in prossimità del tracciato della S.P.

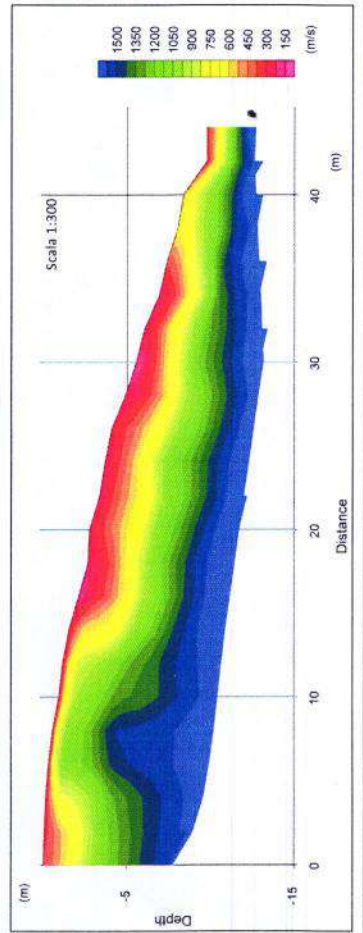


- P1, P2, P3: Prove penetrometriche dinamiche (Marzo 2014)
- CPT1, CPT2: Prove penetrometriche statiche (Novembre 2015)
- Area interessata dal movimento gravitativo

**Picking ed errore del modello**



**Sezione tomografica**



**Studio Geologico Alessandrodanesi**  
 Pal. Velatthri - ZI SP Palazzi CECINA (LI)  
 FAX: 055-6559187  
 TEL: 055-6559182  
 STUDIO@ALESSANDRODANESI.COM

PROV.	LI	DATA	05-2015	SCALE	1:300
PROV.	LI	DATA	05-2015	SCALE	1:300

COMMITTENTE  
 Belluso Silvio Eraldo  
 TITOLO  
 Tavola riapogative indagine Sismica a Rifrazione

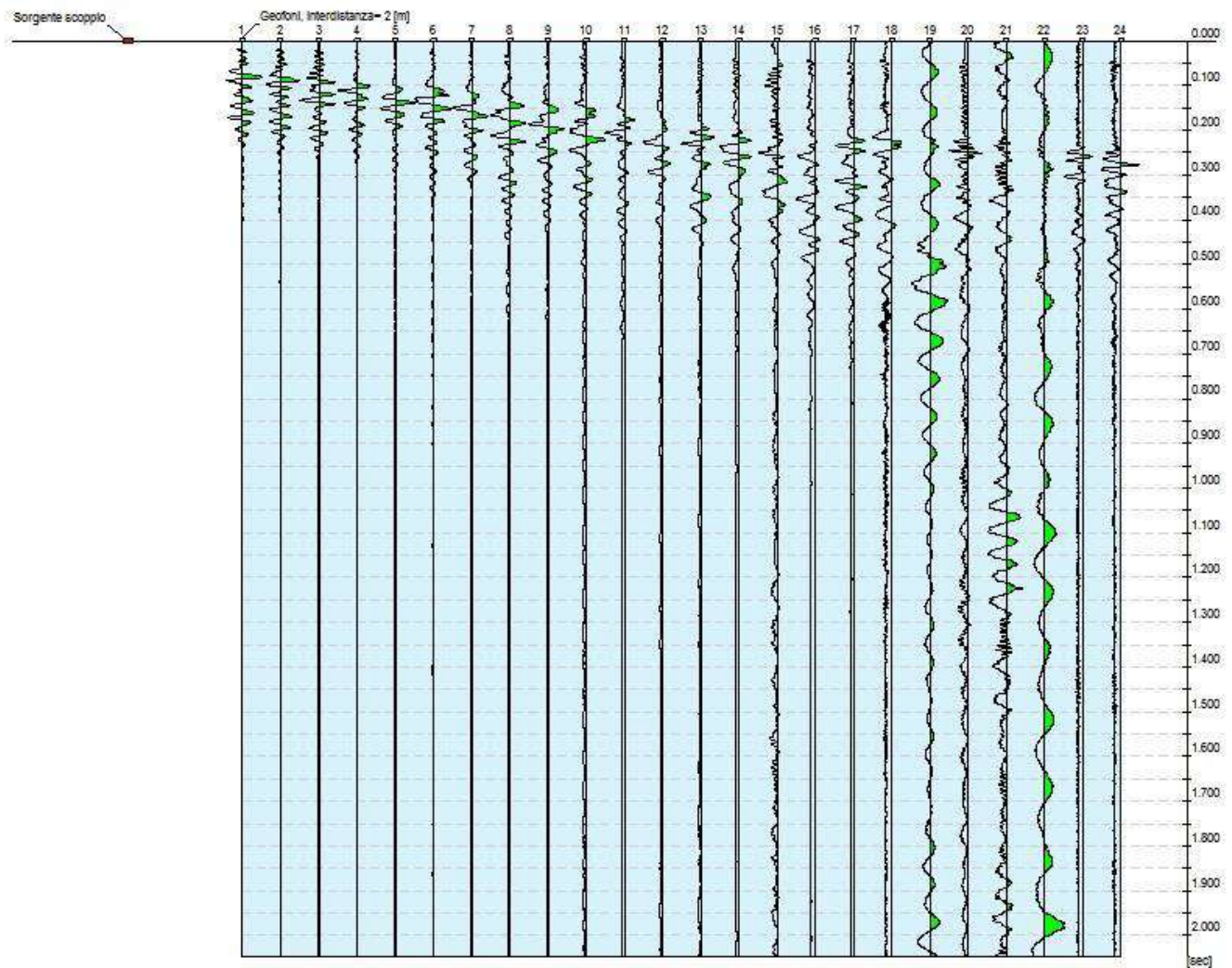
# ALEGATO 2 – RELAZIONE MASW

## Dati generali

<b>Committente</b>	Provincia livorno
<b>Cantiere</b>	Campo sportivo
<b>Località</b>	Casale
<b>Operatore</b>	AD
<b>Responsabile</b>	SB
<b>Data</b>	02/12/2015 11:29

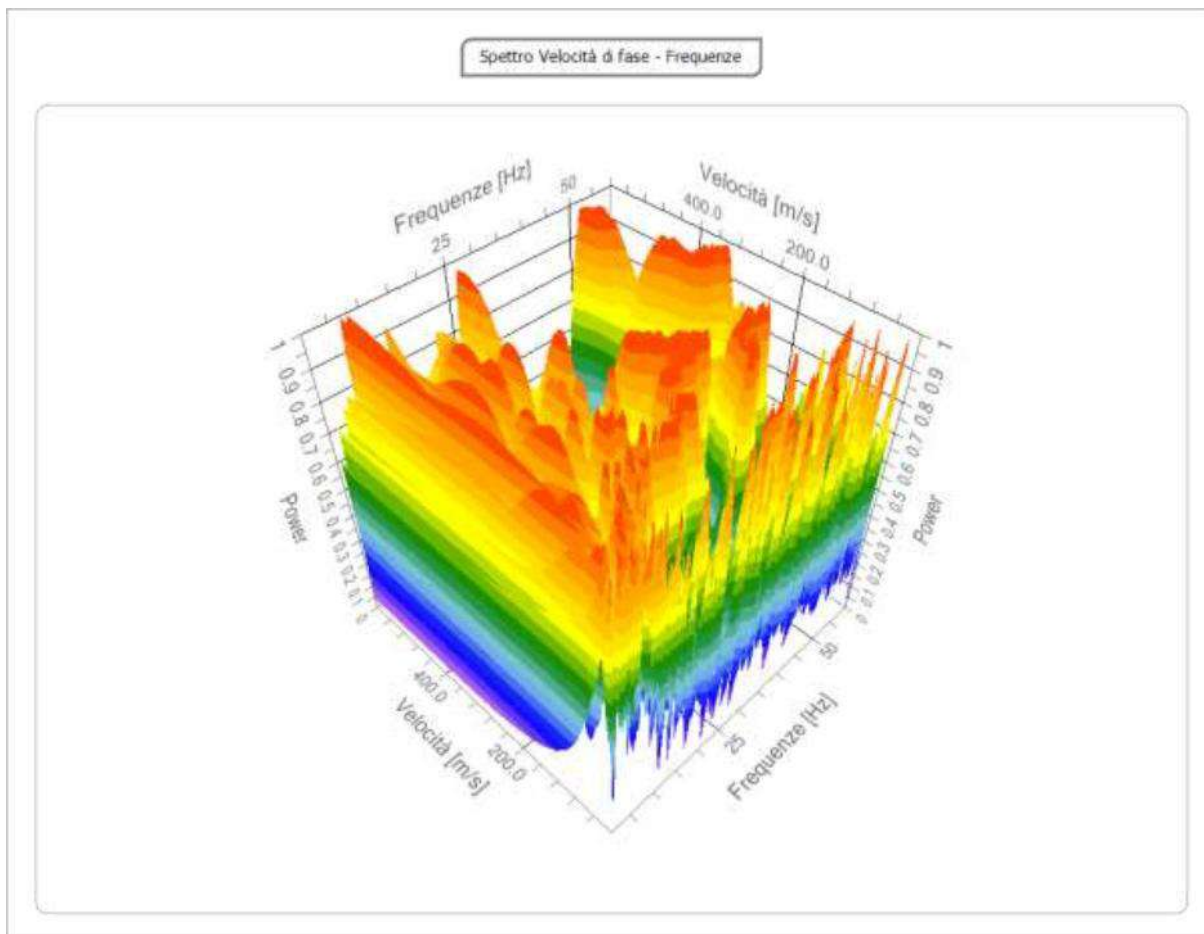
## Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2048.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	0.50



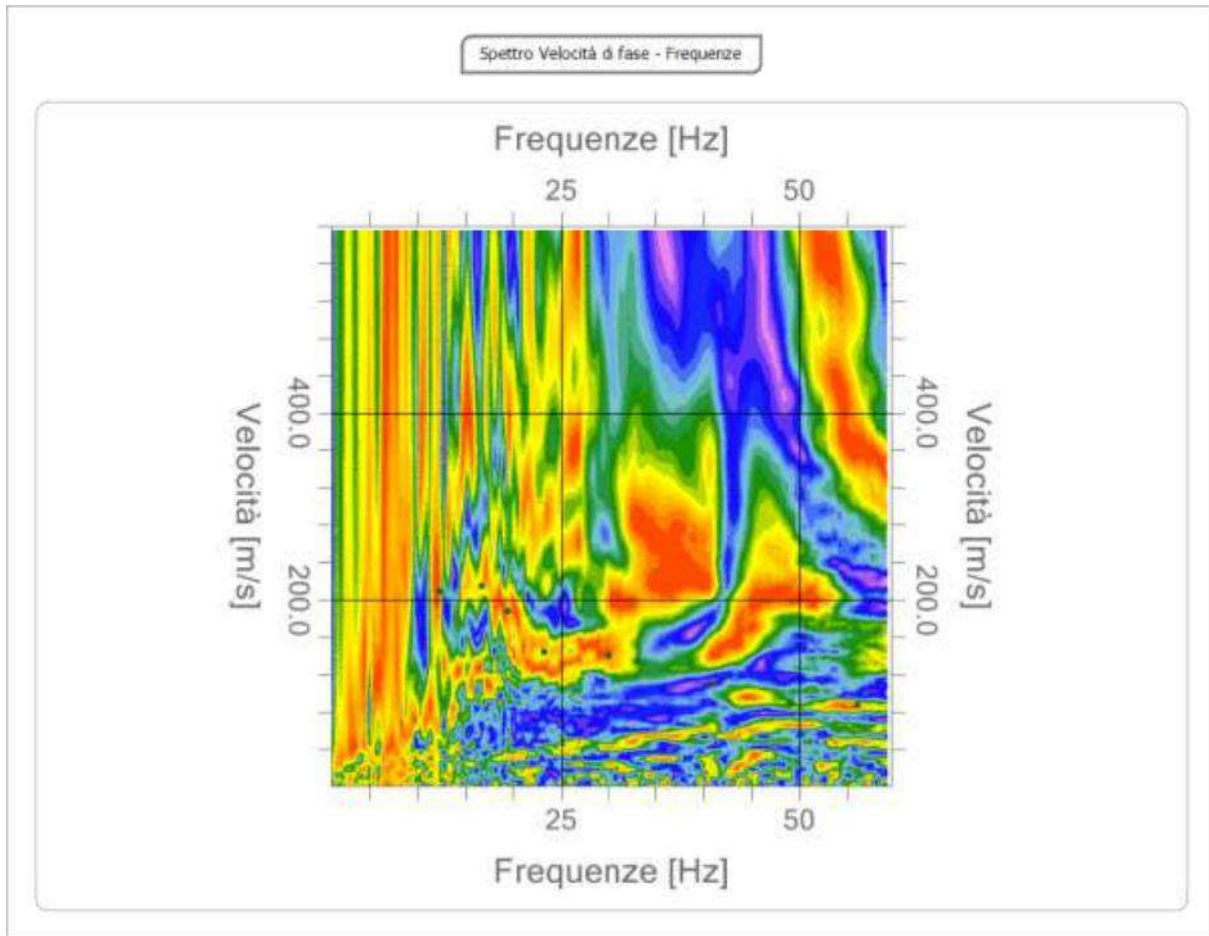
**Analisi spettrale**

**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** | 1  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** | 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** | 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** | 600  
**Intervallo velocità [m/sec]** | 1



**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	12.3	208.9	0
2	16.7	215.0	0
3	19.5	188.0	0
4	23.2	144.9	0
5	30.1	141.2	0
6	33.1	133.8	0
7	40.9	110.5	0
8	49.1	89.6	0
9	56.1	88.3	0



**Inversione**

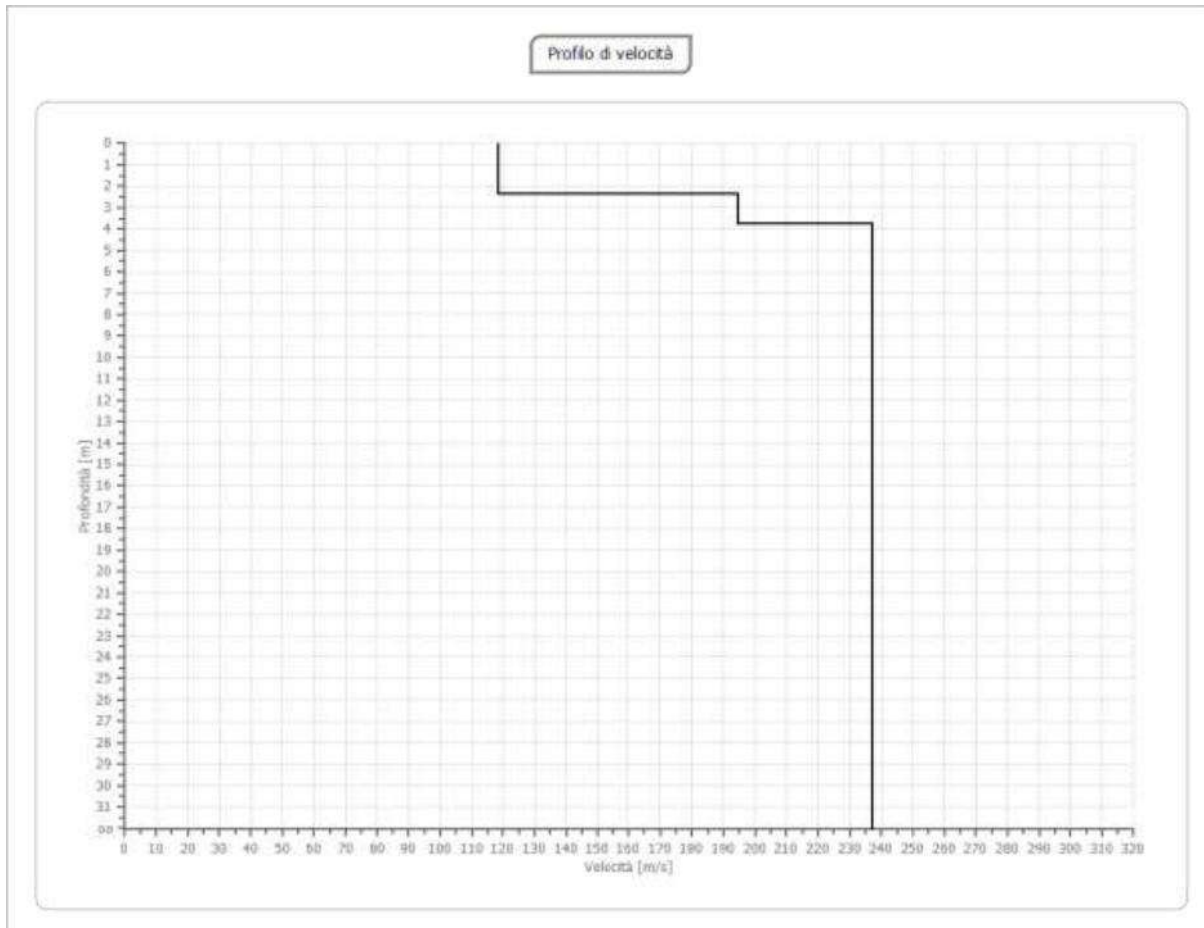
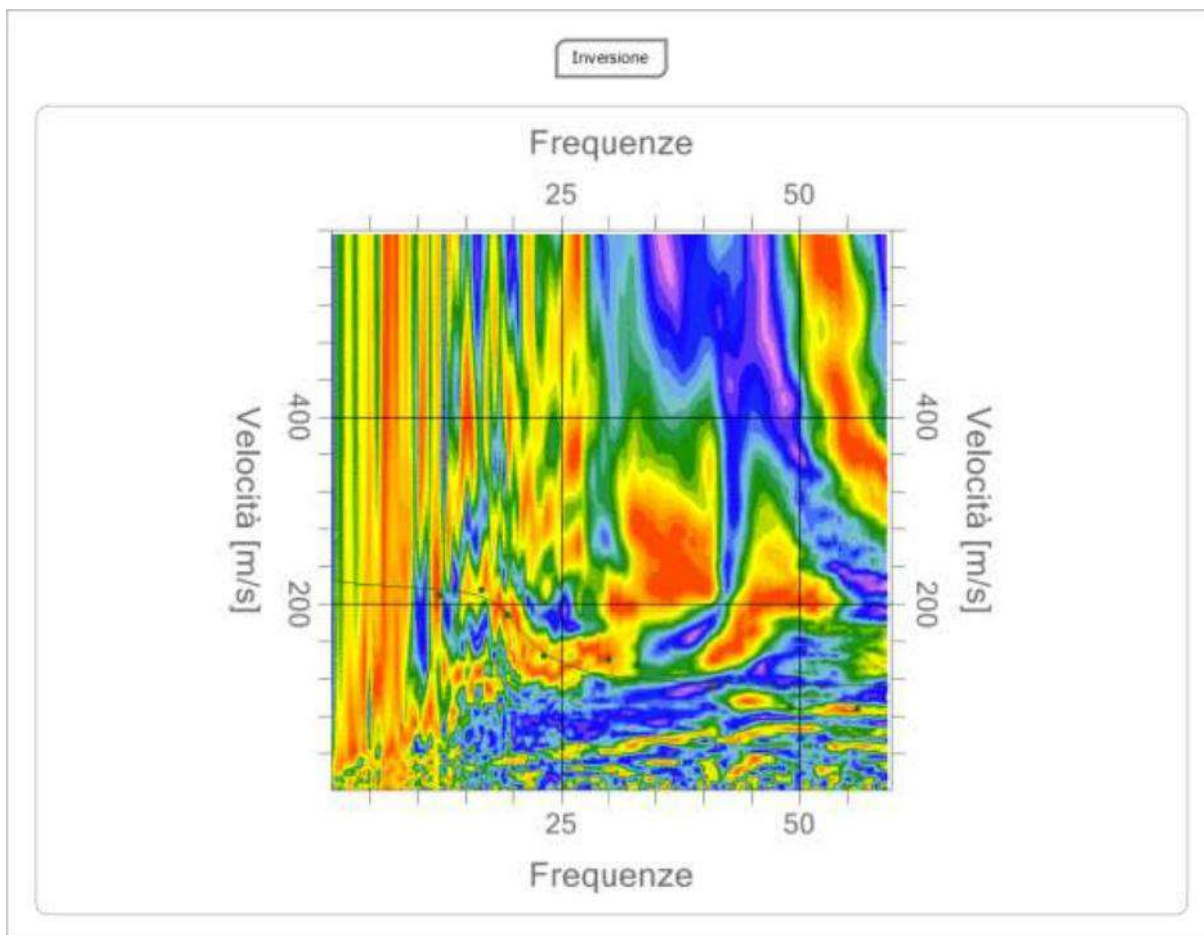
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		2.35	2.35	1650.0	No	392.9	118.5
2		3.76	1.41	1700.0	Si	992.1	194.6
3		oo	oo	2000.0	Si	1209.6	237.2

Percentuale di errore

0.863 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.142



**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs30 [m/sec]</b>	217.90
<b>Categoria del suolo</b>	C

**Suolo di tipo C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

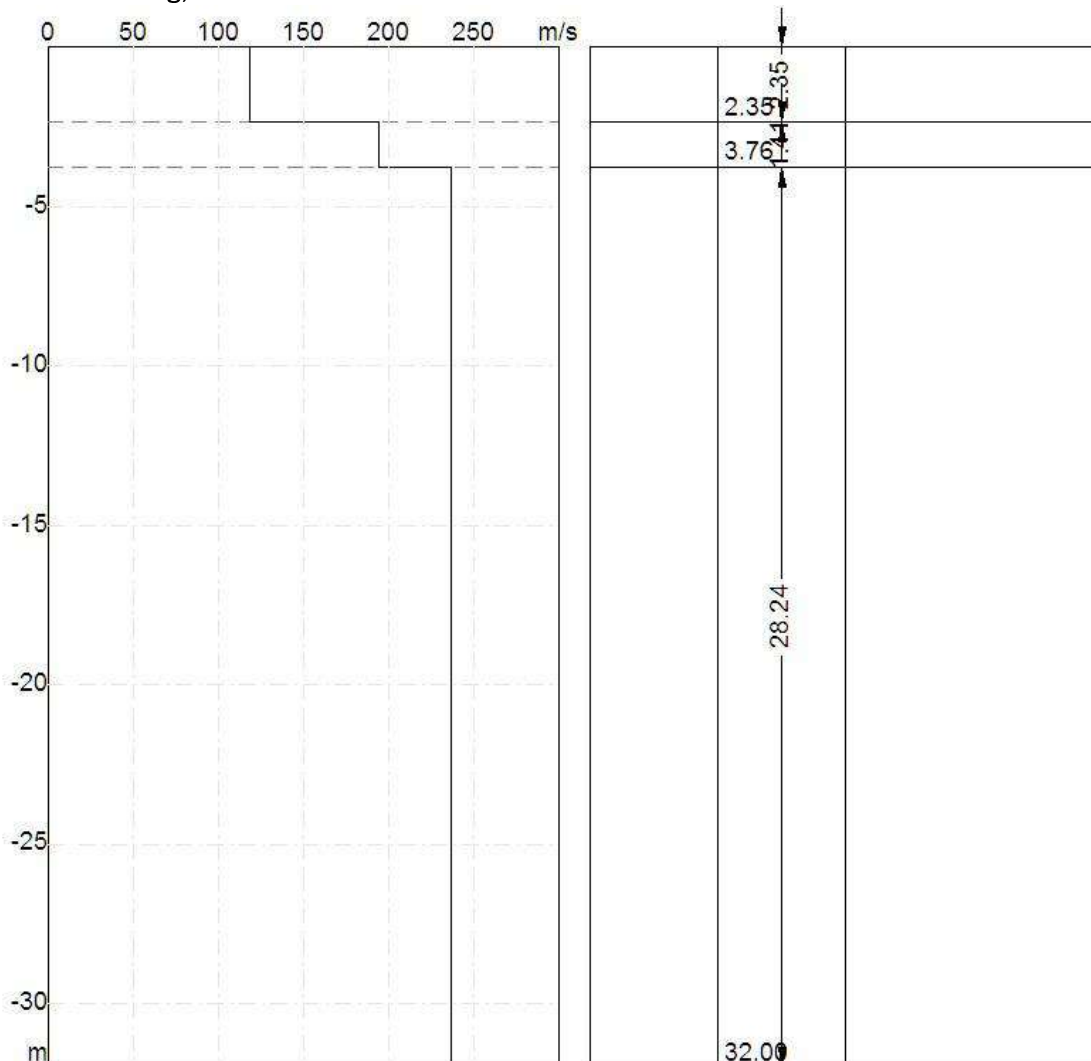
**Altri parametri geotecnici**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	2.35	2.35	118.47	392.92	1500.00	0.45	21.05	203.51	61.05
2	3.76	1.41	194.57	992.13	1850.00	0.48	70.04	1727.62	207.31
3	oo	oo	237.23	1209.63	2200.00	0.48	123.81	3053.96	366.48

G0: Modulo di deformazione al taglio;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



# Allegato n°7

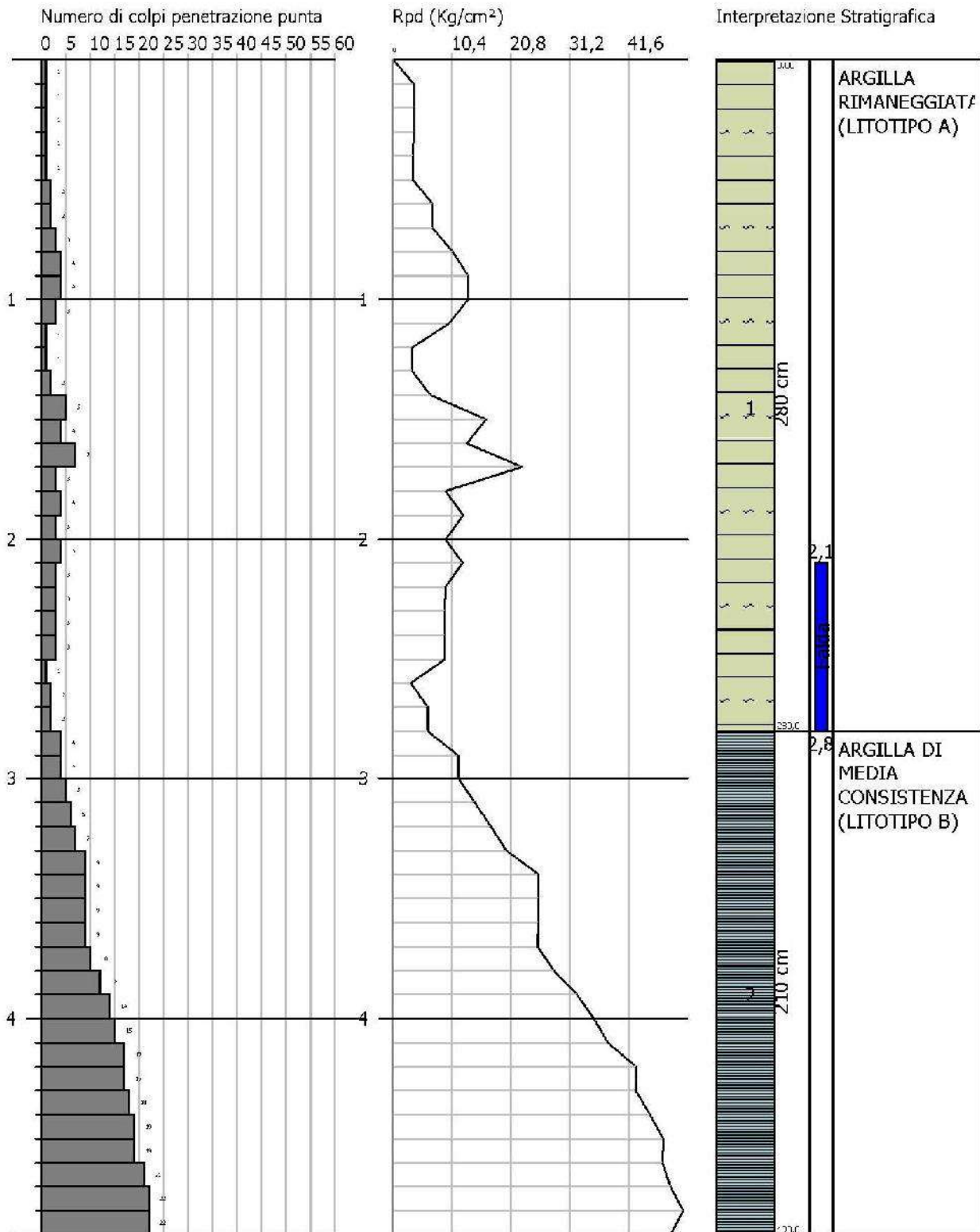
## Prova penetrometrica P1 (10/03/2014)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1  
 Strumento utilizzato... DL-30 (60°)

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
 Cantiere: FRANA CAMPO SPORTIVO  
 Località: CASALE MARITTIMO

Data: 10/03/2014

Scala 1:24





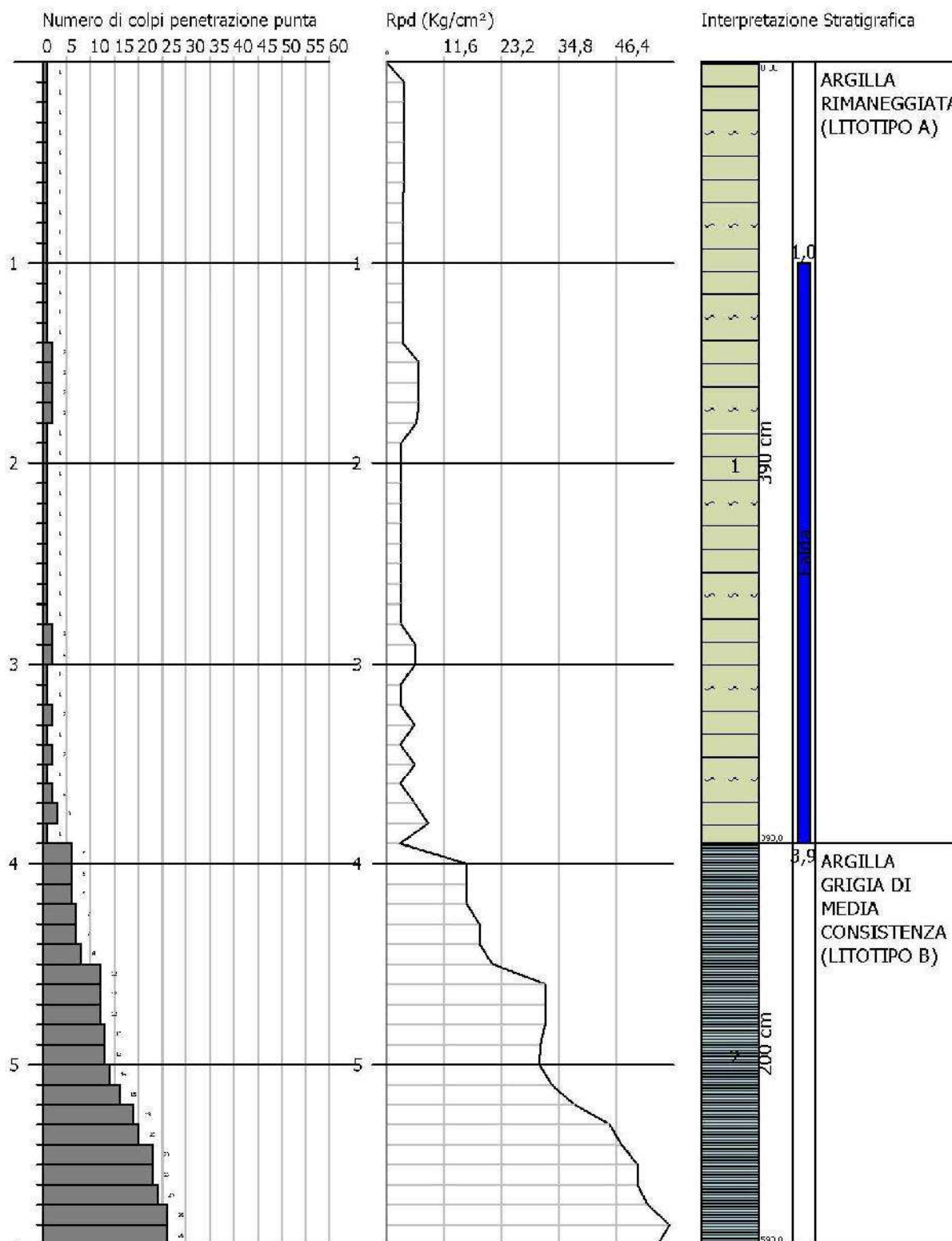
# Prova penetrometrica P2 P1 (10/03/2014)

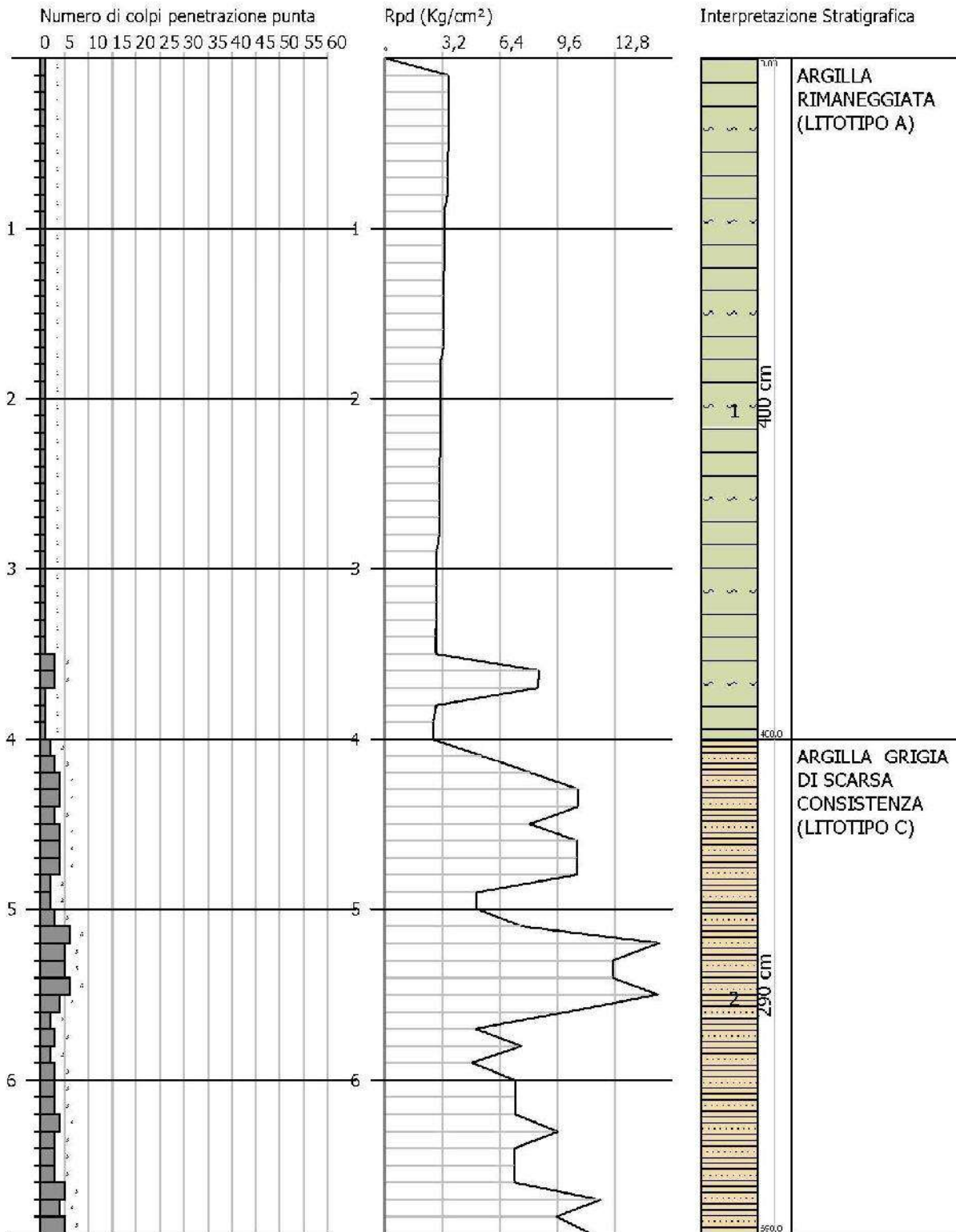
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2  
Strumento utilizzato... DL-30 (60°)

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
Cantiere: FRANA CAMPO SPORTIVO  
Località: CASALE MARITTIMO

Data: 10/03/2014

Scala 1:28





# Allegato n°8

## Diagramma prova penetrometrica statica - CPT1

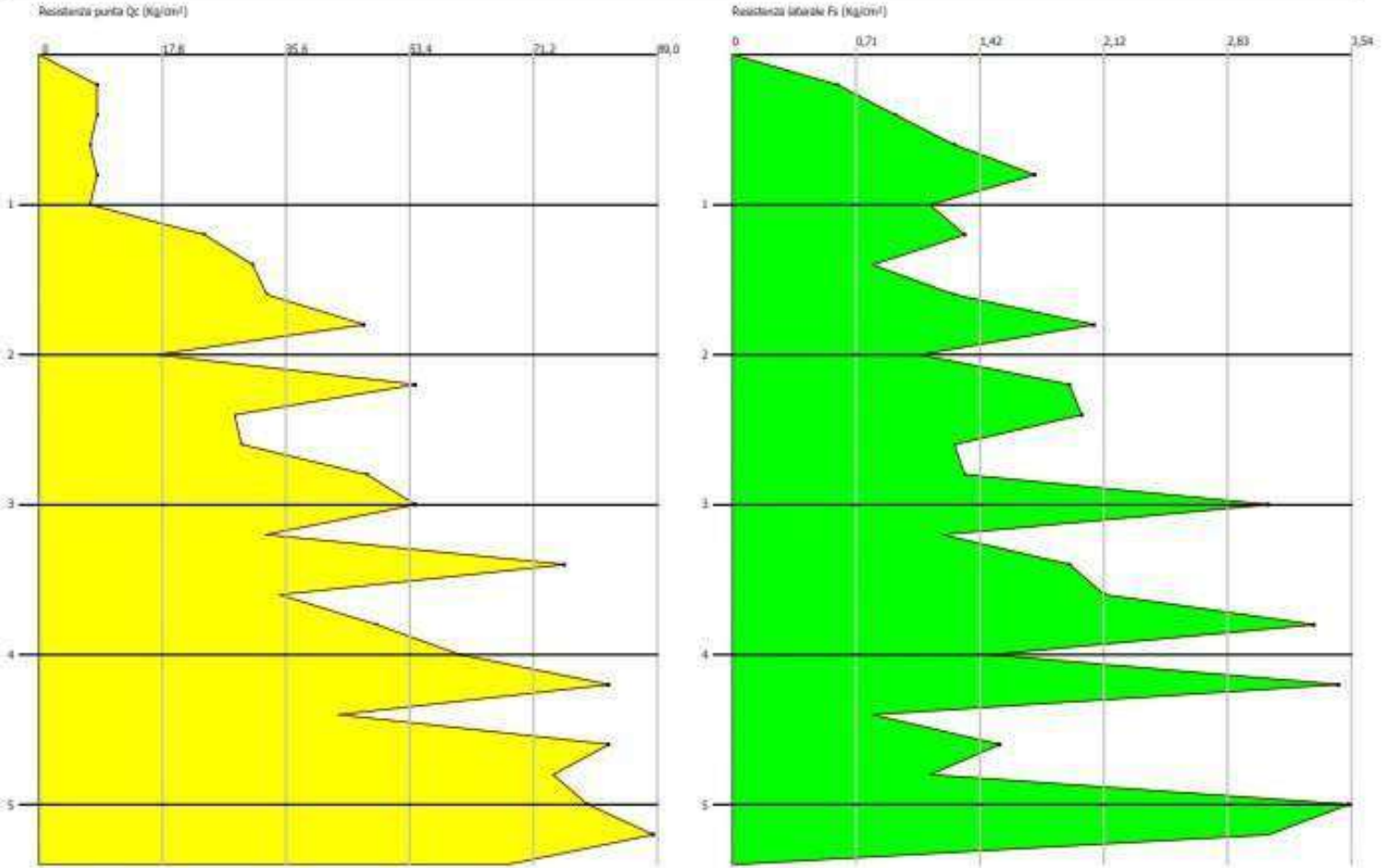
24/11/2015

Dott. Sergio Lorenzi Geol.  
Via G. Garibaldi n. 76  
47024 CECINA (VT) ITALIA  
0432/2000246-3

Prova CPT - Cone Penetration Nr. 1  
Strumento utilizzato PACANI 100 kN

Committente: Dott.ssa Barbisotti  
Cantiera: Casale Marittimo  
Località: Campo sportivo

Data: 24/11/2015



# Diagramma prova penetrometrica statica - CPT2

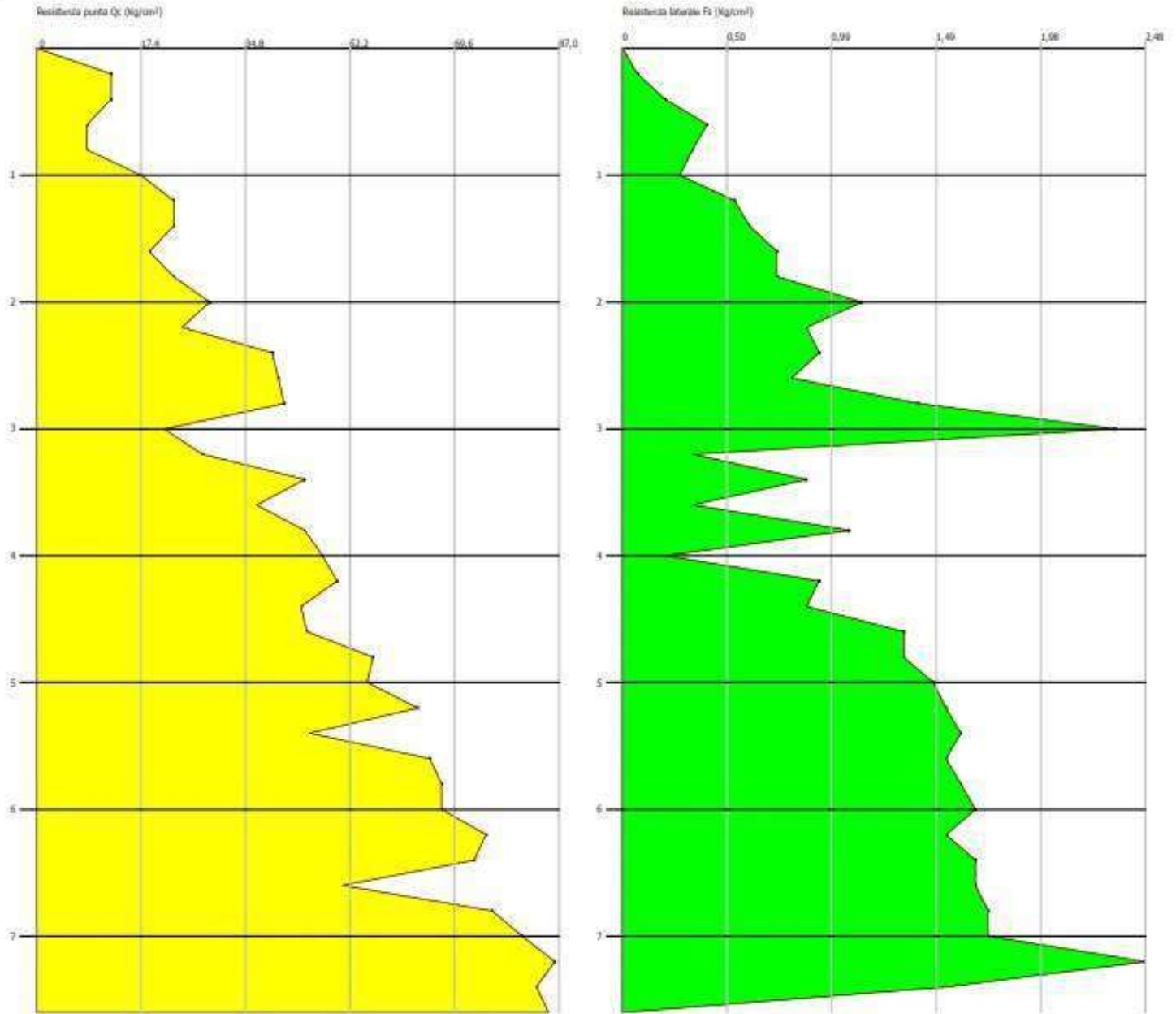
## 24/11/2015

ING. DANIELE MARINO SPA  
Via S. Annibale n. 58  
51013 CASCINA (SI) ITALIA  
info@marinoitalia.it

Prova CPT - Cone Penetration Test  
Strumento utilizzato PAGANI 100 kN

Committente: Dott.ssa Bartolotti  
Cantiera: Casale Marittimo  
Località: Campo sportivo

Data: 24/11/2015



DR. GEOL. ALESSANDRO DANESI

ISCRITTO ALL'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA AL N° 1349

SEDE LEGALE CORSO MATTEOTTI, 254 – 57023 CECINA (LI)

SEDE OPERATIVA VIA FETOVAIA 295 – 57034 CAMPO NELL'ELBA (LI)

# Elaborati indagine MASW attiva

Committente: Sig.ra Nicoletta Scaramelli

Loc. Via della Pieve

Comune di Casale

**Indagine sismica MASW 1D** eseguita con sismografo MAE mod. Sysmatrack dotato di 24 canali con digitalizzatore 24 bit per singolo canale.

Array utilizzato: linea sismica costituita da 24 geofoni verticali con spaziatura intergeofonica 2 m.

Frequenza propria Geofoni: 4.5 Hz

Energizzazione: tramite mazza da 12 kg/caduta grave 100kg su piastra di alluminio o HDPE.

Numero di campioni acquisiti per secondo: 3750

Lunghezza registrazione: 7500 campioni

Data di acquisizione: ottobre 2011



## **Introduzione**

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

### **Moto del segnale sismico**

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### **Onde di Rayleigh – “R”**

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### **Analisi del segnale con tecnica MASW**

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### **Modellizzazione**

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

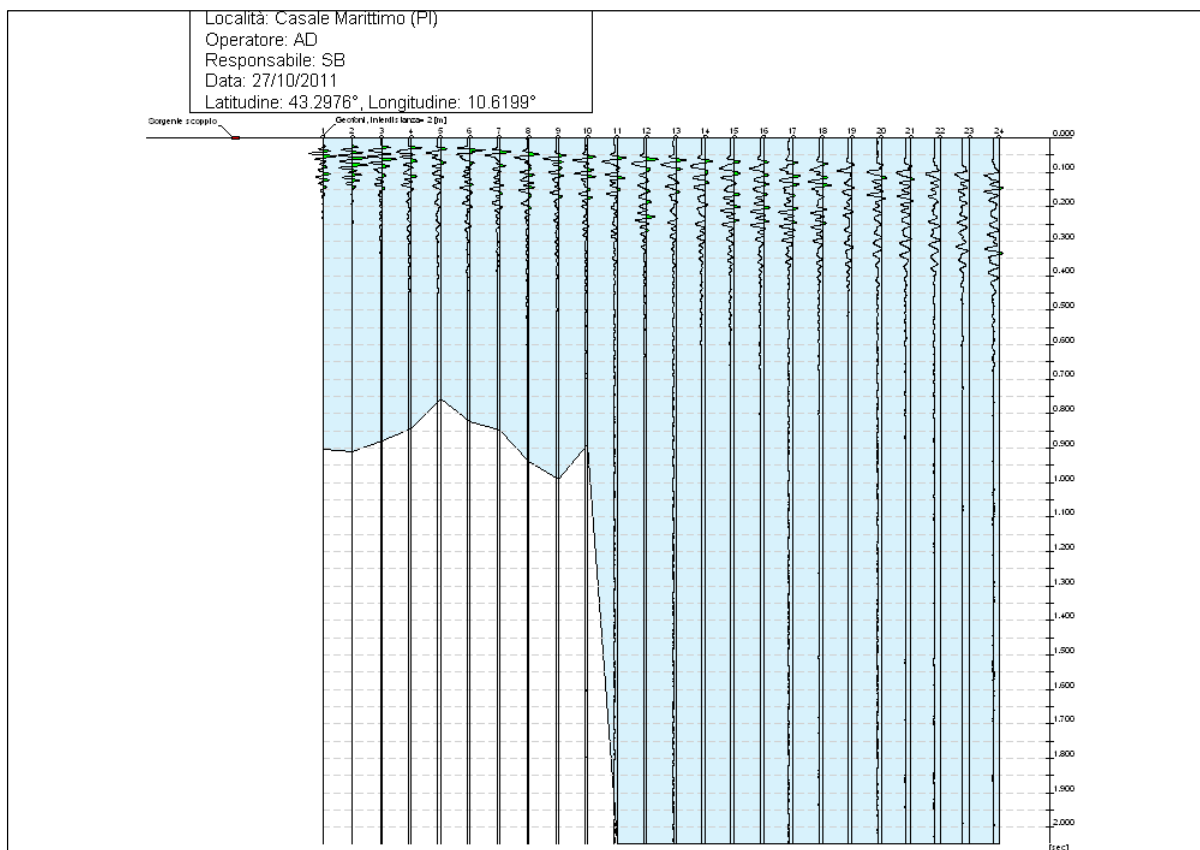
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

### Dati generali

<b>Committente</b>	Ing. Boccaccini
<b>Cantiere</b>	Via della Pieve
<b>Località</b>	Casale Marittimo (PI)
<b>Operatore</b>	AD
<b>Responsabile</b>	SB
<b>Zona</b>	Casale Marittimo
<b>Data</b>	27/10/2011 07:17
<b>Latitudine</b>	43.2976
<b>Longitudine</b>	10.6199

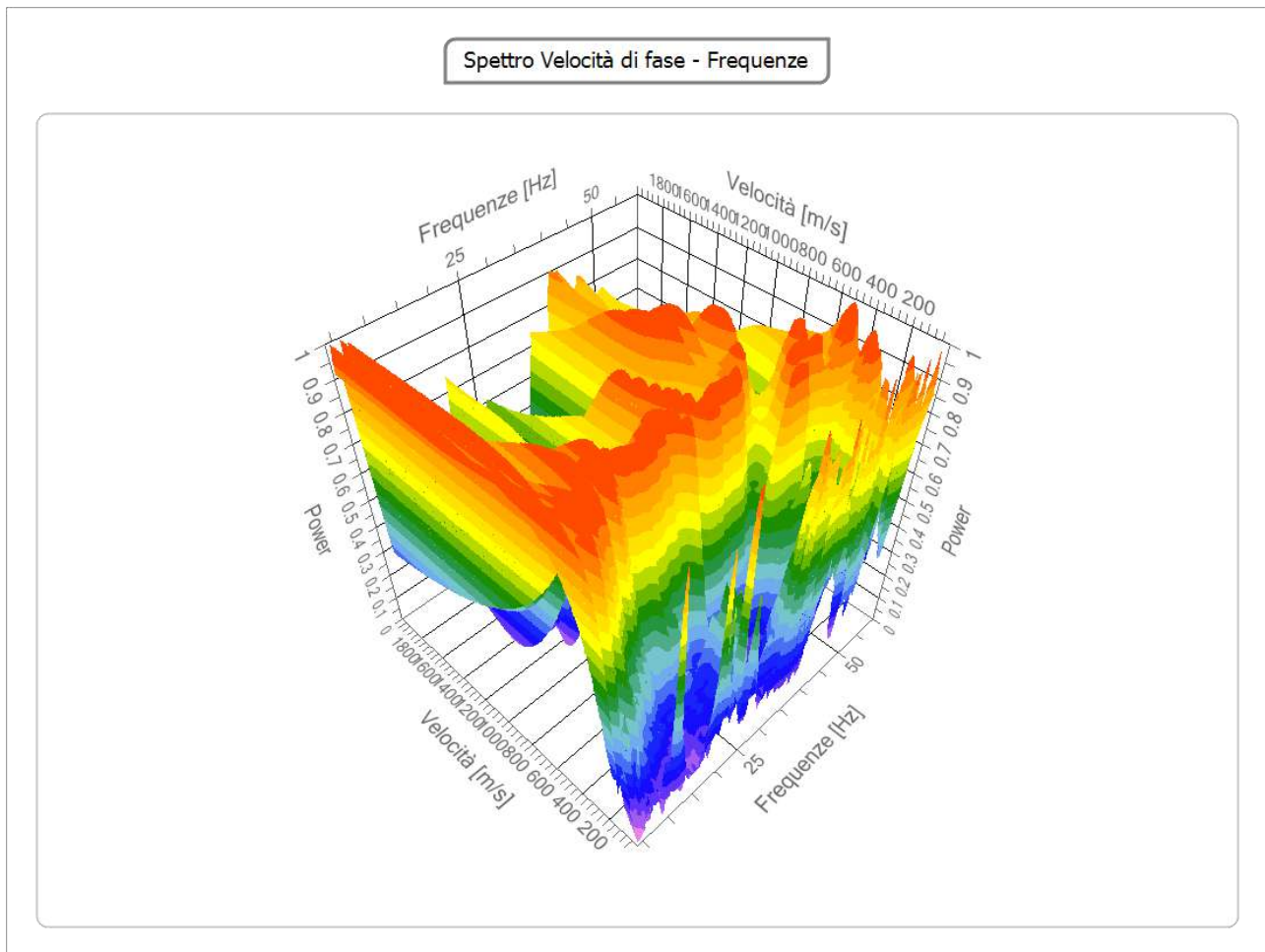
### Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2048.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	0.50



### Analisi spettrale

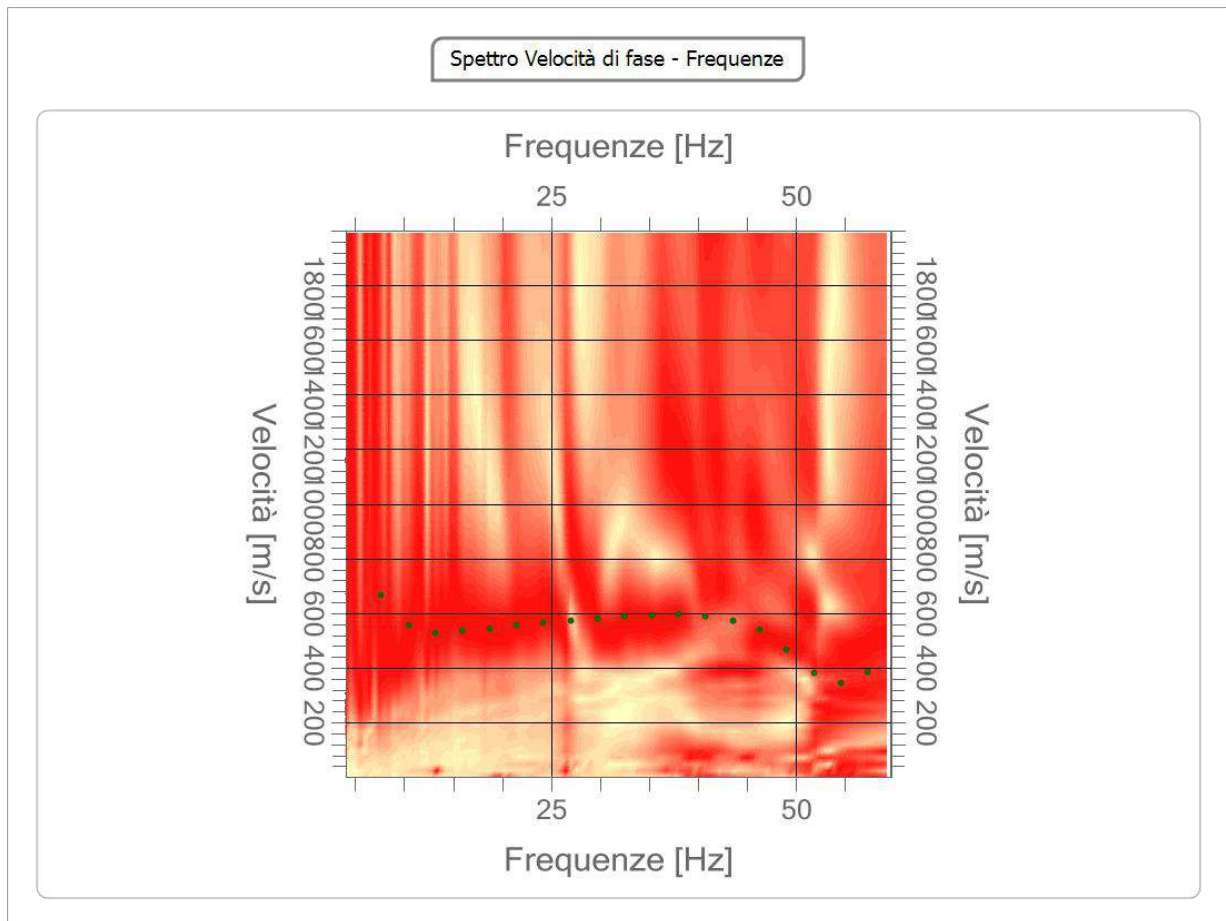
<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	4
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	2000
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### Curva di dispersione

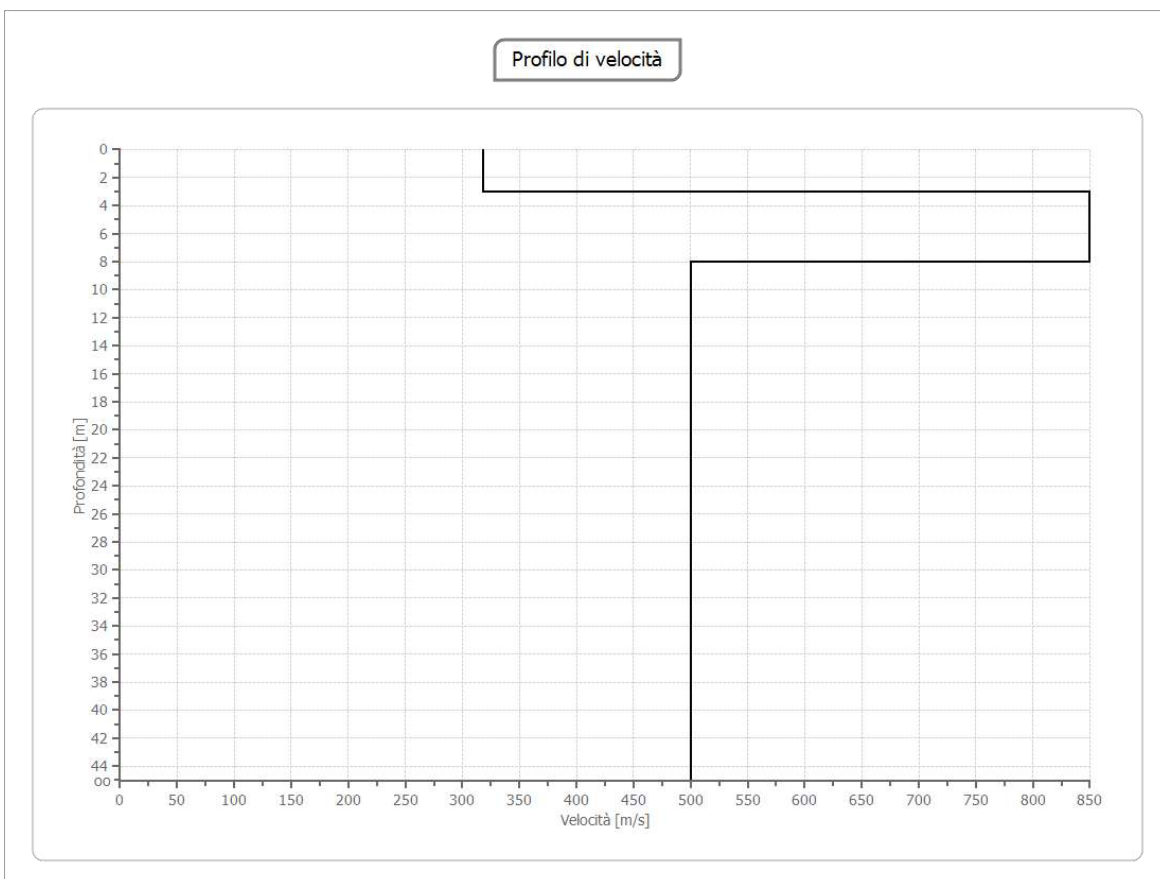
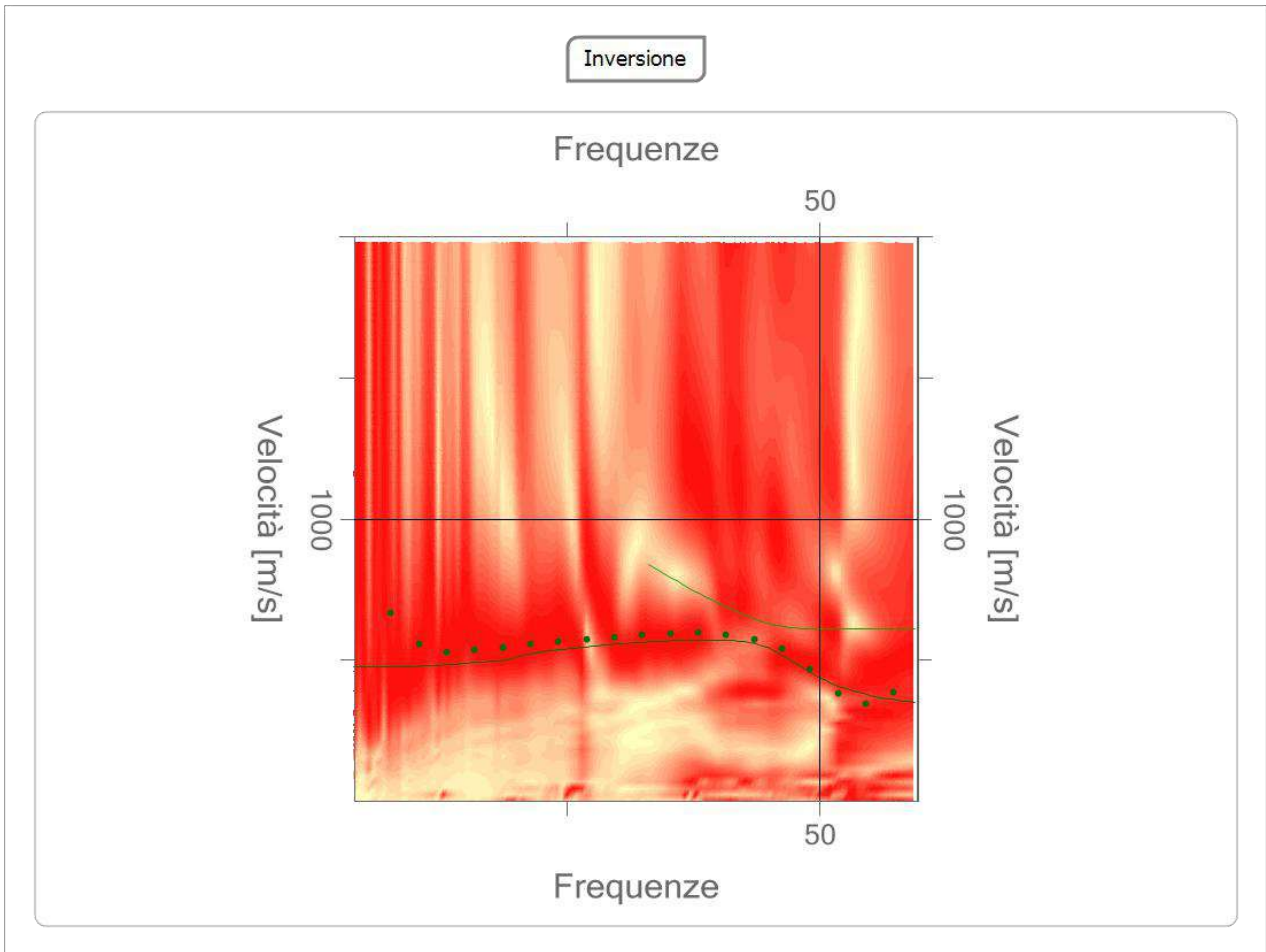
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.7	667.1	0
2	10.4	555.4	0
3	13.2	529.5	0
4	16.0	535.0	0
5	18.7	545.9	0
6	21.5	556.4	0
7	24.2	565.1	0
8	27.0	572.9	0
9	29.7	580.8	0
10	32.5	588.7	0
11	35.3	595.3	0
12	38.0	597.4	0
13	40.8	591.1	0
14	43.5	572.7	0
15	46.3	540.7	0
16	49.1	466.9	0
17	51.8	382.7	0
18	54.6	343.4	0
19	57.3	384.0	0





### Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1950.0	0.4	No	778.3	317.7
2		8.00	5.00	2250.0	0.3	No	1472.2	850.0
3		oo	oo	2100.0	0.4	No	1040.8	500.0



**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	1.00
<b>Vs30 [m/sec]</b>	515.69
<b>Categoria del suolo</b>	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

**Altri parametri geotecnici**

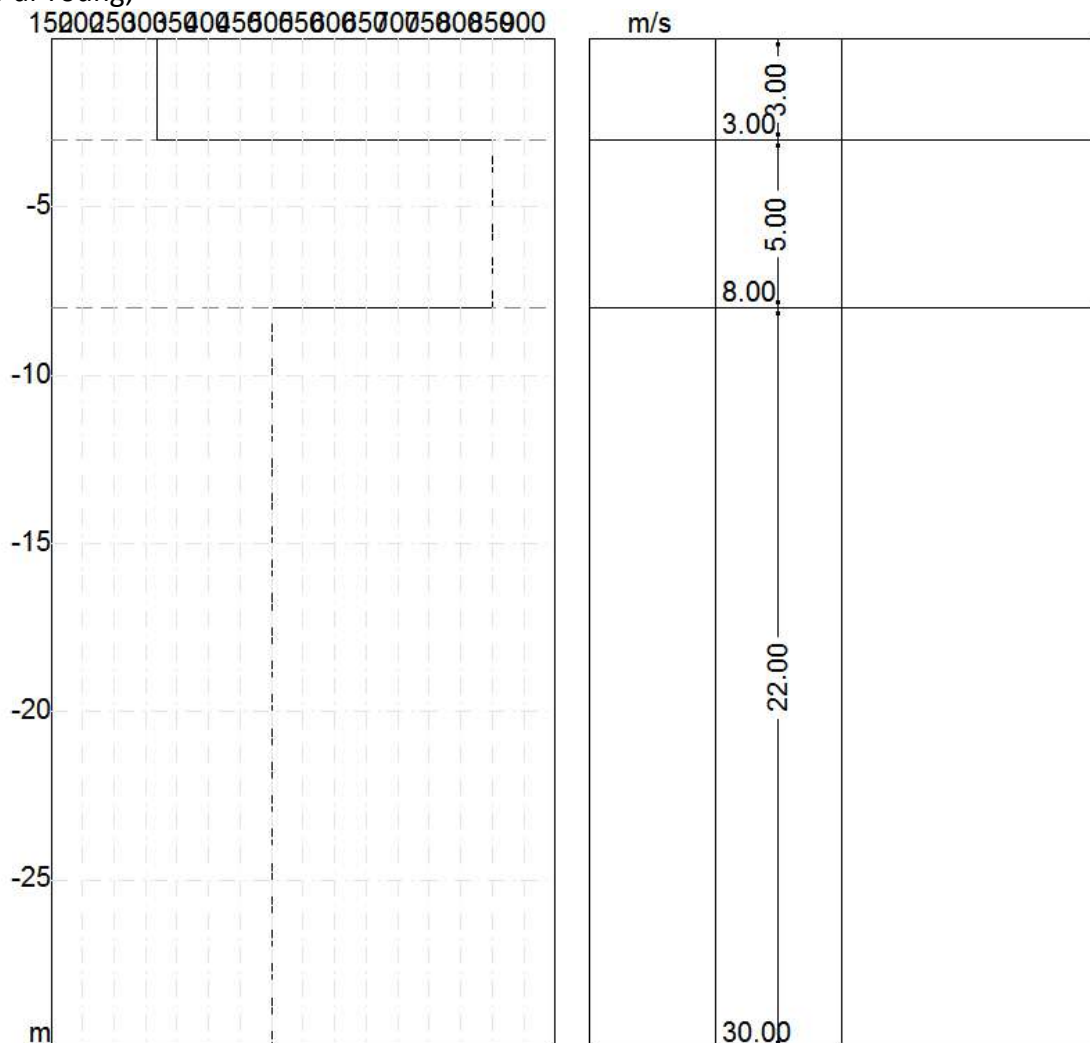
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	3.00	3.00	317.74	778.29	1800.00	0.40	181.72	1090.33	848.04	508.82
2	8.00	5.00	850.00	1472.24	2100.00	0.25	1517.25	4551.75	2528.75	3793.12
3	∞	∞	500.00	1040.83	2000.00	0.35	500.00	2166.67	1500.00	1350.00

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



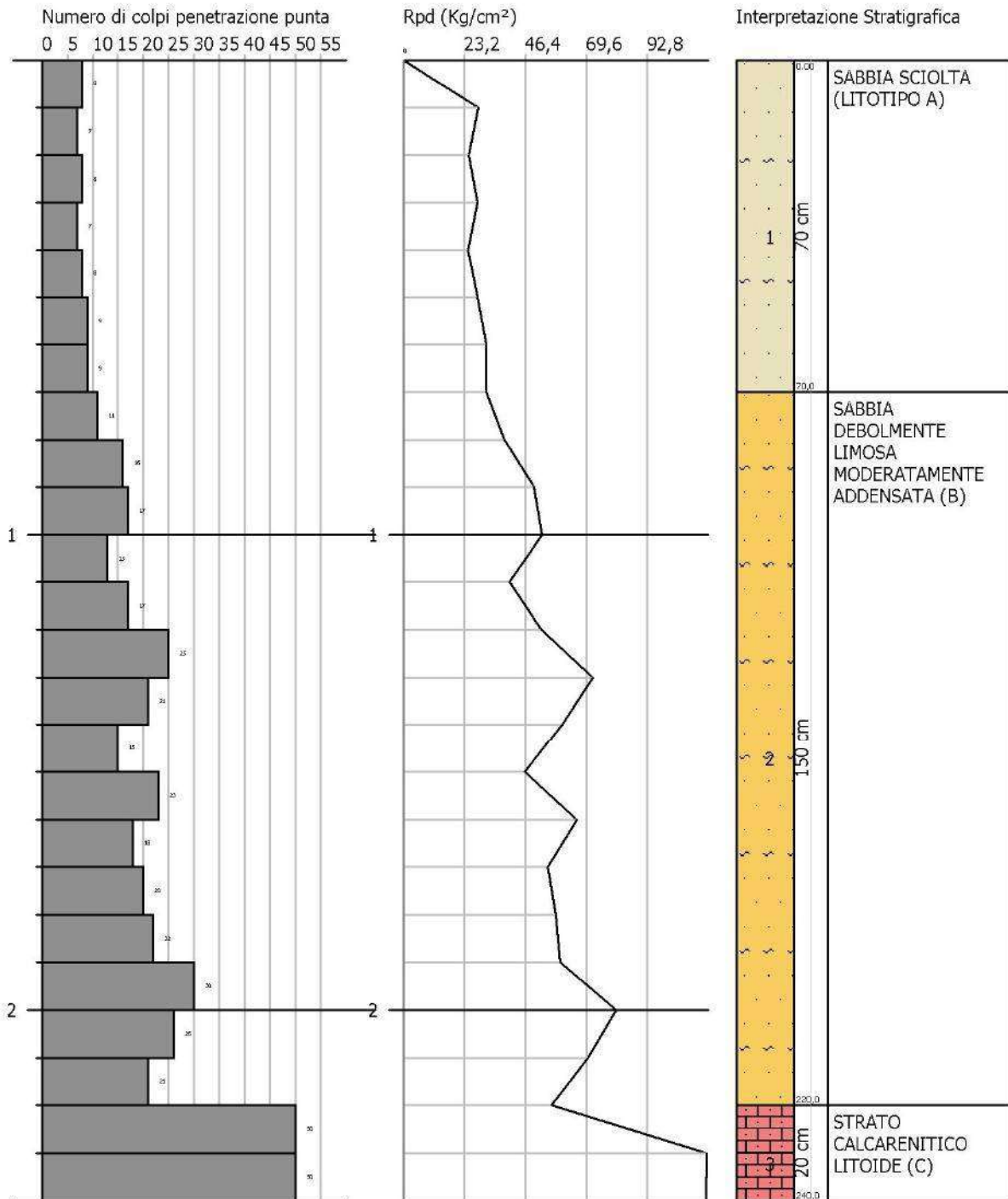
# Prova penetrometrica P1

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**

Committente: AZIENDA AGRICOLA POGGIO AL PODERE  
 Cantiere: COSTRUZIONE STOCCAGGIO VINI  
 Località: VIA VICINALE DEI PODERE, 9

Data: 15/01/2014

Scala 1:12



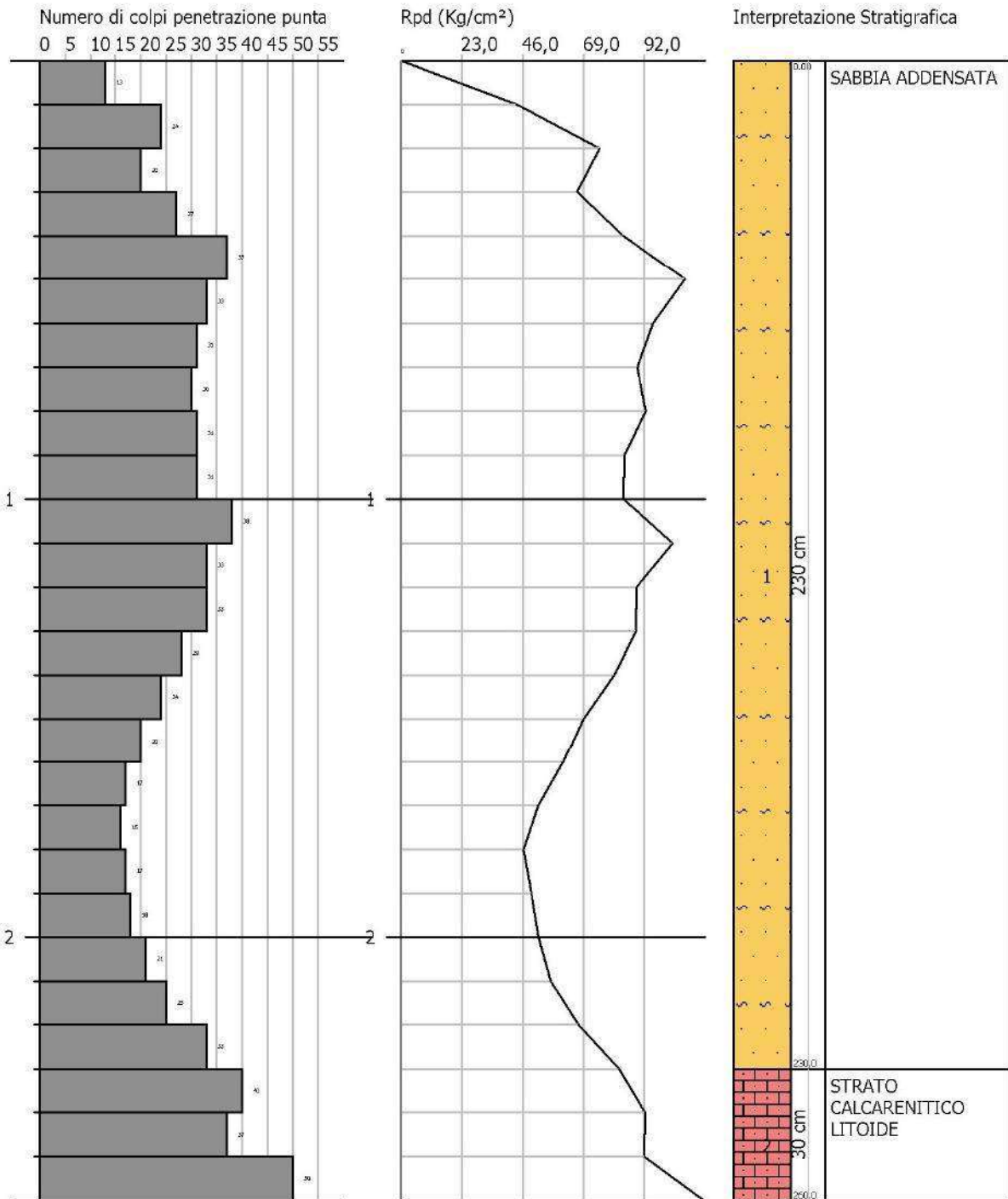
# Prova penetrometrica P2

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**

Committente: SIG.RA SCARAMELLI  
 Cantiere: COSTRUZIONE FABBRICATI PER CIVILE ABITAZIONE  
 Località: 2-COMPARTO b - CASALE

Data: 20/10/2011

Scala 1:13



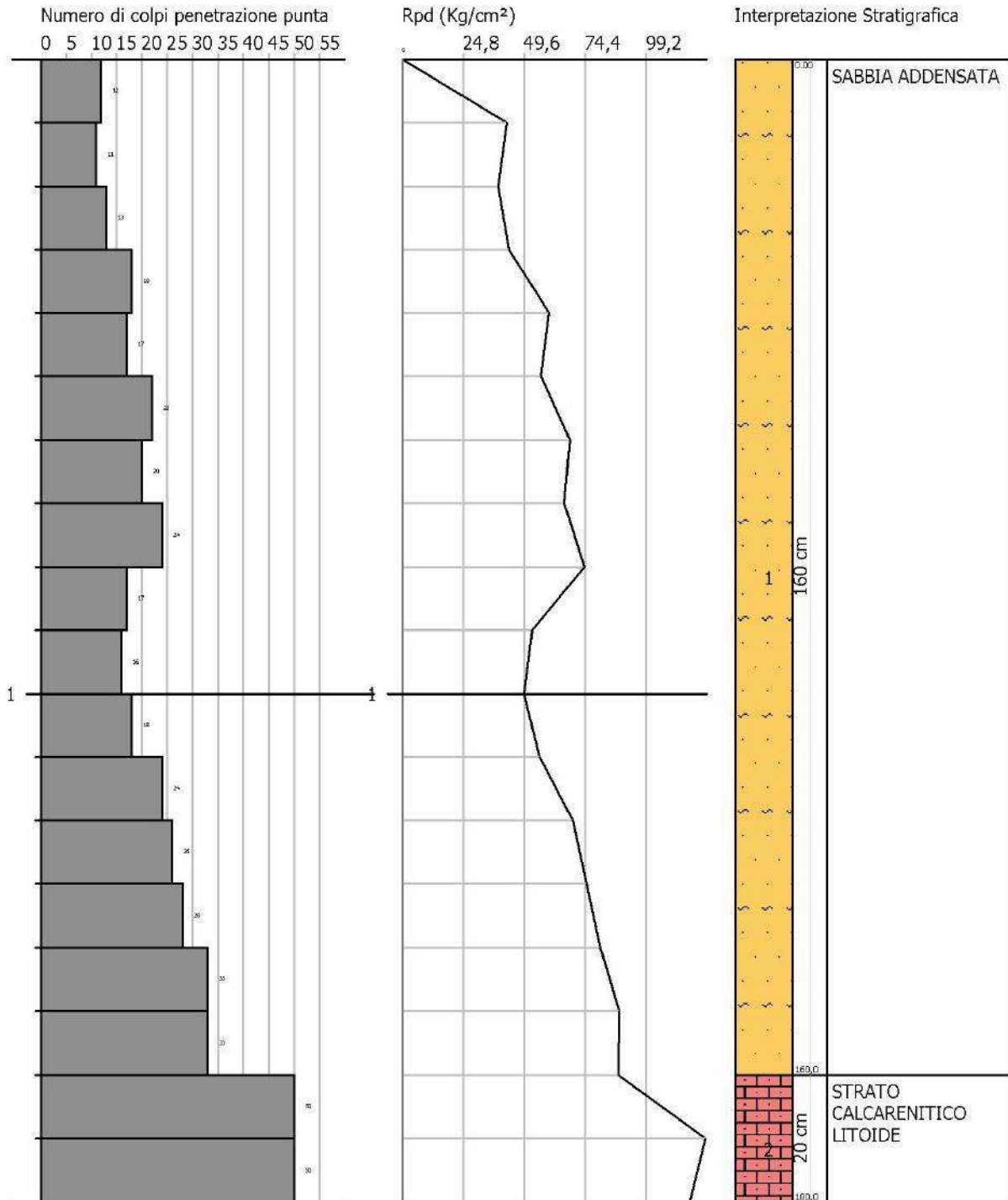
# Prova penetrometrica P3

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**

Committente: SIG.RA SCARAMELLI  
 Cantiere: COSTRUZIONE FABBRICATI PER CIVILE ABITAZIONE  
 Località: 2-COMPARTO b - CASALE

Data: 20/10/2011

Scala 1:9



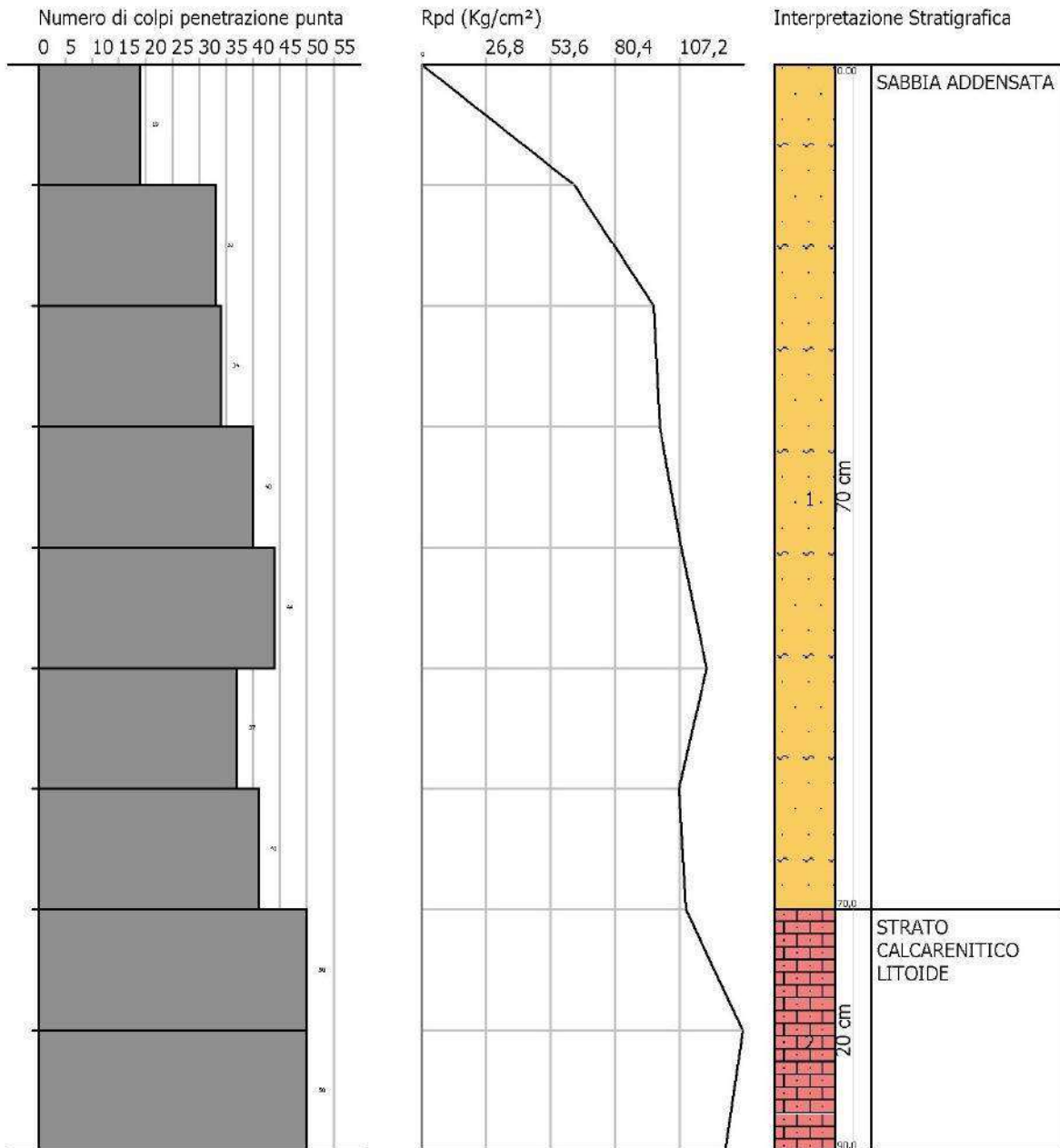
# Prova penetrometrica P4

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4**  
**Strumento utilizzato... DL-30 (60°)**

Committente: SIG.RA SCARAMELLI  
 Cantiere: COSTRUZIONE FABBRICATI PER CIVILE ABITAZIONE  
 Località: 2-COMPARTO b - CASALE

Data: 22/01/2014

Scala 1:5





# Provincia di Pisa Comune di Casale Marittimo Variante al PO

---



**Relazione descrittiva indagini sismiche finalizzate alla realizzazione di una variante al PO (effettuate ai sensi del DPGR 53/R/2011 e della Del.GRT.n.741/2012).**

INDAGINI SISMICHE CONSISTENTI IN 1 MISURA PASSIVE DEL RUMORE AMBIENTALE (CON ELABORAZIONE HVSR)

Cecina, li 18 aprile 2017

dr.geol. Alessandro Danesi



# Sommario

---

1. PREMESSA .....	2
2. INDAGINI DI SISMICA PASSIVA – TIPO HVSR .....	2
2.1 – GENERALITA’ .....	2
2.2 – SISTEMA DI ACQUISIZIONE .....	3
2.3 – RISULTATI CONSEGUITI.....	4
2.4 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA PASSIVA HVSR.....	4

## ALLEGATI:

1. TAVOLE DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI ALLA SCALA 1:5.000
2. TAVOLE INTERPRETATIVE DELLE INDAGINI HVSR

## 1. PREMESSA

Nell'ambito della variante al PO comunale, sono state effettuate le seguenti tipologie di indagini sismiche:

N° 1 misura di rumore sismico ambientale a stazione singola (HVSr); tali misure forniscono indicazioni sul rapporto tra velocità media e delle onde S nella copertura e la profondità del basamento sismico (bedrock sismico). Tali indagini sono inoltre state utilizzate per la redazione insieme ad altre tipologie di elaborati (carta delle indagini, carta geologico-tecnica, ecc.), alla redazione "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)";

Lo studio di MS livello 1 e le indagini geofisiche sono state condotte inoltre secondo le specifiche tecniche contenute nell'OPCM n. 3907 del 13.11.2010 ed in generale, negli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale ICMS (2008), secondo le Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana, nonché le indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.

## 2. INDAGINI DI SISMICA PASSIVA – TIPO HVSr

### 2.1 – GENERALITA'

La tecnica di acquisizione ed analisi dei rapporti spettrali o HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o "metodo di Nakamura" o "metodo H/V") è basata sullo studio dei valori del rapporto di ampiezza tra le componenti spettrali del rumore sismico misurate sul piano orizzontale e verticale.

La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato più sorgenti poste in diverse direzioni nello spazio. La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tri-direzionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vanno analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile (tipicamente qualche decina di secondi) per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto, dopo un opportuno lisciamiento, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni ortogonali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale.

Come riportato negli ICMS (3.1.5.5; 3.1.5.8.1.), la possibilità di interpretare i massimi della funzione H/V in termini di risonanza dello strato sedimentario dipende dalla validità delle assunzioni di base ovvero:

- Che il rumore sia generato da una molteplicità di sorgenti distribuite casualmente attorno al punto di misura;
- Che la serie dei valori del rapporto spettrale abbia carattere stazionario;
- Che gli eventuali massimi H/V siano quelli dedotti dal rumore sismico e non da interferenze spurie (rumore elettromagnetico di origine antropica, movimenti dello strumento di misura).

Affinché la misura di rumore sia utilizzabile per l'applicazione della tecnica H/V a fini geognostici è necessario che:

- La sensibilità dell'apparato di misura nel campo delle frequenze di interesse (solitamente 1-10 Hz) sia adeguata alla bassa entità del segnale;
- Venga garantito un campionamento statisticamente rappresentativo del campo medio di rumore;
- La misura sia effettuata in presenza di un campo di rumore diffuso.

L'esito di questa prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. Quando la misura è effettuata su un basamento sismico affiorante (e quindi dove non sono attesi fenomeni di risonanza sismica) la curva non mostra massimi significativi e si assesta intorno ad ampiezza pari all'unità lungo tutta la curva H/V.

## **2.2 – SISTEMA DI ACQUISIZIONE**

È stata utilizzata la tecnica HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) con stazione singola geofonica associata ad un sismografo digitale con convertitore A/D a 24 bit (indagine sismica con metodologia dei microtremiti). La misura del rumore sismico ambientale è stata acquisita con strumentazione dotata di tre canali di acquisizione connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione con frequenza naturale di oscillazione 2 Hz, in grado di misurare le componenti della velocità (moto) di ogni strato lungo le direzioni N-S; E-W; H-V fino a frequenze inferiori all'1 Hz, senza perdita di segnale.

Per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato una stazione singola geofonica in terna ortonormale della MAE (S3) associate ad un sismografo anch'esso della MAE

(Systatrack, elaborate con il software commerciale HVSr della Geostru (sono stati effettuati controlli incrociati anche con il programma Geopsy).

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate le curve H/V utilizzando i seguenti parametri:

- Tempo di acquisizione: 30 min;
- Frequenza di campionamento: 250 Hz;
- Larghezza delle finestre d'analisi: da 20 a 50 s;
- Lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 15% della frequenza centrale;

Per ulteriori informazioni sulle misure effettuate (condizioni ambientali, tipo di superficie di misura, "pulizia" dei dati, processing, spettri ottenuti, ecc.) si rimanda alle tavole redatte per ogni misura mentre per una stima della sua affidabilità si rimanda agli standard suggeriti dalle linee guida del SESAME Project (2004) e da Albarello et alii (2011).

### **2.3 – RISULTATI CONSEGUITI**

Le aree analizzate sono le seguenti:

HVSR 1 (Cimitero)

Per ogni misura effettuata vengono presentati in una tavola unica (ALLEGATO 2) i seguenti dati:

- Parametri di acquisizione ed elaborazione dei dati;
- Le curve H/V;
- Gli spettri delle tre componenti;
- I grafici della direzionalità;
- I grafici delle serie temporali transienti;

Si fa presente che l'elaborazione dei dati è stata eseguita lisciando gli spettri con una finestra triangolare al 15% della frequenza centrale.

Gli standard di qualità adottati prevedono una classificazione delle curve H/V in 3 classi (A, B e C) di qualità decrescente. Le classi A e B sono ulteriormente suddivise in due tipologie (tipo 1 e tipo 2). Per il significato di questa classificazione, riportato sinteticamente in tutte le tavole allegate, si veda Albarello et alii (2011).

E' stato principalmente analizzato l'intervallo di frequenze di maggiore interesse ingegneristico, ossia quello compreso tra 1 e 15 Hz.

### **2.4 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA PASSIVA HVSR**

La frequenza propria di sito è indicata dalla seguente nota formula:

$$(fr) = Vs/4H$$

Dove:

VS = VS media sino al bedrock;

H = spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock (più esattamente, orizzonte con forte contrasto di VS, che dà origine ad un picco dell'H/V).

Utilizzando quindi tale formula ed i dati in nostro possesso delle Vs medie superficiali, possiamo indicare, per i picchi rilevati, discontinuità sismo stratigrafiche presumibilmente dovute al passaggio tra i depositi superficiali e sedimenti addensati/cementati sottostanti.

La Misura HVSR ha dato origine ad un picco di rapporto 2.6 ad una frequenza di circa 47 Hz, che rimane poco significativa ai fini ingegneristici. Non si sono rinvenuti picchi significativi all'interno del range di maggiore interesse ai fini edilizi (2-15 Hz)

Si fa notare come il rapporto H/V presenti una forte diminuzione fino a valori inferiori a 1, fino a frequenze di circa 2.5Hz, dove si assiste ad un progressivo aumento del rapporto stesso.

Questo è interpretabile come una inversione di velocità al di sotto del primo strato di spessore esiguo con ulteriore riduzione della velocità in profondità, fino ad arrivare, a profondità superiori ai 50 metri, ad un nuovo aumento della velocità delle onde sismiche.

La presente stratigrafia è del tutto confrontabile con la stratigrafia dell'indagine MASW eseguita nella precedente area identificata nel RU.

Di seguito si propone una tabella riassuntiva con indicazione dei valori di frequenza e ampiezza di picco e una interpretazione di massima delle profondità delle interfacce sismiche:

ID	Frequenza picco Principale (Hz)	valore picco principale	stima qualitativa profondità interfaccia (m)	Vs di riferimento per calcolo profondità
<u>HVSR 1</u>	47.65	2.6	1-2	200-350

Tutte gli elaborati delle misure, comprese le classificazioni e le valutazioni, sono riportate in allegato 2, al quale si rimanda per una più approfondita analisi delle misure HVSR.

Cecina, 18/06/2014

dr. geol. Alessandro Danesi

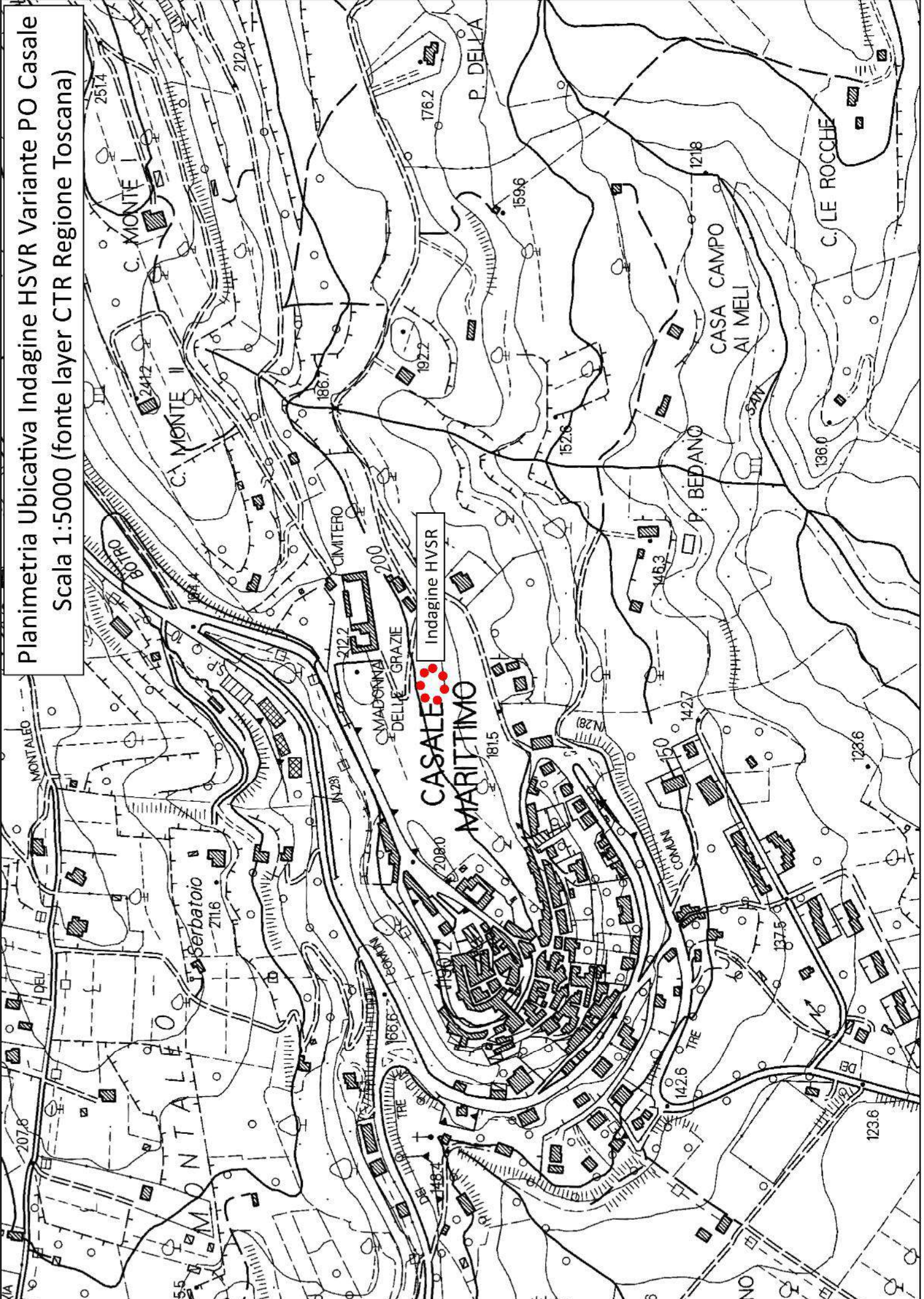
*Alessandro Danesi*

STUDIO GEOLOGICO DELLA TOSCANA  
 DOTT. GEOL. ALESSANDRO DANESI  
 N° 1349  
 ORDINE DEI GEOMETRI DELLA TOSCANA - Sez. A - ANNO 1978

ALLEGATI

1. TAVOLE DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI ALLA SCALA 1:5.000
2. TAVOLE INTERPRETATIVE DELLE INDAGINI HVSR

Planimetria Ubicativa Indagine HSVR Variante PO Casale  
Scala 1:5000 (fonte layer CTR Regione Toscana)

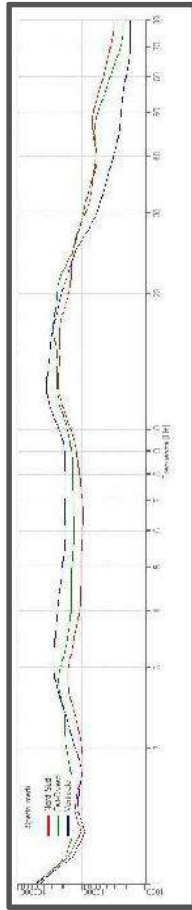


# Acquisizione HVSR 1/Cimitero

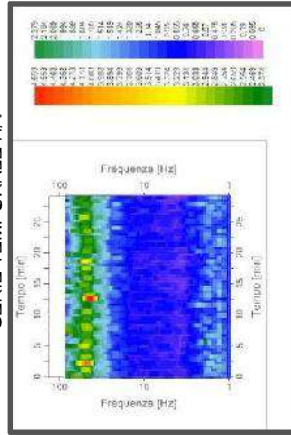
Strumentazione: sismografo MAE / sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 11/04/2017  
 Durata registrazione: 30 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (15%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



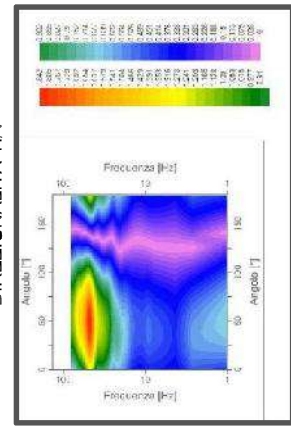
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



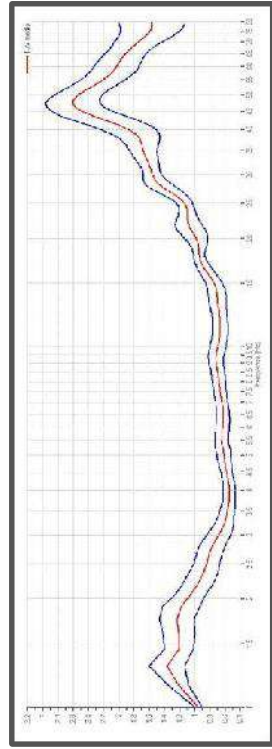
SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITA' HV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Picco H/V a 47.65 +/- 0.14 Hz (esterno all'intervallo 1-15 Hz)

Criteri per una curva HV affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]	
$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	OK
Criteri per un picco HV chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]	
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \cup [A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	NO
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \cup [A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

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

Valori di soglia per $\sigma_A(f_0)$	
Intervallo di freq. [Hz]	$0.5 - 1.0$
$\sigma_A(f_0)$ [Hz]	$0.2 - 0.5$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	$0.15 f_0$
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\text{picco}}(f_0)$	$2.0$
	$0.40$
	$0.30$
	$0.25$
	$0.20$

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A	2
TIPO		

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura (2)-le variazioni sismicali di ampiezza non superano il 30% dei massimi (3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse (4)- i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale (5)- i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati (6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezioni nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è andata (HV tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata).

**Classe C** (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (derive) (2)-Indice di movimento dello strumento durante la misura (3)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenza di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1**- HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

**Tipo 2**- HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenza di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 11 assenza di risonanza)

## NOTE

(1)- SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23-12  
 (2)- Albaricco D., Cesà C., Eullivi V. et alii (2010). The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3)- Albaricco D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



Profondità (m) dal p.c.	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00	Argilla rossa con ciottoli
3,00	Tufo argilloso rossastro
7,00	Tufo roccioso giallo
9,00	Tufo sabbioso scuro
15,00	Tufo giallo sabbioso
20,00	Lastre di tufo con ghiaino
24,00	Tufo rossastro sabbioso
30,00	Tufo giallo sabbioso
32,00	Tufo rossastro argilloso
35,00	Argilla azzurra limosa
43,00	Tufo bianco spugnoso con acqua
68,00	Arenaria grigia con acqua
71,00	Argilla azzurra
72,00	Arenaria grigia
75,00	Arenaria gialla con acqua
79,00	Argilla azzurra
80,00	Arenaria grigia con conchiglie
84,00	Argilla azzurra sabbiosa
90,00	Sabbione limoso azzurro.
93,00	

N.82



**PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE  
IN ONDE P CON TECNICA TOMOGRAFICA**

**RELAZIONE TECNICA**

**Committente:** Geol. Anna Callai

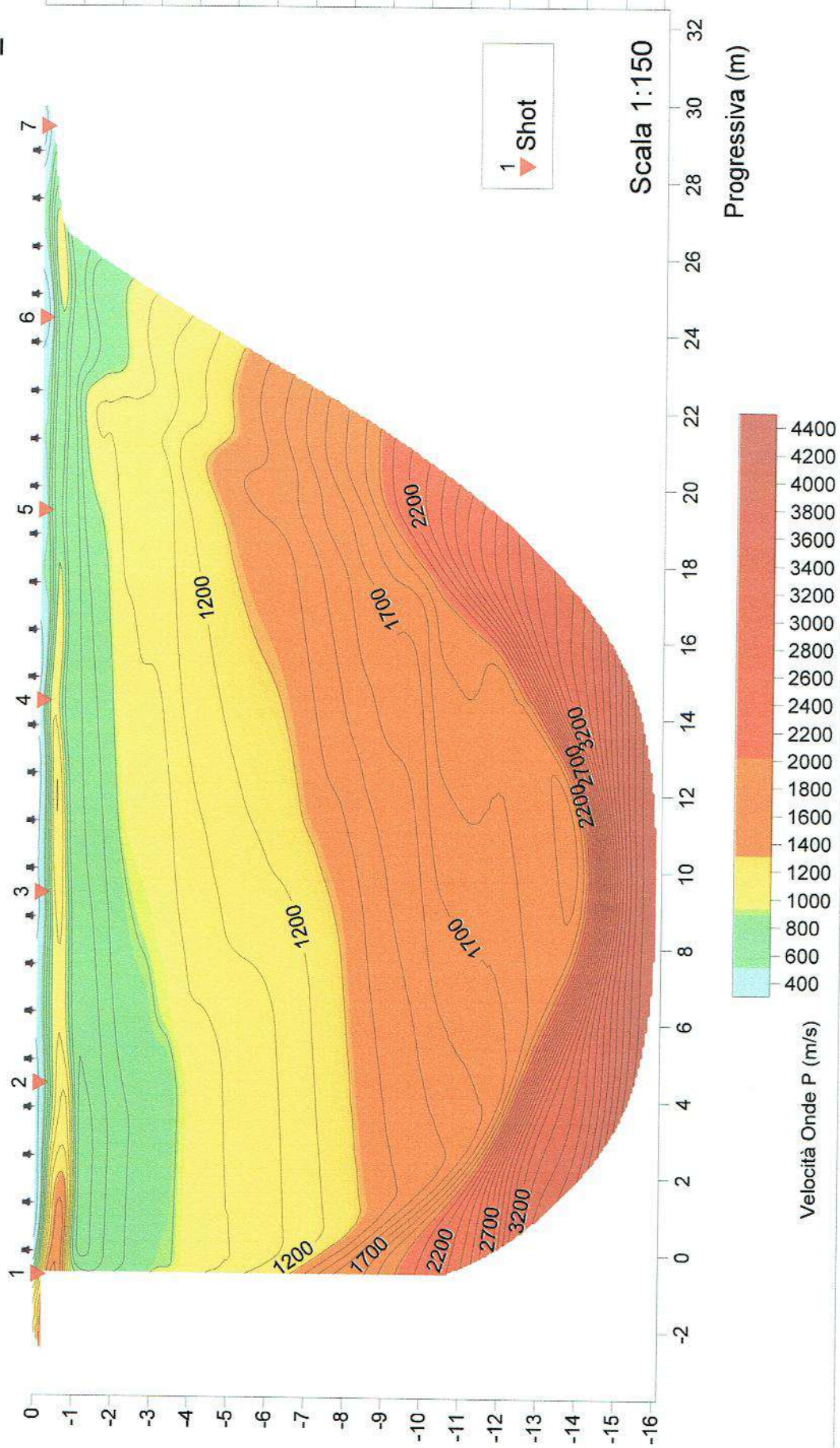
**Località:** Montaleo – Casale Marittimo (PI)

**Data:** Settembre 2009

Località: Montaleo

Data: Settembre 2009

PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 1\_P





**INDAGINE SISMICA  
MASW  
(Multichannel Analysis of Surface Waves)**

**RELAZIONE TECNICA**

**Committente:** Geol. Anna Callai

**Località:** Montaleo – Casale Marittimo (PI)

**Data:** Settembre 2009

Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30m di profondità  $V_{s30}$  e quindi individuare la categoria sismica del suolo. Si ricordi quanto già è stato sottolineato in precedenza riguardo alla necessità di avere a disposizione altre informazioni complementari sulla natura e sul comportamento geotecnico del suolo, prima di poter procedere alla classificazione sismica nel caso si sospetti la presenza di suoli di tipo S1 o S2.

### 1.1 Risultati delle indagini MASW

Dati di acquisizione:

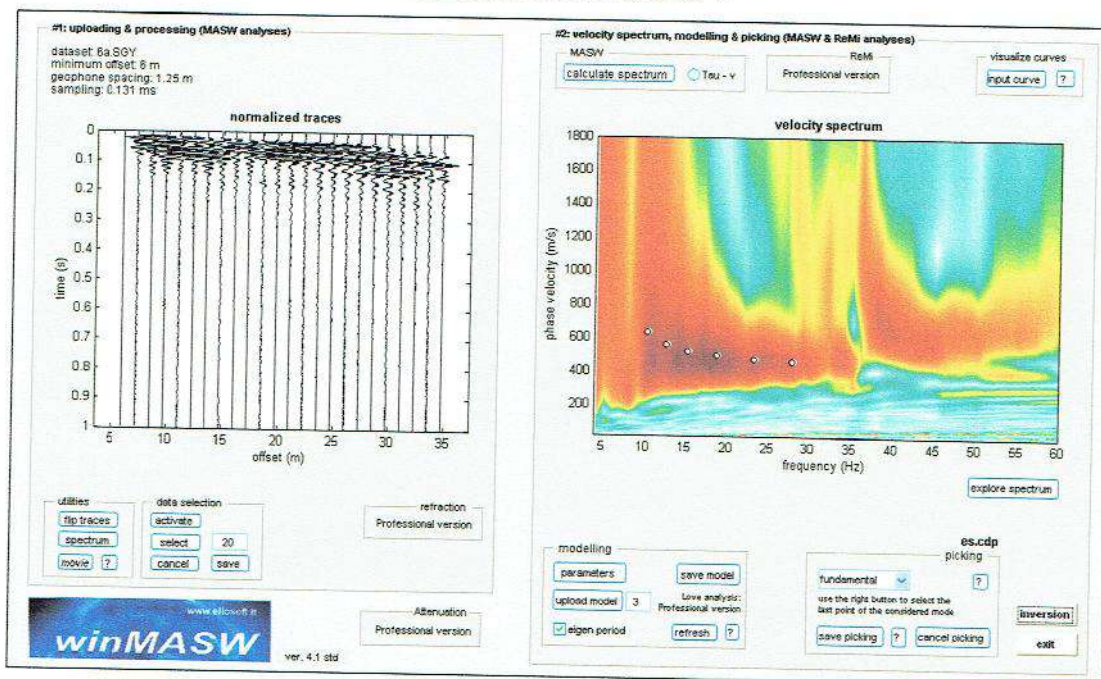
N° geofoni = 24

interasse geofoni = 1.25 m

lunghezza degli stendimenti = 28.75 m

sorgente: mazza battente da 10kg.

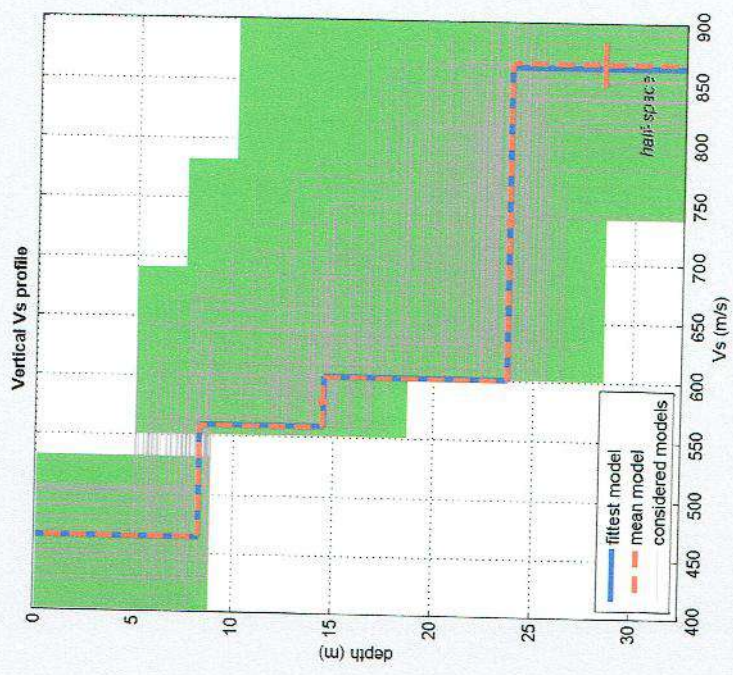
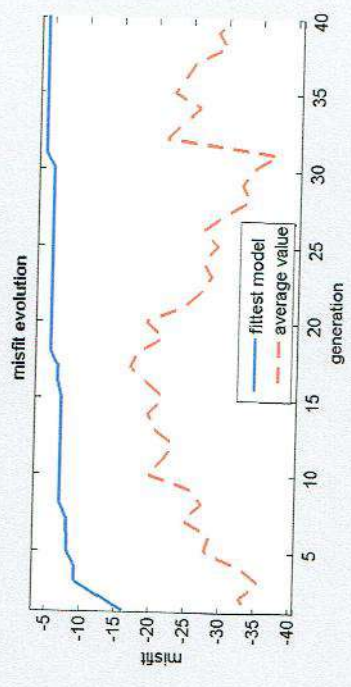
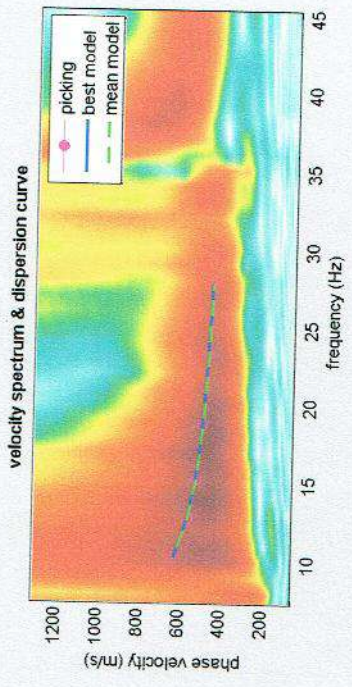
### Elaborazione MASW 1



GAlA Servizi s.n.c.

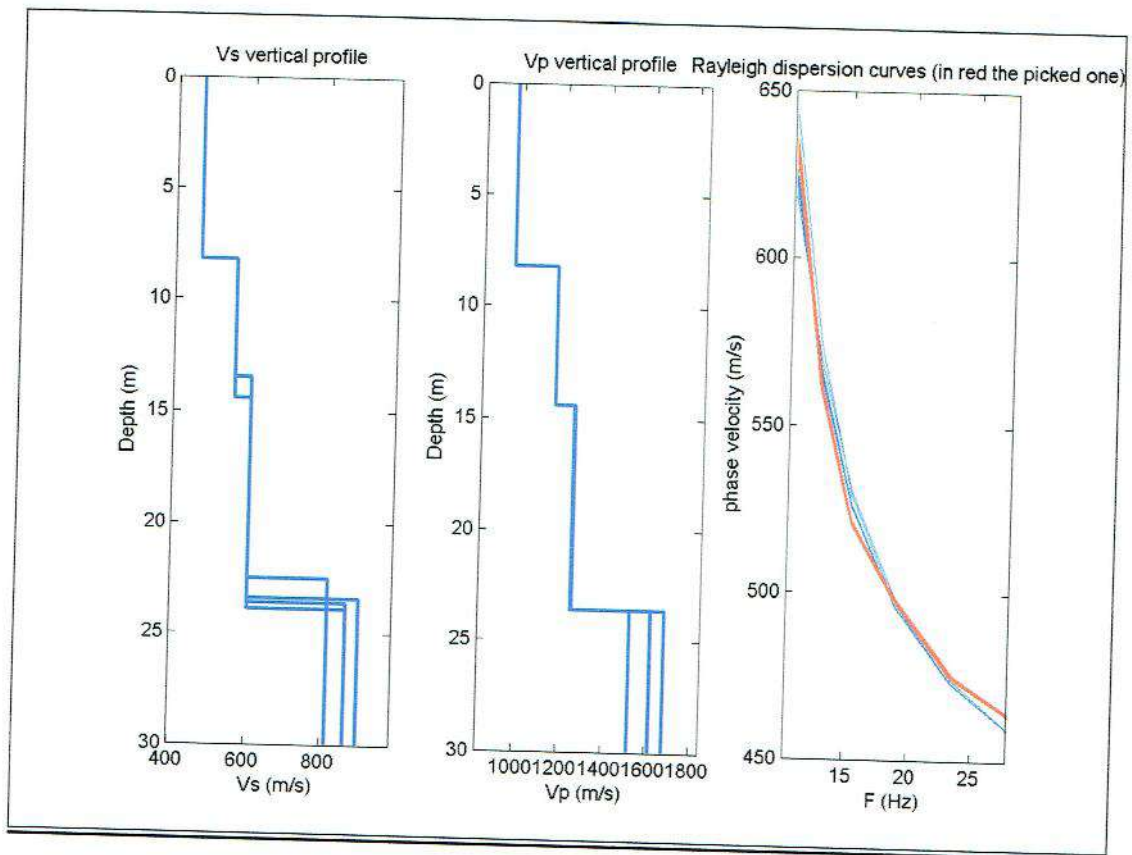
Via Lenin 132/a San Martino a Ulmiano - 56017 San Giuliano Terme (PI)  
Tel. 050 9910582 e-mail: info@studiogaia.net - P.Iva 01667250508

# Elaborazione MASW 1



dataset: fa.SGY  
dispersion curve: es.cdp  
VS30 (best model): 582 m/s  
VS30 (mean model): 582 m/s





### **Modello medio**

Vs (m/s): 464, 558, 600, 865

Standard deviations (m/s): 0, 0, 0, 18

Thickness (m): 8.2, 6.1, 9.2

Standard deviations (m/s): 0.0, 0.2, 0.2

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 2.05, 2.09, 2.11, 2.17

Shear modulus (MPa): 440, 651, 759, 1624

Analysis: Rayleigh Waves

### **Approximate values for Vp and elastic moduli**

Vp (m/s): 966, 1162, 1249, 1618

Poisson: 0.35, 0.35, 0.35, 0.30

Bulk modulus (MPa): 1322, 1955, 2277, 3517

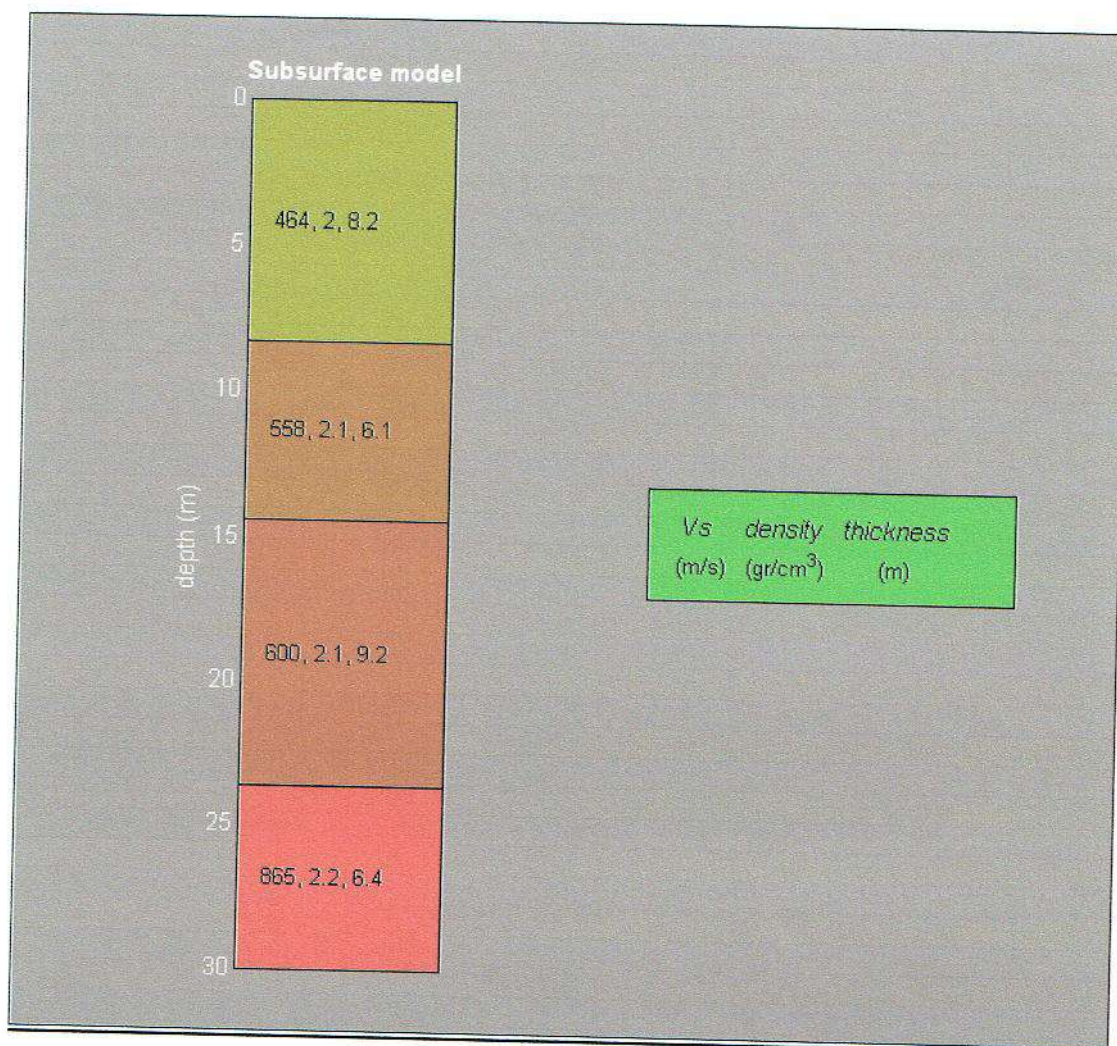
Young's modulus (MPa): 1189, 1757, 2049, 4223

Lamé (MPa): 1028, 1521, 1771, 2435

VS30 (m/s): 582

**GAIA Servizi s.n.c.**

Via Lenin 132/a San Martino a Ulmiano - 56017 San Giuliano Terme (PI)  
Tel. 050 9910582 e-mail: info@studiogaia.net - P.Iva 01667250508



## 2 Categoria del suolo di fondazione (D.M. 14/01/2008)

Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, nella nuova normativa viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{sh}$  all'interno delle coperture.

Nelle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità  $V_{s30}$  (definito come il valore medio della velocità di propagazione



delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

- A) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B) Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{spt} > 50$  nei terreni a grana grossa e coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa nei terreni a grana fina).
- C) Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ( $15 < N_{spt} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_u < 250$  kPa nei terreni a grana fina).
- D) Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).
- E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 – Depositati di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 100 m/s (ovvero  $10 < c_{u,30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 – Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle classificazioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

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

Considerato che i terreni sono caratterizzati da Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec, si iscrive il terreno di fondazione nella categoria di **profilo stratigrafico B**:

*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{spt} > 50$  nei terreni a grana grossa e coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa nei terreni a grana fina)*

\*\*\*\*\*

San Giuliano Terme (PI),  
Settembre 2009

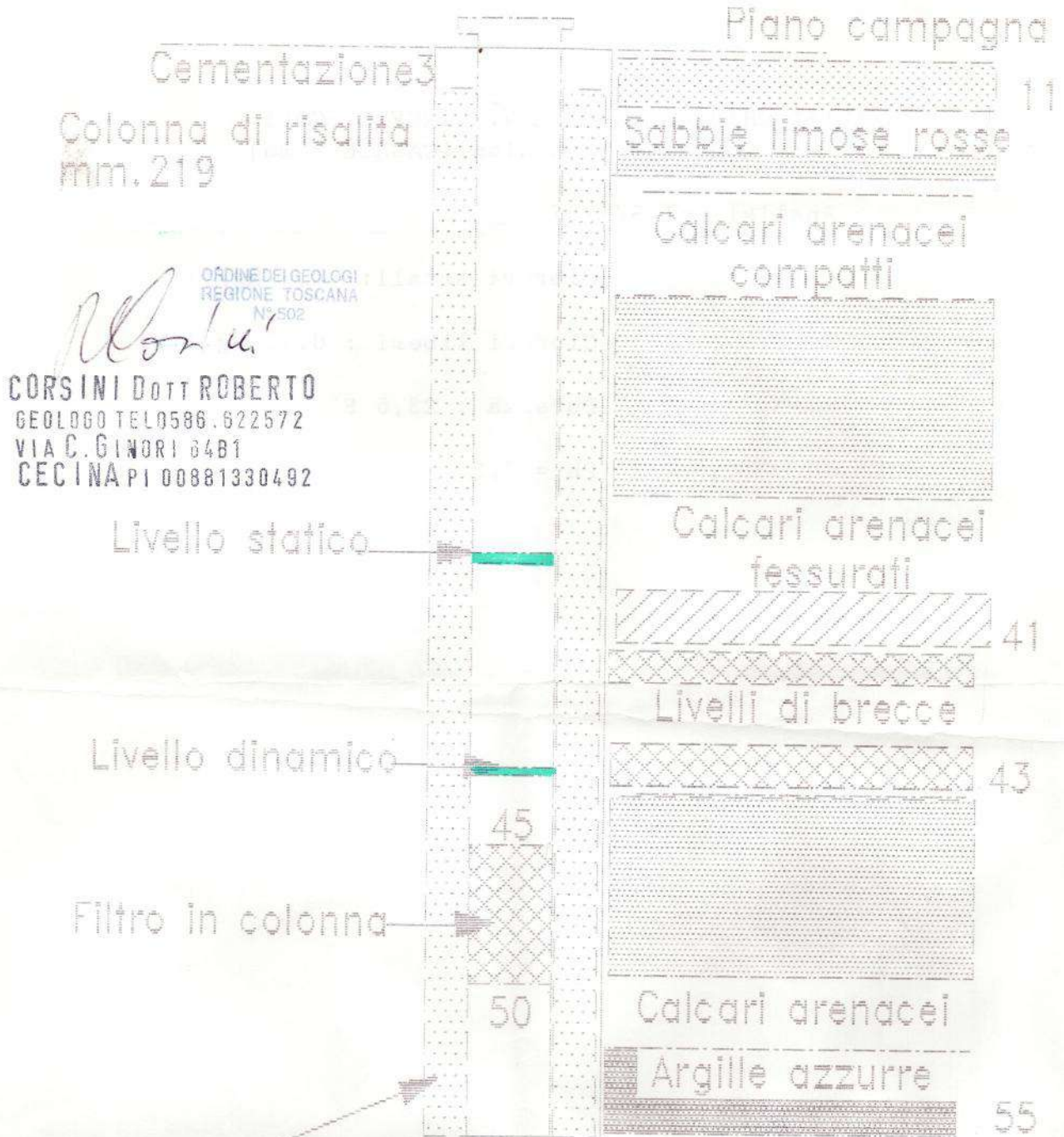
Gaia Servizi  
per il Territorio e l'Ambiente s.n.c.

*Dott. Jacopo Martini*



Proprietà :Vincenti G. Coli G.  
località:Montaleo -Casale M.mo (PI)  
Inizio lavoro 27/3/97

Diametro perforo :mm.520 fino fondo foro



Portata di esercizio

Termine lavoro: 7/4/97

3,3 L/sec.

Livello dinamico: 43 metri da p.c.

Livello statico: 37 metri da p.c.

## N. 84

Profondità	litologia
0-1.0	Terreno vegetale
1 -8	Calcari sabbiosi compatti
8 -35	Sabbie con livelli calcarenitici
35 - 42	Calcari sabbiosi biancastri
42 -48	Sabbie gialle
48 – 51	Sabbie fini con ciottoli con poca acqua
<b>51 – 54.0</b>	<b>Calcari sabbiosi con acqua</b>
54.0 – 56 .0	Sabbie argillose con acqua
56.0	Argilla azzurra

**Pozzo n.1 Barlettani** (prima perforazione vicina alla strada del Montaleo)  
Data di perforazione 11/03/05

Messo filtro da 51 a 54 metri

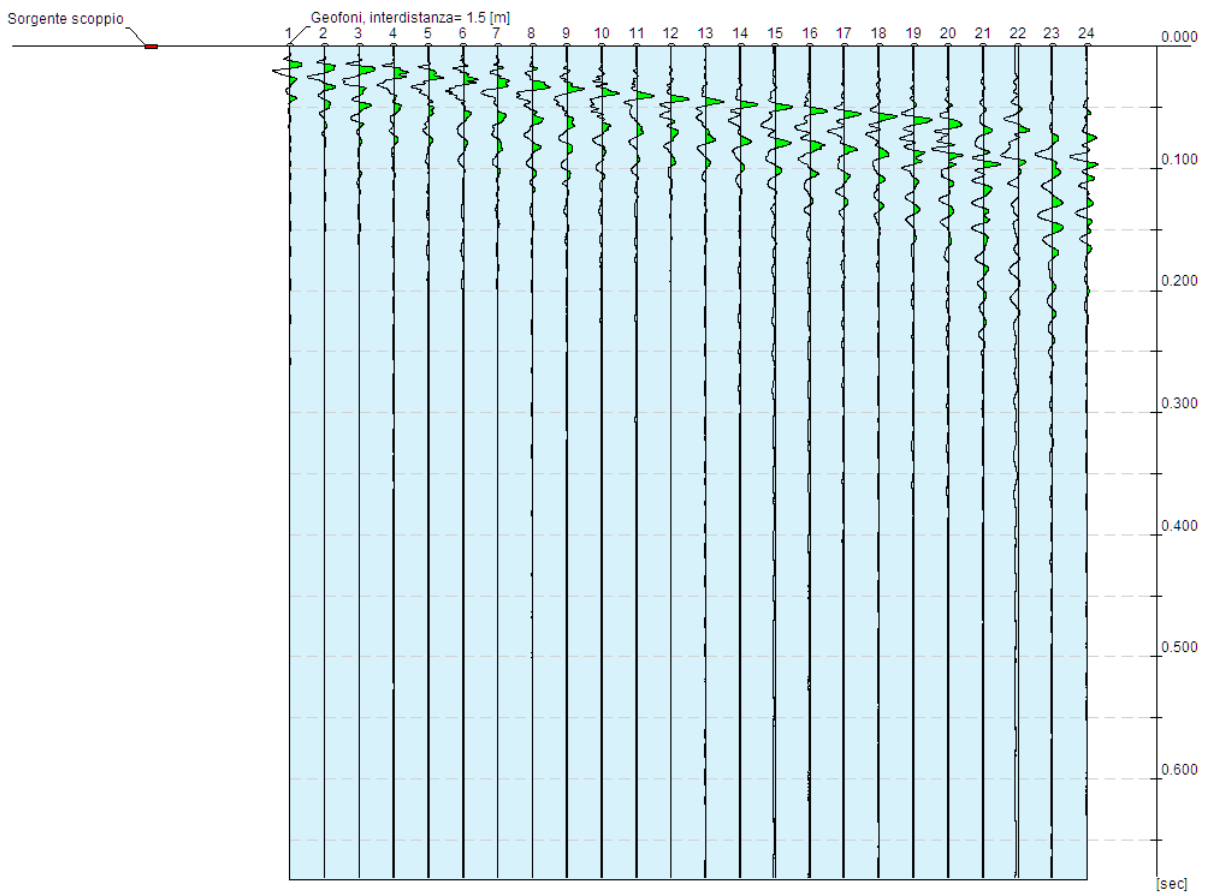
Livello statico= 44 metri

**Dati generali**

<b>Committente</b>	bianchi
<b>Cantiere</b>	casale sotto al bar
<b>Località</b>	Casale
<b>Operatore</b>	AD
<b>Data</b>	11/07/2017 09:43

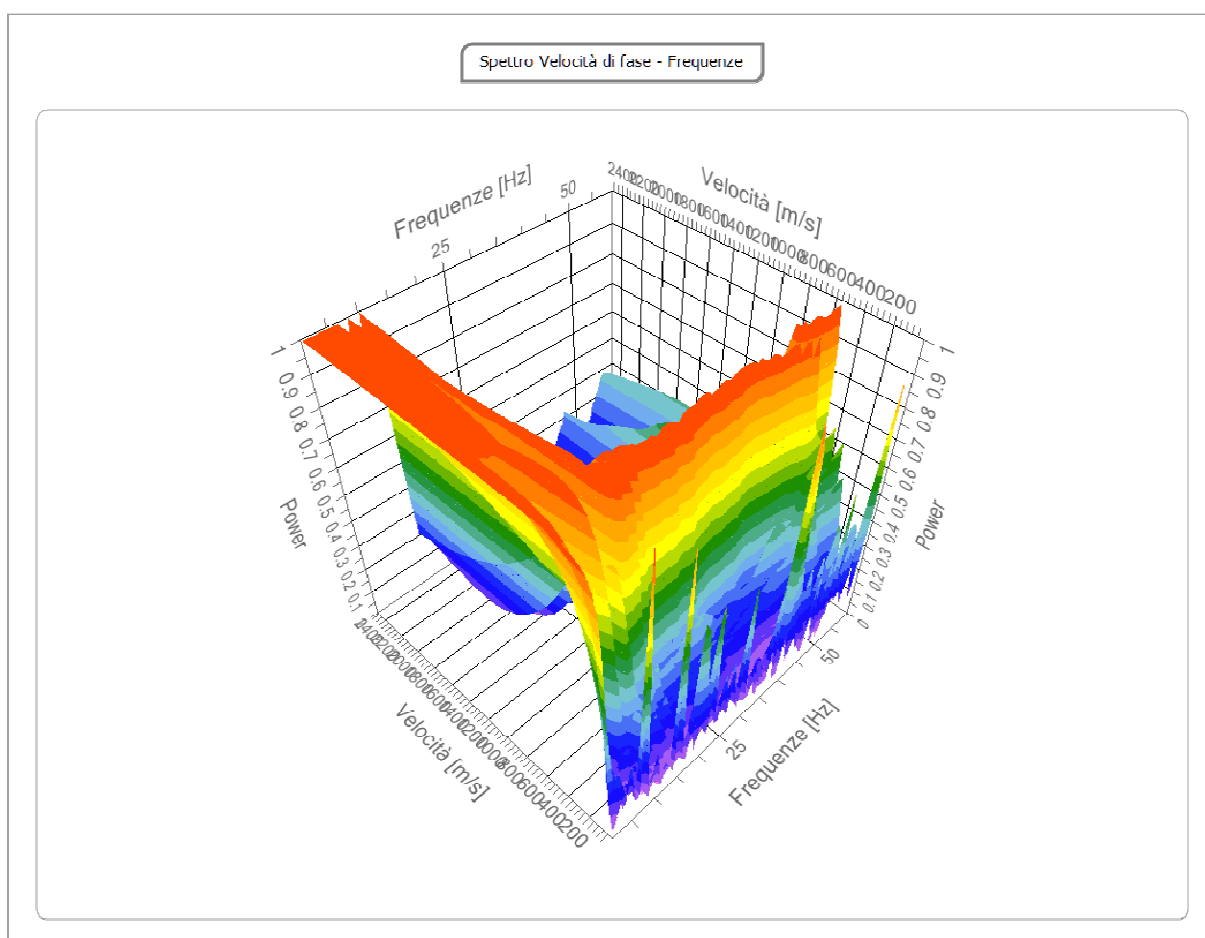
## Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	681.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	1.5
<b>Periodo di</b> <b>campionamento</b> [msec]	0.133



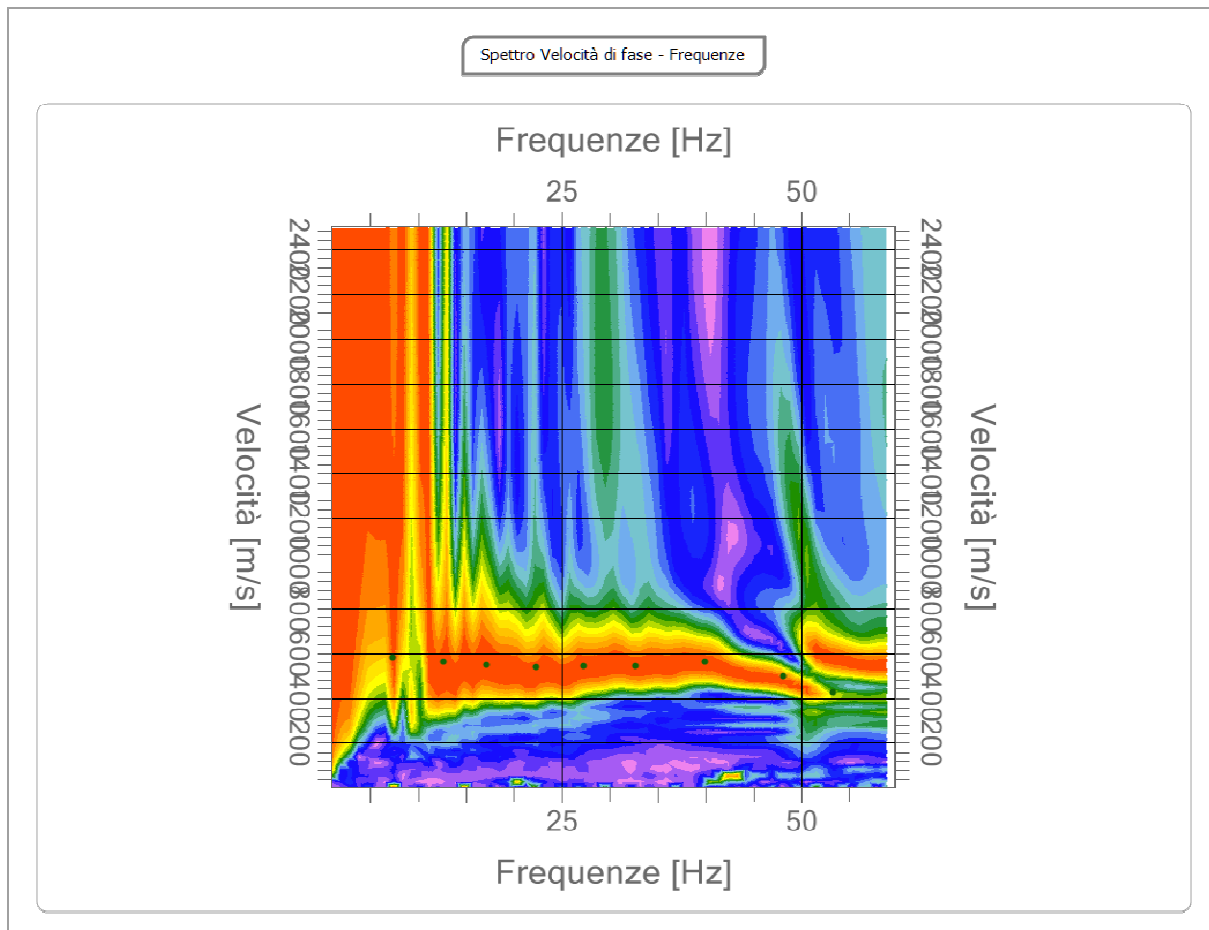
## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	2500
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.4	583.6	0
2	12.7	563.1	0
3	17.1	547.8	0
4	22.3	537.6	0
5	27.2	542.7	0
6	32.7	542.7	0
7	39.9	563.1	0
8	48.1	496.7	0
9	53.2	425.2	0





## Inversione

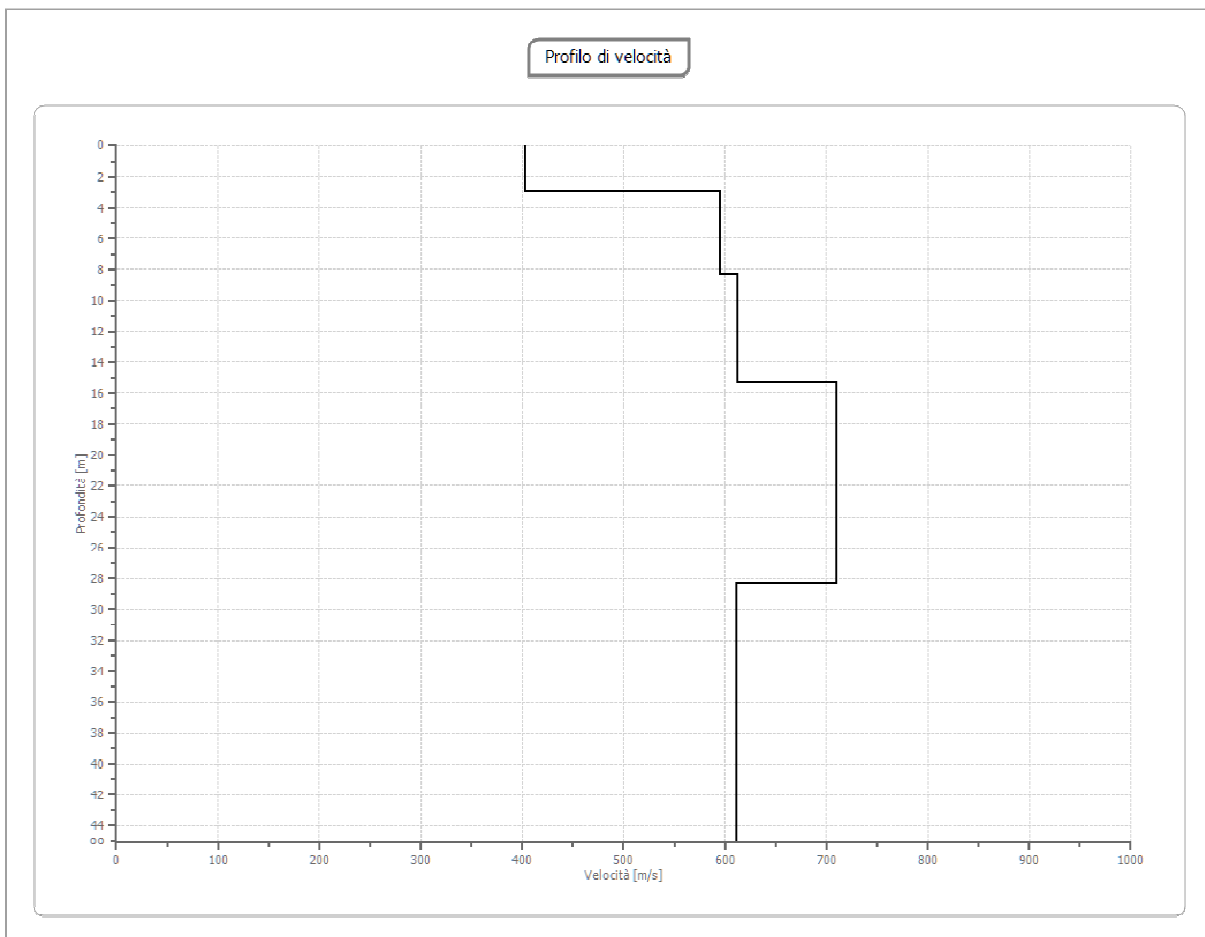
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.4	No	839.3	403.2
2		8.34	5.34	1800.0	0.3	No	1112.4	594.6
3		15.34	7.00	1800.0	0.3	No	1060.0	612.0
4		21.34	6.00	1800.0	0.3	No	1230.3	710.3
5		28.34	7.00	1800.0	0.3	No	1328.1	709.9
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1142.8	610.8

Percentuale di errore

0.272 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.053



## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs30 [m/sec]</b>	613.70
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.00	3.00	403.20	839.33	1800.00	0.35	292.63	1268.05	877.88	790.09	N/A	N/A
2	8.34	5.34	594.60	1112.40	1900.00	0.30	671.75	2351.14	1455.47	1746.56	N/A	N/A
3	15.34	7.00	611.99	1060.01	1950.00	0.25	730.35	2191.04	1217.25	1825.87	N/A	N/A
4	21.34	6.00	710.33	1230.32	2000.00	0.25	1009.13	3027.39	1681.88	2522.83	N/A	N/A
5	28.34	7.00	709.92	1328.14	2050.00	0.30	1033.17	3616.09	2238.53	2686.24	N/A	N/A
6	oo	oo	610.83	1142.76	2050.00	0.30	764.89	2677.12	1657.26	1988.72	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

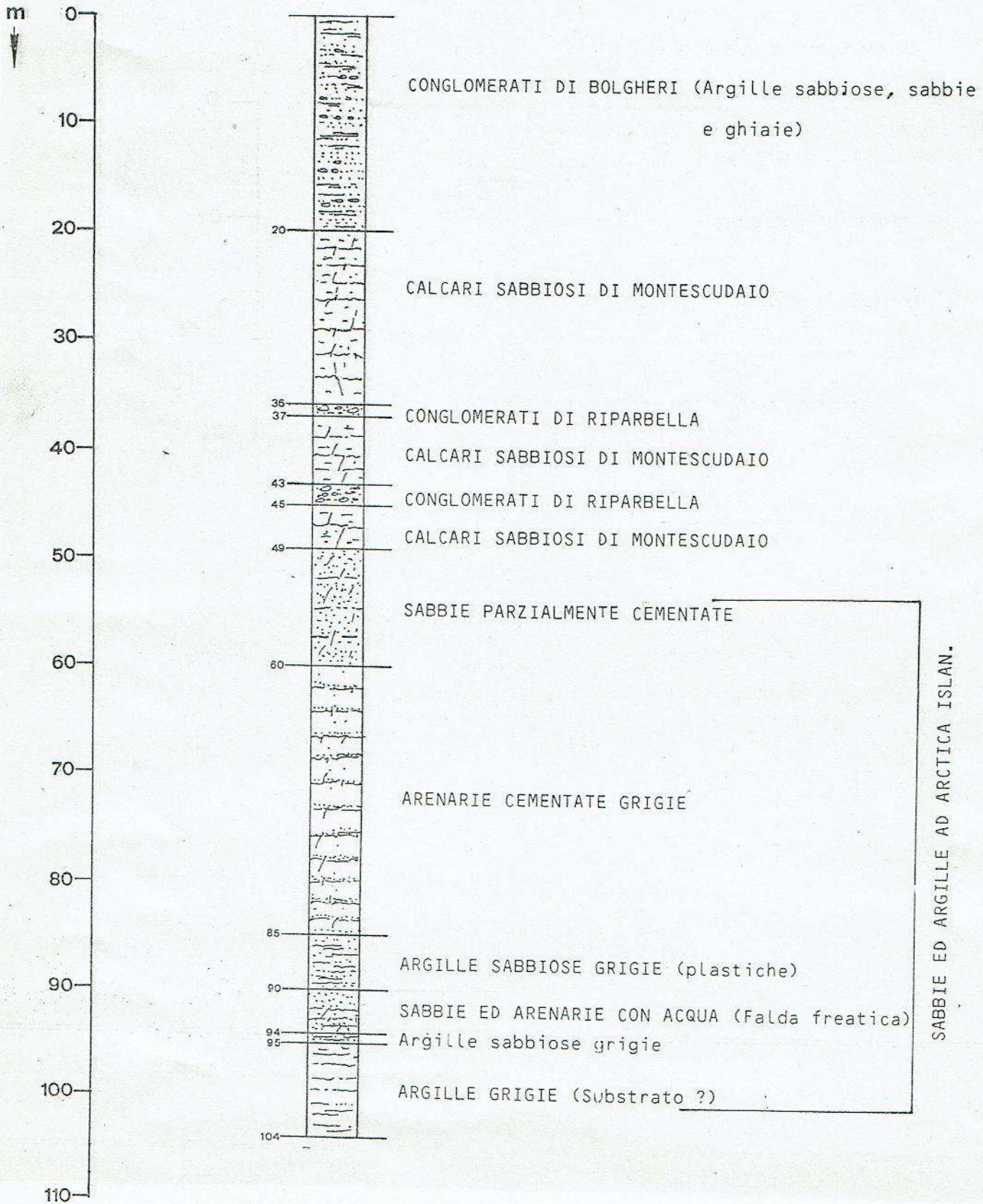
Ed: Modulo edometrico;

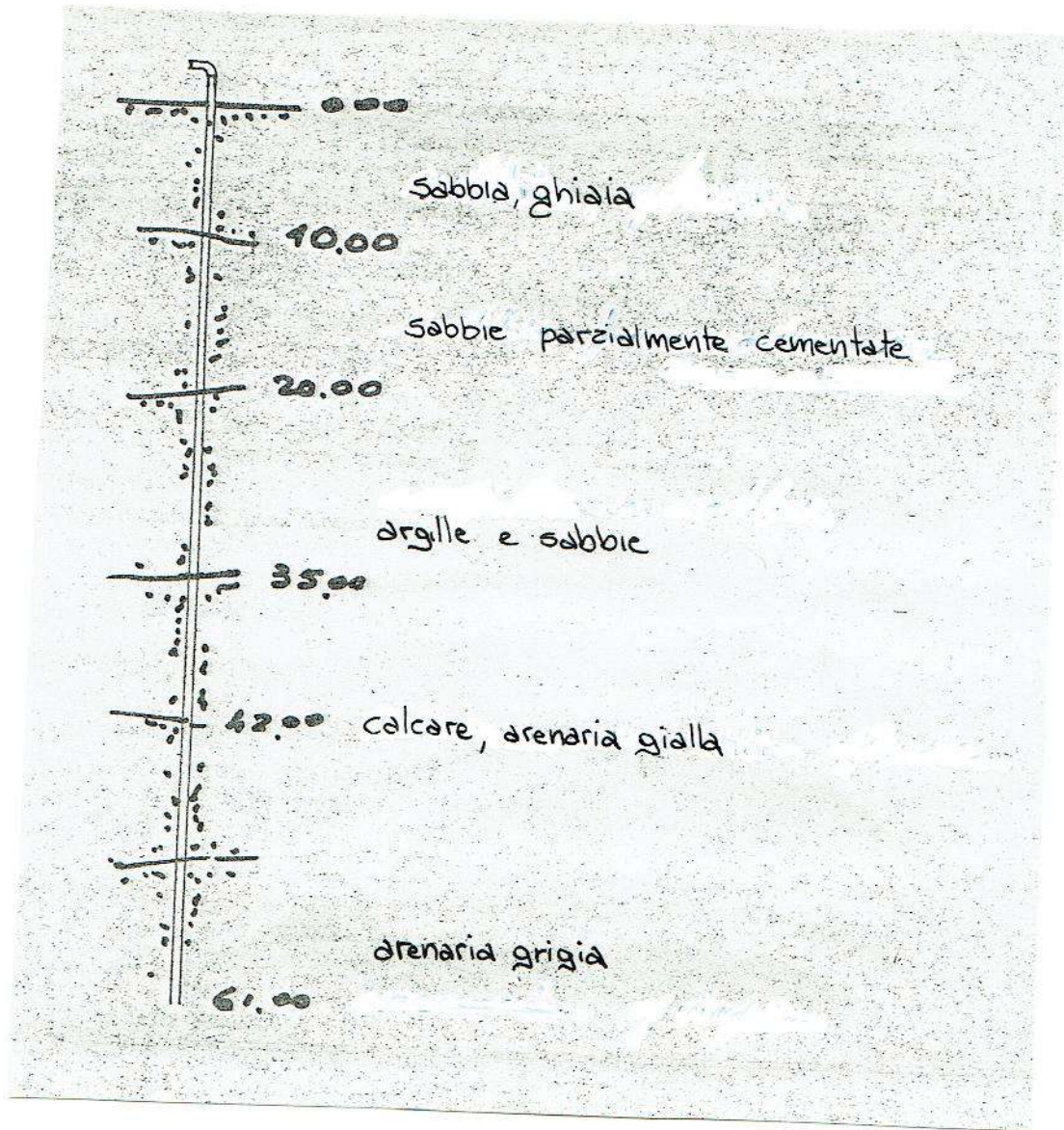
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

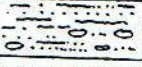
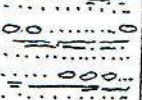
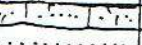
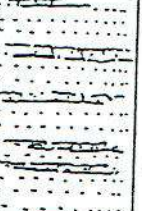

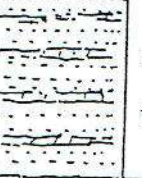
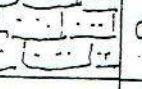
Ey: Modul

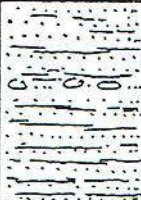
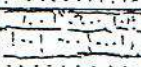




STRATIGRAFIA DEI TERRENI ATTRAVERSATI NELLA  
PERFORAZIONE DEL POZZO, IN LOCALITA' VILLA  
BELLAVISTA, COMUNE DI CASALE MARITTIMO.

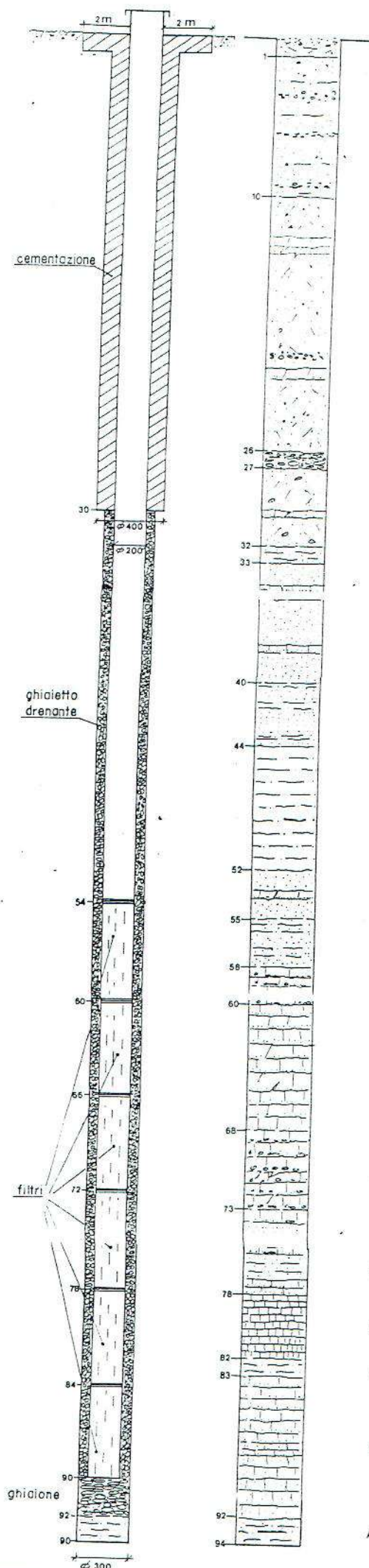
SACALA 1:500





Profondità dal p.c.	Spessori (m)	Sezione terreno	Descrizione litologica	Campioni indistur.	Falda
0.40	0.40		Sabbie argillose e ciottoli		
1.30	0.90		Sabbie gialle in matrice argillosa con ciottoli		
1.50	0.20		Calccare sabbioso		
3.20	1.70		Sabbie gialle molto addensate alternanti livelli di arenaria cementata.		
4.0	0.80		Calccare sabbioso		
5.30	1.30		Sabbie gialle grossolane alternanti sottili strati di arenaria.		
6.0	0.70		Calccare sabbioso		

Profondità dal p.c.	Spessori (m)	Sezione terreno	Descrizione litologica	Campioni indistur.	Falda
1.40	1.40		Sabbie rosse in scheletro argilloso, con ciottoli.		
1.70	0,30		Arenaria più o meno cementata		
3.20	1.50		Sabbie di colore giallo alternanti, sottili orizzonti di arenaria		
4.00	0,80		Calcere sabbioso		
5.50	1.50		Alternanza di strati di sabbie ad dense e livelli sottili di arenarie cementate.		
6.0	0.50		Calcere sabbioso		



Terreno vegetale

Sabbie gialle in matrice argillosa e livelli di ghiaia

Sabbie limose con ciottoli e sottili di arenarie

Ghiaie

Sabbie in matrice limosa con ciottoli sottili livelli di arenaria

Argille sabbiose variegata

Sabbie e sottili livelli di arenaria

Sabbie gialle e livelli sottili di argille

Argille azzurre

Sabbie ed arenaria

Sabbie ed argille

Arenaria grossolana

Arenaria fine

Arenaria gialla grossolana

Arenaria fossilifera con intercalazioni di e argille sabbiose

Calcari sabbiosi

Argille

Arenaria

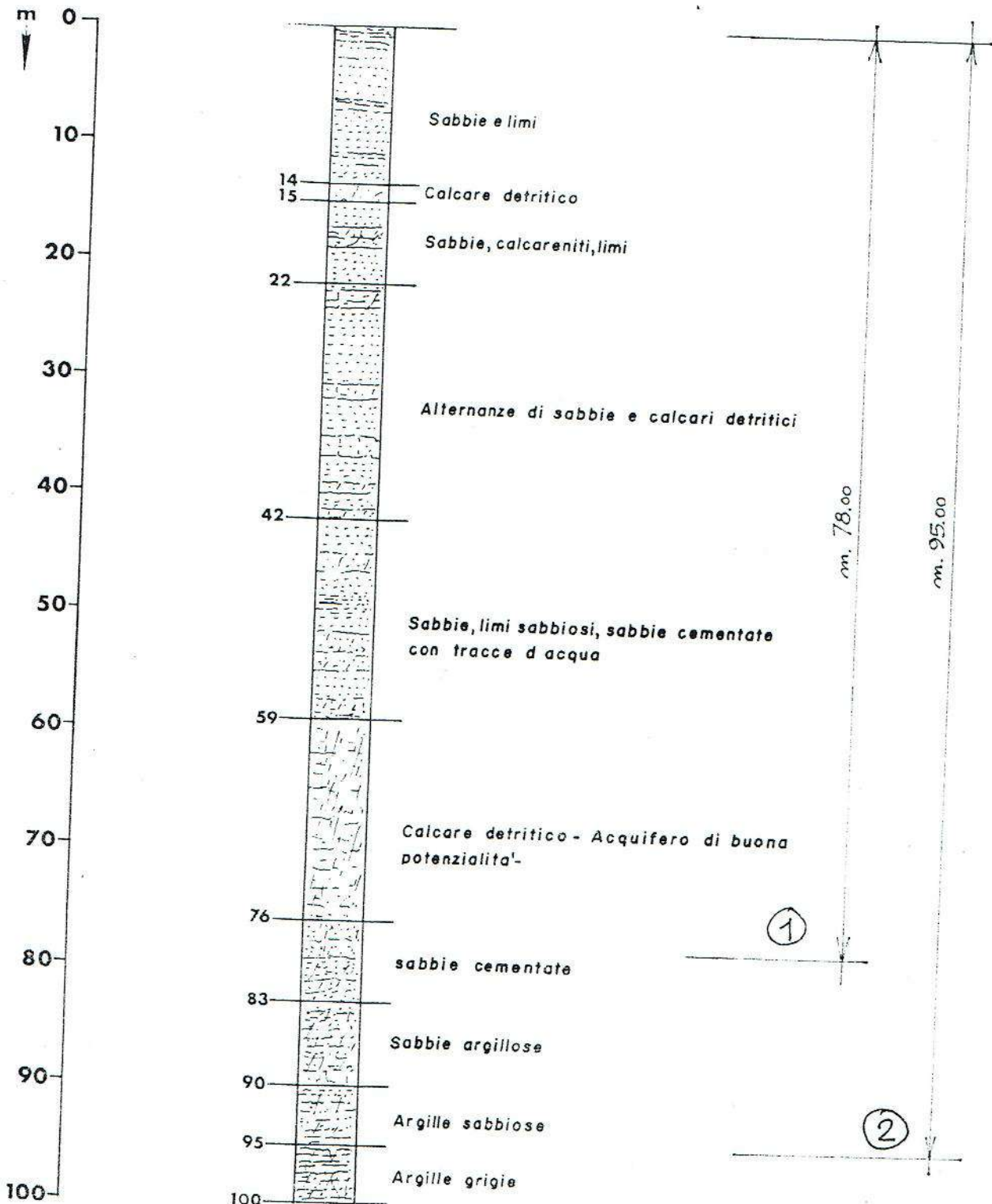
Argille sabbiose grigie

# Comune di Casale

## Stratigrafia dei terreni incontrati nella perforazione del pozzo comunale in localita' "Preselle."

N.90

Scala 1:500



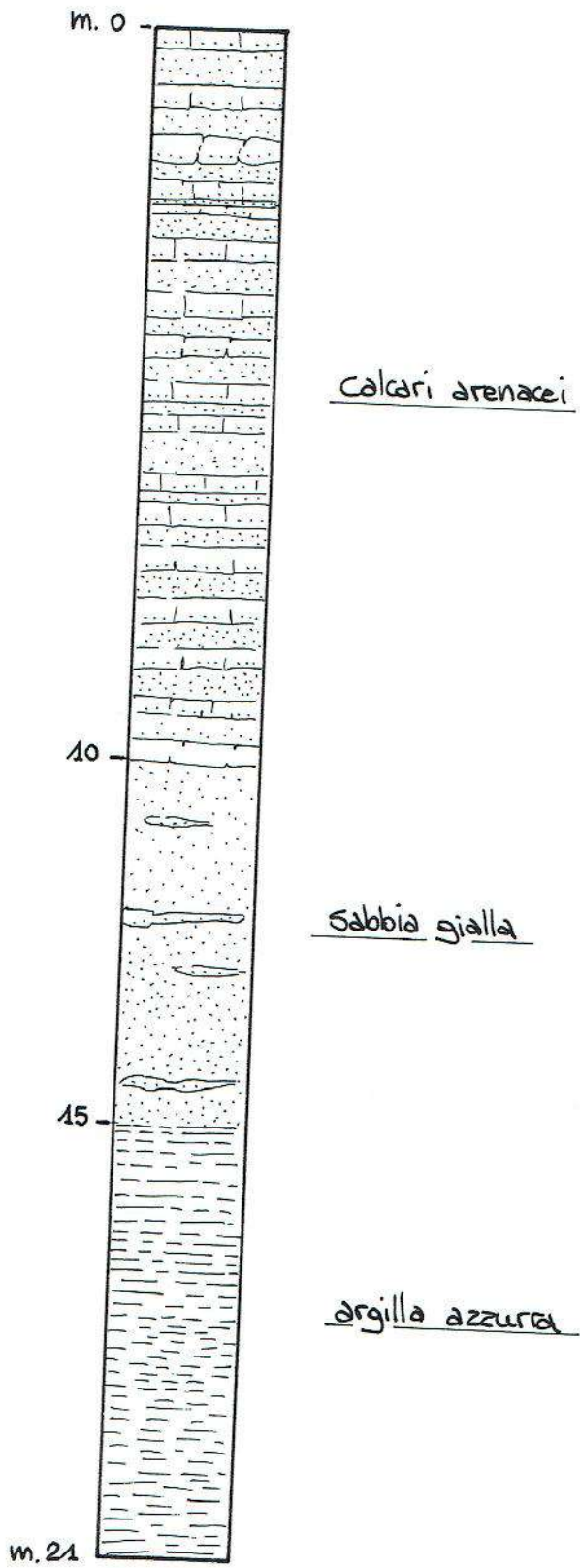
1. PRIMA ED UNICA FINESTRETTORIA

2. POSIZIONE PRIMA SONDAGGIO



IL TECNICO COMUNALE e D.L.  
(Guarguaglini Geom. Alessandro)





Metri 0

n.92

calcare sabbioso litoide

5

sabbie

8

calcare sabbioso

10

12

sabbie

20

sabbia argillosa

argille sabbiose

35

sabbie grulle fini  
sabbie grossolane (1° orizzonte acquifero)

36

37

argille grigie

44

sabbie fini (2° orizzonte acquifero)

argille grigie

54

sabbie fini addensate

argille grigio-azzurre con livelli fossiliferi

82

sabbie fini

86

argille grigio-azzurre

105

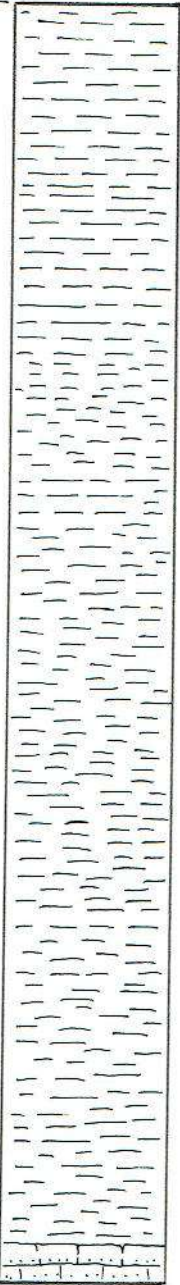
Calcare sabbioso di Montescudaio

Sabbie e argille ad Arctica islandica

Argille sabbiose della Formazione di Guardistallo

# N.93


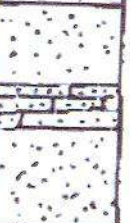


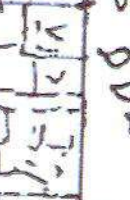
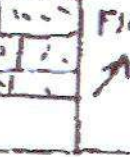
metri 0

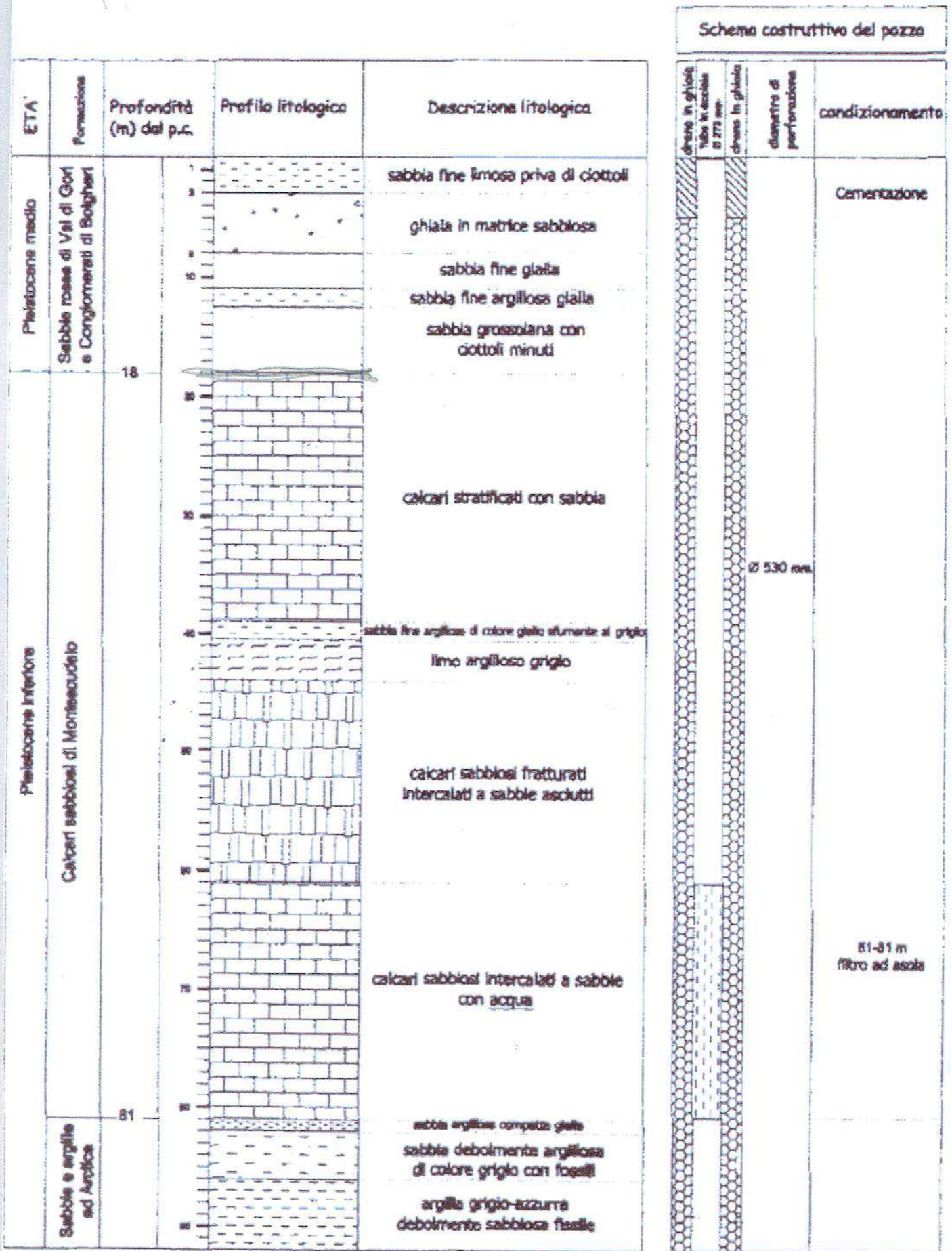


argille azzurre

33  
m 34

arenarie cementate

QUOTE	PROFONDITÀ (m)	SPESORE DEGLI STRATI (m)	PROFILO	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI	NOTE
	4.50	4.50		sudo sabbioso sassastro		
	12.00	7.50		alternanze di sabbie con materiali arenacei		
	22.50	10.50		conglomerati ben cementati asciutti		
	45.30	22.80		calcani e calcareniti bianco-giallastri talora con intercalazioni di sabbie ben cementate		
	51.60	6.30		calcareniti sabbiose con vene deboli d'acqua.		
	55.00	3.40		FINE POZZO calcareniti ben cementate		



Prof.(m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Prof.(m)	Pozzo	Caratteristiche				
00,0		detrito argilloso con litici	3,00	Colonna interna in PVC Ø mm. 250	Cementazione				
03,0		Calcarei organogeni rossastri							
07,0		Calcarei arenacei giallastri							
09,0		Calcarei sabbiosi grigi							
15,0		Calcarei arenacei giallastri							
20,0		Calcarei arenacei in strati sottili							
24,0		Calcarei sabbiosi rossastri							
30,0		Calcarei arenacei-sabbiosi gialli							
32,0		Calcarei argillosi rossastri							
35,0		Argilla limosa azzurra							
43,0									
		Calcarei arenacei acquiferi				48,00	48,5	LIV. STATICO	
						LIV. DINAMICA 53,00	52,00		Filtro in colonna.
						58,00			
			63,00			Filtro in colonna			
			68,00			Tamponamento			
			73,00			Filtro in colonna.			
			78,00			Tamponamento			
			83,00			Filtro in colonna			
			88,00						
			93,00						

Portata di esercizio  
= 3,33 l/sec.

Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 191881 Regione: TOSCANA Provincia: PISA Comune: CASALE MARITTIMO Tipologia: PERFORAZIONE Uso: DOMESTICO Profondità (m): 60.00 Quota pc s/m (m): 110 Anno realizzazione: 2001 Numero diametri: 1 Presenza acqua: S1 Portata massima (l/s): 0.33 Portata esercizio (l/s): 0.25 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: S1 Certificazione(*): S1 Numero strati: 5 Longitudine ED50 (dd): 10.585833 Latitudine ED50 (dd): 43.301388 Longitudine WGS84 (dd): 10.584881 Latitudine WGS84 (dd): 43.300393  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

## DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	60	60	530

## FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	48	52	4

## POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	48	52	4	200

## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
MAR / 2001	44	48	4	15

## STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1.0		TERRENO VEGETALE
2	1	8	7.0		SABBIA ARGILLOSA OCRA ARANCIO
3	8	48	40.0		ARENARIE E ARENARIA CEMENTATA GIALLA
4	48	52	4.0		CALCARI DETRITICI BIANCHI CON POCA ACQUA
5	52	60	8.0		ARGILLA AZZURRA

Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 191881 Regione: TOSCANA Provincia: PISA Comune: CASALE MARITTIMO Tipologia: PERFORAZIONE Uso: DOMESTICO Profondità (m): 60.00 Quota pc sim (m): 110 Anno realizzazione: 2001 Numero diametri: 1 Presenza acqua: S1 Portata massima (l/s): 0.33 Portata esercizio (l/s): 0.25 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: S1 Certificazione(*): S1 Numero strati: 5 Longitudine ED50 (dd): 10.585833 Latitudine ED50 (dd): 43.301388 Longitudine WGS84 (dd): 10.584881 Latitudine WGS84 (dd): 43.300393  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

## DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	60	60	530

## FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	48	52	4

## POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	48	52	4	200

## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
MAR / 2001	44	48	4	15

## STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1.0		TERRENO VEGETALE
2	1	8	7.0		SABBIA ARGILLOSA OCRA ARANCIO
3	8	48	40.0		ARENARIE E ARENARIA CEMENTATA GIALLA
4	48	52	4.0		CALCARI DETRITICI BIANCHI CON POCA ACQUA
5	52	60	8.0		ARGILLA AZZURRA



Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 191888 <b>Regione:</b> TOSCANA <b>Provincia:</b> PISA <b>Comune:</b> CASALE MARITTIMO <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Uso:</b> IRRIGUO <b>Profondità (m):</b> 74.00 <b>Quota pc slm (m):</b> 130 <b>Anno realizzazione:</b> 1990 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> SÌ <b>Portata massima (l/s):</b> 3.3 <b>Portata esercizio (l/s):</b> 3 <b>Numero falde:</b> 2 <b>Numero filtri:</b> 2 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> SÌ <b>Certificazione(*):</b> ND <b>Numero strati:</b> 8 <b>Longitudine ED50 (dd):</b> 10.594444 <b>Latitudine ED50 (dd):</b> 43.303055 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 10.593492 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 43.302061  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

## DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	74	74	500

## FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	44	50	6
2	66	68	2

## POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	44	50	6	219
2	66	68	2	219

## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
GIU / 1990	35	50	15	3

## STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1.0		TERRENO VEGETALE
2	1	4.5	3.5		CECINO
3	4.5	38	33.5		TUFO ARENARIO DURO
4	38	42	4.0		TUFO ARENARIO DURO E FRATTURATO
5	42	62	20.0		ARENARIA GRIGIA INTERCALATA DA SABBIA MARINA CON FOSSILI ED ACQUA
6	62	66	4.0		ARGILLA AZZURRA
7	66	68	2.0		SABBIA CON GHIAIA ED ACQUA
8	68	74	6.0		SABBIA ARGILLOSA ASCIUTTA

Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 191894 <b>Regione:</b> TOSCANA <b>Provincia:</b> PISA <b>Comune:</b> CASALE MARITTIMO <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Uso:</b> DOMESTICO <b>Profondità (m):</b> 120.00 <b>Quota pc slm (m):</b> 82 <b>Anno realizzazione:</b> 2004 <b>Numero diametri:</b> 2 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> 0.8 <b>Portata esercizio (l/s):</b> 0.5 <b>Numero falde:</b> 1 <b>Numero filtri:</b> 2 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> S1 <b>Certificazione(*):</b> SI <b>Numero strati:</b> 5 <b>Longitudine ED50 (dd):</b> 10.586389 <b>Latitudine ED50 (dd):</b> 43.301388 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 10.585437 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 43.300393  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

## DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	20	20	204
2	20	100	80	152

## FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	61	100	39

## POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	70	76	6	139
2	82	100	18	139

## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
OTT / 2004	61	63	2	0.8

## STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1.0		SUOLO DI COPERTURA
2	1	3	2.0		SABBIA CIOTTOLOSA SOVRACONSOLIDATA
3	3	12	9.0		SABBIE LIMOSE DI COLORE MARRONE
4	12	80	68.0		ARENARIE CON SABBIE CIOTTOLOSE DI COLORE GIALLO MARRONE
5	80	100	20.0		ARGILLE LIMOSE CON SABBIE FOSSILIFERE (ARTICA ISLANDICA)

Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 191908 Regione: TOSCANA Provincia: PISA Comune: CASALE MARITTIMO Tipologia: PERFORAZIONE Uso: DOMESTICO Profondità (m): 66.00 Quota pc slm (m): 126 Anno realizzazione: 1997 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 2 Portata esercizio (l/s): 1 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 7 Longitudine ED50 (dd): 10.591111 Latitudine ED50 (dd): 43.305279 Longitudine WGS84 (dd): 10.590159 Latitudine WGS84 (dd): 43.304285  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

## DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	66	66	520

## FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	59	64	5

## POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	59	62	3	300

## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
GIU / 1997	48	56	8	1

## STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	20	20.0	QUATERANRIO	ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI CEMENTATI
2	20	47	27.0	PLIOCENE MEDIO	CALCARI DETRITICI E ARENACEI STRATIFICATI
3	47	48.5	1.5	PLIOCENE INFERIORE	ARGILLA GIALLA
4	48.5	51	2.5	PLIOCENE INFERIORE	CALCARI DETRITICI FESSURATI
5	51	59	8.0	PLIOCENE INFERIORE	CALCARI DETRITICI E ARENACEI IN STRATI SOTTILI ACQUIFERI
6	59	64	5.0	PLIOCENE INFERIORE	SABBIE CON FILTRAZIONI
7	64	66	2.0	PLIOCENE INFERIORE	LIMO ARGILLOSO

Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 191912 <b>Regione:</b> TOSCANA <b>Provincia:</b> PISA <b>Comune:</b> CASALE MARITTIMO <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Uso:</b> IRRIGUO <b>Profondità (m):</b> 65.00 <b>Quota pc sim (m):</b> 75 <b>Anno realizzazione:</b> 1998 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> 8.3 <b>Portata esercizio (l/s):</b> 2.5 <b>Numero falde:</b> 1 <b>Numero filtri:</b> 2 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> SI <b>Numero strati:</b> 5 <b>Longitudine ED50 (dd):</b> 10.579166 <b>Latitudine ED50 (dd):</b> 43.304165 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 10.578214 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 43.303170  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

## DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	65	65	530

## FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	42	63	21

## POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	45	50	5	200
2	55	60	5	200

## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
FEB / 1998	31	39.5	8.5	8.3

## STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1.0		TERRENO VEGETALE
2	1	27.5	26.5		CALCARENITE SABBIOSA
3	27.5	42	14.5		ARGILLA
4	42	63	21.0		CALCARI CON ACQUA
5	63	65	2.0		ARGILLA AZZURRA

Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 191916 Regione: TOSCANA Provincia: PISA Comune: CASALE MARITTIMO Tipologia: PERFORAZIONE Uso: IRRIGUO Profondità (m): 118,00 Quota pc slm (m): 245 Anno realizzazione: 2000 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 1.7 Portata esercizio (l/s): 1.3 Numero falde: 2 Numero filtri: 2 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 11 Longitudine ED50 (dd): 10.637777 Latitudine ED50 (dd): 43.288055 Longitudine WGS84 (dd): 10.636826 Latitudine WGS84 (dd): 43.287062  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

## DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	4	4	239
2	4	118	114	165

## FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	76	94	18
2	112	116	4

## POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	76	94	18	139
2	112	116	4	139

## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
DIC / 2000	45.3	65	19.7	0.8

## STRATIGRAFIA

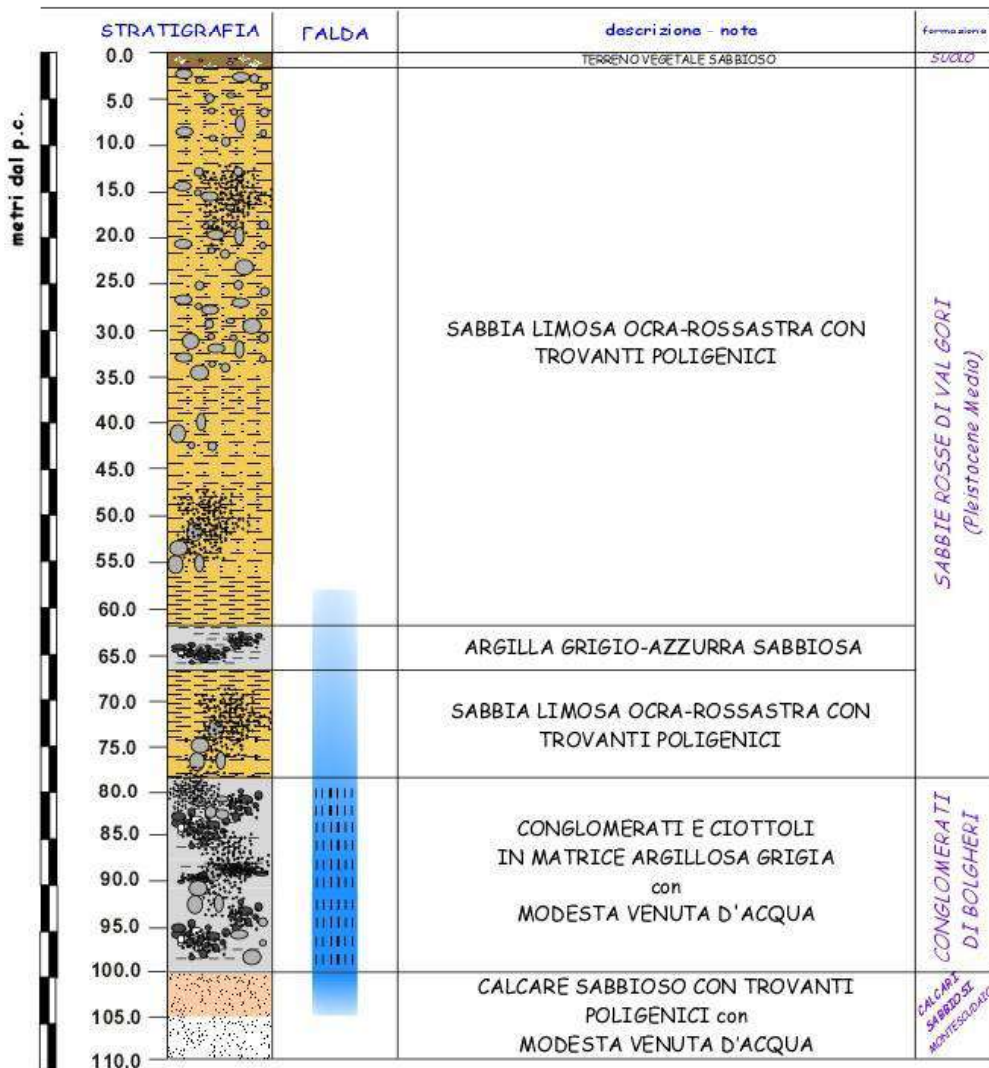
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1.0		TERRENO VEGETALE
2	1	13	12.0		CONGLOMERATO ETEROMETRICI POLIGENICI CON MATRICE SABBIOSA DI COLORE ROSSASTRO
3	13	28	15.0		MARNE CALCAREE GRIGIE
4	28	35	7.0		CALCARI MARNOSI GRIGI CON LOCALI INTERCALAZIONI MARNOSE
5	35	43	8.0		MARNE CALCAREE DI COLORE GRIGIO VERDE
6	43	73	30.0		CALCARI DEBOLMENTE MARNOSI DI COLORE GRIGIO VERDE CON LOCALI FRAMMENTI DI CALCITE E DI DIASPRI
7	73	75	2.0		BRECCIA ETEROMETRICA DI COLORE ROSSASTRO
8	75	98	23.0		CALCARI GRIGIO VERDI CON FRAMMENTI DI CALCITE E DI DIASPRI
9	98	107	9.0		BRECCIA ETEROMETRICA DI COLORE ROSSASTRO
10	107	115	8.0		CONGLOMERATO POLIGENICO ETEROMETRICO CON CIOTTOLI DI COLORE GRIGIO VERDE CON VENE DI CALCITE E FRAMMENTI DI DIASPRI LOCALMENTE CIOTTOLI SUBARROTONDATI
11	115	118	3.0		CONGLOMERATO CON CIOTTOLI GROSSOLANI CENTIMETRICI SUBARROTONDATI DI COLORE DA GRIGIO VERDI A ROSATO



## Pozzo ad uso domestico

Maggio 2012

COMMITTENTI: SIG. GENNAI CLAUDIO  
 LOC. LE PRESELLE, CASALE MARITTIMO (FOGLIO 9, MAPPALE 81)  
 DITTA OPERATRICE: "GORGORONI GELFRIDO", Pisa



scala 1: 700

Fig. 4. Stratigrafia rilevata durante la realizzazione di un pozzo ad uso domestico non potabile sul lotto oggetto di intervento

## **Doc QG02 – parte 2 di 2**

**Indagini geofisiche effettuate nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del Comune di Casale Marittimo e facenti parte del Piano Operativo comunale**

**ottobre 2017**



**ALESSANDRO  
DANESI**  
STUDIO GEOLOGICO

tel. +39 0586 669482  
fax. +39 0586 069164  
email. [studio@alessandrodanesi.com](mailto:studio@alessandrodanesi.com)  
C.F. DNSLSN77R01I726M  
P.I. 01476130495  
Centro direzionale VELATHRI  
Via dell'Industria, snc  
57023 – CECINA

## Provincia di Pisa Comune di Casale Marittimo Microzonazione Sismica di Livello 1



Relazione descrittiva indagini sismiche finalizzate alla realizzazione dello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (effettuate ai sensi del DPGR 53/R/2011 e della Del.GRT.n.741/2012).

INDAGINI SISMICHE CONSISTENTI IN 12 MISURE PASSIVE DEL RUMORE AMBIENTALE (CON ELABORAZIONE HVSR) e 4 misure di tipo MASW

Cecina, li 05 ottobre 2017

dr.geol. Alessandro Danesi

**Studio Geologico – Dr.Geol. Alessandro Danesi**

**Tel. +39 0586 669482 / Fax. +39 0586069164 / e-mail. [studio@alessandrodanesi.com](mailto:studio@alessandrodanesi.com)**



# Sommario

---

1. PREMESSA .....	2
2. INDAGINI DI SISMICA PASSIVA – TIPO HVSR .....	3
2.1 – GENERALITA’ .....	3
2.2 – SISTEMA DI ACQUISIZIONE .....	4
2.3 – RISULTATI CONSEGUITI.....	5
2.4 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA PASSIVA HVSR.....	6

## ALLEGATI:

1. TAVOLE DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI ALLA SCALA 1:10.000
2. TAVOLE INTERPRETATIVE DELLE INDAGINI HVSR
3. TAVOLE INTERPRETATIVE INDAGINI DI SISMICHE MASW

## 1. PREMESSA

Per incarico della dott.ssa Silvia Bartoletti, che deve eseguire le indagini geologiche di supporto al PO comprensive della redazione degli studi di Microzonazione Sismica - Livello 1 dei centri urbani (Delibera G.R. n° 741/2012 e O.D.P.C. n 4007/2012), sono state effettuate le seguenti tipologie di indagini sismiche:

N° 4 indagini di tipo MASW che consentono la ricostruzione di una sismostratigrafia che fornisce buone indicazioni sulle velocità delle onde sismiche nei primi 20-30 metri di sottosuperficie.

N° 12 misure di rumore sismico ambientale a stazione singola (HVSr); tali misure forniscono indicazioni sul rapporto tra velocità media e delle onde S nella copertura e la profondità del basamento sismico (bedrock sismico). Tali indagini sono inoltre state utilizzate per la redazione della “Carta delle frequenze di risonanza del sottosuolo” e, insieme ad altre tipologie di elaborati (carta delle indagini, carta geologico-tecnica, ecc.), alla redazione “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)”; In questa relazione sono state prese in considerazione 3 misure di rumore ambientale eseguite dallo scrivente e rielaborate per lo scopo del presente studio. Le misure di rumore sismico denominate HVSr 10, HVSr 11 e HVSr 12, provengono da indagini eseguite dallo scrivente in zone interne all’UTOE e dunque utilizzate al fine di migliorare il quadro conoscitivo generale.

Si ricorda che la campagna di indagini geofisiche eseguita è stata finalizzata alla redazione dello studio di microzonazione sismica (MS) di livello 1 nell’ambito delle indagini geologiche di supporto Piano Operativo del comune di Casale Marittimo.

Le indagini sono state eseguite, sulla base di una scelta ragionata in collaborazione con gli Uffici del Genio Civile di Pisa e con quelli del Coordinamento Regionale di Prevenzione Sismica, in conformità con le disposizioni delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL Par. 1.B.1.2, i risultati delle “classi di qualità” delle aree di cui all’Appendice 1 della D.G.R. n.741/2012 ma anche sulla base della necessità di maggiori approfondimenti per la definizione delle caratteristiche geologiche e degli spessori delle coltri di copertura sul substrato rigido là dove necessario ed infine sulla base delle zone a previsioni per il prossimo RU.

Lo studio di MS livello 1 e le indagini geofisiche sono state condotte inoltre secondo le specifiche tecniche contenute nell’OPCM n. 3907 del 13.11.2010 ed in generale, negli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale ICMS (2008), secondo le Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana, nonché le indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.

## 2. INDAGINI DI SISMICA PASSIVA – TIPO HVSR

### 2.1 – GENERALITA'

La tecnica di acquisizione ed analisi dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o “metodo di Nakamura” o “metodo H/V”) è basata sullo studio dei valori del rapporto di ampiezza tra le componenti spettrali del rumore sismico misurate sul piano orizzontale e verticale.

La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato più sorgenti poste in diverse direzioni nello spazio. La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tri-direzionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vanno analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile (tipicamente qualche decina di secondi) per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto, dopo un opportuno lisciamiento, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni ortogonali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale.

Come riportato negli ICMS (3.1.5.5; 3.1.5.8.1.), la possibilità di interpretare i massimi della funzione H/V in termini di risonanza dello strato sedimentario dipende dalla validità delle assunzioni di base ovvero:

- Che il rumore sia generato da una molteplicità di sorgenti distribuite casualmente attorno al punto di misura;
- Che la serie dei valori del rapporto spettrale abbia carattere stazionario;
- Che gli eventuali massimi H/V siano quelli dedotti dal rumore sismico e non da interferenze spurie (rumore elettromagnetico di origine antropica, movimenti dello strumento di misura).

Affinché la misura di rumore sia utilizzabile per l'applicazione della tecnica H/V a fini geognostici è necessario che:

- La sensibilità dell'apparato di misura nel campo delle frequenze di interesse (solitamente 1-10 Hz) sia adeguata alla bassa entità del segnale;
- Venga garantito un campionamento statisticamente rappresentativo del campo medio di rumore;

- La misura sia effettuata in presenza di un campo di rumore diffuso.

L'esito di questa prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. Quando la misura è effettuata su un basamento sismico affiorante (e quindi dove non sono attesi fenomeni di risonanza sismica) la curva non mostra massimi significativi e si assesta intorno ad ampiezza pari all'unità lungo tutta la curva H/V.

## **2.2 – SISTEMA DI ACQUISIZIONE**

È stata utilizzata la tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) con stazione singola geofonica associata ad un sismografo digitale con convertitore A/D a 24 bit (indagine sismica con metodologia dei microtremiti). La misura del rumore sismico ambientale è stata acquisita con strumentazione dotata di tre canali di acquisizione connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione con frequenza naturale di oscillazione 2 Hz, in grado di misurare le componenti della velocità (moto) di ogni strato lungo le direzioni N-S; E-W; H-V fino a frequenze inferiori all'1 Hz, senza perdita di segnale.

L'elaborazione del microtremore registrato fornisce i rapporti spettrali HVSR o H/V (Nogoshi & Igarashi, 1970) e consente di stimare le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo.

Per gli aspetti teorici essenziali e le principali applicazioni si veda, fra gli altri, Nakamura (1989), SESAME project (2004), Castellaro e Mulargia (2009a, 2009b), Albarello et alii (2010), Albarello e Castellaro (2011), Mucciarelli e Gallipoli (2011).

Per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato una stazione singola geofonica in terna ortonormale della MAE (S3) associate ad un sismografo anch'esso della MAE

(Systatrack, elaborate con il software commerciale HVSR della Geostru (sono stati effettuati controlli incrociati anche con il programma Geopsy).

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate le curve H/V utilizzando i seguenti parametri:

- Tempo di acquisizione: 20-45 min;
- Frequenza di campionamento: 250 Hz;
- Larghezza delle finestre d'analisi: da 20 a 50 s;
- Lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;

Per ulteriori informazioni sulle misure effettuate (condizioni ambientali, tipo di superficie di misura, “pulizia” dei dati, processing, spettri ottenuti, ecc.) si rimanda alle tavole redatte per ogni misura mentre per una stima della sua affidabilità si rimanda agli standard suggeriti dalle linee guida del SESAME Project (2004) e da Albarello et alii (2011).

### ***2.3 – RISULTATI CONSEGUITI***

Le indagini eseguite sono denominate:

- HVSR 1
- HVSR 2
- HVSR 3
- HVSR 4
- HVSR 5
- HVSR 6
- HVSR 7
- HVSR 8
- HVSR 9
- HVSR 10
- HVSR 11
- HVSR 12

Per ogni misura effettuata vengono presentati in una tavola unica (ALLEGATO 2) i seguenti dati:

- Parametri di acquisizione ed elaborazione dei dati;
- Le curve H/V;
- Gli spettri delle tre componenti;
- I grafici della direzionalità;
- I grafici delle serie temporali transienti;

Si fa presente che, per tutte le misure, l’elaborazione dei dati è stata eseguita lisciando gli spettri con una finestra triangolare al 10% della frequenza centrale.

Il territorio sul quale si è svolta l’analisi si presenta totalmente distribuito lungo strade principali, dunque le acquisizioni denotano una variabile presenza di rumore antropico dovuta

al passaggio di mezzi, queste porzioni di segnale sono state attentamente analizzate e epurate qualora avessero inficiato la qualità complessiva del risultato.

Gli standard di qualità adottati prevedono una classificazione delle curve H/V in 3 classi (A, B e C) di qualità decrescente. Le classi A e B sono ulteriormente suddivise in due tipologie (tipo 1 e tipo 2). Per il significato di questa classificazione, riportato sinteticamente in tutte le tavole allegate, si veda Albarello et alii (2011).

E' stato principalmente analizzato l'intervallo di frequenze di maggiore interesse ingegneristico, ossia quello compreso tra 1 e 15 Hz. I risultati ottenuti per questo range di frequenze è sintetizzato nella "Carta delle frequenze principali di risonanza" nell'intervallo 1-15 Hz, riportata in allegato.

I dati in essa contenuti, incrociati con i dati geotecnici, stratigrafici e sismici disponibili sull'area, hanno contribuito alla redazione della "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica" per questa porzione di territorio del Comune di Casale Marittimo.

## ***2.4 – ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA PASSIVA HVSR***

Analizzando i dati in termini frequenziali si può evidenziare una sostanziale eterogeneità, inoltre il sottosuolo delle aree indagate presenta 2 picchi del rapporto H/V di cui solamente uno di interesse sismico e geotecnico.

La misura HVSR 8 presenta picchi HVSR per frequenze con valori superiori a 15 Hz, che denota la presenza di roccia sub affiorante o un andamento della velocità uniformemente crescente.

La misura HVSR 1 invece mostra una frequenza dell'ordine di pochi Hz (circa 4.5), che denota la presenza di un pacco risonante di alcune decine di metri.

Su 12 misure analizzate, 10 mostrano l'assenza sostanziale di un picco significativo, a testimonianza della presenza di stratigrafie non risonanti, con assenza di forti contrasti di velocità positivi, risultanti in curve H/V sostanzialmente piatte e con valori medi vicini all'unità.

La frequenza propria di sito è indicata dalla seguente nota formula:

$$(f_r) = V_s/4H$$

Dove:

VS = VS media sino al bedrock;

H = spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock (più esattamente, orizzonte con forte contrasto di VS, che dà origine ad un picco dell'H/V).

Utilizzando quindi tale formula ed i dati in nostro possesso delle Vs medie superficiali, possiamo indicare, per i picchi rilevati, discontinuità sismo stratigrafiche a profondità variabili, presumibilmente dovute al passaggio tra i depositi superficiali prevalentemente granulari (da poco a mediamente addensati-compatti) e strati sottostanti di natura più competente..

Di seguito si propone una tabella riassuntiva con indicazione dei valori di frequenza e ampiezza di picco e una interpretazione di massima delle profondità delle interfacce sismiche:

ID	Frequenza picco Principale (Hz)	valore picco principale	stima qualitativa profondità interfaccia (m)	Vs di riferimento per calcolo profondità
<u>HVSR 1</u>	4.5	2.1	10-20	350
<u>HVSR 2</u>	no picco			
<u>HVSR 3</u>	no picco			
<u>HVSR 4</u>	no picco			
<u>HVSR 5</u>	no picco			
<u>HVSR 6</u>	no picco			
<u>HVSR 7</u>	no picco			
<u>HVSR 8</u>	17	3	5-8	450
<u>HVSR 9</u>	no picco			
<u>HVSR 10</u>	no picco			
<u>HVSR 11</u>	no picco			
<u>HVSR 12</u>	no picco			

Tutte gli elaborati delle misure, comprese le classificazioni e le valutazioni, sono riportate in allegato 2, al quale si rimanda per una più approfondita analisi delle misure HVSR.

### 3. INDAGINI SISMICHE MASW

#### 3.1 – GENERALITA'

Le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione") o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

#### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

P-Longitudinale: onda profonda di compressione;

S-Trasversale: onda profonda di taglio;

L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;

R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### **Onde di Rayleigh – “R”**

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### **Analisi del segnale con tecnica MASW**

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### **Modellizzazione**

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

### **Modi di vibrazione**



Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

#### **Profondità di indagine**

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni è costituita da una serie di ricevitori (geofoni) che vengono spazati lungo un determinato allineamento (stendimento sismico) e da un sismografo che registra l'andamento della perturbazione elastica espresso come spostamento su tempo per ciascun geofono. Così, osservando il tempo di arrivo ai vari geofoni posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva f-k (frequenza - velocità del treno d'onda) che mostra la variazione della velocità al variare delle varie frequenze indagate. Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali ( $V_p$ ) o trasversali ( $V_s$ ) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti; ad esempio per lo stesso litotipo litoide la velocità diminuisce col grado di alterazione (come testimoniato da numerosi lavori sperimentali), di fessurazione e/o di fratturazione; aumenta al contrario con la profondità e l'età. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali, diversamente da quelle trasversali che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità  $V_p$  dell'ordine di 1400÷1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Si deve porre molta attenzione nella elaborazione dei dati sismici di tipo MASW in quanto la teoria fisica alla base delle analisi del dominio delle frequenze mostrano una difficoltà intrinseca alla natura non intuitiva delle analisi nel dominio "non tempo dipendente".

### ***3.2 – SISTEMA DI ACQUISIZIONE***

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- Stendimento (composto da 24 geofoni posti ad una interdistanza variabile);
- Sorgente energizzante associata ad un trigger, che consente di determinare l'inizio della registrazioni;
- Sismografo a 24 bit associato a calcolatore IBM compatibile. Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico MAE modello Sysmatrack con convertitore A/D su singolo canale da 24 bit.
- Come sorgente energizzante per le onde P è stata utilizzato un grave di 60 kg lasciato cadere da un treppiede artigianale oppure un martello da 12 kg su piastra;

Il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un geofono starter nell'istante in cui il sistema energizzante (maglio, mazza etc.) colpisce la base di battuta, fornendo in questo modo il tempo zero al dispositivo di registrazione.

Per la ricezione delle onde di Rayleigh sono stati utilizzati 24 geofoni verticali R.T. Clark con frequenza propria di 4.5 Hz .

Il risultato finale della fase di acquisizione è costituito da una serie di files in formato SEG2.

Le quattro linee di sismica MASW sono state eseguite con distanze intergeofoniche uguali, pari a 2 metri.

### ***3.3 – RISULTATI CONSEGUITI***

I risultati conseguiti sono congruenti con le analisi geologiche e sismiche effettuate e consentono di fornire una interpretazione quantitativa delle stime effettuate con le precedenti osservazioni, consentendo di attribuire delle velocità ai litotipi presenti nelle zone di indagine.

Le aree analizzate sono le seguenti:

- MASW 13
- MASW 14
- MASW 15
- MASW 16

Di seguito sono riportate brevi descrizioni sismostratigrafiche interpretative per ciascuna linea di sismica MASW con la relativa stratigrafia sismica.

#### **MASW 13**

La Sismostratigrafia si presenta piuttosto omogenea con le velocità delle onde Sh che aumentano gradualmente con la profondità. L'interpretazione è compatibile con la misura HVSR che ha fornito un andamento piuttosto piatto..

Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
3.20	3.20	1800.0	0.4	648.3	311.4
9.19	5.98	1800.0	0.4	1053.9	506.3
15.48	6.29	1800.0	0.4	1040.1	499.7
21.55	6.07	1800.0	0.3	935.3	500.0
30.53	8.98	1800.0	0.3	1177.6	629.4
oo	oo	1800.0	0.3	1443.4	742.6

**MASW 14**

La MASW è stata eseguita in area di affioramento delle calcareniti, per cui le velocità degli strati superficiali è comprensibilmente alto. Al di sotto si denota un andamento di aumento intorno ai 10-18 metri per uno strato preobabilmente più addensato/cementato

Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1.01	1.01	1800.0	0.2	739.8	453.0
3.01	2.00	1800.0	0.2	746.0	456.8
6.01	3.00	1800.0	0.2	1233.0	755.1
11.01	5.00	1800.0	0.2	1777.3	1088.4
18.02	7.01	1800.0	0.2	864.2	529.2
oo	oo	1800.0	0.2	571.7	350.1

**MASW15**

Area caratterizzata dalla presenza di calcareniti con potenze molto elevate. Le differenti velocità possono essere imputate a cambi litologici intraformazionali.

Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
4.96	4.96	1800.0	0.3	861.9	460.7

8.96	4.00	1800.0	0.3	939.8	519.5
15.69	6.72	1800.0	0.3	1444.0	798.2
23.63	7.94	1800.0	0.3	1585.3	847.4
31.00	7.38	1800.0	0.3	1209.7	646.6
oo	oo	1800.0	0.4	1079.1	518.4

**MASW 16**

Questa misura è stata eseguita in corrispondenza di un basso strutturale che porta in subaffioramento le argille plioceniche che mostrano un andamento con aumento delle velocità fino ad arrivare alle velocità di circa 360 – 380 m/s congruentemente con i dati presenti in letteratura.

Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
3.00	3.00	1800.0	0.4	No	338.9	162.8
5.00	2.00	1800.0	0.4	No	480.5	211.4
11.98	6.99	1800.0	0.4	No	733.5	322.7
17.99	6.01	1800.0	0.4	No	789.7	322.4
27.99	10.00	1800.0	0.4	No	832.3	366.2
oo	oo	1800.0	0.4	No	1006.6	410.9

Cecina, 05/10/2017

dr. geol. Alessandro Danesi

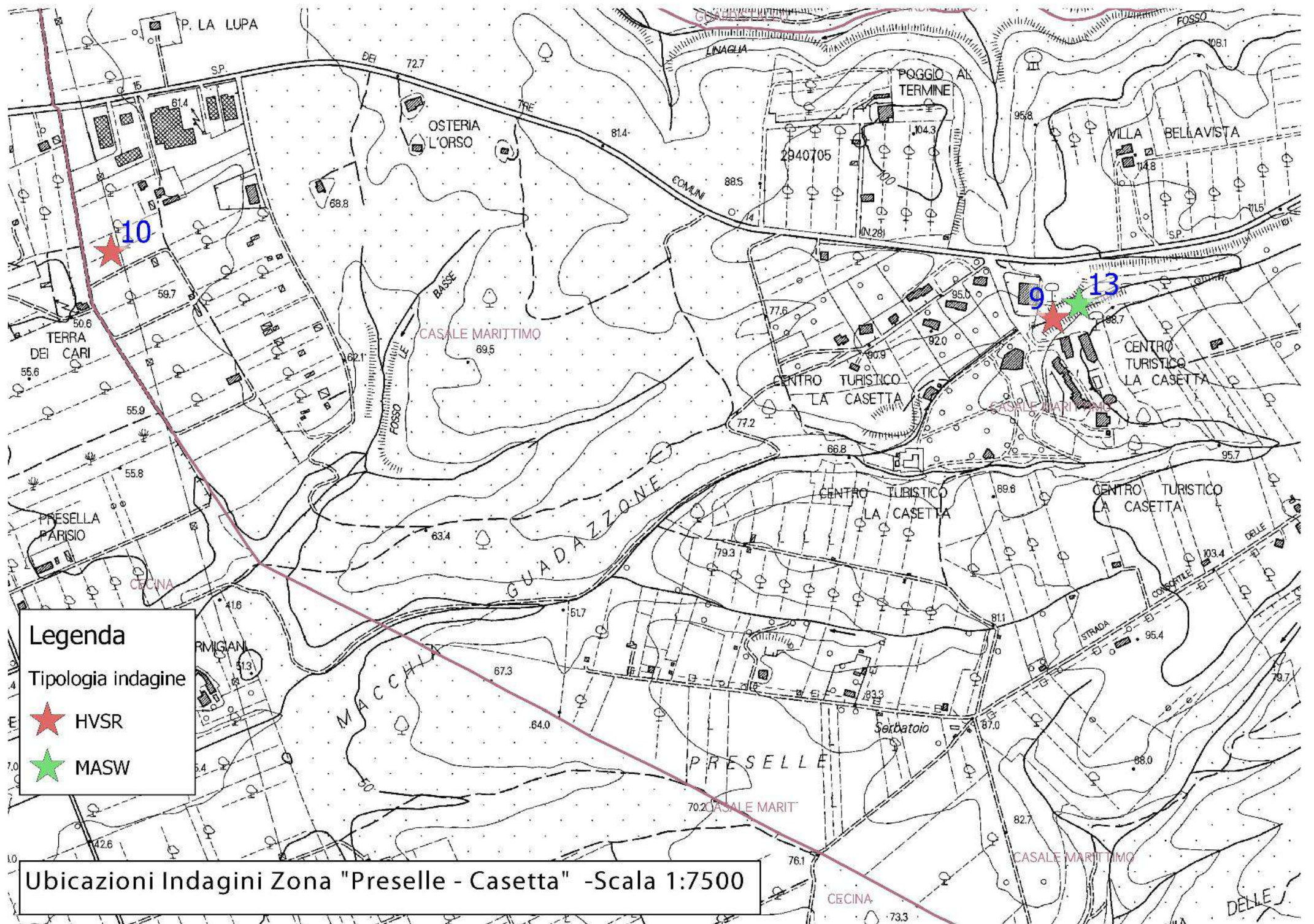
The image shows a handwritten signature in black ink over a circular professional stamp. The stamp contains the text: 'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA', 'DOTT. GEOL. ALESSANDRO DANESI', '1319', and 'Sez. A-VN'. The signature is written in a cursive style across the stamp.

ALLEGATI

1. TAVOLE DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI ALLA SCALA 1:10.000
2. TAVOLE INTERPRETATIVE DELLE INDAGINI HVSR
3. TAVOLE INTERPRETATIVE DELLE INDAGINI MASW

1. TAVOLE DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI ALLA SCALA 1:5.000 / 1:7.500







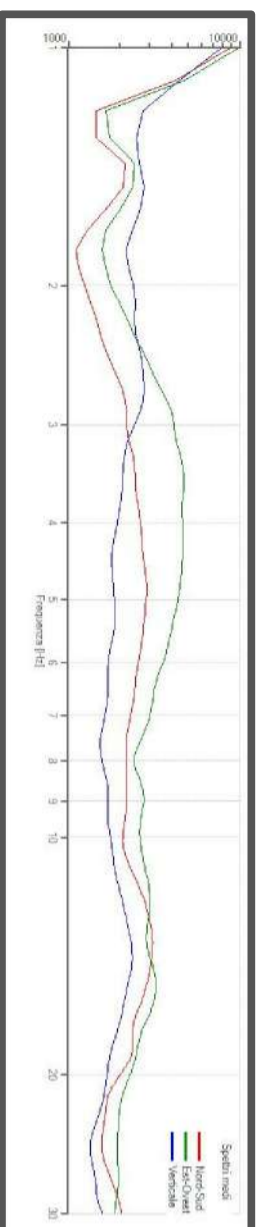
2. TAVOLE INTERPRETATIVE DELLE INDAGINI HVSR

# Acquisizione HVSR 1

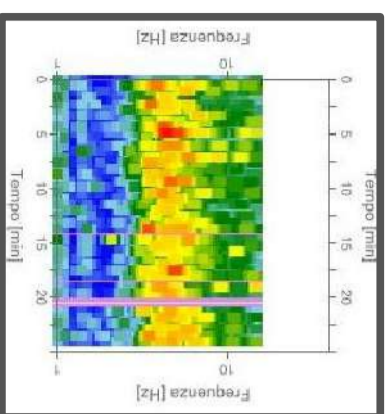
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 04/09/2017  
 Durata registrazione: 25 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



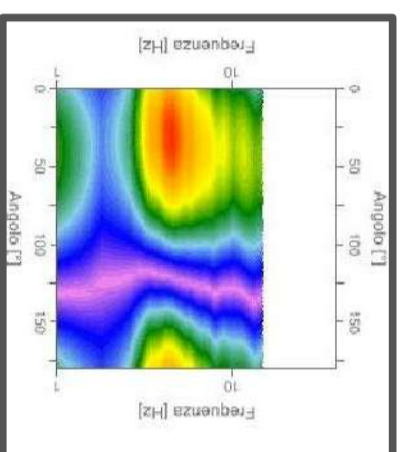
## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



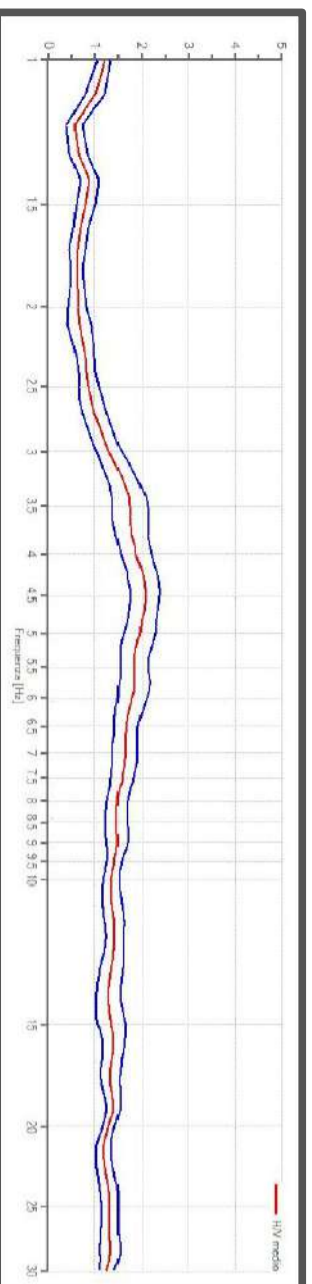
## SERIE TEMPORALE HV



## DIREZIONALITA' HV



## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Picco H/V a 4.50 +/- 0.4 Hz (interno dell'intervallo 1-15 Hz)		
<b>Criteri per una curva HV affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_c(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		OK
<b>Criteri per un picco HV chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		OK
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		OK
$A_0 > 2$		OK
$f_{\text{picco}} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$			
	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log A_{HV}(f_0)}$	0.48	0.40	0.30	0.25

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (derivata) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

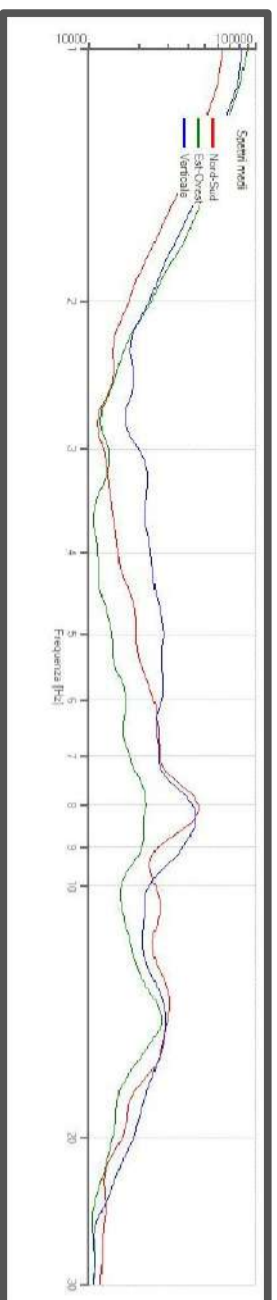
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

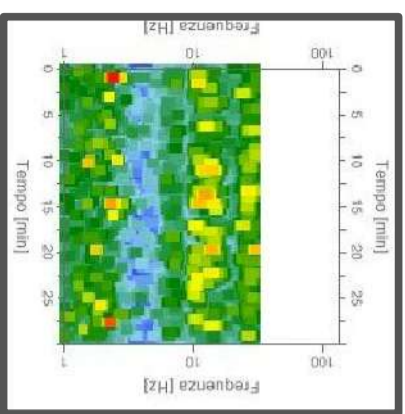
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23, 12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et al (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26th April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive, indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 2

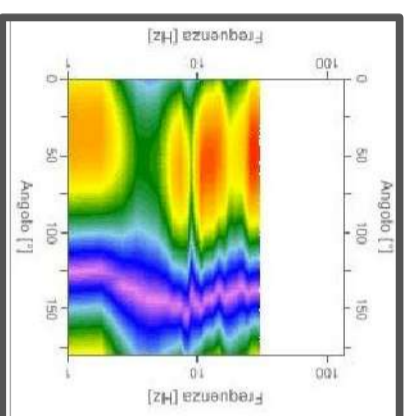
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 3/09/2017  
 Durata registrazione: 30 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale  
 Disturbi: transienti dovuti a rumore antropico



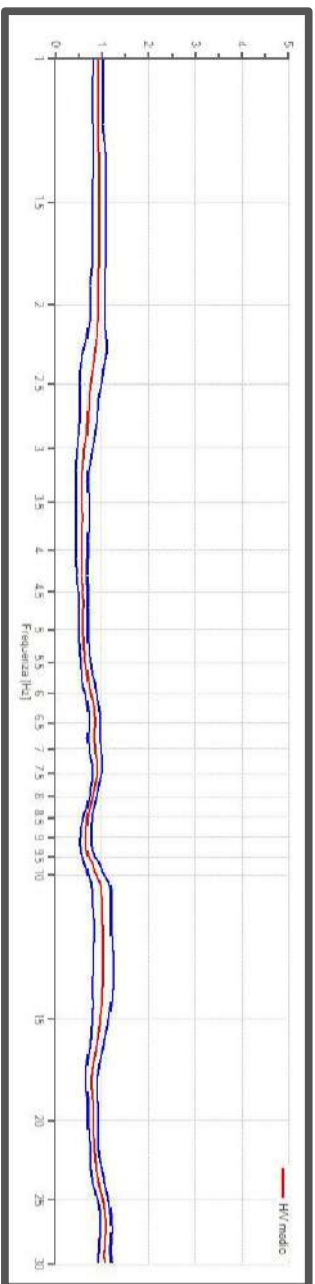
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITA' HV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Criteri per una curva HV affidabile		
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_c(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HV chiaro		
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{HV}(f^-) < A_0 / 2$		NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{HV}(f^+) < A_0 / 2$		NO
$A_0 > 2$		NO
$f_{\text{picco}} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		NO
$\sigma_r < \varepsilon(f_0)$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_r$ e $\sigma_A(f_0)$			
	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log A_{HV}}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-I primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (derivata) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

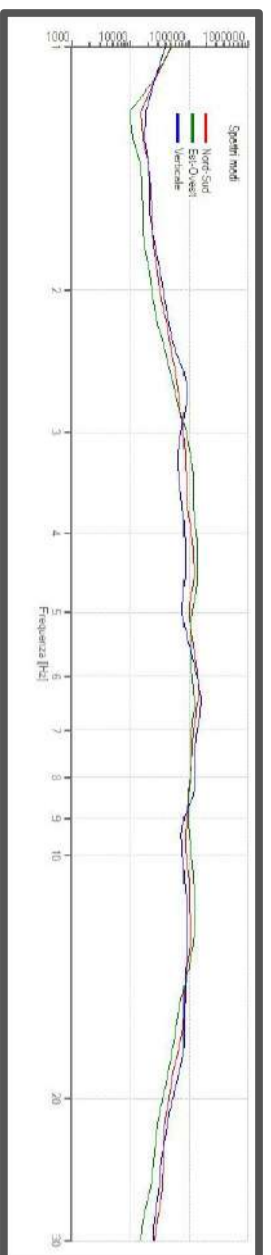
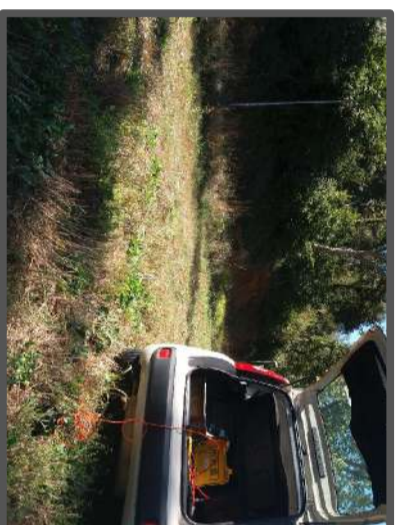
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanze)

## NOTE

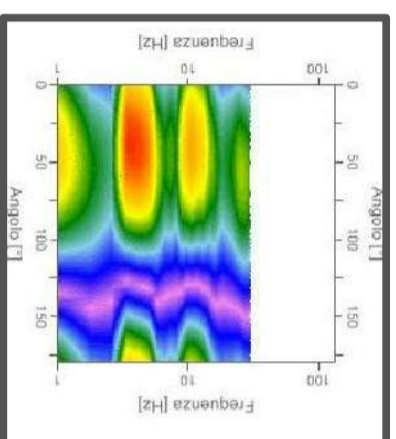
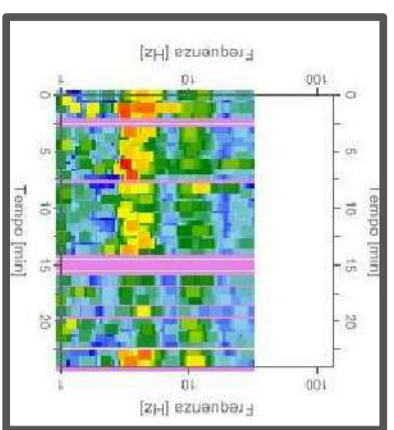
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarèllo D., Cesti C., Emilii V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3) - Albarèllo D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 3

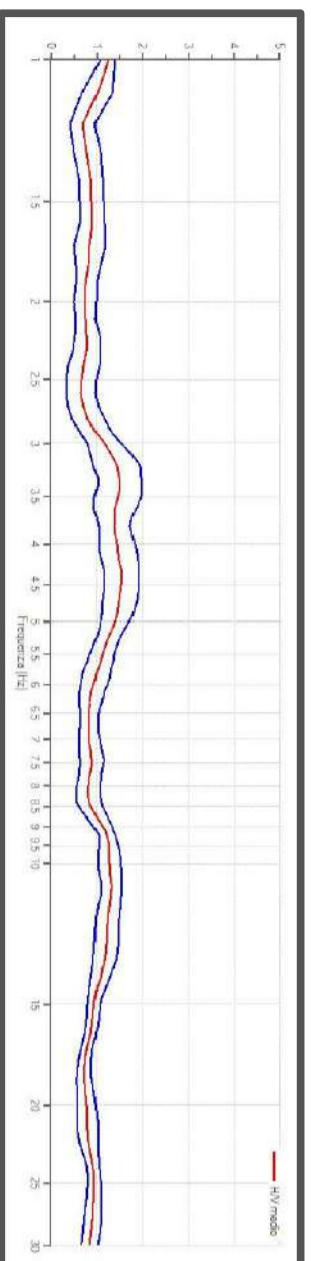
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 05/09/2017  
 Durata registrazione: 30 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: coperto con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale  
 Disturbi: transienti dovuti a rumore antropico



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

Criteri per una curva HVV affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_s(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HVV chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		NO
Esiste $f^*$ in $[4f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		OK
$f_{\text{picco}} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		NO
$\sigma_r < \epsilon(f_0)$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_r$ e $\sigma_A(f_0)$			
	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log A_{HV}(f_0)}$	0.48	0.40	0.30	0.25

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HVV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HVV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HVV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HVV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva HVV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HVV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HVV da "interpretare", va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HVV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HVV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HVV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

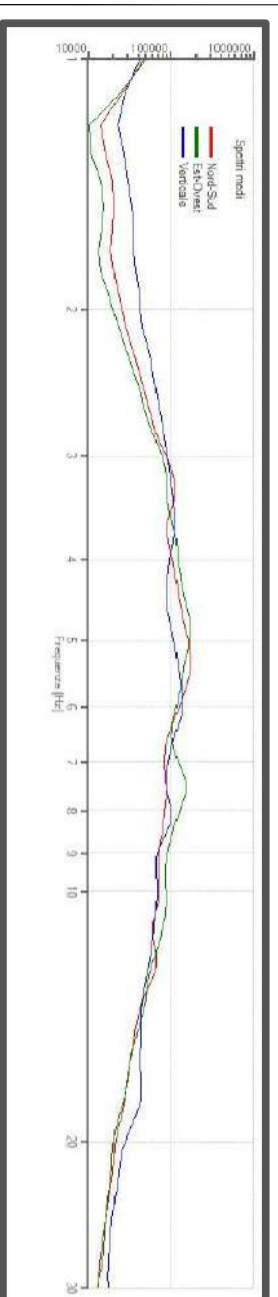
**Tipo 2:** HVV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

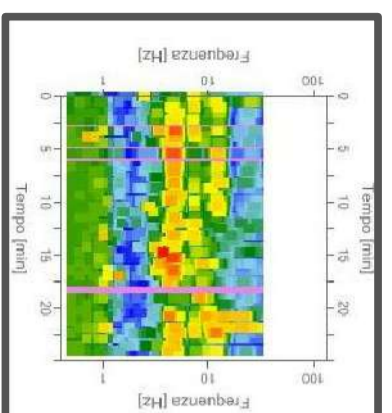
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HVV spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi G., Euilli V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 4

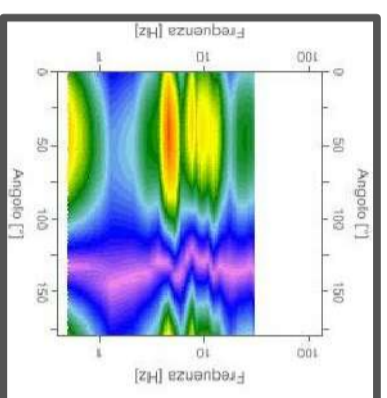
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 19/09/2017  
 Durata registrazione: 25 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



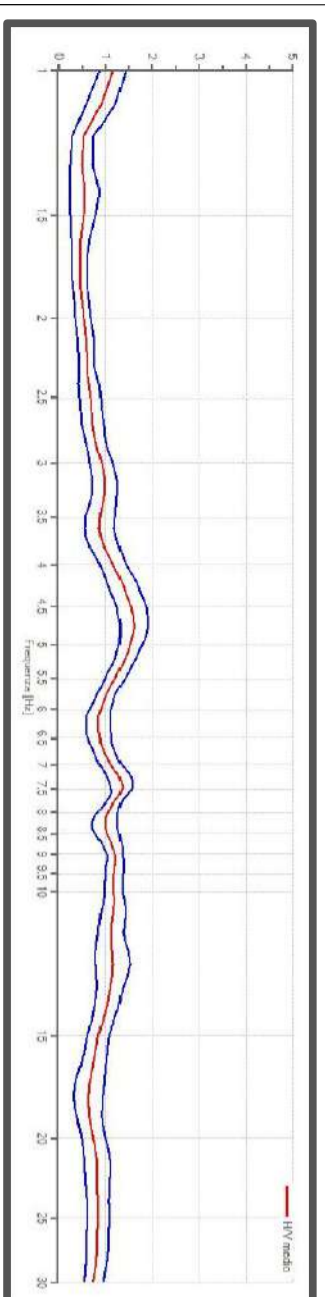
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITA' HV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

Criteri per una curva HV affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_c(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		OK
Criteri per un picco HV chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		OK
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		NO
$A_0 > 2$		NO
$f_{falsco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma_1 < \varepsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$N_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w \cdot N_w \cdot f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco HV
$\sigma_1$	deviazione standard della frequenza del picco HV
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_1 < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva HV alla frequenza $f_0$
$A_{HV}(f)$	ampiezza della curva HV alla frequenza $f$
$f^*$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{HV}(f^*) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{HV}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{HV}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{HV}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logHV}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{HV}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_1$ e $\sigma_A(f_0)$			
	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logHV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane selezionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (derivata) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenza di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

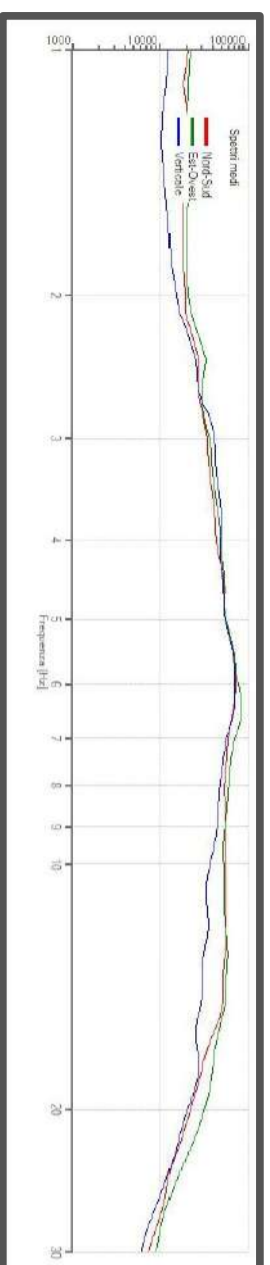
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

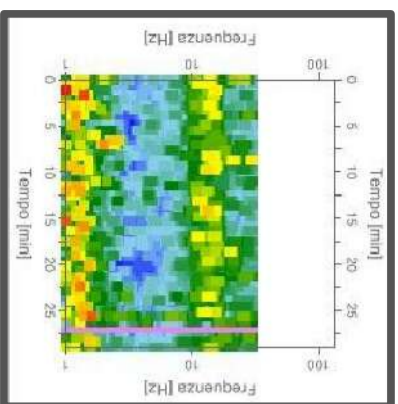
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Emilii V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 5

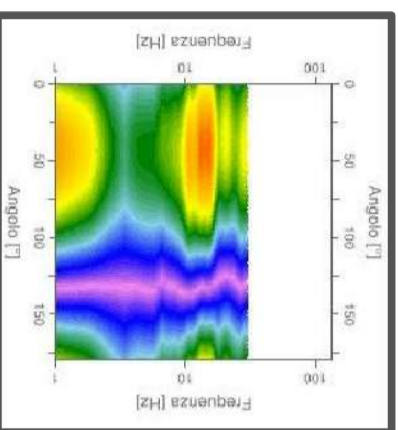
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 19/09/2017  
 Durata registrazione: 30 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



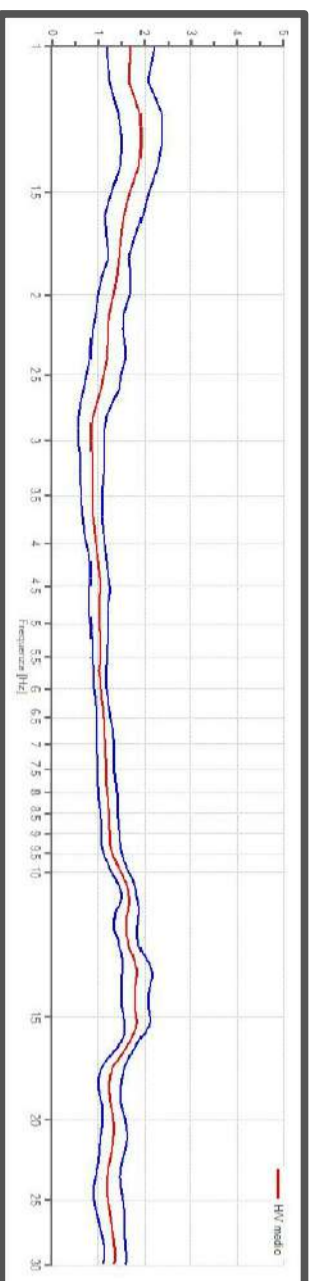
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITA' HV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Criteri per una curva HV affidabile		
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10/L_w$		OK
$n_c(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HV chiaro		
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{HV}(f^*) < A_0/2$		NO
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{HV}(f^*) < A_0/2$		OK
$A_0 > 2$		OK
$f_{falsco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma_r < \epsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_r$ e $\sigma_A(f_0)$				
	$< 0.2$	$0.2 - 0.5$	$0.5 - 1.0$	$1.0 - 2.0$	$> 2.0$
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logHV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimuthali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di interesse; 4)-I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-I primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

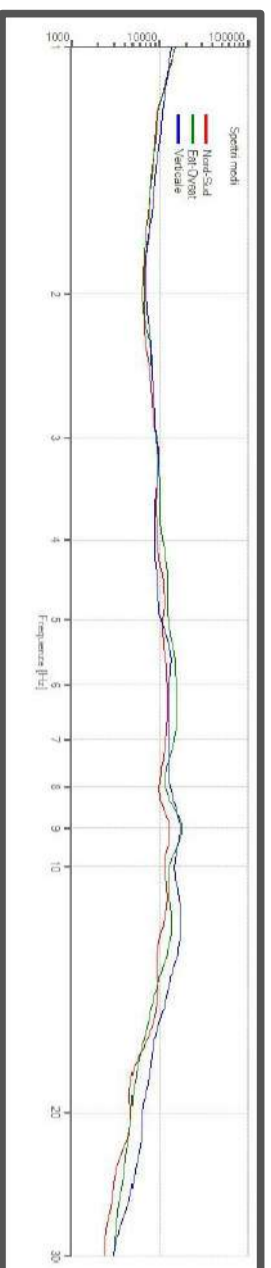
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

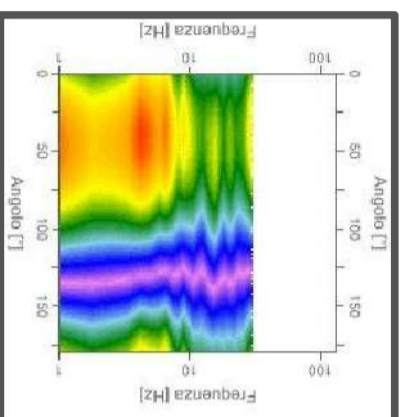
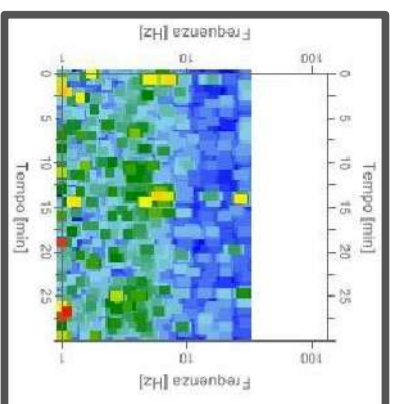
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and Interpretation, WP12, deliverable no. D23-12  
 (2) - Albarèllo D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3),  
 (3) - Albarèllo D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 6

Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 19/09/2017  
 Durata registrazione: 22 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: coperto con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



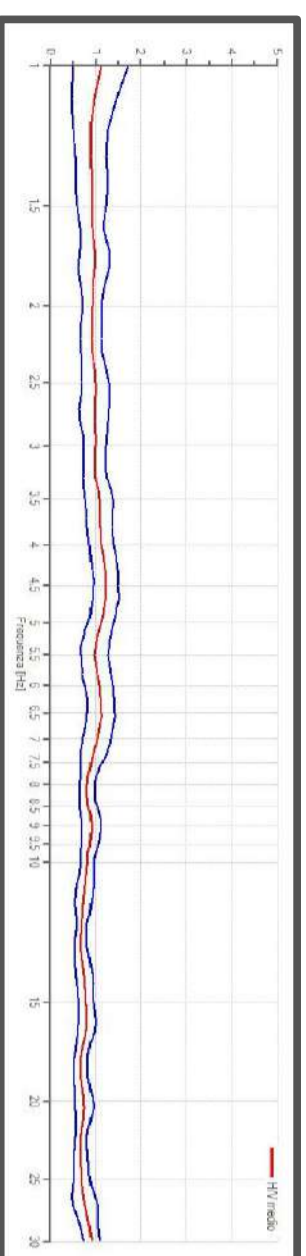
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HV

DIREZIONALITA' HV

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Nessun picco di frequenza significativo identificabile

### CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Criteri per una curva HV affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_s(f_0) > 200$		OK
$\alpha_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz		OK
$\alpha_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz		
Criteri per un picco HV chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		NO
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		OK
$A_0 > 2$		OK
$f_{falsco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma_A < \epsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$			
$< 0.2$	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	$> 2.0$
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logHV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25

### CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

#### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

#### Classe B (HV da "interpretare", va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

#### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

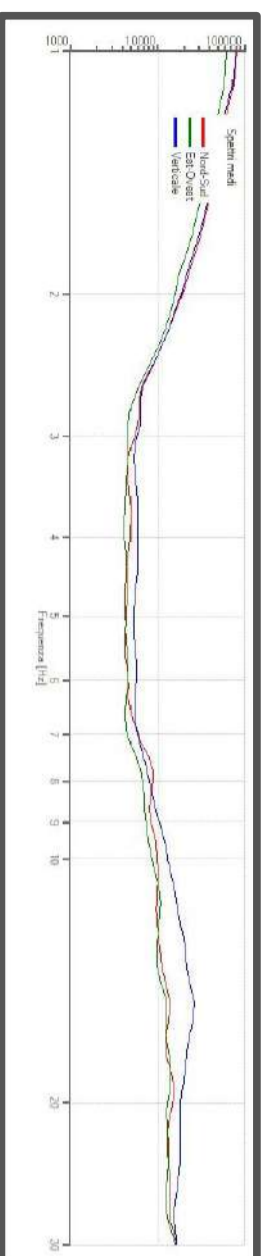
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1; assenza di risonanze)

### NOTE

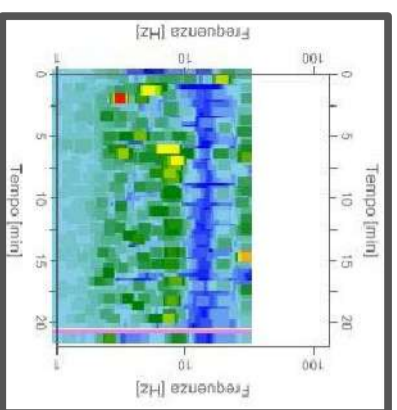
(1) - SESAME Project (2004) - *Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation*, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesti C., Eulli V. et alii (2010): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Supplemento alla rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 7

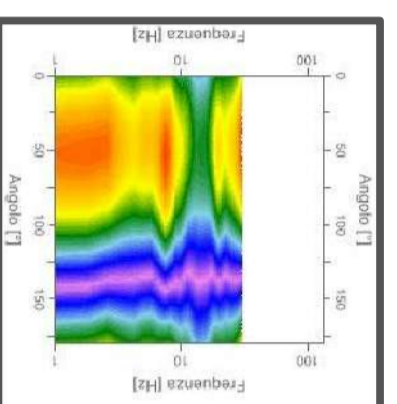
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 29/07/2017  
 Durata registrazione: 25 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamiento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



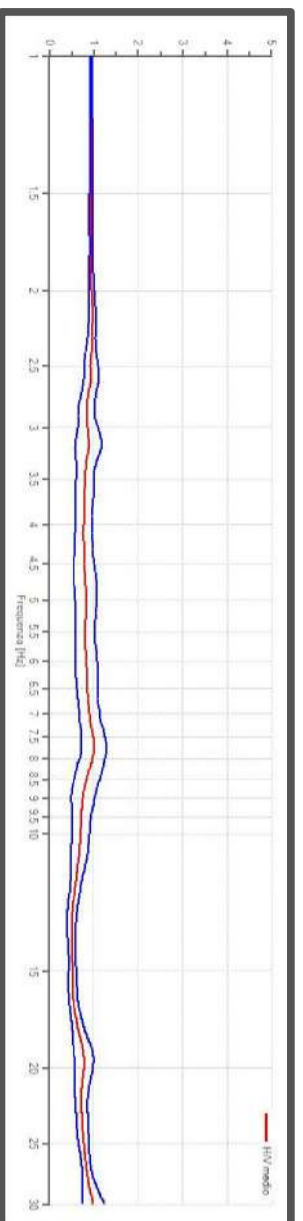
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HVV



DIREZIONALITA' HVV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Nessun picco di frequenza significativo identificabile		
<i>Criteri per una curva HVV affidabile</i> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_c(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
<i>Criteri per un picco HVV chiaro</i> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$		OK
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$		NO
$A_0 > 2$		NO
$f_{false}   A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f) = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma < \epsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma$ e $\sigma_A(f_0)$			
	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{grHV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HVV <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HVV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva HVV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

### Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HVV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HVV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

**Tipo 2:** HVV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

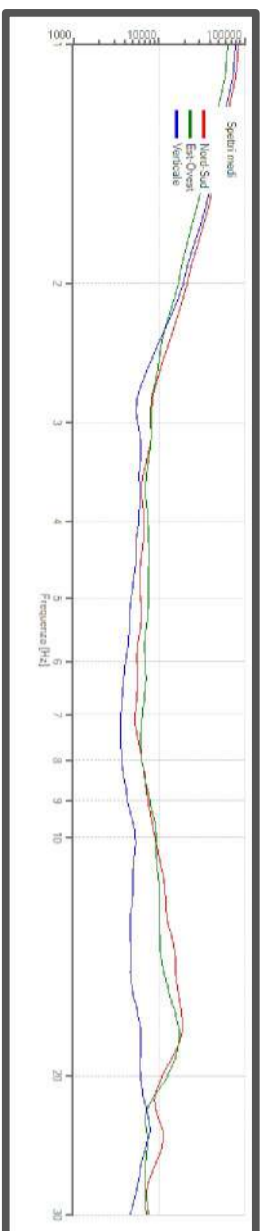
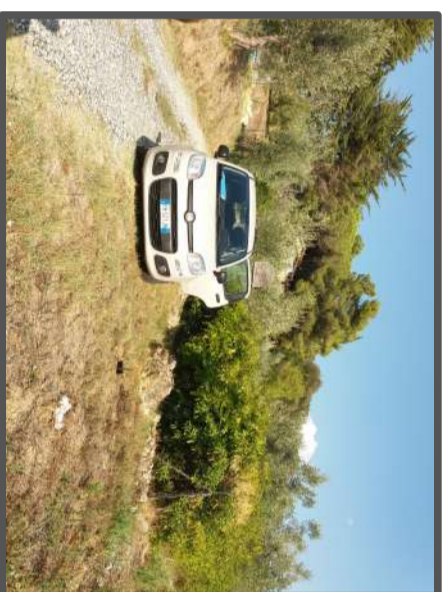
## NOTE

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HVV spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurements processing and Interpretation, WP-12, deliverable no. D23-12  
 (2) - Albarello D., Cesli C., Emilii V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52(3).  
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

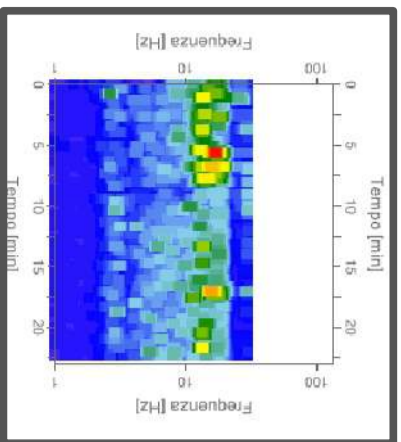


# Acquisizione HVSR 8

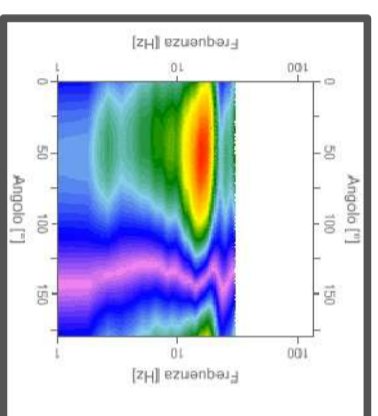
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 28/08/2017  
 Durata registrazione: 22 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale  
 Disturbi: transienti dovuti a rumore antropico



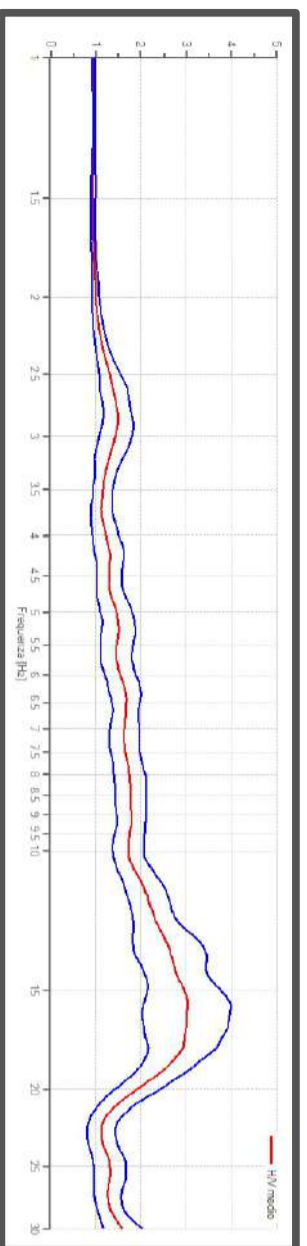
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITA' HV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Picco HV a 17 +/- 0.5 Hz (esterno all'intervallo 1-15 Hz)

Criteri per una curva HV affidabile		
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_A(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HV chiaro		
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		OK
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		NO
$A_0 > 2$		OK
picco $[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$		
$< 0.2$	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log HV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1-) La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2-) le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3-) assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di interesse; 4-) i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5-) i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6-) durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare", va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1-) Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2-) misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

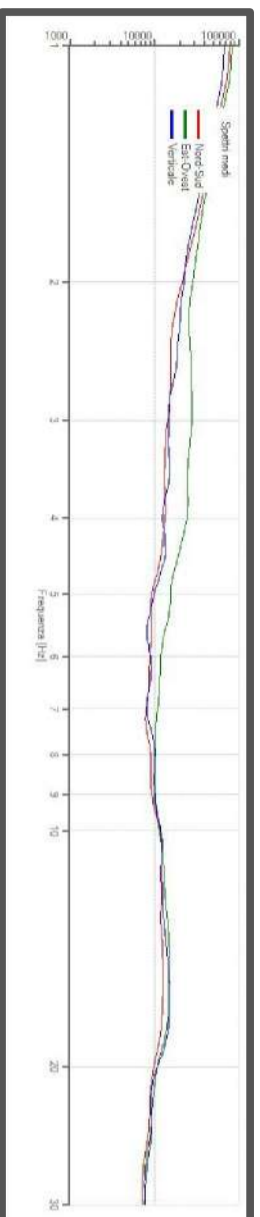
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

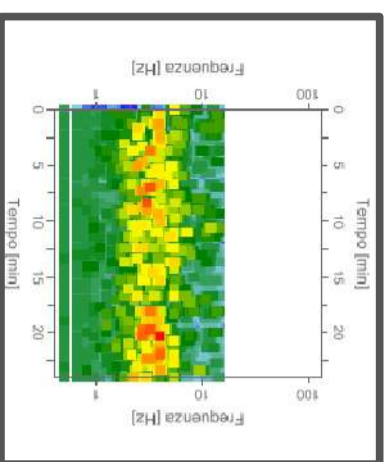
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Casi C., Edilli V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 9

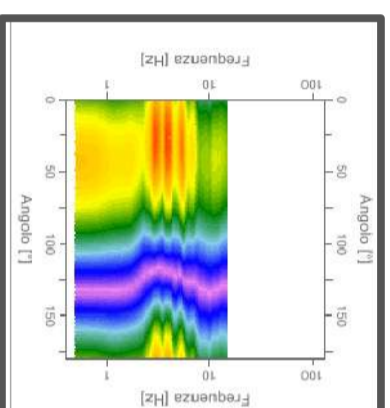
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 08/09/2017  
 Durata registrazione: 25 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: coperto con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale  
 Disturbi: transienti dovuti a rumore antropico



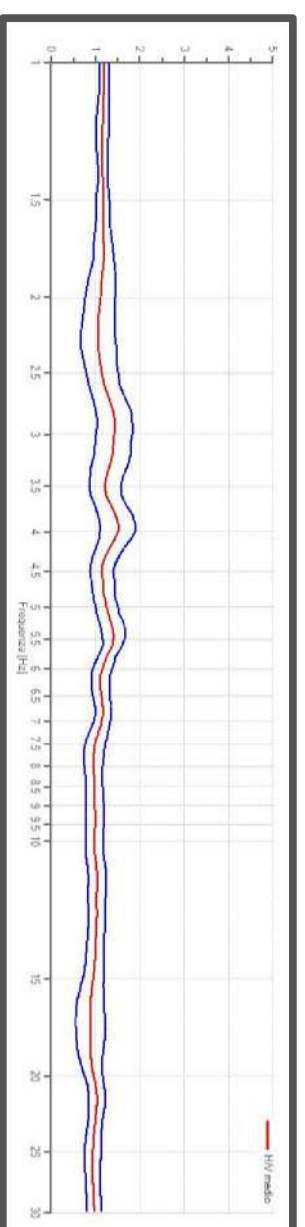
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITÀ HV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Criteri per una curva HV affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_c(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HV chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{HV}(f^-) < A_0/2$		NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{HV}(f^+) < A_0/2$		NO
$A_0 > 2$		NO
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma_r < \varepsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

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

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2) (3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1-) La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura. 2-) Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo. 3-) Assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse. 4-) I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale. 5-) I primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati. 6-) Durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1-) Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deniva) indice di movimento dello strumento durante la misura. 2-) Misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23-12

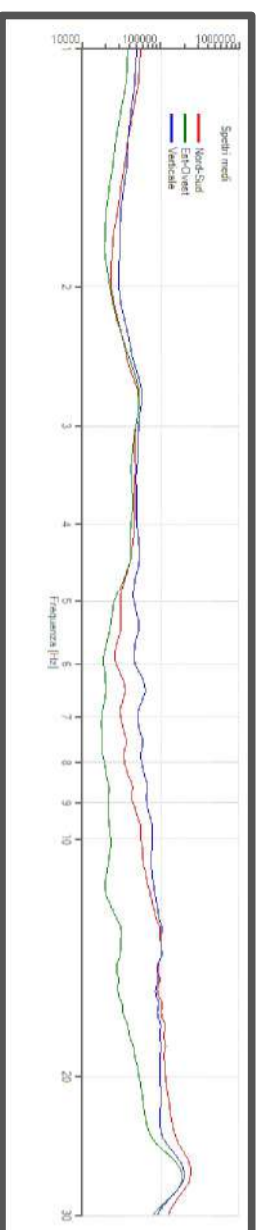
(2) - Albarello D., Casi C., Eulilli V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).

(3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive. Indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

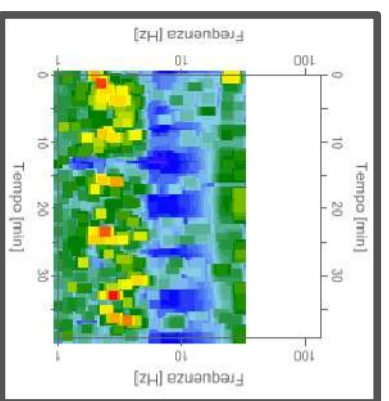
# Acquisizione HVSR 10

Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 27/02/2012  
 Durata registrazione: 40 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale  
 Disturbi: transienti dovuti a rumore antropico

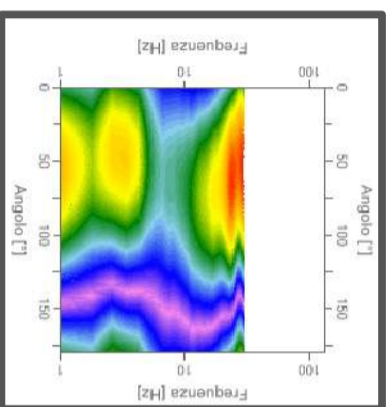
## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



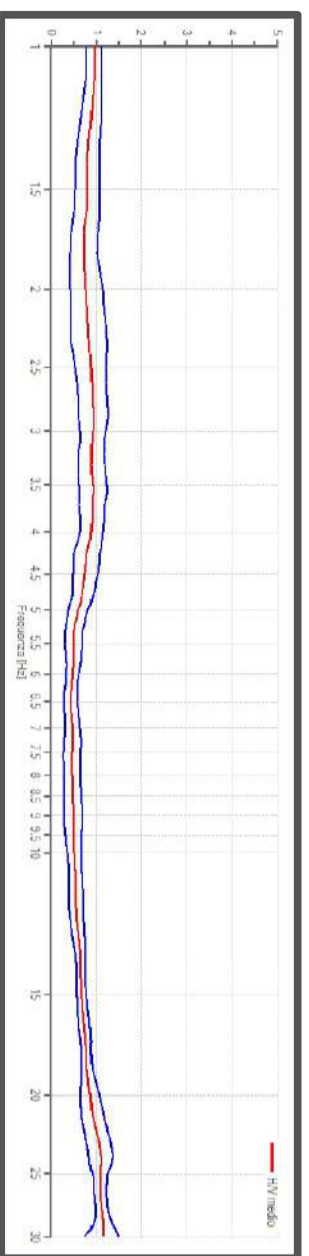
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_e(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$		NO
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$		NO
$A_0 > 2$		NO
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

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

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$			
	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	< 0.2	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	0.25 $f_0$	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logHV}(f_0)$	3.0	0.40	0.30	0.25
	0.48			0.20

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-I primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

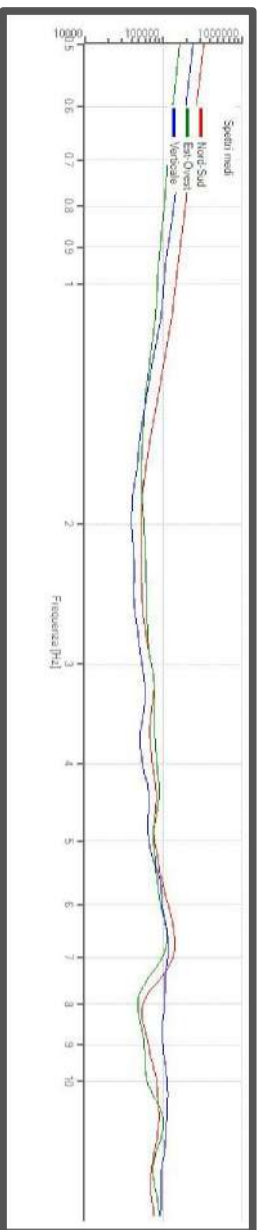
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

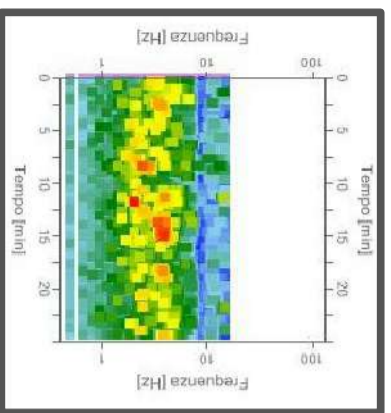
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23-12  
 (2) - Albarello D., Cesti C., Emilii V. et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3).  
 (3) - Albarello D. & Castellarlo S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 11

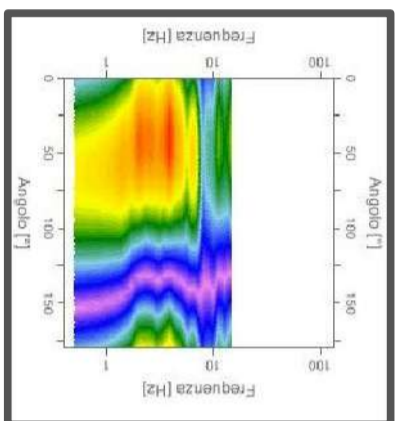
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 06/02/2017  
 Durata registrazione: 30 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: sereno con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale  
 Disturbi: transienti dovuti a rumore antropico



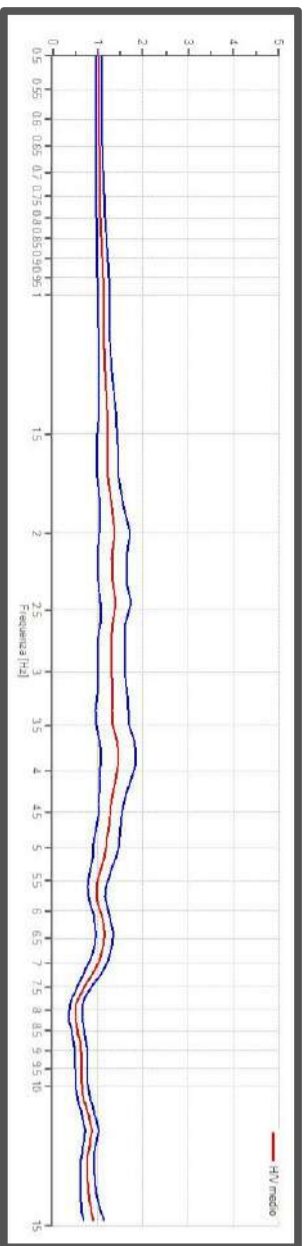
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITA' HV



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

Criteri per una curva HV affidabile		
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_2(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HV chiaro		
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$ $ A_{HV}(f^*)  < A_0/2$		NO
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$ $ A_{HV}(f^*)  < A_0/2$		OK
$A_0 > 2$		NO
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$		OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco HV
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco HV
$\epsilon(f_0)$	deviazione standard della frequenza di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
$A_0$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
$A_{HV}(f)$	ampiezza della curva HV alla frequenza $f_0$
$f^*$	ampiezza della curva HV alla frequenza $f$
$f^+$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{HV}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{HV}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_{\log_{10}(f)}$	deviazione standard di $A_{HV}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{HV}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\theta(f_0)$	deviazione standard della funzione $\log A_{HV}(f)$
	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log_{10}(f_0)}$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2)(3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1-) La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura. 2-) Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo. 3-) Assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse. 4-) I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale. 5-) I primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati. 6-) Durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1-) Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura. 2-) Misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

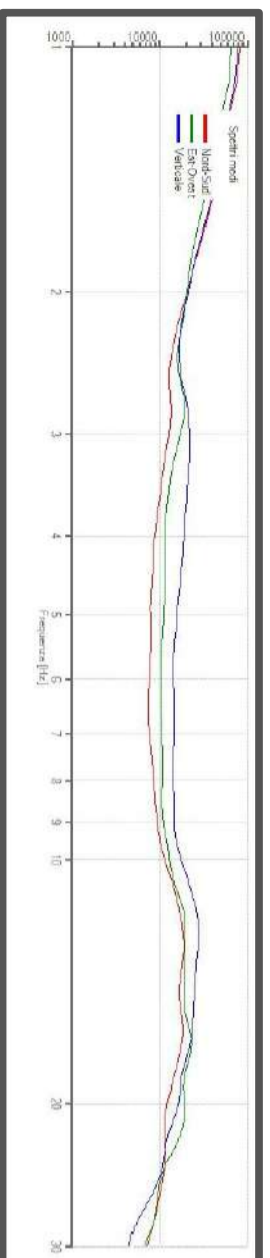
**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

## NOTE

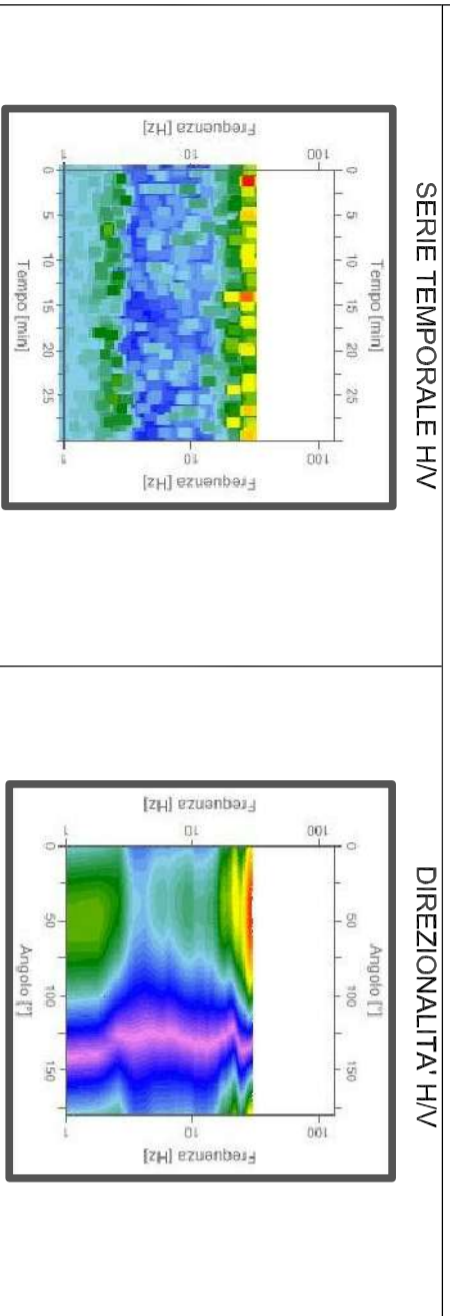
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarèllo D., Cesi C., Eulilli V., et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3)  
 (3) - Albarèllo D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# Acquisizione HVSR 12

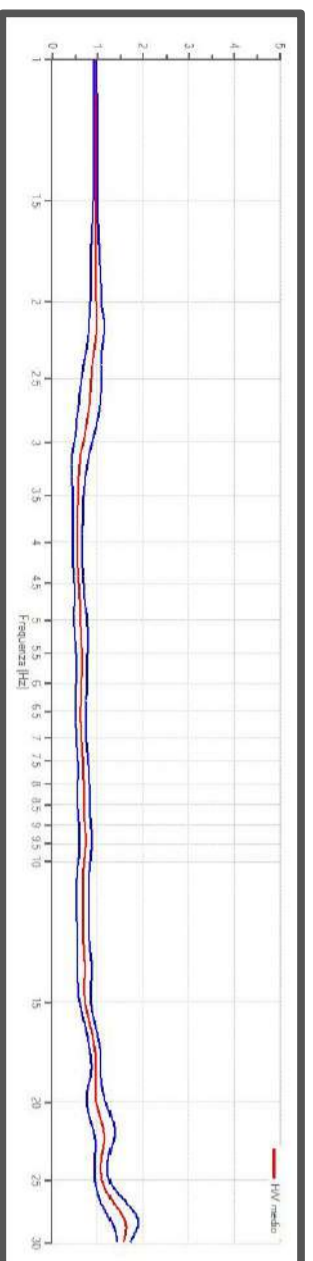
Strumentazione: sismografo MAE/sensore 3d S3 MAE  
 Data registrazione: 11/04/2017  
 Durata registrazione: 30 minuti  
 Frequenza campionamento: 250 Hz  
 Lunghezza finestre: da 20 a 40 secondi  
 Lisciamento curve: triangolare costante (10%)  
 Meteo: coperto con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale  
 Disturbi: transienti dovuti a rumore antropico



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



## CRITERI SESAME (2004) <sup>(1)</sup>

Nessun picco di frequenza significativo identificabile

Criteri per una curva HV affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$		OK
$n_s(f_0) > 200$		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ , se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		
Criteri per un picco HV chiaro		
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		NO
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^*) < A_0/2$		NO
$A_0 > 2$		NO
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		OK

Parametri	Descrizione
$L_w$	Lunghezza della finestra
$N_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_s = L_w \cdot N_w \cdot f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco HV
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco HV
$\epsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva HV alla frequenza $f_0$
$A_{HV}(f)$	ampiezza della curva HV alla frequenza $f$
$f^*$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{HV}(f^*) < A_0/2$
$f^-$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{HV}(f^-) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{HV}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{HV}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logHV}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{HV}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$			
$< 0.2$	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	$> 2.0$
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logHV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>

CLASSE	A
TIPO	2

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1-) La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2-) le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3-) assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4-) i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5-) i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6-) durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

### Classe B (HV da "interpretare", va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1-) Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2-) misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

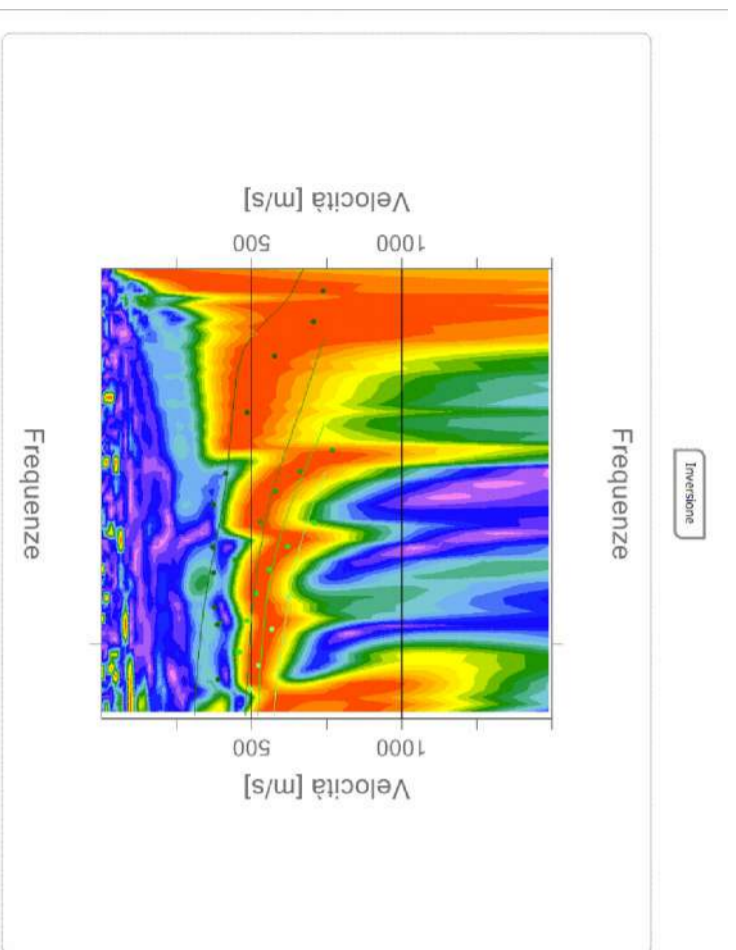
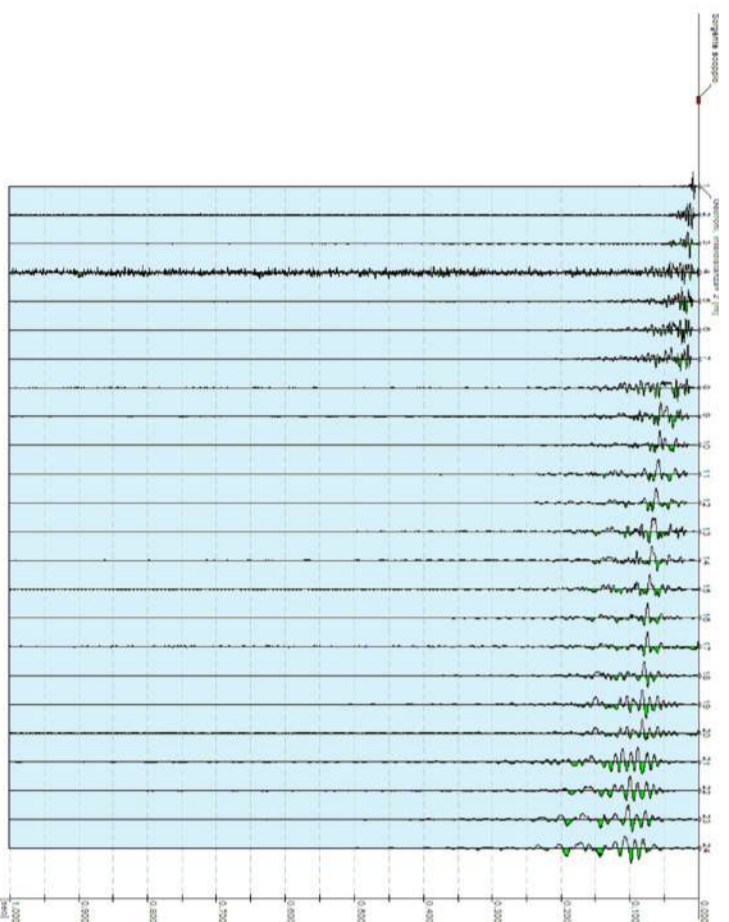
## NOTE

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Casi C., Eulilli V., et alii (2010): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3)  
 (3) - Albarello D. & Castellano S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

3. TAVOLE INTERPRETATIVE DELLE INDAGINI MASW

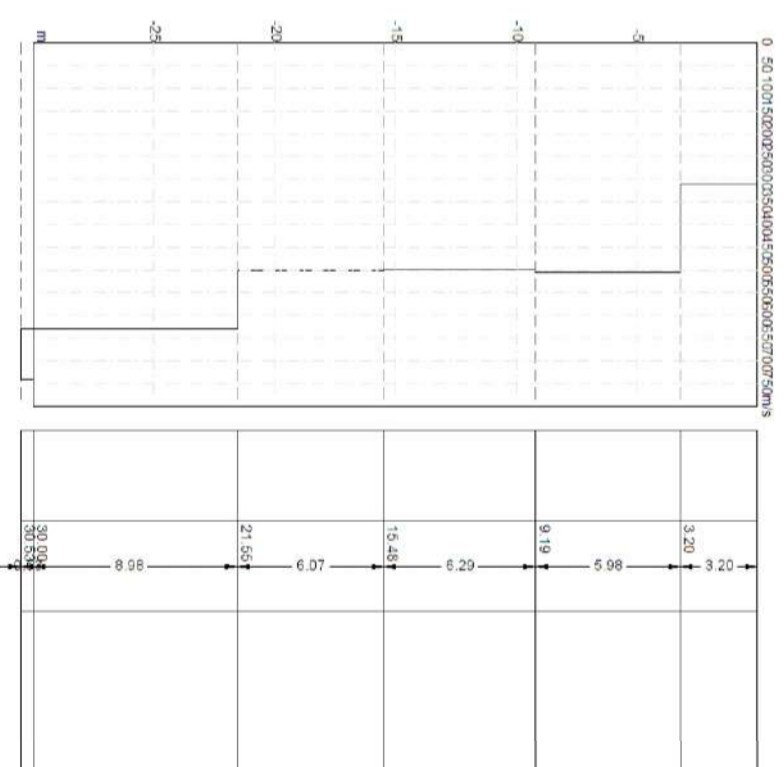
# Acquisizione MASW 13

Strumentazione: sismografo MAE/24 geofoni 4,5Hz  
 Data registrazione: 08/09/2017  
 Durata registrazione: Circa 1 secondo  
 Frequenza campionamento: 3750 Hz  
 Meteo: nuvoloso con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



n	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.9	736.7	0
2	7.9	706.1	0
3	12.4	574.2	0
4	19.8	485.3	0
5	24.7	767.4	1
6	27.5	660.1	1
7	27.7	414.8	0
8	30.1	577.3	1
9	31.8	371.9	0
10	34.1	528.3	1
11	34.2	709.1	2
12	37.2	620.2	2
13	37.3	368.9	0
14	39.0	442.4	1
15	40.2	558.9	2
16	40.7	371.9	0
17	43.3	512.9	2
18	43.8	623.3	3
19	45.1	375.0	0
20	47.0	485.3	2
21	47.3	393.4	1
22	47.6	384.2	0
23	48.0	568.1	3
24	51.0	457.8	2
25	52.8	522.1	3

n	Descrizio ne	Profondità h [m]	Spessore [m]	Peso unitario [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	Falla	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.20	3.20	1800.0	0.4	No	648.3	311.4
2		9.19	5.98	1800.0	0.4	No	1053.9	506.3
3		15.48	6.29	1800.0	0.4	No	1040.1	499.7
4		21.51	6.07	1800.0	0.3	No	934.3	500.0
5		30.43	8.98	1800.0	0.3	No	1177.6	629.4
6		∞	∞	1800.0	0.3	No	1443.4	742.6



# Acquisizione MASW 14

Strumentazione: sismografo MAE/24 geofoni 4,5Hz

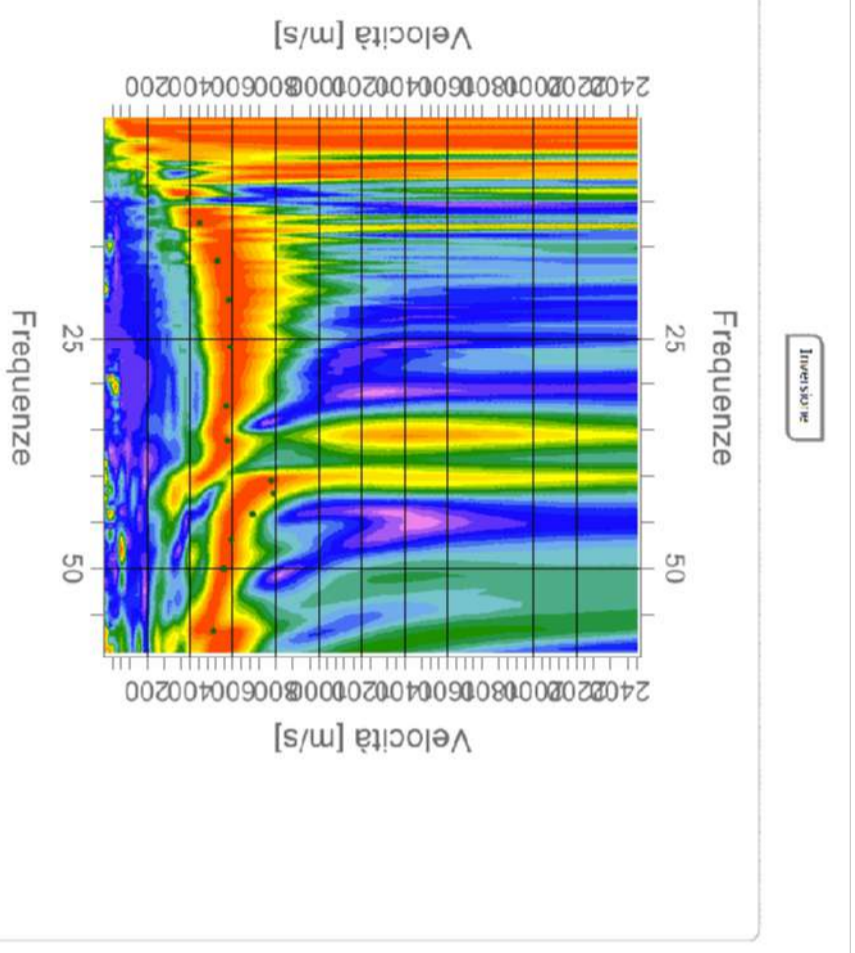
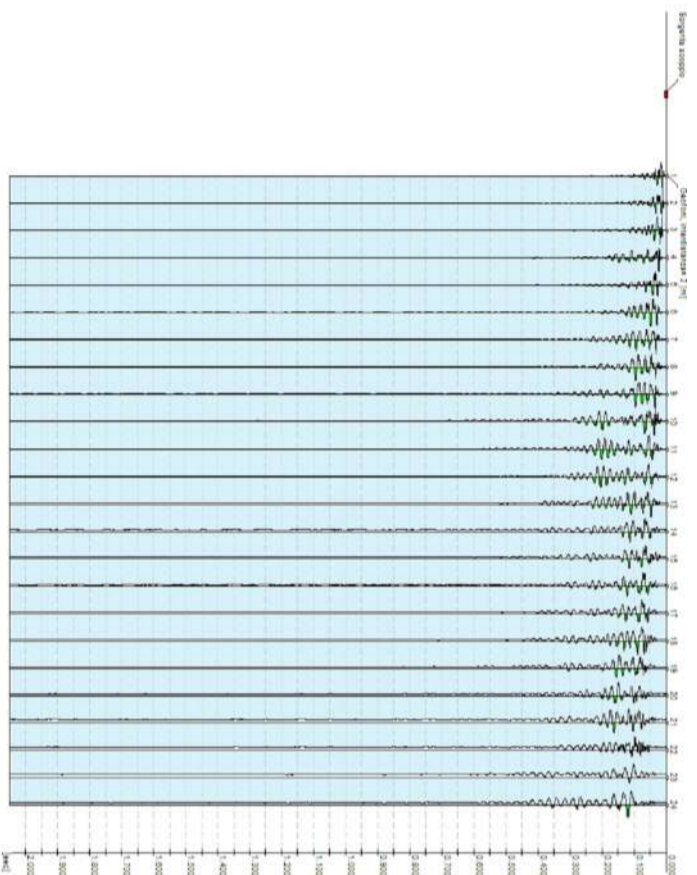
Data registrazione: 10/08/2017

Durata registrazione: Circa 2 secondi

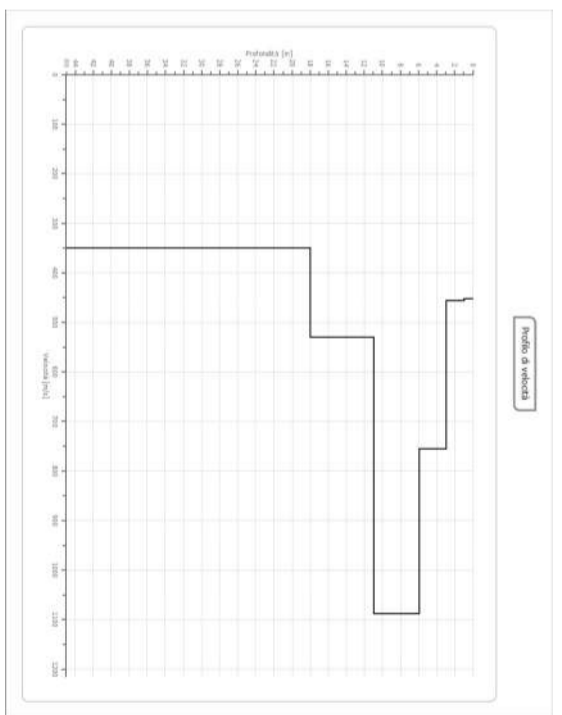
Frequenza campionamento: 3750 Hz

Meteo: sereno con vento da leggero a medio

Tipo di terreno: naturale



n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.8	384.3	0
2	12.4	445.6	0
3	16.5	527.4	0
4	20.8	578.5	0
5	26.0	588.7	0
6	32.5	568.3	0
7	36.2	573.4	0
8	40.5	777.8	0
9	41.9	788.0	0
10	44.2	690.9	0
11	47.0	593.8	0
12	50.1	558.0	0
13	56.8	506.9	0

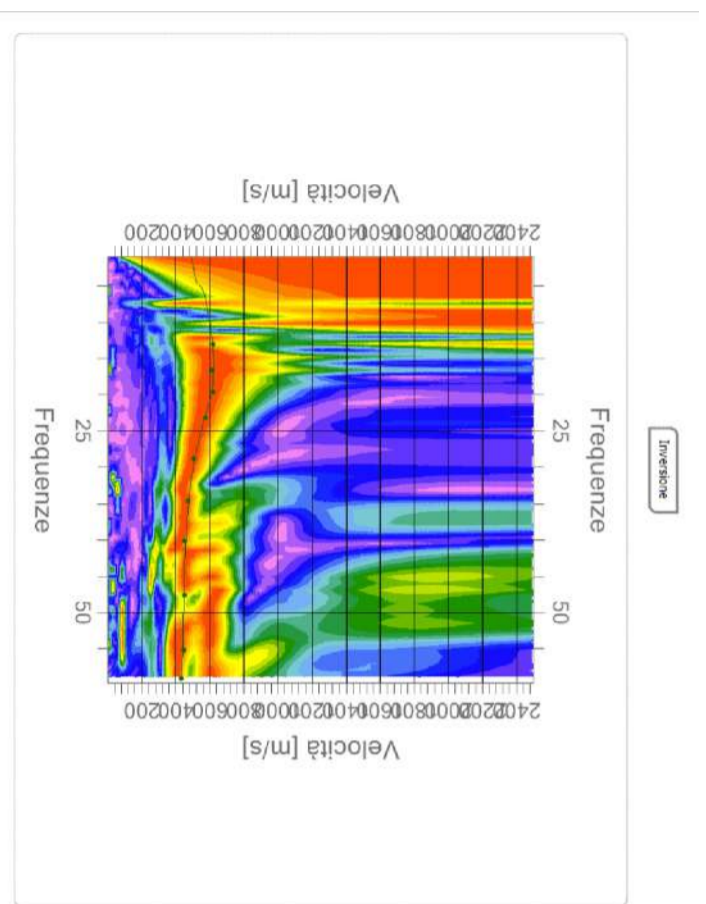
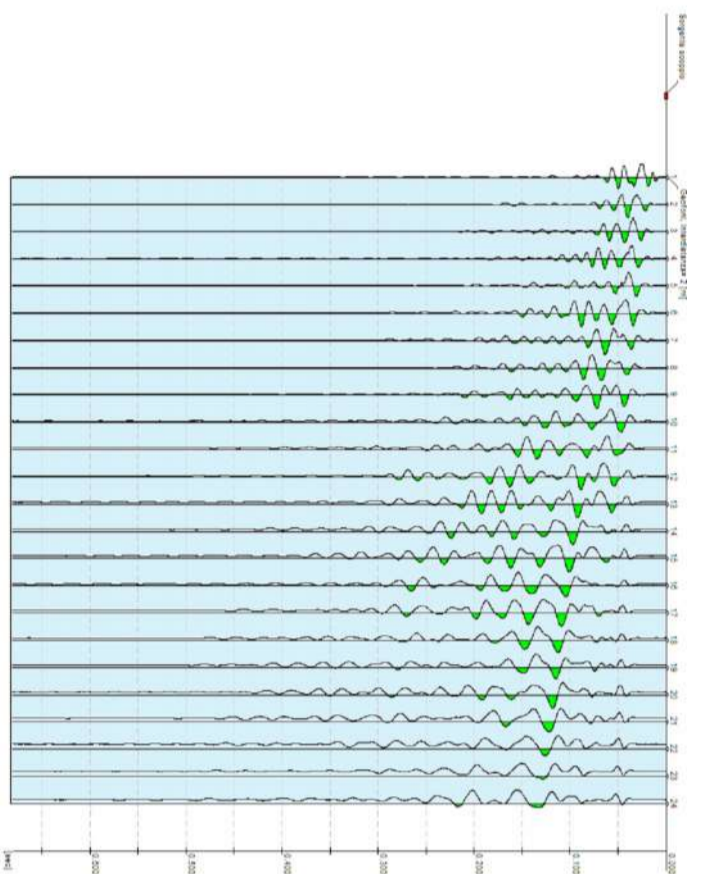


n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.01	1.01	1800.0	0.2	No	739.8	453.0
2		3.01	2.00	1800.0	0.2	No	746.0	456.8
3		6.01	3.00	1800.0	0.2	No	1233.0	755.1
4		11.01	5.00	1800.0	0.2	No	1777.3	1088.4
5		18.02	7.01	1800.0	0.2	No	864.2	529.2
6		oo	oo	1800.0	0.2	No	571.7	350.1

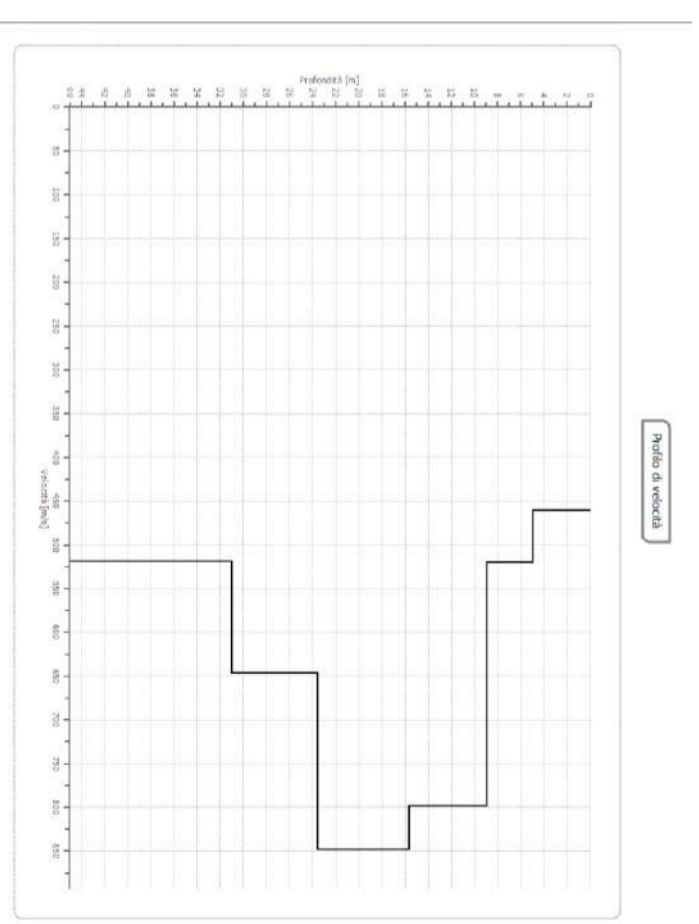


# Acquisizione MASW 15

Strumentazione: sismografo MAE/24 geofoni 4,5Hz  
 Data registrazione: 10/08/2017  
 Durata registrazione: Circa 1 secondi  
 Frequenza campionamento: 3750 Hz  
 Meteo: nuvoloso con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



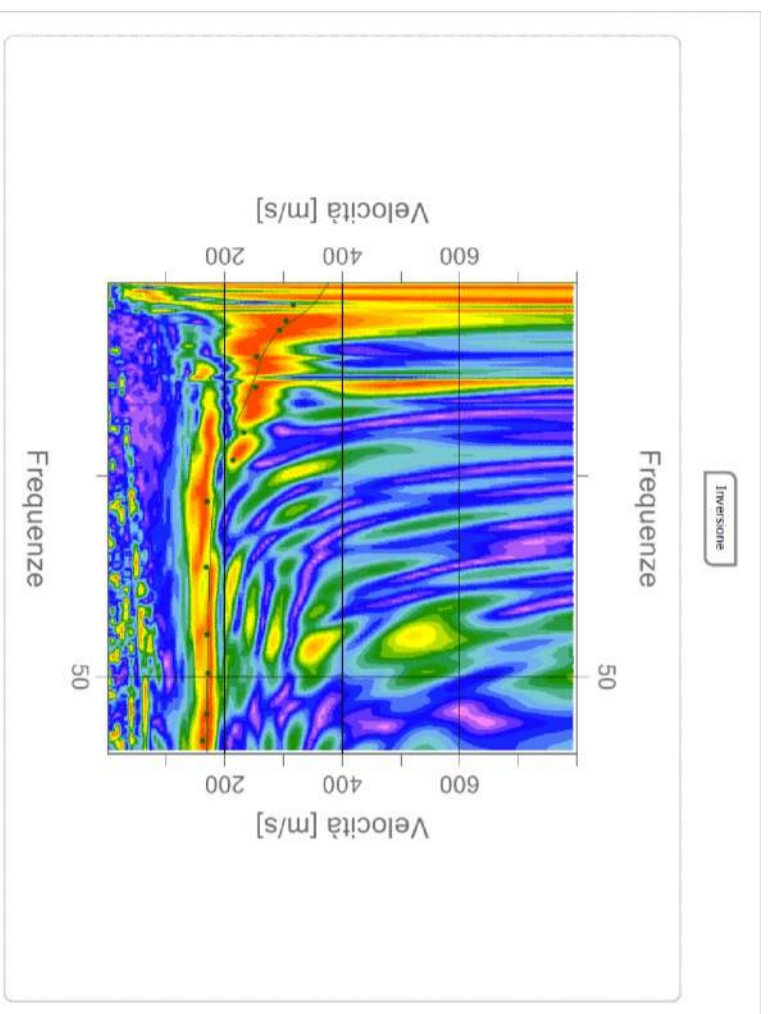
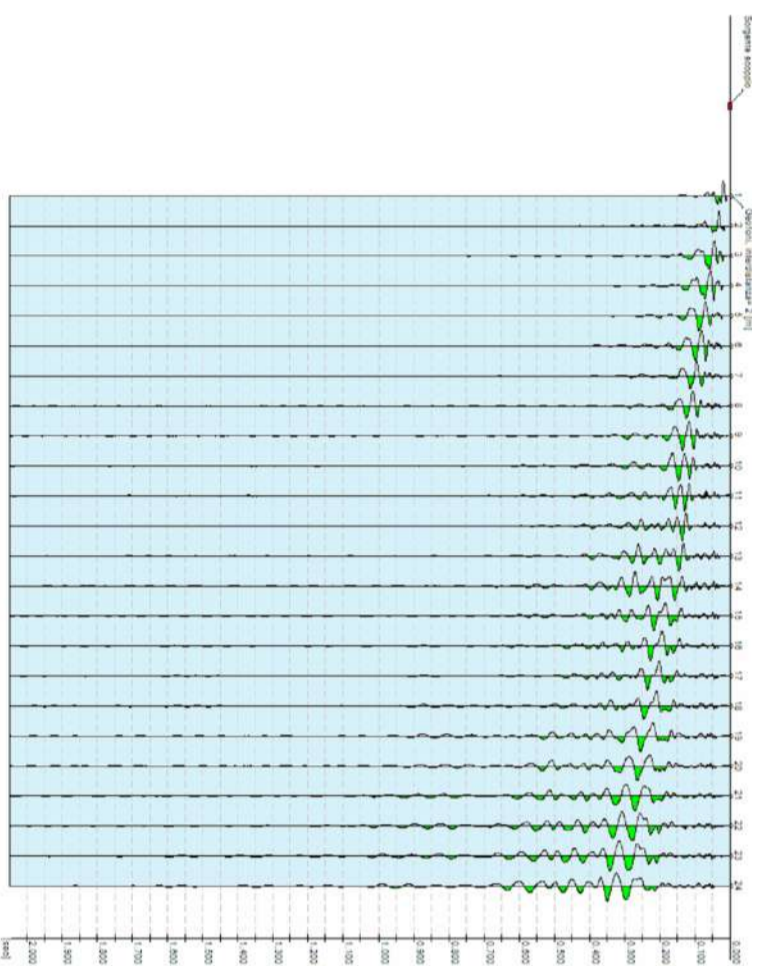
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	13.0	617.2	0
2	16.6	611.0	0
3	19.7	617.2	0
4	23.3	574.2	0
5	28.9	503.7	0
6	34.6	470.0	0
7	40.1	451.6	0
8	47.7	451.6	0
9	55.3	442.4	0
10	59.1	430.2	0



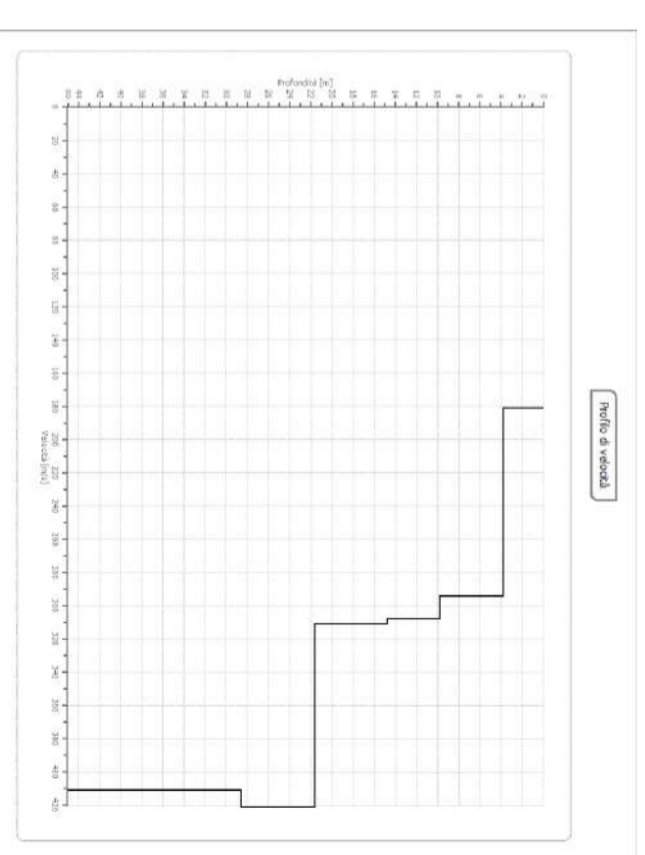
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	Falda	V <sub>p</sub> [m/sec]	V <sub>s</sub> [m/sec]
1		4.96	4.96	1800.0	0.3	No	861.9	460.7
2		8.96	4.00	1800.0	0.3	No	939.8	519.5
3		15.69	6.72	1800.0	0.3	No	1444.0	798.2
4		23.63	7.94	1800.0	0.3	No	1585.3	847.4
5		31.00	7.38	1800.0	0.3	No	1209.7	646.6
6		∞	∞	1800.0	0.4	No	1079.1	518.4

# Acquisizione MASW 16

Strumentazione: sismografo MAE/24 geofoni 4,5Hz  
 Data registrazione: 09/09/2017  
 Durata registrazione: Circa 2 secondi  
 Frequenza campionamento: 3750 Hz  
 Meteo: nuvoloso con vento da leggero a medio  
 Tipo di terreno: naturale



n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.8	316.4	0
2	5.7	304.9	0
3	6.9	293.5	0
4	10.2	254.3	0
5	14.0	252.6	0
6	19.6	231.4	0
7	23.1	213.4	0
8	28.3	169.3	0
9	36.4	167.7	0
10	44.8	169.3	0
11	49.6	170.9	0
12	54.7	169.3	0
13	58.0	161.1	0



n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.82	3.82	1800.0	0.4	No	377.1	181.1
2		9.81	5.99	1800.0	0.4	No	668.8	294.3
3		14.82	5.01	1800.0	0.4	No	640.9	307.9
4		21.66	6.84	1800.0	0.4	No	761.2	310.8
5		28.66	7.00	1800.0	0.4	No	1031.4	421.1
6		∞	∞	1800.0	0.4	No	1006.2	410.8