



Regione Toscana - DB Geologico

Scala 1 : 2,000

1,636,512

4,840,039



4,839,665

1,636,148


EPSG:3003

Legenda

CTR 1:10.000 black

DataBase delle caratteristiche idrologiche e geotecniche dei terreni nei Depositi Superficiali


FR - Frane da Geomorfologia

 Attiva continua, stagionale, con tempo di ritorno pluriennale o pluridecennale - Scorrimento (velocita' indeterminata)

 Quiescente - Scorrimento (velocita' indeterminata)

Depositi Superficiali da Geomorfologia

 Deposito alluvionale Inattivo Sabbie limose, miscela di sabbia e limo. Frazione fine abbondante (SM)

 Deposito eluvio-colluviale

Limite geologico

—— contatto stratigrafico e/o litologico - certo

----- contatto stratigrafico e/o litologico - fittizio

⋈⋈⋈⋈ contatto stratigrafico inconforme - certo

Struttura plicativa

Unita geologica lineare

Affioramento areale

 affioramento significativo


Processo geologico particolare

Etichette di Unita geologica areale



Unita geologica areale

 VILh - Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO

 VILb - Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO

 VILa - Conglomerati e ciottolami poligenici RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO

Prove DPSH

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rievata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,30 | 8 | 59,6 | 1 | 0,90 - 1,20 | 90 | 634,3 | 2 |
| 0,30 - 0,60 | 75 | 558,5 | 1 | 1,20 - 1,50 | 100 | 704,8 | 2 |
| 0,60 - 0,90 | 51 | 379,8 | 1 | | | | |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT
- M (massa battente)= 80,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm² - D(diam. punta)= 50,80 mm
- Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

Servizi per la geologia

GEO TIRRENO s.r.l.
Viale Stazione. 39
54100 MASSA
Part. IVA 00713690451

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 2

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,30 | 3 | 22,3 | 1 | 2,40 - 2,70 | 75 | 501,7 | 3 |
| 0,30 - 0,60 | 21 | 156,4 | 1 | 2,70 - 3,00 | 32 | 214,1 | 3 |
| 0,60 - 0,90 | 39 | 290,4 | 1 | 3,00 - 3,30 | 16 | 101,9 | 4 |
| 0,90 - 1,20 | 77 | 542,7 | 2 | 3,30 - 3,60 | 26 | 165,5 | 4 |
| 1,20 - 1,50 | 38 | 267,8 | 2 | 3,60 - 3,90 | 74 | 471,1 | 4 |
| 1,50 - 1,80 | 26 | 183,2 | 2 | 3,90 - 4,20 | 89 | 540,4 | 5 |
| 1,80 - 2,10 | 33 | 220,7 | 3 | 4,20 - 4,50 | 100 | 607,2 | 5 |
| 2,10 - 2,40 | 57 | 381,3 | 3 | | | | |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT
- M (massa battente)= 80,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm² - D(diam. punta)= 50,80 mm
- Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

Servizi per la geologia

GEO TIRRENO s.r.l.
Viale Stazione, 39
54100 MASSA
Part. IVA 00713690451

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 3

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,30 | 8 | 59,6 | 1 | 1,50 - 1,80 | 60 | 422,9 | 2 |
| 0,30 - 0,60 | 15 | 111,7 | 1 | 1,80 - 2,10 | 61 | 408,1 | 3 |
| 0,60 - 0,90 | 42 | 312,8 | 1 | 2,10 - 2,40 | 82 | 548,5 | 3 |
| 0,90 - 1,20 | 67 | 472,2 | 2 | 2,40 - 2,70 | 49 | 327,8 | 3 |
| 1,20 - 1,50 | 45 | 317,1 | 2 | 2,70 - 3,00 | 61 | 408,1 | 3 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : SCPT

- M (massa battente)= 80,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,27 cm² - D(diam. punta)= 50,80 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [δ = 30 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

Servizi per la geologia

GEO TIRRENO s.r.l.
Viale Stazione, 39
54100 MASSA
Part. IVA 00713690451

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

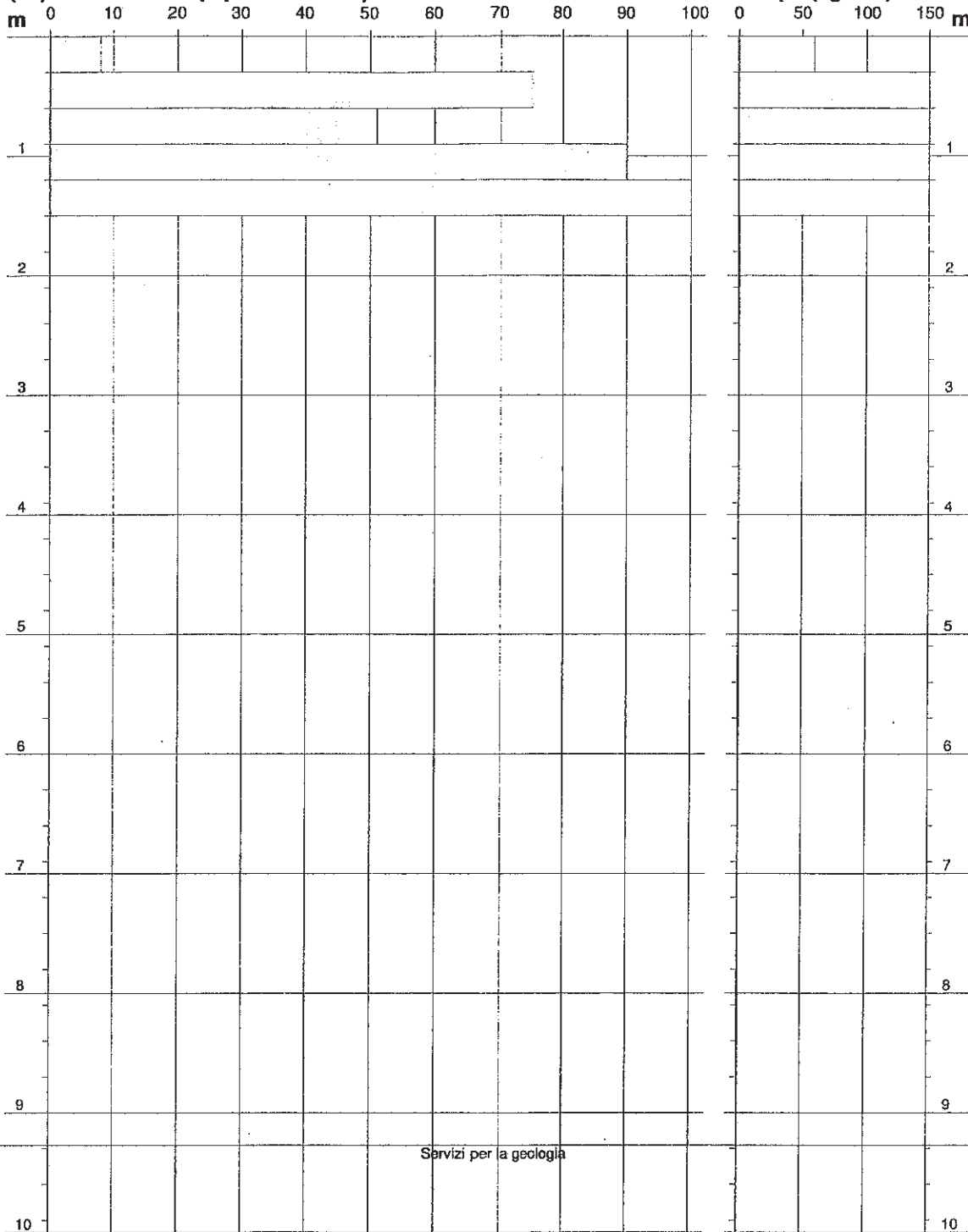
- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 30$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

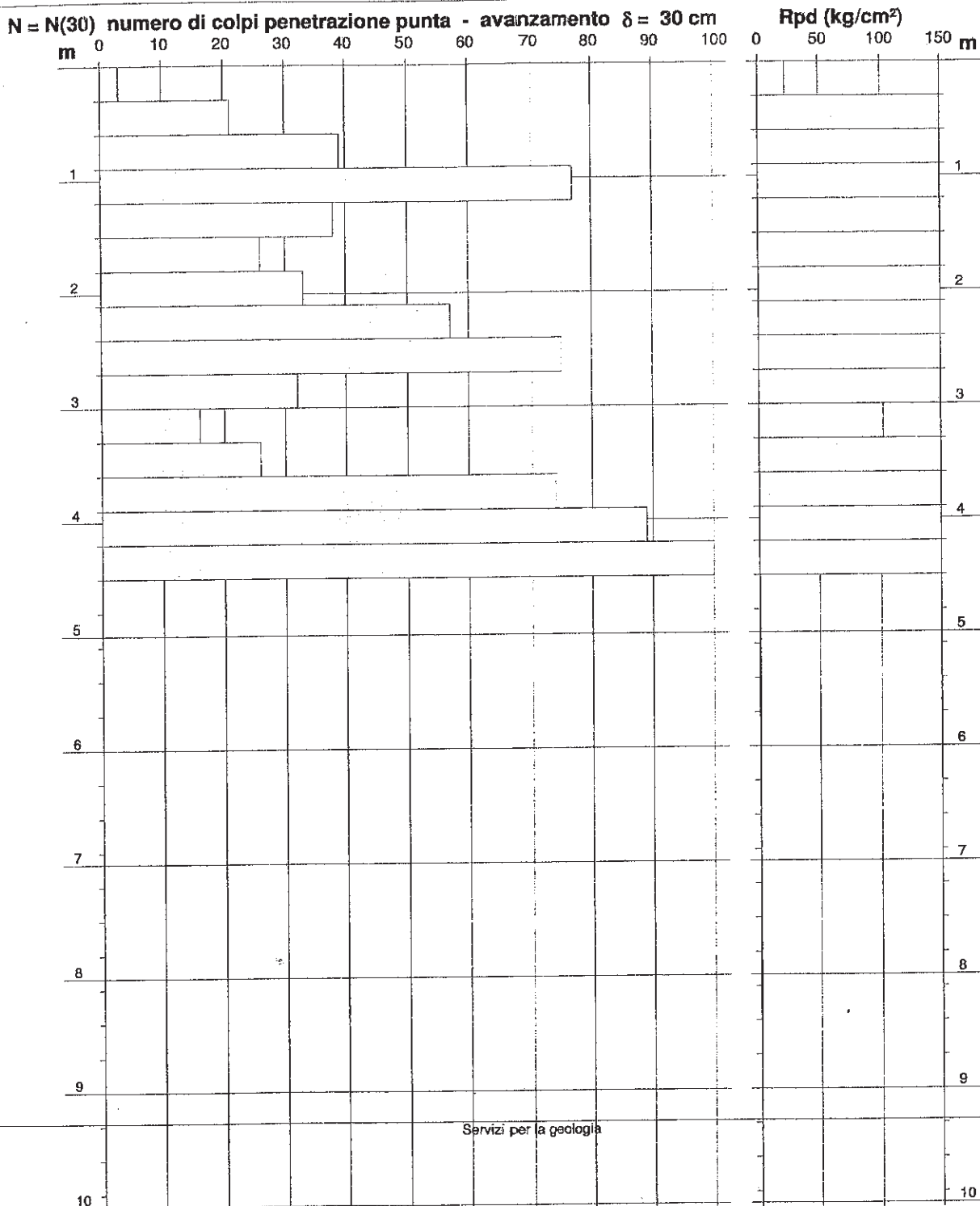
DIN 2

Scala 1: 50

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :



Servizi per la geologia

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

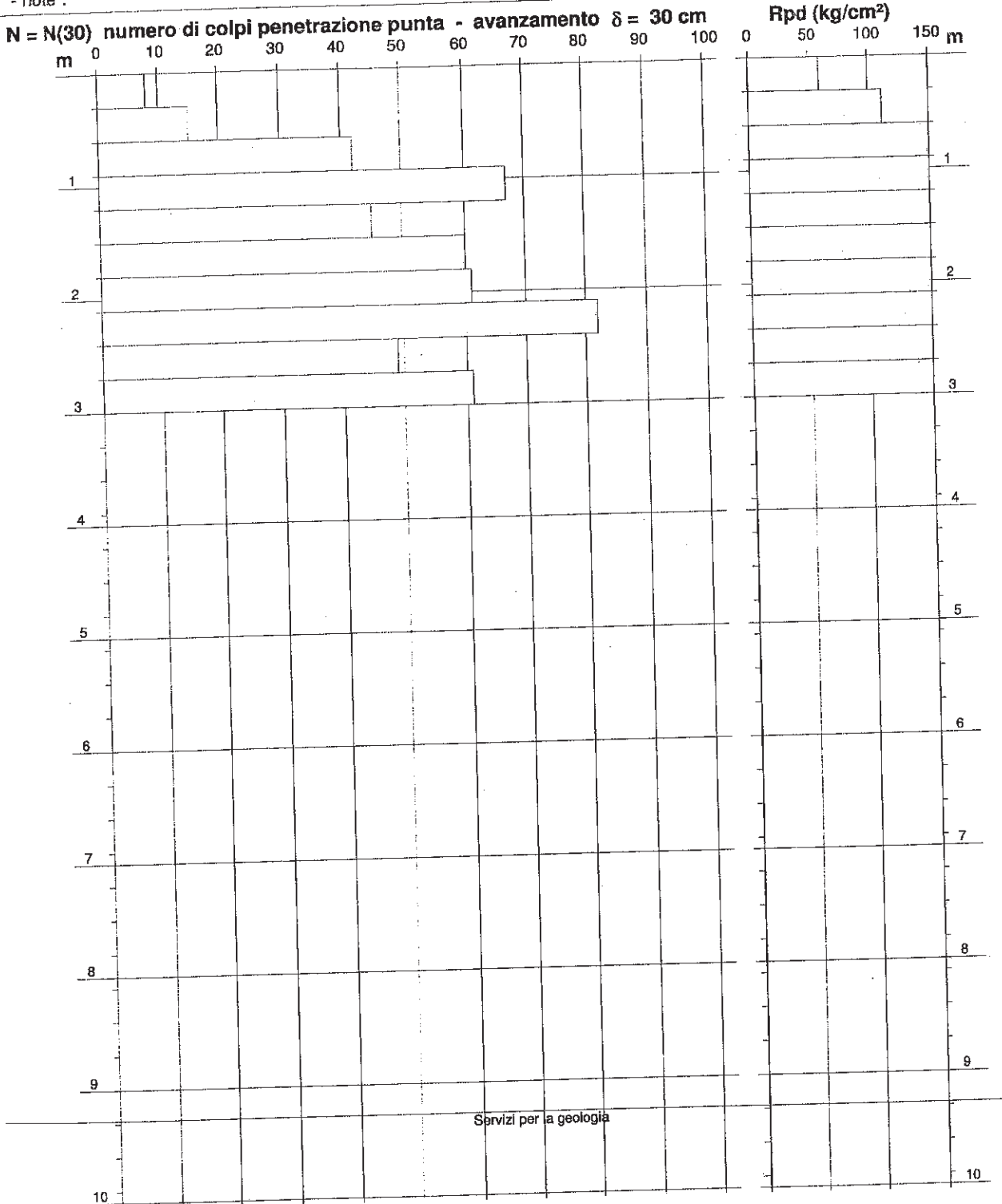
DIN 3

Scala 1: 50

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
 - lavoro :
 - località : S.Maria a Monte

- data prova : 12/09/2005
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 16/09/2005

- note :



Servizi per la geologia

Prove DPM

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte (PI)

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,10 | 2 | 7,8 | 1 | 0,50 - 0,60 | 16 | 62,7 | 1 |
| 0,10 - 0,20 | 4 | 15,7 | 1 | 0,60 - 0,70 | 45 | 176,4 | 1 |
| 0,20 - 0,30 | 3 | 11,8 | 1 | 0,70 - 0,80 | 50 | 196,0 | 1 |
| 0,30 - 0,40 | 9 | 35,3 | 1 | 0,80 - 0,90 | 60 | 221,0 | 2 |
| 0,40 - 0,50 | 21 | 82,3 | 1 | 0,90 - 1,00 | 96 | 353,7 | 2 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DL30IT-SA

- 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
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 2

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte (PI)

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,10 | 2 | 7,8 | 1 | 0,50 - 0,60 | 86 | 337,0 | 1 |
| 0,10 - 0,20 | 8 | 31,4 | 1 | 0,60 - 0,70 | 75 | 293,9 | 1 |
| 0,20 - 0,30 | 9 | 35,3 | 1 | 0,70 - 0,80 | 57 | 223,4 | 1 |
| 0,30 - 0,40 | 19 | 74,5 | 1 | 0,80 - 0,90 | 60 | 221,0 | 2 |
| 0,40 - 0,50 | 26 | 101,9 | 1 | 0,90 - 1,00 | 90 | 331,6 | 2 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL30IT-SA**
- 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
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 3

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte (PI)

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,10 | 1 | 3,9 | 1 | 1,50 - 1,60 | 29 | 106,8 | 2 |
| 0,10 - 0,20 | 1 | 3,9 | 1 | 1,60 - 1,70 | 26 | 95,8 | 2 |
| 0,20 - 0,30 | 3 | 11,8 | 1 | 1,70 - 1,80 | 12 | 44,2 | 2 |
| 0,30 - 0,40 | 2 | 7,8 | 1 | 1,80 - 1,90 | 15 | 52,1 | 3 |
| 0,40 - 0,50 | 3 | 11,8 | 1 | 1,90 - 2,00 | 14 | 48,7 | 3 |
| 0,50 - 0,60 | 8 | 31,4 | 1 | 2,00 - 2,10 | 12 | 41,7 | 3 |
| 0,60 - 0,70 | 24 | 94,1 | 1 | 2,10 - 2,20 | 13 | 45,2 | 3 |
| 0,70 - 0,80 | 35 | 137,2 | 1 | 2,20 - 2,30 | 19 | 66,0 | 3 |
| 0,80 - 0,90 | 34 | 125,3 | 2 | 2,30 - 2,40 | 25 | 86,9 | 3 |
| 0,90 - 1,00 | 31 | 114,2 | 2 | 2,40 - 2,50 | 29 | 100,8 | 3 |
| 1,00 - 1,10 | 47 | 173,1 | 2 | 2,50 - 2,60 | 25 | 86,9 | 3 |
| 1,10 - 1,20 | 34 | 125,3 | 2 | 2,60 - 2,70 | 42 | 146,0 | 3 |
| 1,20 - 1,30 | 15 | 55,3 | 2 | 2,70 - 2,80 | 57 | 198,1 | 3 |
| 1,30 - 1,40 | 34 | 125,3 | 2 | 2,80 - 2,90 | 60 | 197,4 | 4 |
| 1,40 - 1,50 | 30 | 110,5 | 2 | 2,90 - 3,00 | 90 | 296,1 | 4 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DL30IT-SA

- 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 1

Scala 1: 50

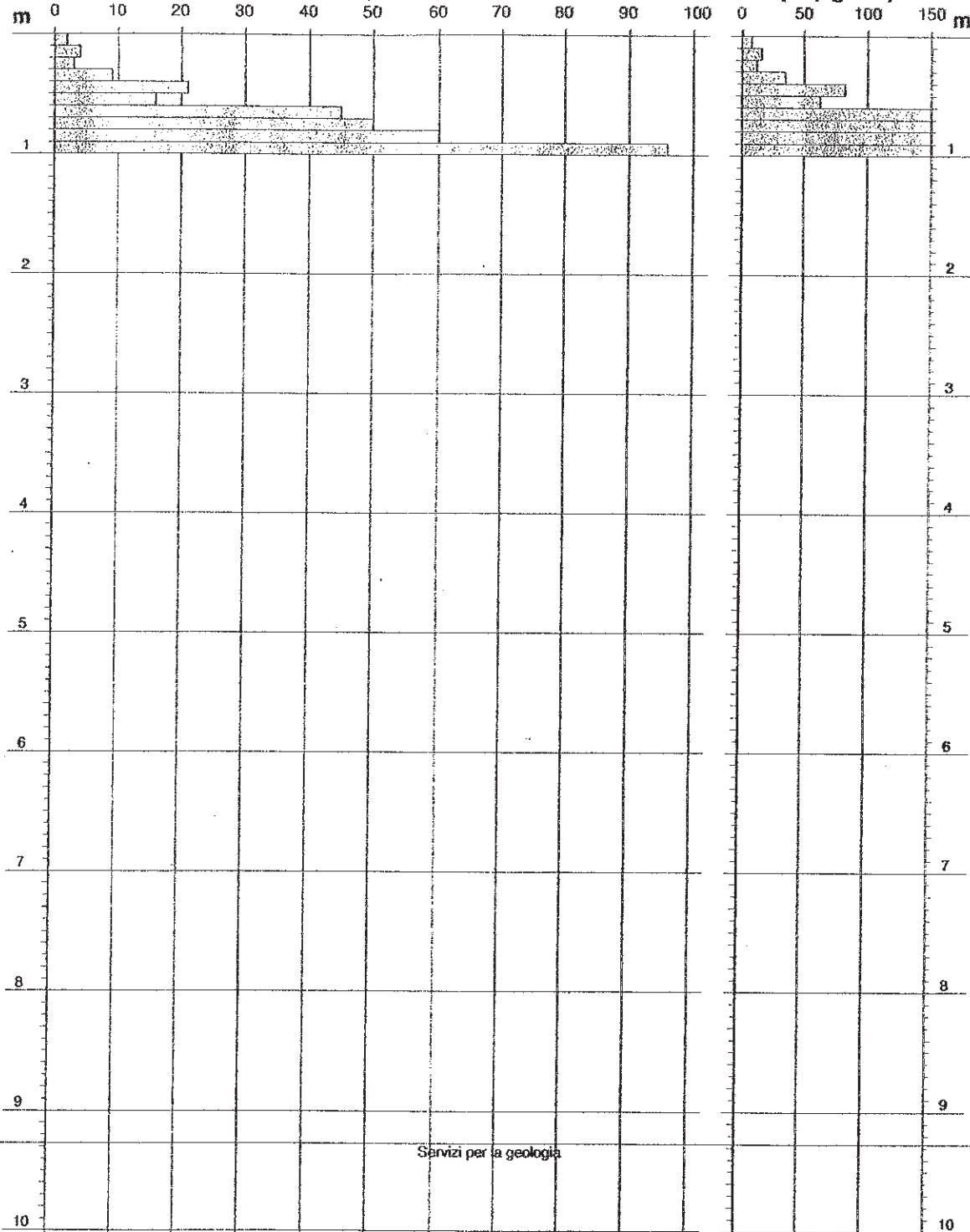
- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte (PI)

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

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

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1: 50

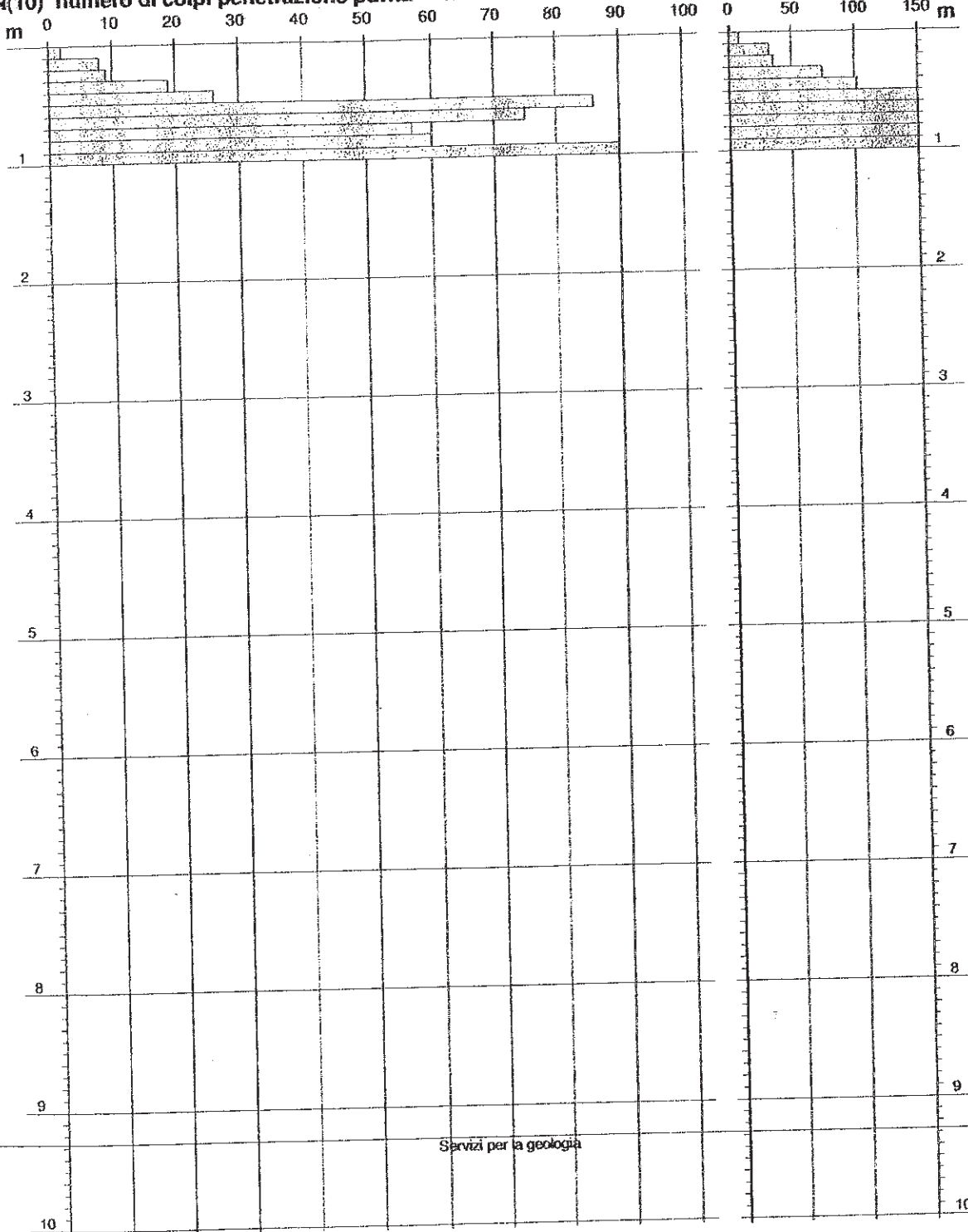
- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro : S.Maria a Monte (PI)
- località :

- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :

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

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

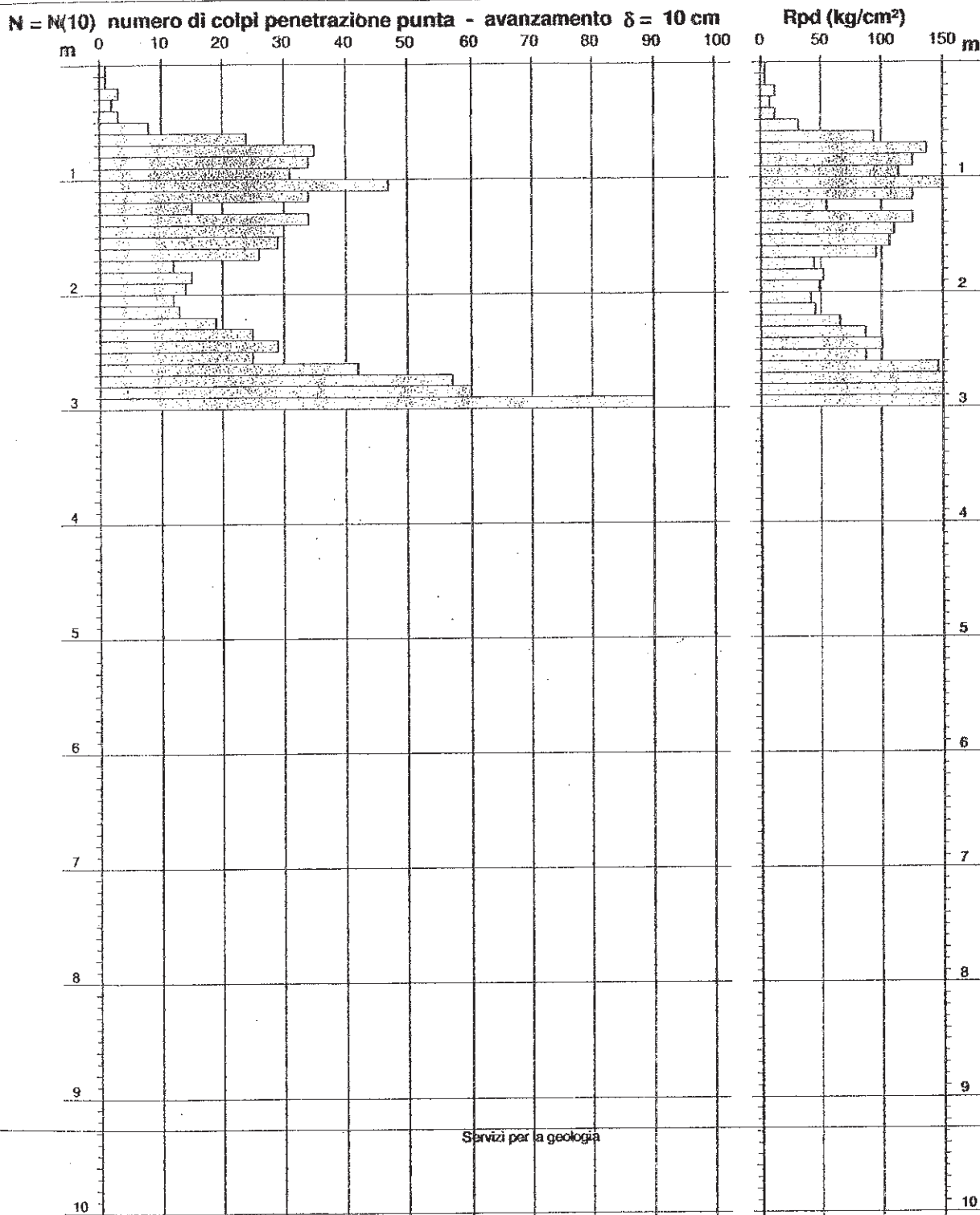
DIN 3

Scala 1: 50

- cantiere : Dr. Geol. Massimiliano Perini
- lavoro :
- località : S.Maria a Monte (PI)

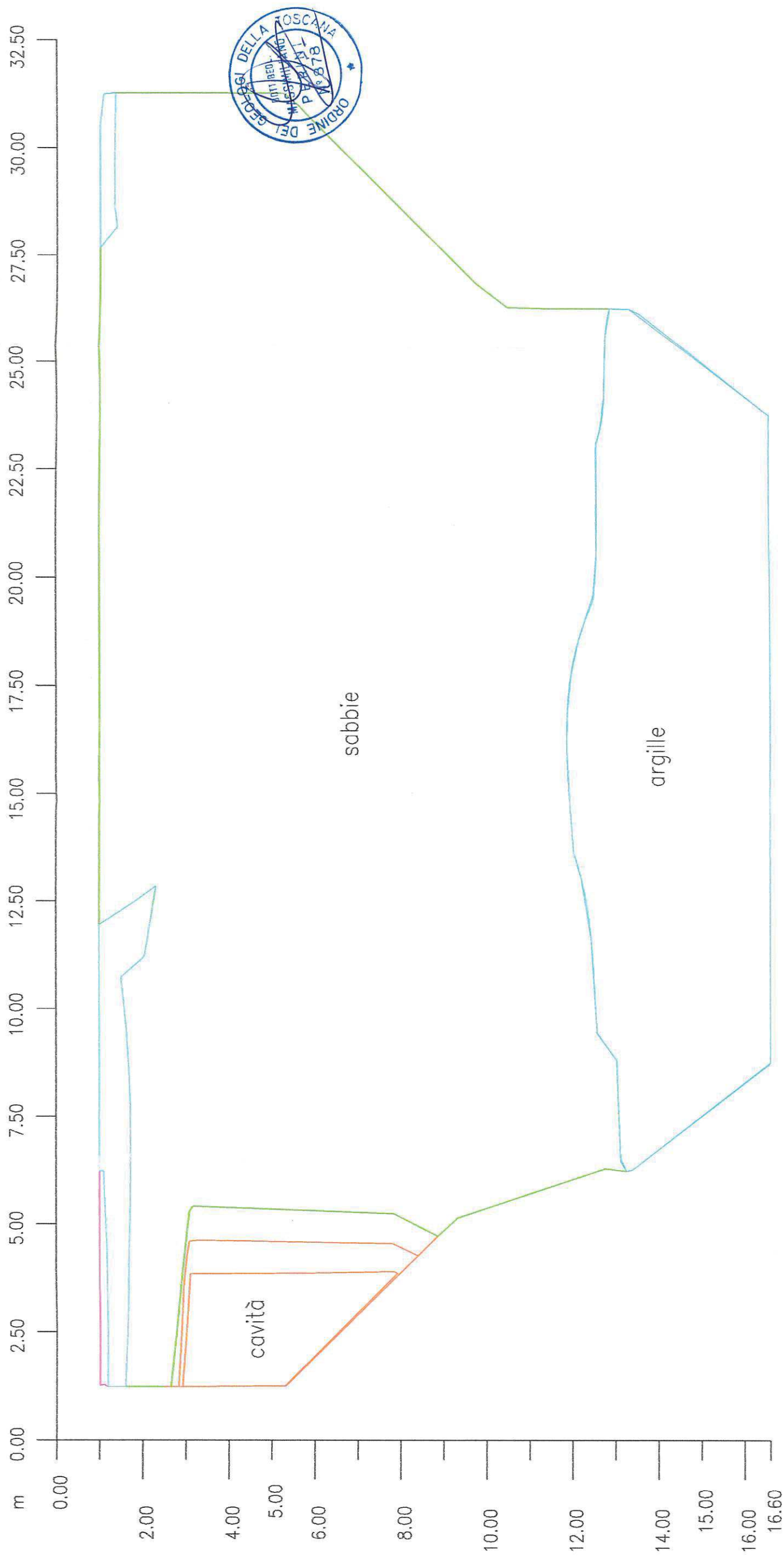
- data prova : 12/09/2005
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/09/2005

- note :



SEZIONE 1

Depth Iteration 4 Abs. error = 2.3 %



15 Ohm/m < R < 30 Ohm

30 Ohm/m < R < 100 Ohm

R > 120 Ohm

argille

sabbie

cavità

struttura

Inverse Model Resistivity Section

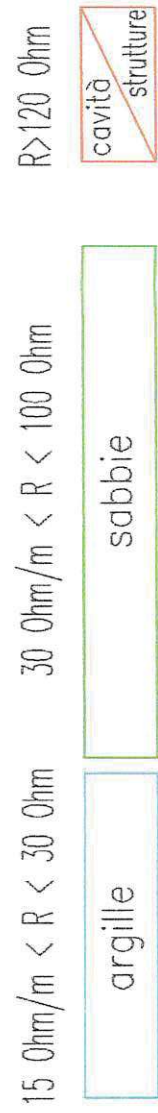
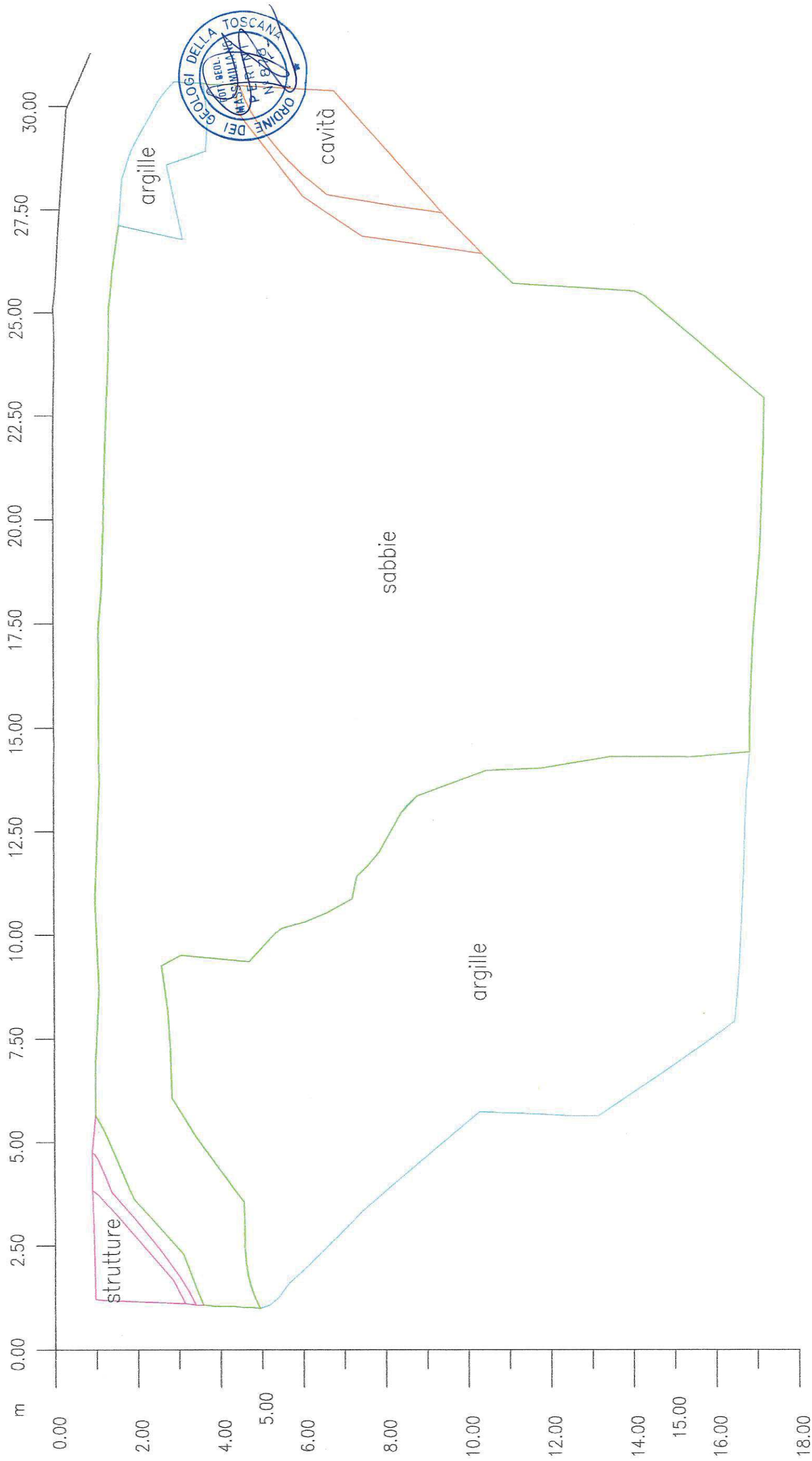
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 16.8 | 22.1 | 29.1 | 38.3 | 50.4 | 66.4 | 87.4 | 115 | | | | | | | | | |

Resistivity in ohm.m

Unit electrode spacing 2.50 m

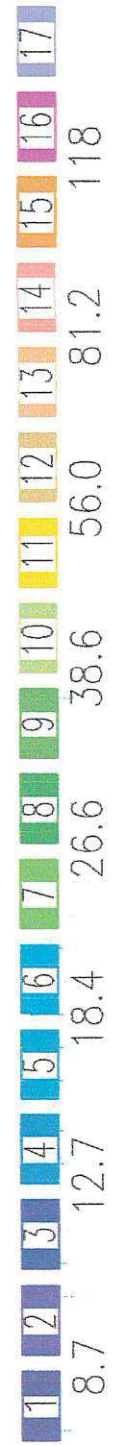
Model resistivity with topography
Iteration 5 Abs. error = 3.8 %

SEZIONE 2



15 Ohm/m < R < 30 Ohm 30 Ohm/m < R < 100 Ohm R > 120 Ohm

Inverse Model Resistivity Section



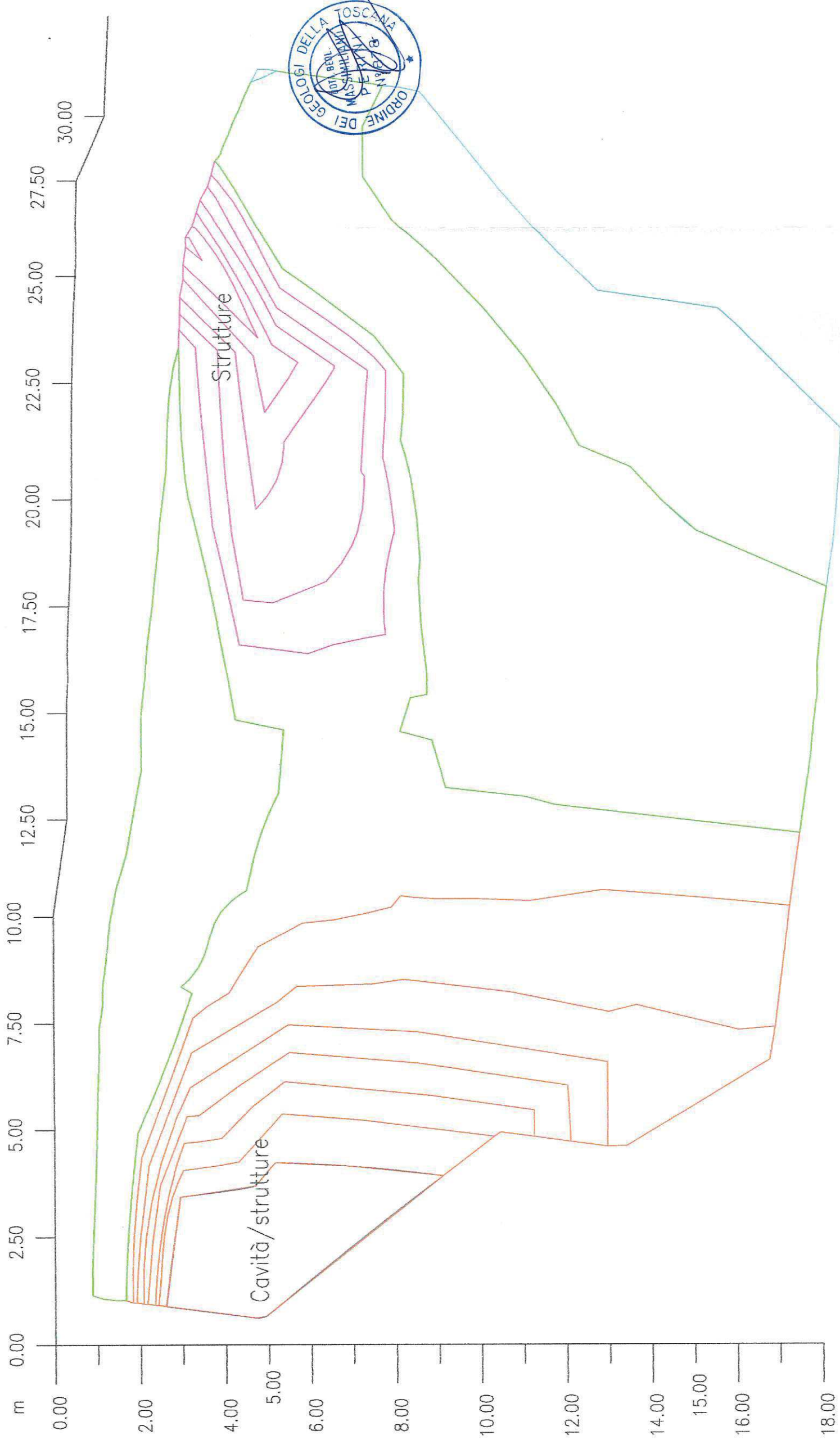
8.7 12.7 18.4 26.6 38.6 56.0 81.2 118 118

Resistivity in ohm.m

Unit electrode spacing 2.50 m
First electrode is located at 0.00 m
Last electrode is located at 32.5 m

Model resistivity with topography
Iteration 5 Abs. error = 3.8 %

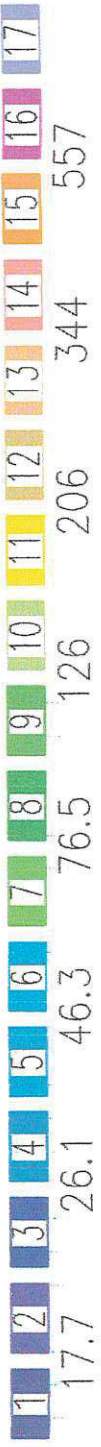
SEZIONE 3



15 Ohm/m < R < 30 Ohm 30 Ohm/m < R < 100 Ohm R > 120 Ohm



Inverse Model Resistivity Section

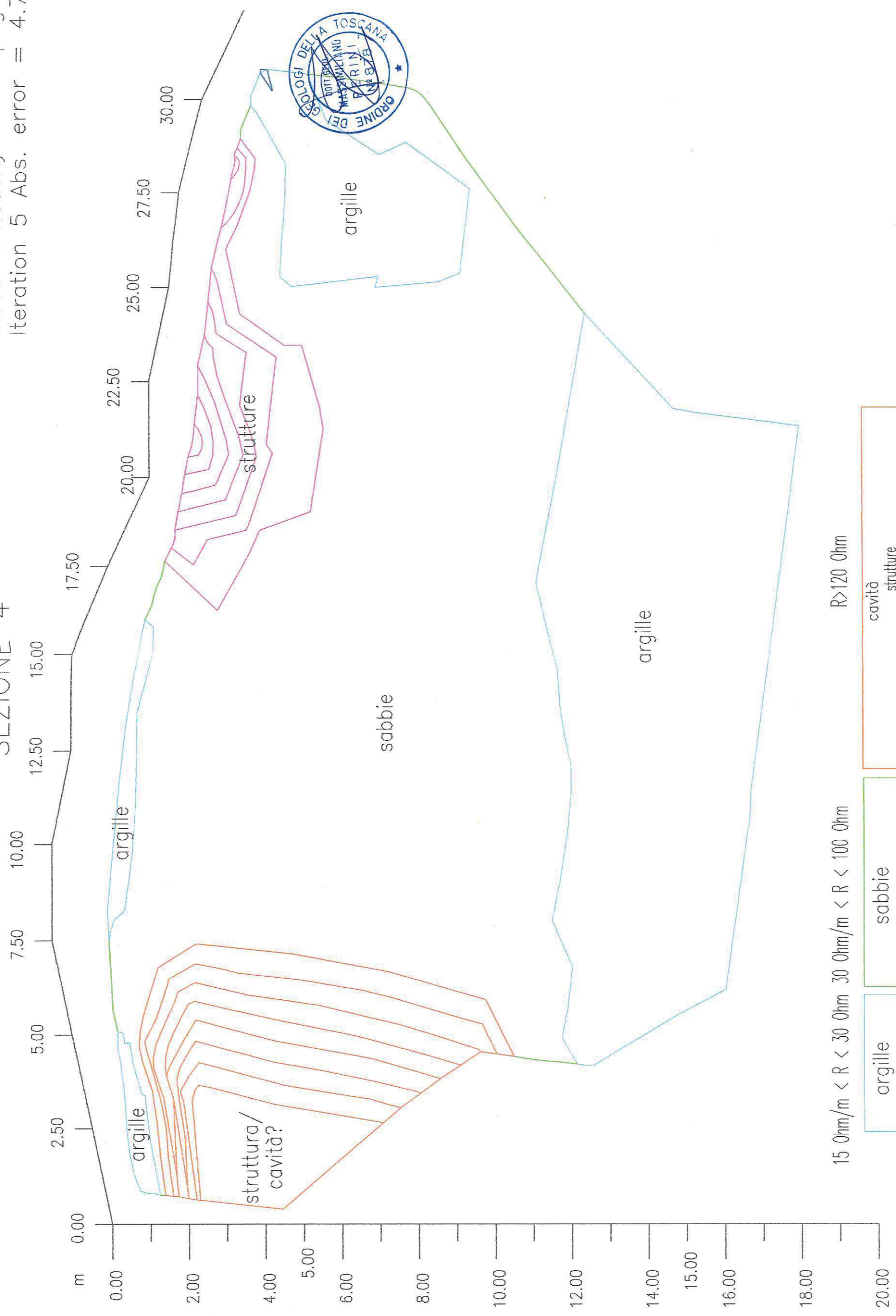


Resistivity in ohm.m

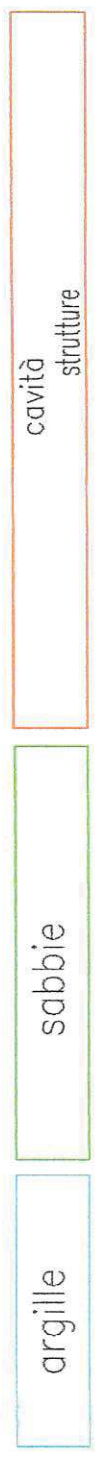
Unit electrode spacing 2.50 m
First electrode is located at 0.00 m
Last electrode is located at 32.5 m

Model resistivity with topography
Iteration 5 Abs. error = 4.7 %

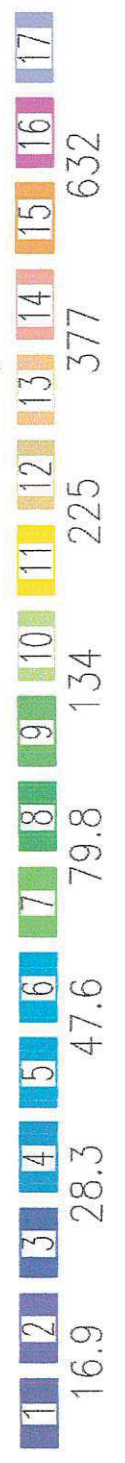
SEZIONE 4



15 Ohm/m < R < 30 Ohm/m < R < 100 Ohm R > 120 Ohm



Inverse Model Resistivity Section



Resistivity in ohm.m

Unit electrode spacing 2.50 m
First electrode is located at 0.00 m
Last electrode is located at 32.5 m

PROGETTO RECUPERO DELLA ROCCA DI SANTA MARIA A MONTE

PERFORAZIONE DI SONDAGGIO N.1

DOTT. Massimiliano Perini GEOLOGO

Via C. Battisti, 38 Cascina PISA tel. 050 700 508
E-mail: mperini@comune.pisa.it

COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE
SEZIONE LAVORI PUBBLICI

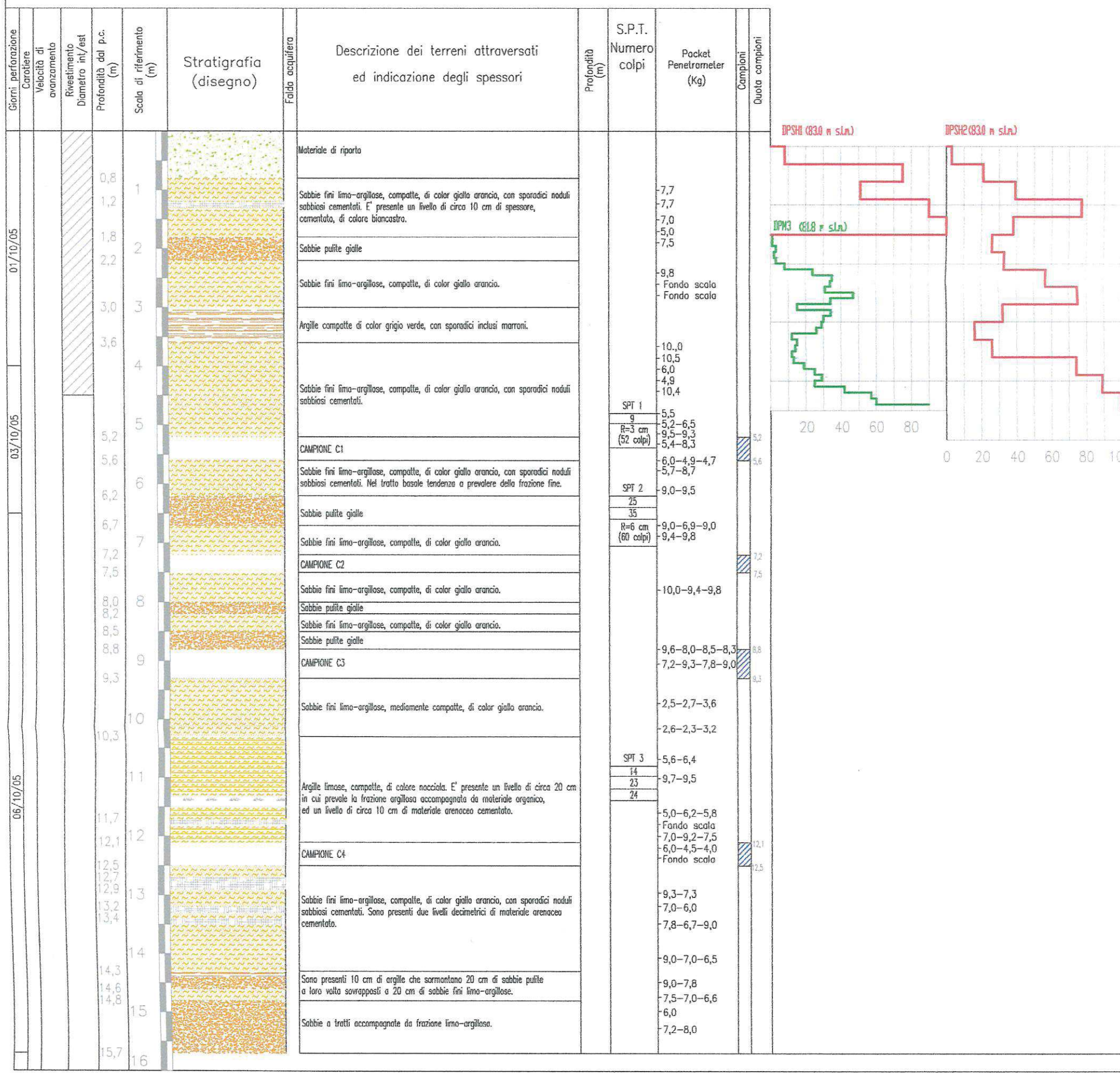


S1

| | | |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Cantiere : S.M. a Monte, P.zza della Vittoria, Rocca. | Tipo di sonda (Marca, Modello, Coppia matrice) : MASSENZA M.I. 4 | Geologo assistenza sondaggio: Dott. Geol. Massimiliano Perini |
| Quota piano campagna s.l.m. (m) : 83.25 | Metodo di perforazione : (Aste o Wire line) : ASTE | N. casse catalogatrici : 3 |
| Data inizio/fine : 01/10/2005-06/10/2005 | Stabilizzazione del foro : tubi di rivestimento | Strumentazione in foro e sua profondità: SPT eseguite a 4,8 - 6,2 - 10,8 m dal p.d.c. |
| Coordinate X-Y : 1636425 E, 4839798 N | Tipo di fluido: Acqua pulita | Profondità raggiunta: 15,70 m |

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH1, DPSH1, DPM3)

| | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Impresa esecutrice : Geotirreno s.r.l. | Peso massa battente : DPM = 30.0 Kg, DPSH = 80,0 Kg | Avanzamento: DPM = 0.10 m, DPSH = 0.30 m |
| Quota piano campagna s.l.m. (m) : DPSH1-DPSH2 = 83.0, DPM3 = 81.8 | Altezza caduta libera: DPM = 0.20 m, DPSH = 0.75 m | |



Allegato 6

**DOCUMENTAZIONE
FOTOGRAFICA**



Data: Novembre 2005

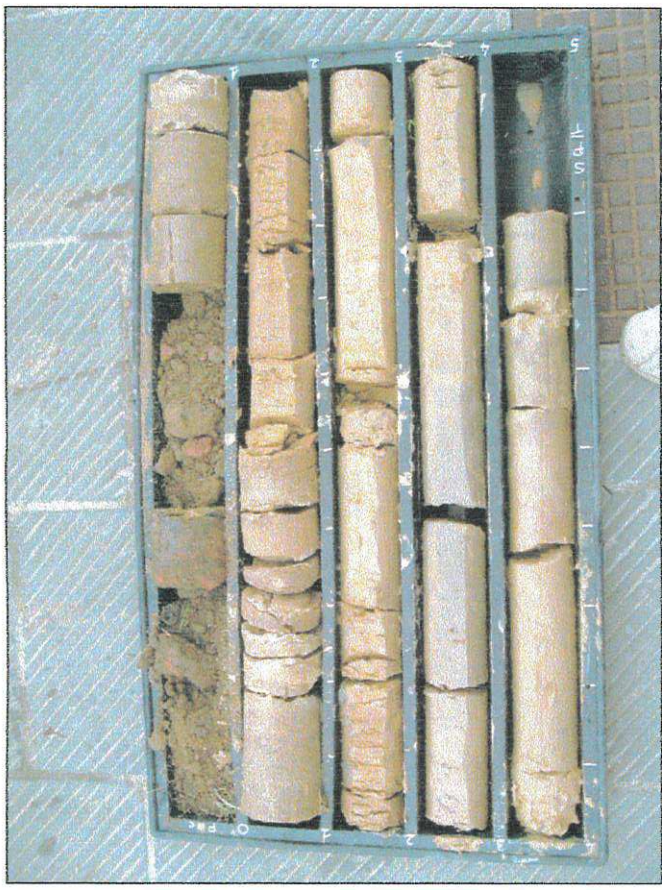
PROGETTO:
Recupero della Rocca di S. Maria a Monte
COMITENTE:
Amm.ne Com.le di S. Maria a Monte



Cassetta Catalogatrice N°2. PROFONDITA' 5 - 10 m



Cassetta Catalogatrice N°2. PROFONDITA' 5 - 10 m



Cassetta Catalogatrice N°1. PROFONDITA' 0 - 5 m



Cassetta Catalogatrice N°1. PROFONDITA' 0 - 5 m

Allegato 6

DOCUMENTAZIONE
FOTOGRAFICA



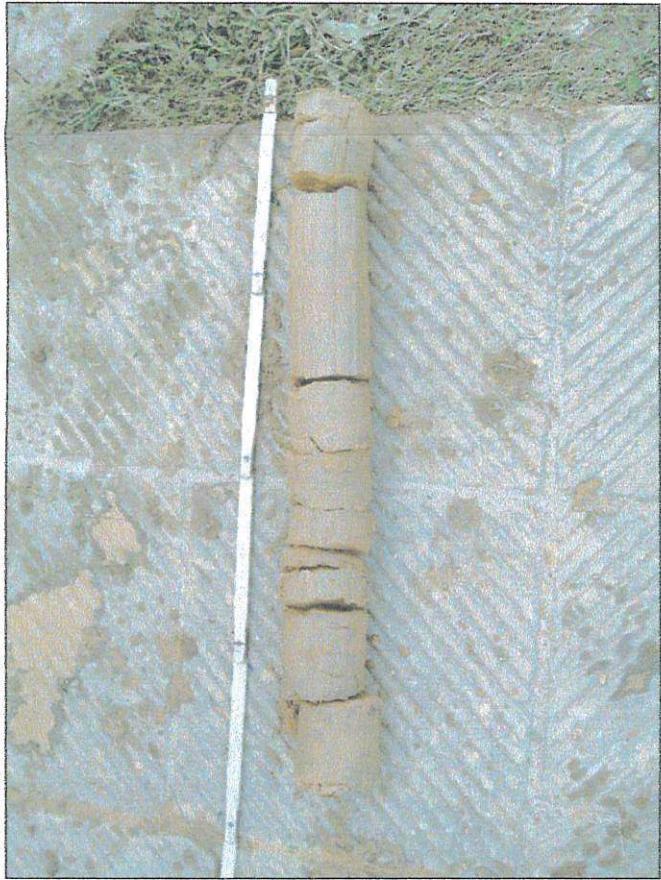
Data: Novembre 2005

PROGETTO:

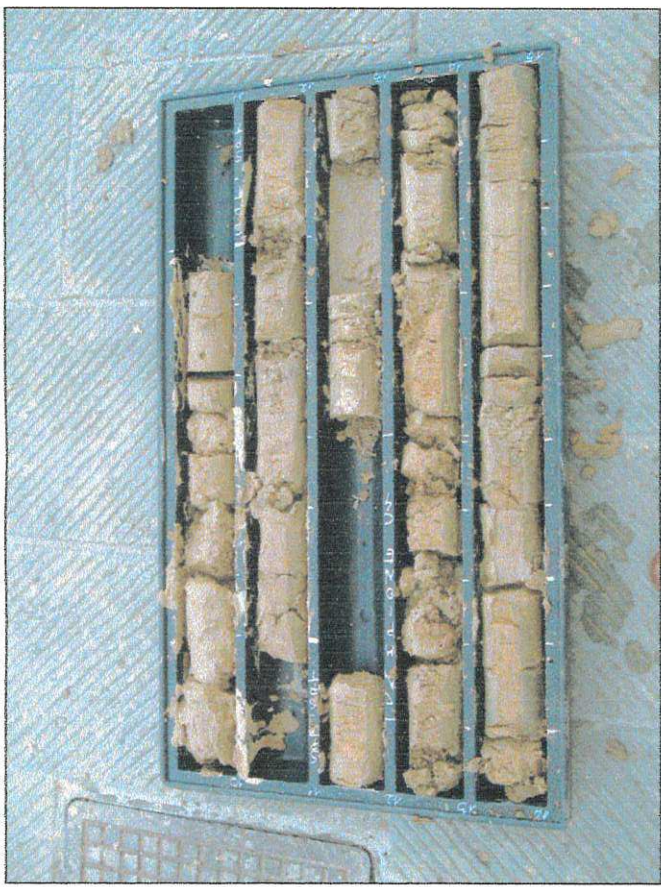
Recupero della Rocca di S. Maria a Monte

COMMITTENTE:

Amme.ne Com.le di S. Maria a Monte



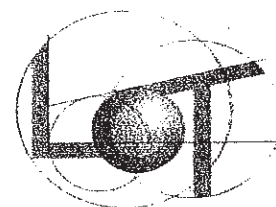
Tratto finale del carotaggio. PROFONDITA' 15 -- 16 m



Cassetta Catalogatrice N°3. PROFONDITA' 10 -- 15 m



Cassetta Catalogatrice N°3. PROFONDITA' 10 -- 15 m



RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 1

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data di esecuzione: 7 novembre '05
Data di emissione: 16 novembre '05
Campione: C1 Prof.: 5,2 - 5,7 m

Presentazione del campione: fustella sigillata
Descrizione del campione:

fimo argilloso sabbioso color ocre

Parametri fisici

| | | | |
|----------------------------------------|----------|-------------------------|-------------|
| Peso di volume | γ | 1,741 g/cm ³ | |
| Contenuto di acqua allo stato naturale | W | 25,6 % | ASTM D 2216 |

Note:



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 39

54100 - Massa (MS)

tel. e fax 0585 42141



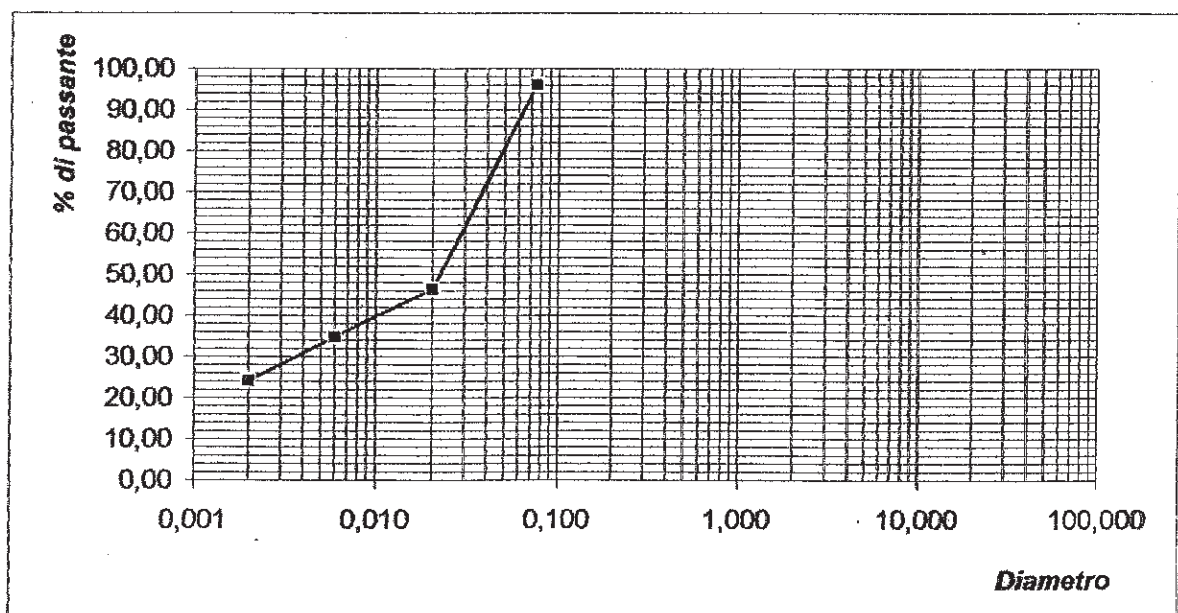
RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 1 / gran

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data esecuzione: 7 novembre '05
Data emissione: 16 novembre '05
Campione: C1 Prof.m. 5,2-5,6

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

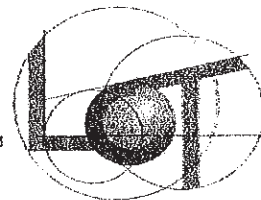
| ϕ (mm) | passante (%) | passante (gr) | trattenuto (gr) |
|----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| 0,075 | 96,14 | 96,14 | 3,86 |
| 0,020 | 46,34 | | |
| 0,006 | 34,76 | | |
| 0,002 | 24,11 | | |

| | |
|------------|-------|
| % ghiaia + | |
| % sabbia | 13,00 |
| % limo | 62,89 |
| % argilla | 24,11 |
| Totale | 100 |



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio
Dott. M. Salvadori

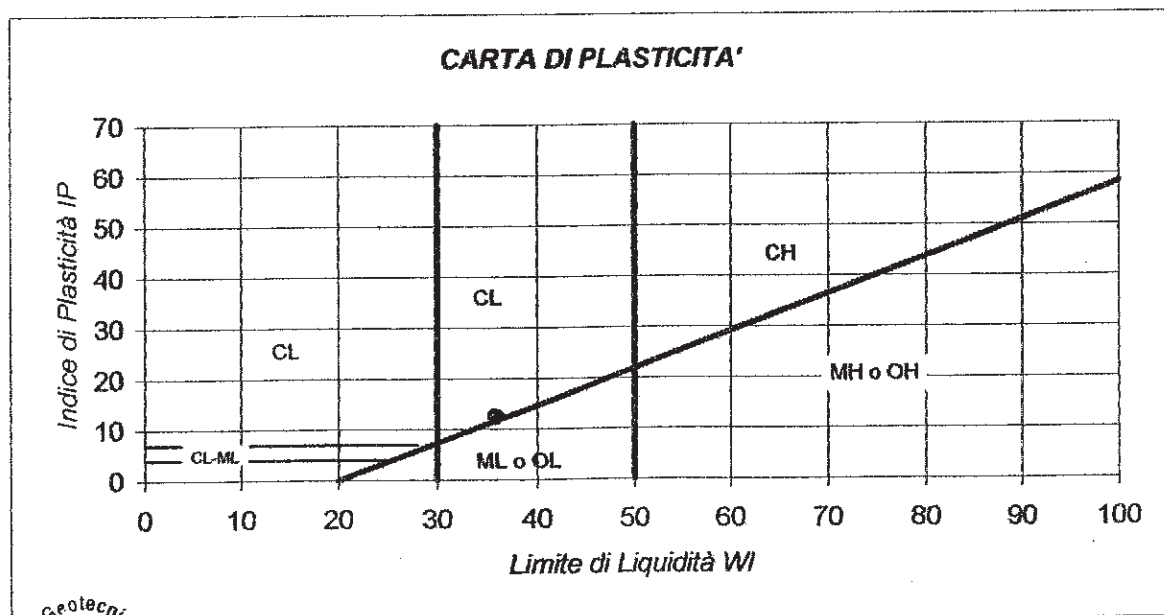
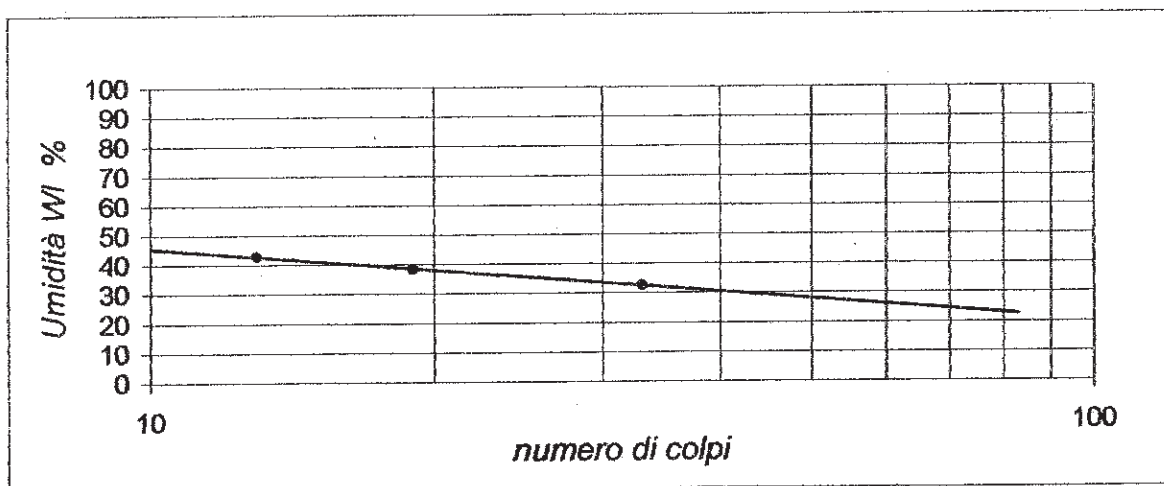


LIMITI DI ATTERBERG ASTM D2487

RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 1 / lim

Committente: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data di esecuzione: 9 novembre '05
Data di emissione: 16 novembre '05
Campione: C1 Prof.: 5,2-5,6 m

| | | |
|-----------------------|----|-----|
| LIMITE DI LIQUIDITA' | Wl | 36% |
| LIMITE DI PLASTICITA' | Wp | 24% |
| LIMITE DI RITIRO | Wr | % |
| INDICE DI PLASTICITA' | IP | 12 |



Laboratorio Geotecnico Toscano



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio
Dott. M. Salvadori



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO CD

ASTM 3080

velocità di prova

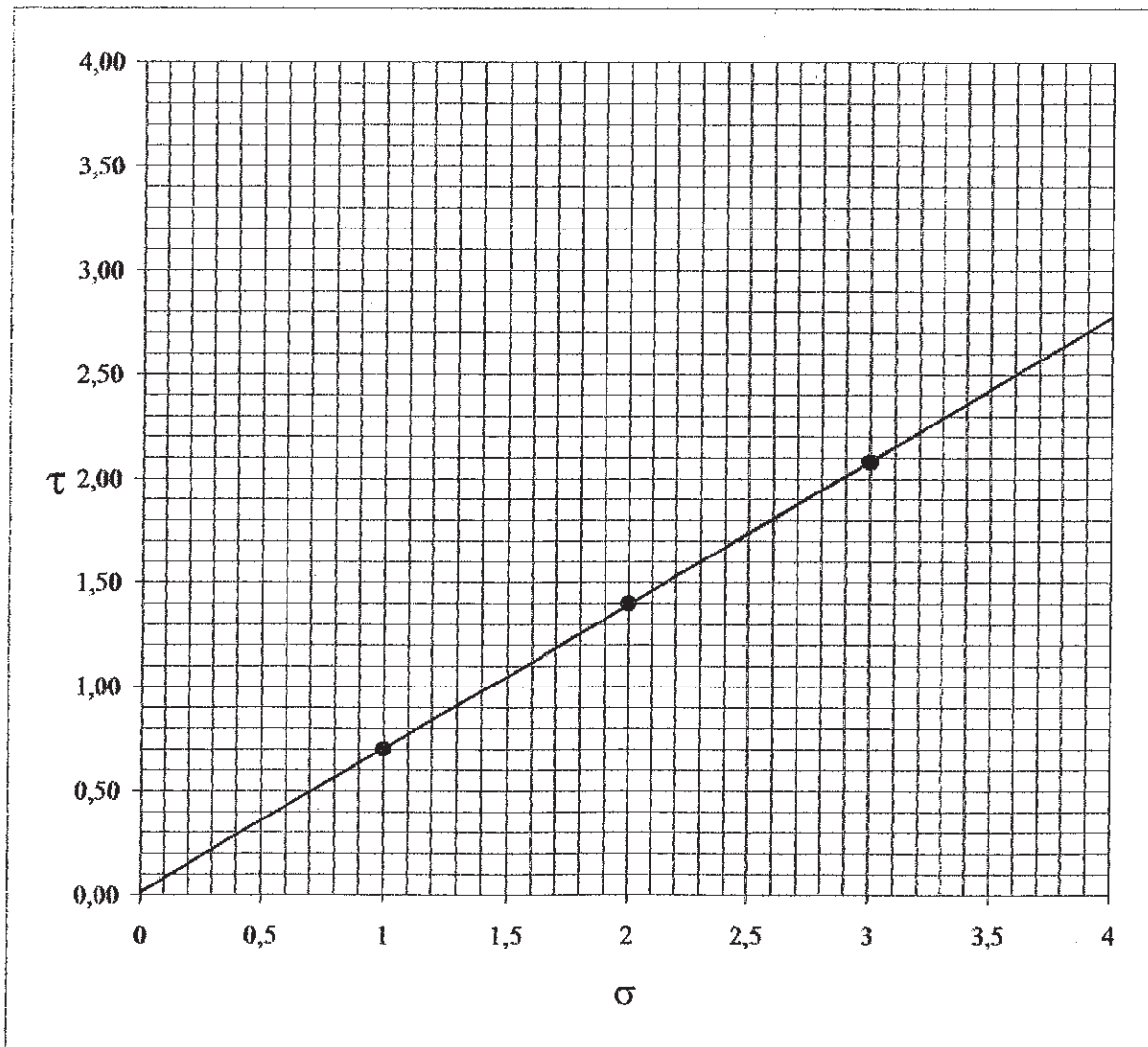
0,1 mm/min

RAPPORTO DI PROVA N° C/ 80 / 1 / taglio

Committente: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data di esecuzione: 15 novembre '05
Data di emissione: 16 novembre '05
Campione: CI Prof.: 5,2-5,6 m

| | | | | |
|------------------|-----------------------|------|------|------|
| carico assiale | (Kg/cm ²) | 1 | 2 | 3 |
| sforzo a rottura | (Kg/cm ²) | 0,70 | 1,40 | 2,08 |

| | | |
|--------|------|--------------------|
| C | 0,00 | kg/cm ² |
| ϕ | 35 | ° |



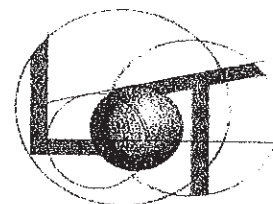
Laboratorio Geotecnico Toscano

Laboratorio Geotecnico Toscano
L.G.T.
s.r.l.

Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel e fax: 0585 021136



RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 2

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data di esecuzione: 7 novembre '05
Data di emissione: 16 novembre '05
Campione: C2 Prof.: 7,2-7,5 m

Presentazione del campione: fustella sigillata
Descrizione del campione:

limo argilloso e sabbioso color ocra

Parametri fisici

| | | | |
|----------------------------------------|----------|-------------------------|-------------|
| Peso di volume | γ | 1,848 g/cm ³ | |
| Contenuto di acqua allo stato naturale | W | 24,4 % | ASTM D 2216 |

Note:



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Laboratorio Geotecnico Toscano

Viale Stazione, 39

54100 - Massa (MS)

tel. e fax 0585 42141



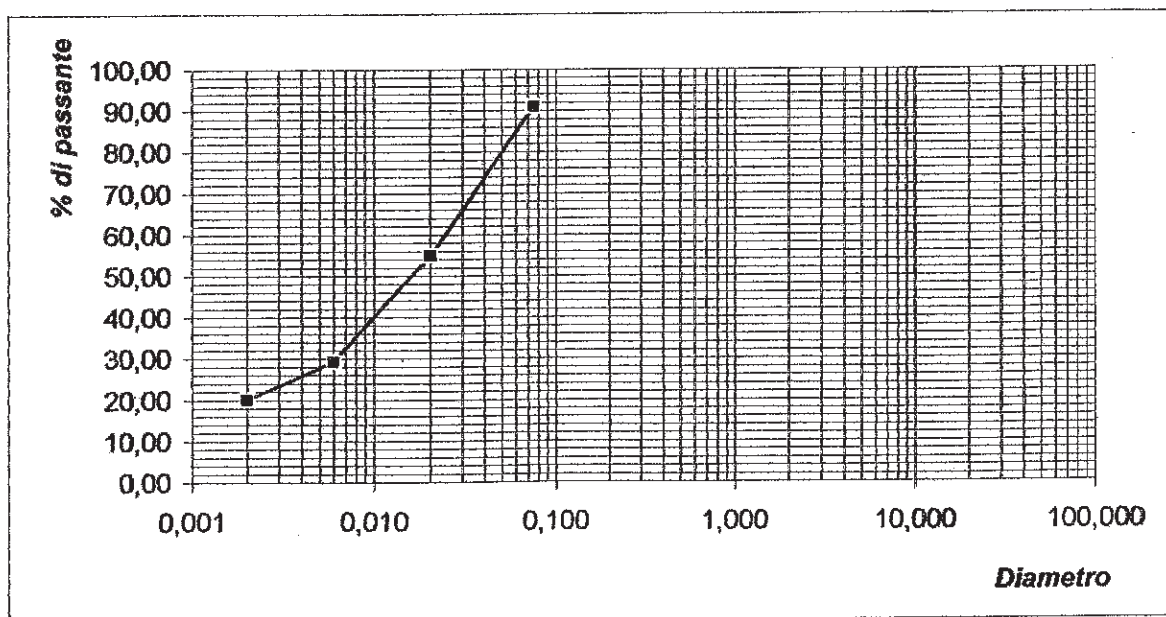
RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 2 / gran

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data esecuzione: 10 novembre '05
Data emissione: 16 novembre '05
Campione: C2 Prof.m. 7,2-7,5

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

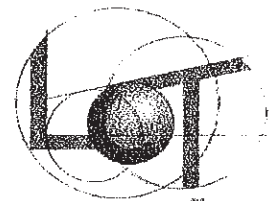
| ϕ (mm) | passante (%) | passante (gr) | trattenuto (gr) |
|----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| 0,075 | 91,09 | 91,09 | 8,91 |
| 0,020 | 54,87 | | |
| 0,006 | 29,27 | | |
| 0,002 | 20,09 | | |

| | |
|------------|-------|
| % ghiaia + | |
| % sabbia | 15,00 |
| % limo | 64,91 |
| % argilla | 20,09 |
| Totale | 100 |



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio
Dott. M. Salvadori



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO CD

ASTM 3080

velocità di prova

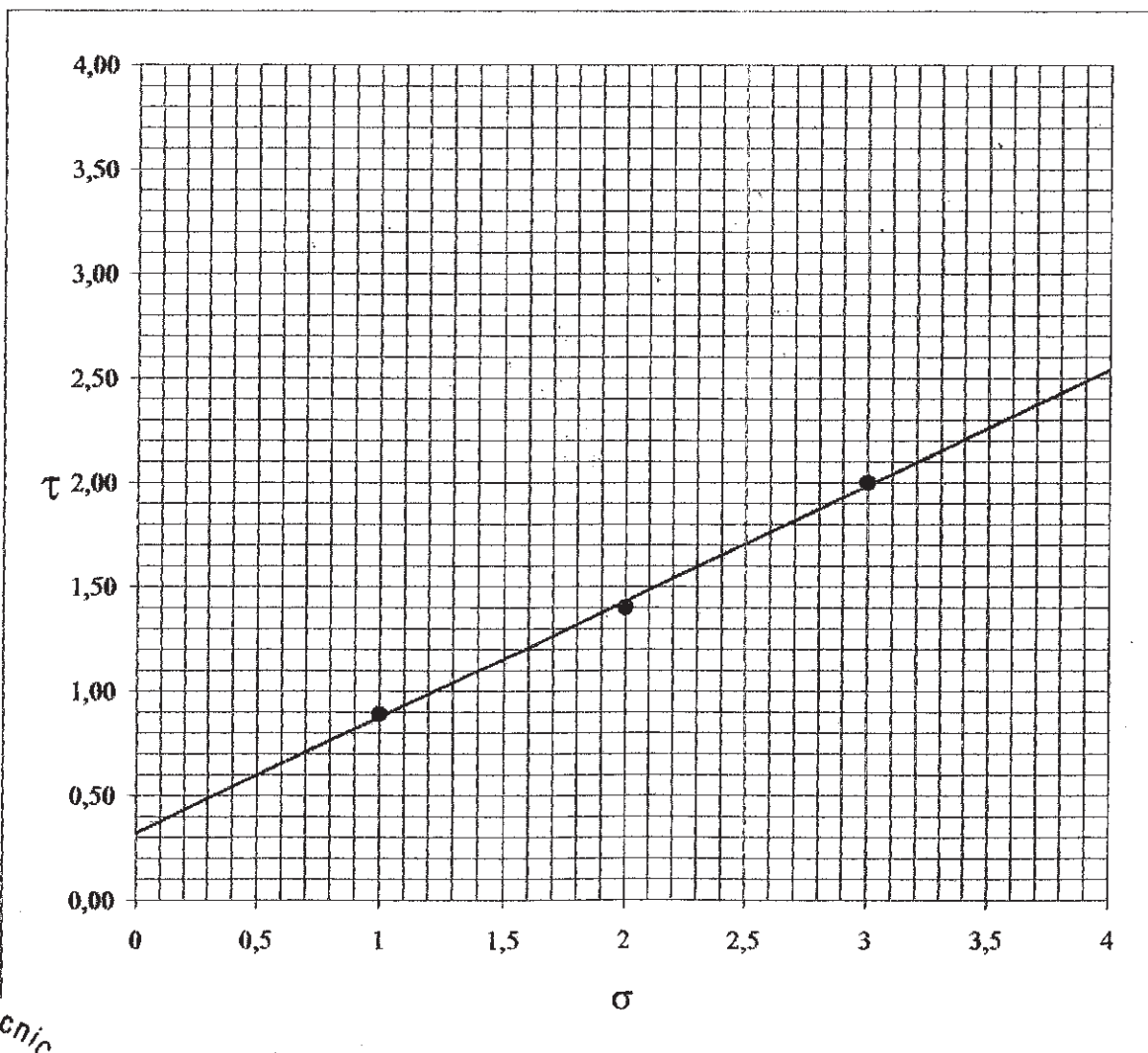
0,1 mm/min

RAPPORTO DI PROVA N° C/ 80 / 2 / taglio

Committente: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data di esecuzione: 9 novembre '05
Data di emissione: 16 novembre '05
Campione: C2 Prof.: 7,2-7,5 m

| | | | |
|---------------------------|------|------|------|
| carico assiale (Kg/cmq) | 1 | 2 | 3 |
| sforzo a rottura (Kg/cmq) | 0,89 | 1,40 | 2,00 |

| | | |
|--------|------|--------|
| C | 0,31 | kg/cmq |
| ϕ | 29 | ° |



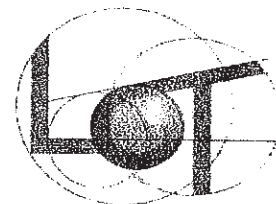
Laboratorio Geotecnico Toscano



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel e fax: 0585 021136



RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 3

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data di esecuzione: 7 novembre '05
Data di emissione: 16 novembre '05
Campione: C3 Prof.: 8,8 - 9,3 m

Presentazione del campione: fustella sigillata
Descrizione del campione:

limo argilloso di color ocra

Parametri fisici

| | | | |
|----------------------------------------|----------|-------------------------|-------------|
| Peso di volume | γ | 1,767 g/cm ³ | |
| Contenuto di acqua allo stato naturale | W | 29,6 % | ASTM D 2216 |

Note:



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 39

54100 - Massa (MS)

tel. e fax 0585 42141



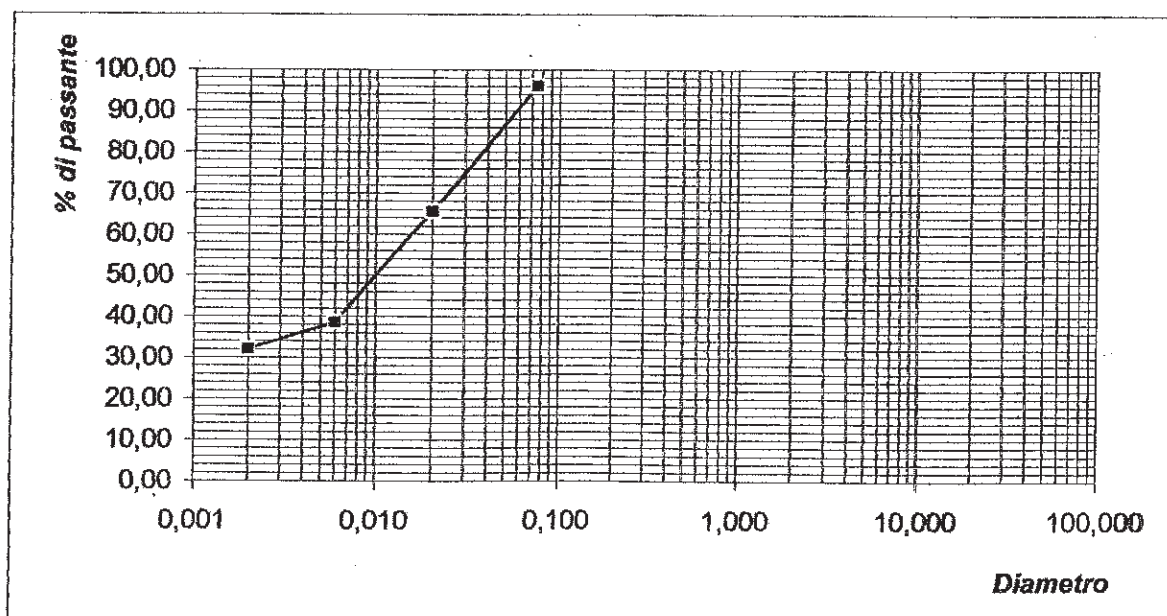
RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 3 / gran

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data esecuzione: 10 novembre '05
Data emissione: 16 novembre '05
Campione: C3 Prof.m. 8,8-9,3

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

| ϕ (mm) | passante (%) | passante (gr) | trattenuto (gr) |
|----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| 0,075 | 96,14 | 96,14 | 3,86 |
| 0,020 | 65,64 | | |
| 0,006 | 38,62 | | |
| 0,002 | 32,14 | | |

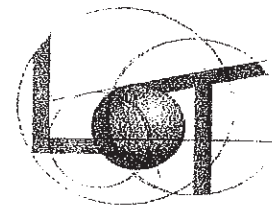
| | |
|------------|-------|
| % ghiaia + | |
| % sabbia | 9,00 |
| % limo | 58,86 |
| % argilla | 32,14 |
| Totale | 100 |



Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel e fax: 0585 021136



RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 4

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data di esecuzione: 7 novembre '05
Data di emissione: 16 novembre '05
Campione: C4 Prof.: 12,1-12,5 m

Presentazione del campione: fustella sigillata
Descrizione del campione:

limo argilloso

Parametri fisici

| | | | |
|----------------------------------------|----------|-------------------------|-------------|
| Peso di volume | γ | 1,807 g/cm ³ | |
| Contenuto di acqua allo stato naturale | W | 16,7 % | ASTM D 2216 |

Note:



Tecnico analista:
A. Aliboni

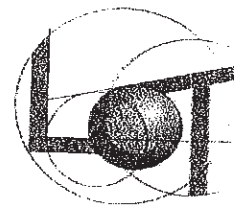
Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Laboratorio Geotecnico Toscano

Viale Stazione, 39

54100 - Massa (MS)

tel. e fax 0585 42141



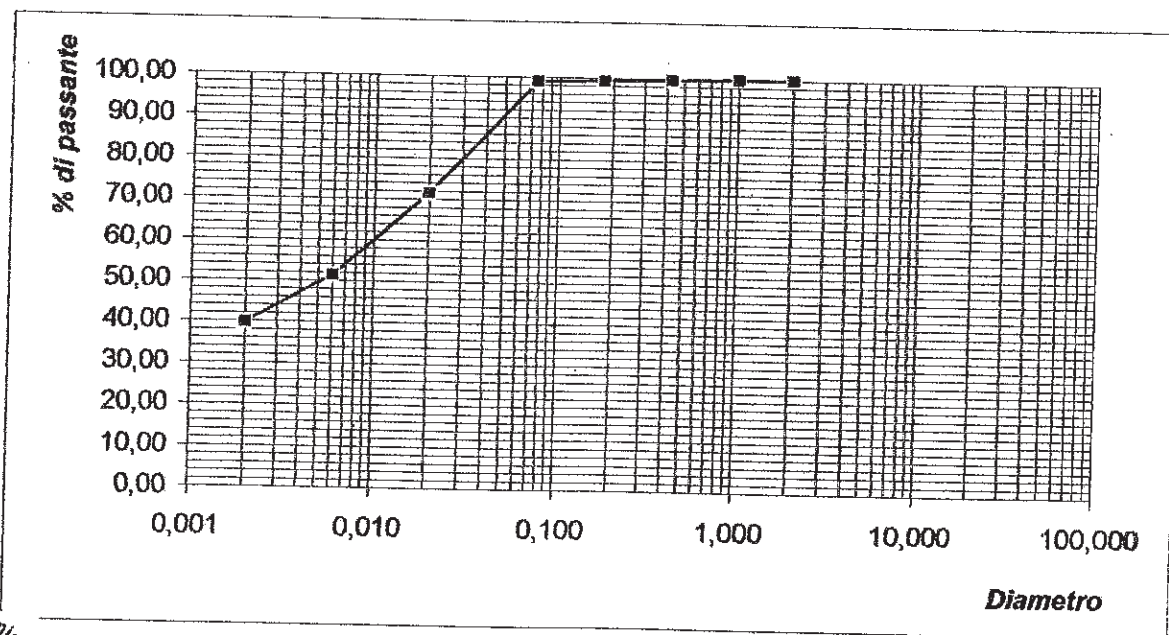
RAPPORTO DI PROVA N° C / 80 / 4 / gran

Comm.te: Dott. PERINI
Località: Santa Maria a Monte
Data di arrivo: 14 ottobre '05
Data esecuzione: 10 novembre '05
Data emissione: 16 novembre '05
Campione: C4 Prof.m. 12,1-12,5

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

| ϕ (mm) | passante (%) | passante (gr) | trattenuto (gr) |
|----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| 2,000 | 100,00 | 100,00 | 0,00 |
| 1,000 | 99,95 | 99,95 | 0,05 |
| 0,425 | 99,79 | 99,79 | 0,16 |
| 0,177 | 99,33 | 99,33 | 0,46 |
| 0,075 | 99,05 | 99,05 | 0,28 |
| 0,020 | 71,60 | | |
| 0,006 | 51,40 | | |
| 0,002 | 39,79 | | |

| | |
|-----------|-------|
| % ghiaia | 0,00 |
| % sabbia | 8,00 |
| % limo | 52,21 |
| % argilla | 39,79 |
| Totale | 100 |



Laboratorio Geotecnico Toscano
L.G.T.
s.r.l.

Tecnico analista:
A. Aliboni

Direttore di Laboratorio
Dott. M. Salvadori

INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA

Relazione Tecnica

COMMITTENTE: Comune di Santa Maria a Monte (Settore 6 – Lavori Pubblici –
Manutenzione – Protezione Civile)

OGGETTO: Esecuzione di prova penetrometrica e stesa sismica MASW
propedeutiche alla relazione geologica/progettazione.

CANTIERE: Via Rocca – Santa Maria a Monte (PI)



RAPPORTO RELATIVO ALLA CAMPAGNA D'INDAGINE ESEGUITA VENERDI' 21 GENNAIO 2022

BIERREGI s.r.l.
IL RESPONSABILE TECNICO
Dott. Geol. *Francesco Rossi*

INDICE

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|---|
| 1. - Premessa..... | 2 |
| 2. - Prova penetrometrica..... | 2 |
| 3. - Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)..... | 4 |
| 3.1 - Sistema d’acquisizione..... | 4 |
| 3.2 - Elaborazione | 5 |
| 3.3 - Configurazione e risultati della prospezione sismica MASW | 6 |
| 4. - Conclusioni..... | 7 |

FIGURE

Fig. 1 : COROGRAFIA (CTR Regione Toscana Foglio 274090)

Fig. 2 : UBICAZIONE INDAGINI (CTR Regione Toscana Foglio 18H49)

ALLEGATI

All. A : ELABORAZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA (CPT_m/DPSH)

All. B : ELABORATI GRAFICI MASW (Onde di Rayleigh - STR210122A)

1. - Premessa

Per incarico ricevuto dal **Comune di Santa Maria a Monte (Settore 6 – Lavori Pubblici – Manutenzione – Protezione Civile)**, e su richiesta del Geol. Alessandra Giannetti, sono state eseguite indagini geognostiche e geofisiche in situ propedeutiche alla relazione geologica/progettazione. Nell'area oggetto di studio sita in Via Rocca presso il centro abitato di Santa Maria a Monte (PI), sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 1 Prova penetrometrica statica (CPTm)/dinamica super-pesante (DPSH)
- n° 1 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW - Onde di Rayleigh)

L'area e la relativa ubicazione delle indagini sono riportate rispettivamente in figura 1 (*Corografia*) e in figura 2 (*Ubicazione indagini*).

2. - Prova penetrometrica

La prova penetrometrica è stata effettuata mediante un Penetrometro statico/dinamico modello Pagani TG-63/200 da 20 tonni di spinta, con maglio di 63,5 Kg, avente le seguenti caratteristiche:

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Tipo | STATICO/DINAMICO |
| Costruttore | PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT |
| Tipo | TG63-200 |
| Anno di costruzione | DICEMBRE 2015 |
| Matricola (n. di serie) | P 001541 |
| Spinta | 200 kN |
| Estrazione | 205 kN |

La prova di tipo statico con punta meccanica di tipo Begemann (CPTM), consente di rilevare, mediante una centralina elettronica, i valori della Resistenza di punta (q_c) e della Resistenza laterale locale (f_s). Dal valore dei parametri q_c e f_s è possibile ricavare il "Rapporto Begemann" (q_c/f_s), con il quale è possibile risalire alla granulometria dei terreni attraversati e ai principali parametri geomeccanici del terreno; in particolare il valore dell'angolo di attrito (ϕ), per gli orizzonti prevalentemente incoerenti (limi, sabbie e ghiaie), quello della coesione non drenata (C_u), per gli orizzonti prevalentemente coerenti (torbe, argille) e il coefficiente di compressibilità volumetrica (m_v), inverso del modulo edometrico (M_o), che consente la valutazione dei cedimenti indotti dalla presenza di sovraccarichi.

La prova penetrometrica di tipo dinamico super pesante (DPSH) consiste nell'infiggere a percussione una punta troncoconica standardizzata nel terreno, valutando ogni 20 cm il numero dei colpi (N_{20}) necessari all'avanzamento; successivamente, in base al numero di colpi N_{20} equiparati al valore standardizzato N_{SPT} (mediante un coefficiente correttivo che nel caso specifico risulta pari a $\beta_t=1.521$), viene calcolato il valore dei principali parametri geomeccanici (ϕ =angolo di attrito; E =modulo edometrico; γ =peso in volume del terreno). Con questa tipologia di prova penetrometrica non è possibile tuttavia ricavare informazioni dettagliate sulle caratteristiche granulometriche (ghiaie, sabbie, limi, argille).

A seguire si riporta una tabella di sintesi delle specifiche tecniche della prova eseguita:

| Prova n° | Data di esecuzione | Modalità di esecuzione | Profondità (m) | Falda (m) | Quota assoluta (m.s.l.m.) | Coordinate Gauss-Boaga | |
|----------|--------------------|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|------------------------|--------------|
| | | | | | | X | Y |
| PSD.1 | 21/01/2022 | Statica | 0,80 | - | 84,50 | 1636430,6677 | 4839789,3672 |
| | | Dinamica | 7,00 | | | | |

I dati rilevati in campagna sono stati elaborati con l'ausilio del programma "Fondazio" versione 6.3.4 della OCX del Dr. Geol. Diego Merlin.

Non è stato possibile effettuare misure di falda all'interno del perforo a causa della chiusura di quest'ultimo a -1,92 metri dal piano campagna.



Postazione della Prova PSD.1



Per le caratteristiche tecniche del penetrometro utilizzato e la visione dei relativi tabulati e diagrammi della prova si rimanda al relativo allegato (All.A).

3. - Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde di volume o di corpo (onde P e S - “*Body Waves*”), più di due terzi dell’energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di ONDE SUPERFICIALI (“*Surface Waves*”), la cui componente principale è rappresentata dalle onde di Rayleigh e Love (“*Ground Roll*”). Il metodo MASW (Multichannel Analisis of Surface Waves) è una tecnica geofisica limitatamente invasiva di recente applicazione che, attraverso l’analisi delle onde di superficie (dispersione), ha lo scopo di ottenere profili V_S -Z (velocità delle onde di taglio - profondità).

Il fenomeno dispersivo delle onde superficiali si manifesta in un mezzo stratificato, in quanto diverse lunghezze d’onda si propagano con velocità di fase differente. A sua volta la velocità di fase dipende dalla frequenza e tale dipendenza viene espressa attraverso la curva di dispersione. Esiste una relazione fondamentale che lega i tre parametri fondamentali che descrivono la propagazione nello spazio di un’oscillazione:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

dove:

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| λ | lunghezza d’onda (misurata in metri); |
| f | frequenza (in Hz); |
| v | velocità di propagazione (in m/s). |

A tal proposito, la profondità di esplorazione massima raggiungibile dipende dalle caratteristiche del mezzo dalla superficie fino ad una profondità indicativamente pari al valore di $\lambda/2$ o $\lambda/3$. In riferimento a quest’ultimo aspetto, è buona regola operare con geometrie di acquisizione di lunghezza D prossima al doppio della profondità che si vuole indagare.

3.1 - Sistema d’acquisizione

Per l’acquisizione è stato utilizzato un sismografo a 48 canali ECHO 24-48/2012 dell’AMBROGEO di Piacenza, collegato ad un pc portatile su cui è installato programma di acquisizione Echo2012, aventi le seguenti caratteristiche principali:

- Numero di canali: 48+1
- Gain: 0 dB/72 dB (step 6 dB);
- Distorsion: 0,0004%;
- A/D conversion: 24 bit;
- Sampling interval: 32,64,128,256,480,960 μ s;
- Noise: 0,25 μ s, 2ms 36dB;

Inoltre, l'attrezzatura è completata da un cavo sismico a 24 takes out spazati a 2,0 m, con connettori cannon a cui sono stati attaccati 20 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5Hz per la ricezione delle onde R (Rayleigh). Come sorgente energizzante è stata utilizzata una mazza da 8 kg battente su piastra in duralluminio.

3.2 - Elaborazione

Il software qui utilizzato per il processing dei dati sismici acquisiti in campagna è WinMASW 7.0 ver. Academy, che consente di ricavare il profilo verticale delle Vs. Tale risultato viene ottenuto tramite l'inversione delle curve di dispersione delle Onde di Rayleigh. Il metodo MASW si articola in tre passaggi successivi:

- Acquisizione delle onde superficiali di Rayleigh ("Ground Roll") da effettuarsi in campagna con apposita strumentazione;
- Costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- Inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Il primo punto riguarda la prova MASW eseguita "in situ" per ottenere il sismogramma relativo alle onde di Rayleigh. I passaggi successivi fanno riferimento all'elaborazione dei dati acquisiti in campagna mediante pc, utilizzando il software WinMASW 7.0 ver. Academy. Il primo passo, una volta caricati i dati di campagna (sismogramma delle onde di Rayleigh) è quello di calcolare lo spettro di velocità e successivamente procedere con il picking della curva di dispersione.

Infine l'ultimo passaggio riguarda l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata". Questa viene effettuata grazie all'utilizzo di una potente tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) da parte del software utilizzato. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione.

I risultati delle prospezioni vengono restituiti in allegato che include i grafici dei vari passaggi necessari per ottenere il grafico del profilo verticale delle Vs. In particolare come allegati vengono forniti:

- Traccia sismica registrata ad ogni geofono per lo sparo effettuato (input file);
- Spettro di velocità e Curva di Dispersione (picking);
- Grafico Misfit - Generazione e Profilo verticale Onde S.

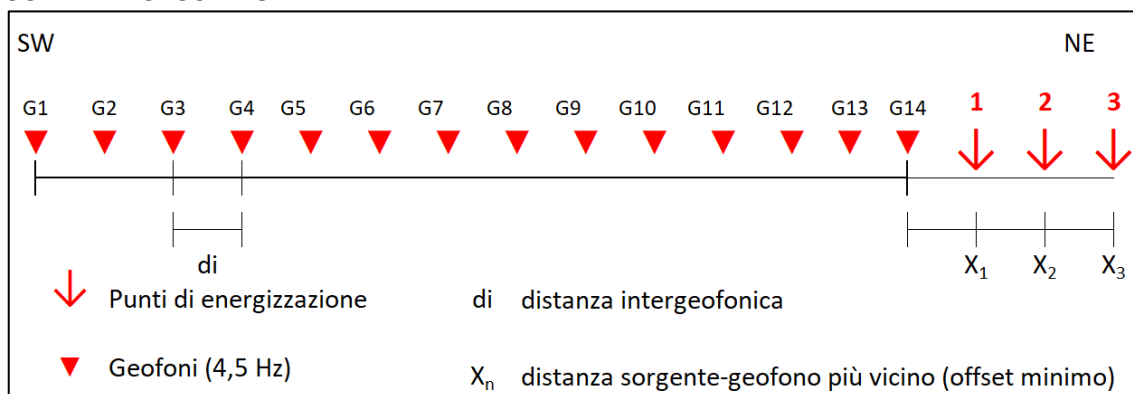
Attualmente la tecnica MASW, seppur presentando alcuni vantaggi rispetto alla sismica a rifrazione (es. operare in contesti con spazio limitato), è soggetta a limitazioni di tipo teorico (es. strati piano paralleli) e pratico (es. necessità di sorgenti energetiche a bassa frequenza), che unite alle difficoltà interpretative in assenza di un valido modello sismo-stratigrafico, pongono la massima cautela per l’utilizzo di questa tecnica come unico sistema di analisi.

Infatti, l’ottimizzazione di tali prospezioni può essere ottenuta con la realizzazione di più stese (sismica a rifrazione per ricostruire l’andamento dei sismostrati) ed eventuali operazioni di taratura con la realizzazione di sondaggi di tipo puntuale (carotaggi, penetrometrie...). Nel nostro caso abbiamo preso come riferimento la penetrometria eseguita, oltre alla visione della carta geologica e delle carte di microzonazione sismica a supporto del PS del Comune di Santa Maria a Monte.

3.3 - Configurazione e risultati della prospezione sismica MASW

Nell’area oggetto di studio, considerando la logistica del cantiere, è stata eseguita n°1 prospezione sismica MASW denominata “STR210122A”, utilizzando un sistema d’acquisizione a 14 geofoni interspaziati di 2,00 metri (lunghezza stesa 26,00 metri). La configurazione della stesa è riportata nello schema che segue:

SCHEMA ESECUTIVO



Sono state eseguite tre registrazioni, effettuate con mazza da 8 kg battente su piastra in duralluminio. I tre punti sorgente (shot) sono stati effettuati esternamente alla stesa ad una distanza di 2,0 metri (X_1 - shot 1), 4,00 metri (X_2 - shot 2) e 6,00 metri (X_3 - shot 3) dall’ultimo geofono (G.14). Azimut N258° (NE-SW) riferito al G1. Tempo di acquisizione 1,5 s - Intervallo di campionamento 0,256 ms - 5860 Campioni

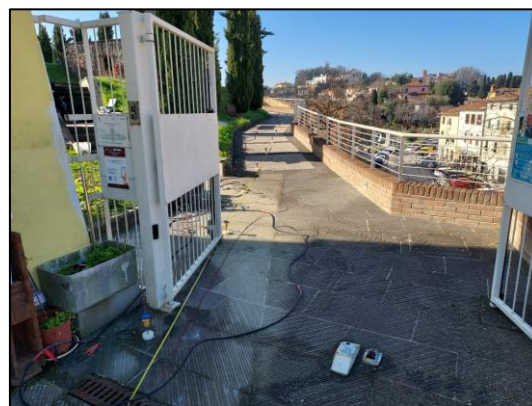
Le registrazioni avvenute in campagna sono state ottenute, in fase di acquisizione, utilizzando la medesima sensibilità per ciascun geofono e senza l'utilizzo di filtraggio delle frequenze.

L'analisi MASW fornisce vari modelli (profili di velocità V_s monodimensionale) ottenuti mediante processo di inversione, tra i quali viene adottato quello relativo al modello stratigrafico medio. La velocità della $V_{s,eq}$ (a partire dal piano campagna) è risultata essere pari a:

$$V_{s,eq} = 452 \text{ m/s (modello medio)}$$



Stesa sismica MASW (vista da G1)



Stesa sismica MASW (vista da G14)

Per ulteriori dettagli su spessori e velocità ottenute dall'analisi MASW, si rimanda al relativo allegato (All.B).

4. - Conclusioni

Sulla base dei dati raccolti sul campo e le elaborazioni eseguite, è stato possibile evidenziare quanto segue:

La prova penetrometrica ha permesso di ricavare i parametri geomeccanici del terreno investigato.

La valutazione dell'azione sismica di progetto va definita, secondo il DM 17.01.2018 (NTC18), attraverso specifiche analisi di Risposta Sismica Locale (RSL). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà del terreno siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab 3.2.II delle norme, è possibile

fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione (3.2.1 delle NTC18):

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Nel nostro caso, quindi, il calcolo della $V_{S,eq}$ può essere associato alla $V_{S,30}$ e dall'analisi MASW effettuata per il sito d'interesse (modello medio) sono stati individuati i vari sismostrati con le relative velocità V_s , riportati nella tabella sottostante:

| MASW STR210122A S.Maria a Monte (modello medio) | Profondità | | Spessore (h_i) (metri) | Veocità ($V_{s,i}$) (m/s) | $h_i/V_{s,i}$ (-) |
|----------------------------------------------------|------------|-------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | da (m) | a (m) | | | |
| Sismostrato 1 | 0.00 | 0.30 | 0.30 | 110 | 0.0027 |
| Sismostrato 2 | 0.30 | 0.80 | 0.50 | 185 | 0.0027 |
| Sismostrato 3 | 0.80 | 1.90 | 1.10 | 200 | 0.0055 |
| Sismostrato 4 | 1.90 | 4.00 | 2.10 | 254 | 0.0083 |
| Sismostrato 5 | 4.00 | 7.00 | 3.00 | 290 | 0.0103 |
| Sismostrato 6 | 7.00 | 13.20 | 6.20 | 431 | 0.0144 |
| Sismostrato 7 | 13.20 | 20.10 | 6.90 | 702 | 0.0098 |
| Sismostrato 8 | 20.10 | 29.80 | 9.70 | 789 | 0.0123 |
| Sismostrato 9 | 29.80 | 30.00 | 0.20 | 678 | 0.0003 |

$H = 30$ metri

$\sum h_i/V_{s,i} = 0.0663$

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>$V_{S,eq} = V_{S,30} = 30/0.0663 = 452$ m/s</p> <p>Categoria di Sottosuolo B (a partire dal piano campagna)</p> <p>"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzata un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tale dato fa ricadere l'area oggetto di studio nella **Categoria di Suolo Sismico B**:
"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana
fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche
con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

L'analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del
"geologo/ingegnere" responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in
merito all'elaborazione delle prove penetrometriche (parametri geomeccanici del
terreno e suddivisioni) e alla "categoria di suolo", si devono intendere come mera
interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sulle indagini svolte si rimanda ai relativi allegati (All.A - B).

Lucca, Febbraio 2022

BIERREGI srl

*Il Responsabile Tecnico
Dott. Geol. Francesco Rossi*

BIERREGI s.r.l.
IL RESPONSABILE TECNICO
Dott. Geol. Francesco Rossi

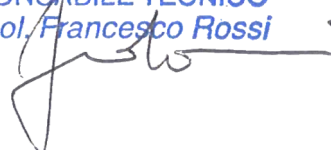
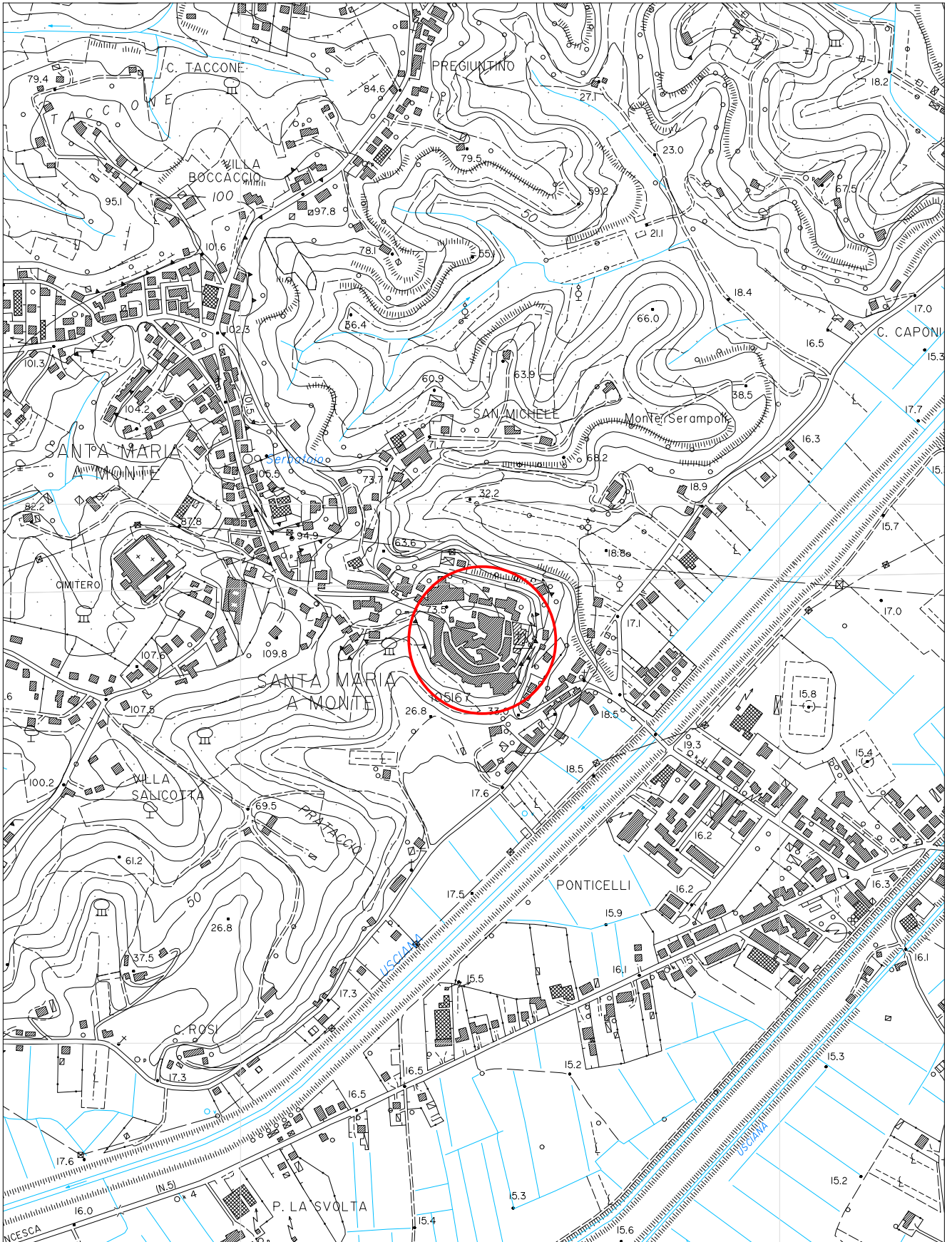


FIG.1 - COROGRAFIA

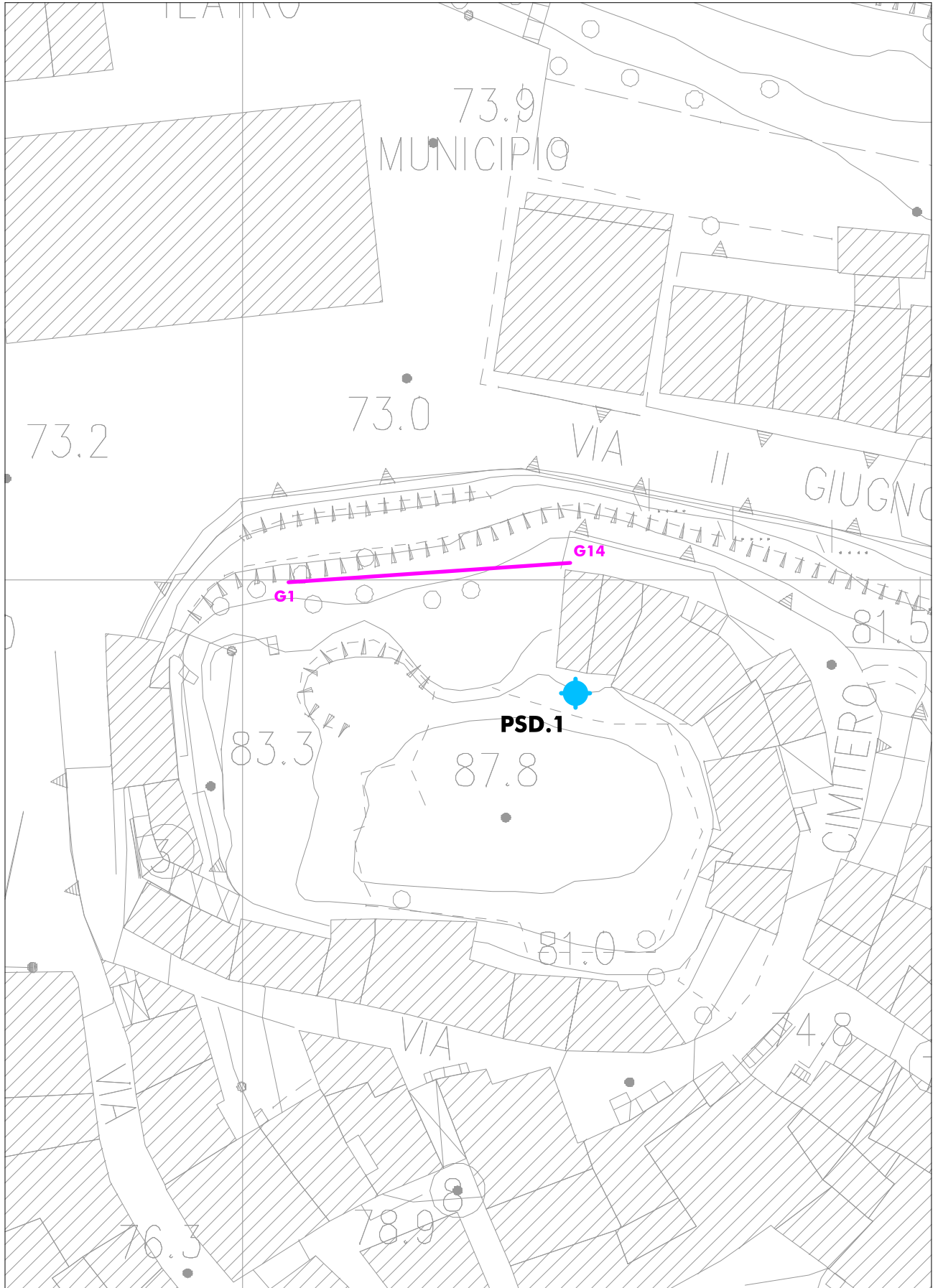
(CTR Regione Toscana - Foglio 274090 - Scala 1:10000)



 - Area d'indagine

FIG.2 - UBICAZIONE INDAGINI

(CTR Regione Toscana - Foglio 18H49 - Scala 1:500)



PSD.1



- Prova penetrometrica
statica/dinamica

G14

G1

- Indagine MASW

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



OS 21
OS 20- B


Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale
Aut. n. :00007464



Cert. No. 98514-2011-AQ-
ITA-ACCREDIA

Allegato A

**Elaborazione della Prova Penetrometrica
Statica (CPTm) e Dinamica Super-Pesante (DPSH)**

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200 - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

| $F = q_c / f_s$ | NATURA LITOLOGICA | PROPRIETA' |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|------------|
| $F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$ | TORBE ED ARGILLE ORGANICHE | COESIVE |
| $15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$ | LIMI ED ARGILLE | COESIVE |
| $30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$ | LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE | GRANULARI |
| $F > 60 \text{ kg/cm}^2$ | SABBIE E SABBIE CON GHIAIA | GRANULARI |

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:**

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

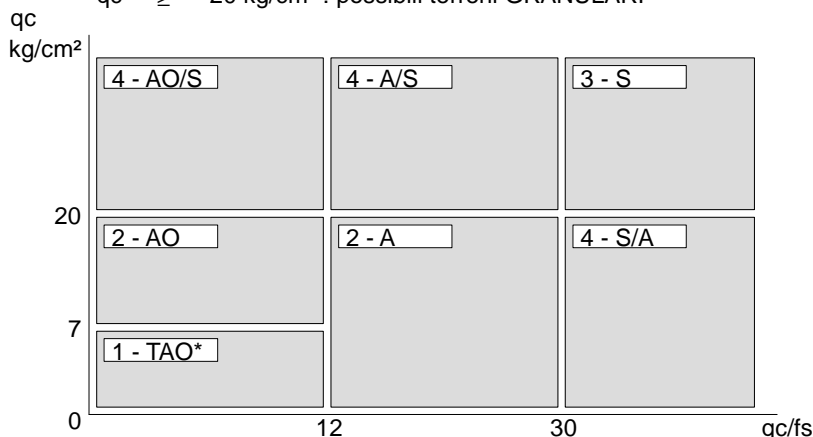
- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI
 $q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI

anche se (q_c / f_s) > 30
 anche se (q_c / f_s) < 30



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIM.
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- \emptyset' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : \emptyset' - D_r - q_c - σ'_{vo}]
 \emptyset'_{Ca} - Caquot (1948) \emptyset'_{Ko} - Koppejan (1948)
 \emptyset'_{DB} - De Beer (1965) \emptyset'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 \emptyset'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) \emptyset'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]
- V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

| | |
|----------------|----------------|
| CPT | PSD.1 |
| riferimento | 220121A |
| certificato n° | CPT012/22 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| Committente: Comune di Santa Maria a Monte | U.M.: kg/cm² | Data esec.: 21/01/2022 |
| Cantiere: Indagini geognostiche x Geol. Alessandra Giannetti | Pagina: 1 | Data certificato: 22/01/2022 |
| Località: Area della Rocca - Santa Maria a Monte (PI) | Elaborato: | Quota ass.: 84,50 m.s.l. Falda: Non rilevata |

| H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc kg/cm² | fs kg/cm² | F - | Rf % | H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc kg/cm² | fs kg/cm² | F - | Rf % |
|--------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------|---------|
| 0.20 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.00 | | | | | | | | | | |
| 0.40 | 36.0 | 42.0 | 0 | 36.0 | 0.40 | 90 | 1.1 | | | | | | | | |
| 0.60 | 35.0 | 51.0 | 0 | 35.0 | 1.07 | 33 | 3.1 | | | | | | | | |
| 0.80 | 150.0 | 200.0 | 0 | 150.0 | 3.33 | 45 | 2.2 | | | | | | | | |

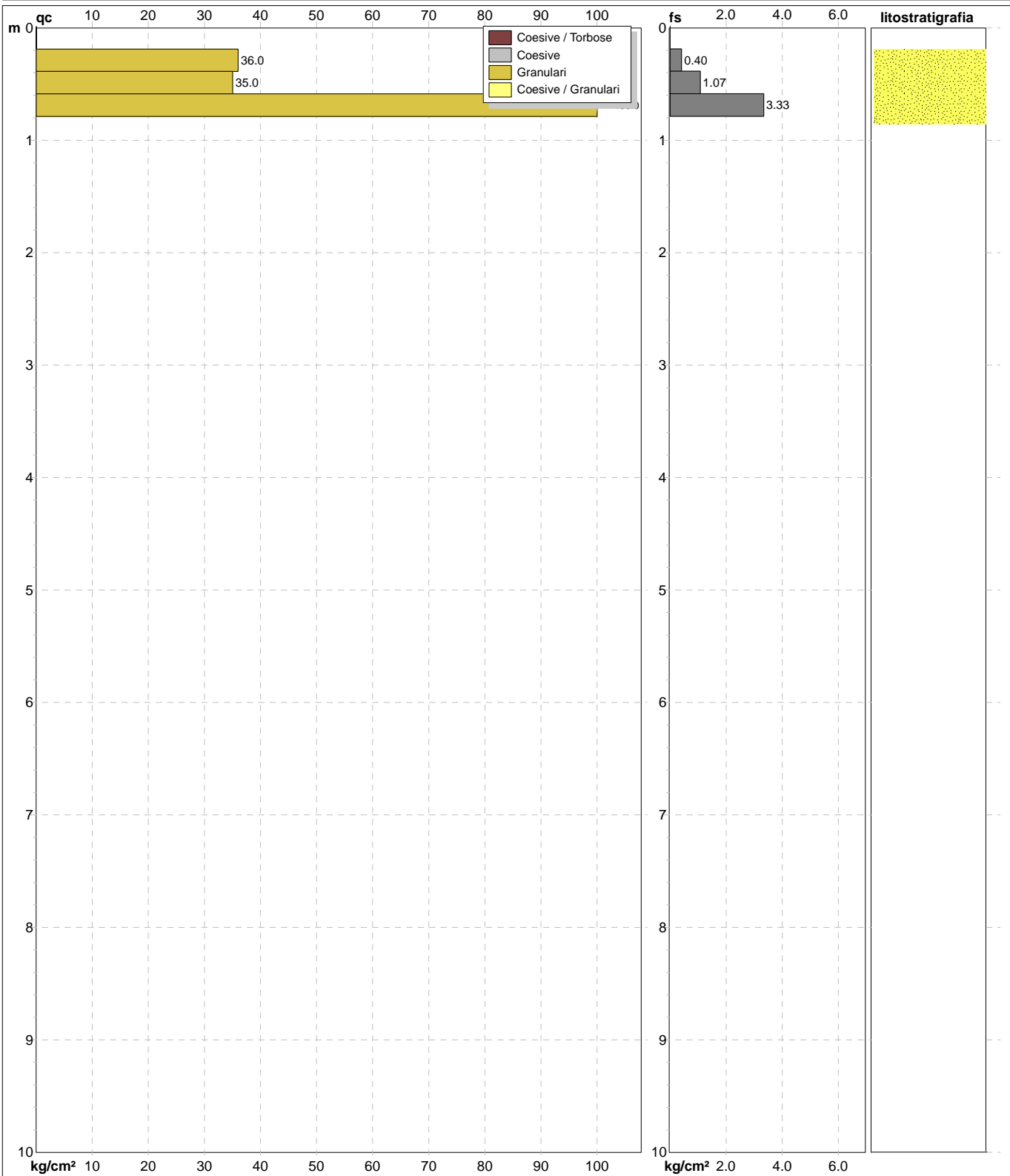
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

| | |
|----------------|----------------|
| CPT | PSD.1 |
| riferimento | 220121A |
| certificato n° | CPT012/22 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Committente: Comune di Santa Maria a Monte | U.M.: kg/cm² | Data eseg.: 21/01/2022 |
| Cantiere: Indagini geognostiche x Geol. Alessandra Giannetti | Scala: 1:50 | Data certificato: 22/01/2022 |
| Località: Area della Rocca - Santa Maria a Monte (PI) | Pagina: 1 | Quota ass.: 84,50 m.s.l.m. |
| | Elaborato: | Falda: Non rilevata |

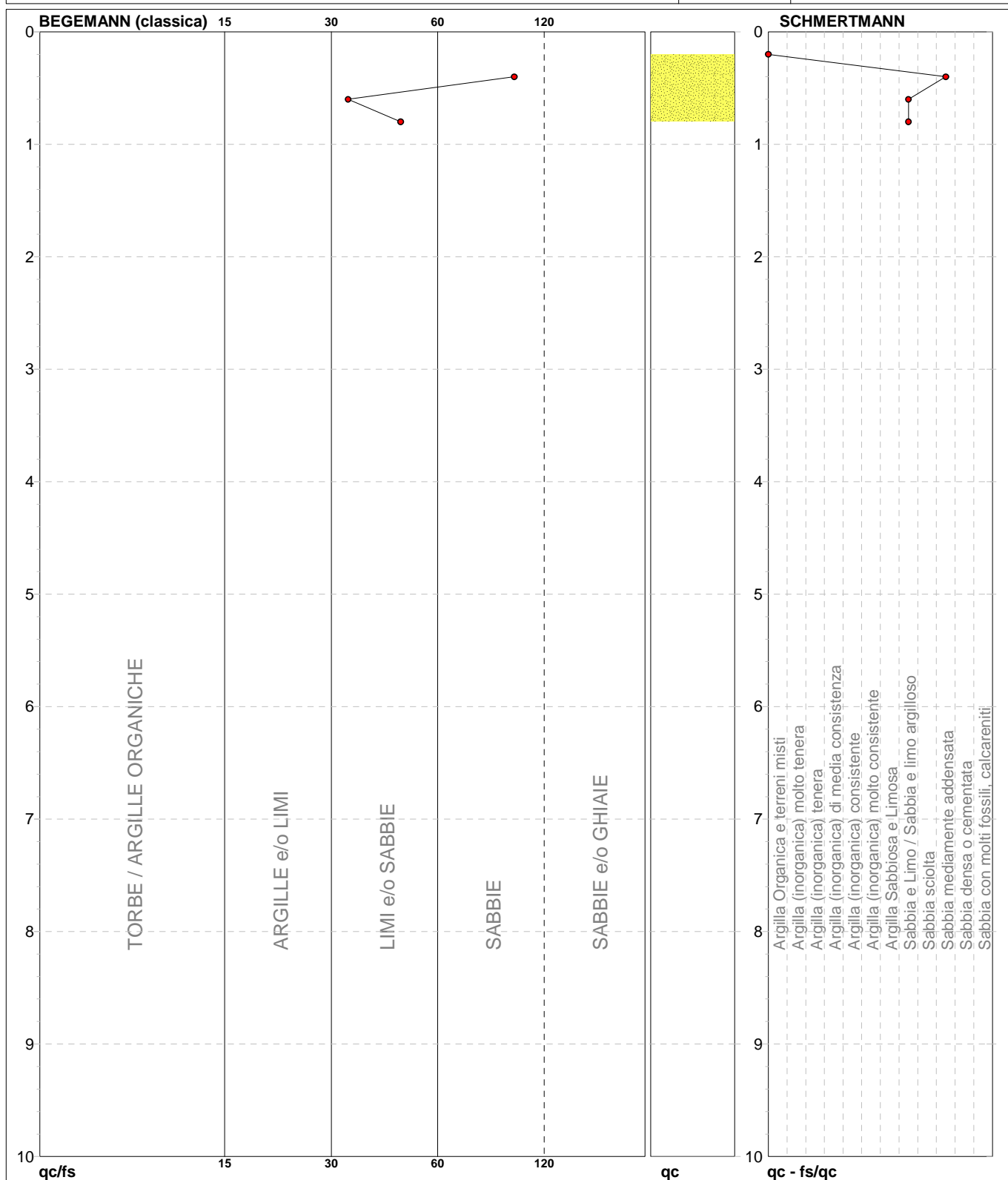


| | |
|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone | Preforo: m |
| Penetrometro: TG63-200 | Corr.astine: kg/ml |
| Responsabile: Dott. Geol. Andrea Gambini | Cod.ISTAT: 050035 |
| Assistente: | Cod. punta: |

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

| | |
|----------------|----------------|
| CPT | PSD.1 |
| referimento | 220121A |
| certificato n° | CPT012/22 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Committente: Comune di Santa Maria a Monte | U.M.: kg/cm² | Data exec.: 21/01/2022 |
| Cantiere: Indagini geognostiche x Geol. Alessandra Giannetti | Scala: 1:50 | Data certificato: 22/01/2022 |
| Località: Area della Rocca - Santa Maria a Monte (PI) | Pagina: 1 | Quota ass.: 84,50 m.s.l.m. |
| | Elaborato: | Falda: Non rilevata |



| | | | |
|------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------|
| Torbe / Argille org. : | 47 punti, 95.92% | Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.: | 2 punti, 4.08% |
| Limi e/o Sabbie : | 2 punti, 4.08% | Sabbia mediamente addensata: | 1 punti, 2.04% |
| Sabbie: | 1 punti, 2.04% | | |

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI**

| | |
|----------------|----------------|
| CPT | PSD.1 |
| riferimento | 220121A |
| certificato n° | CPT012/22 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|
| Committente: Comune di Santa Maria a Monte | U.M.: kg/cm² | Data esec.: 21/01/2022 |
| Cantiere: Indagini geognostiche x Geol. Alessandra Giannetti | Pagina: 1 | Data certificato: 22/01/2022 |
| Località: Area della Rocca - Santa Maria a Monte (PI) | Elaborato: | Quota ass.: 84,50 m.s.l.m. Falda: Non rilevata |

| Prof. m | qc U.M. | qc/fs | zone | γ' t/m³ | σ'_{vo} U.M. | Vs m/s | NATURA COESIVA | | | | | NATURA GRANULARE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|-------|------|-------------------|------------------------|-----------|----------------|----------|--------------|--------------|------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|--------------|--------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | | | Cu U.M. | OCR % | Eu50 U.M. | Eu25 U.M. | Mo U.M. | Dr % | ϕ_{Sc} (°) | ϕ_{Ca} (°) | ϕ_{Ko} (°) | ϕ_{DB} (°) | ϕ_{DM} (°) | ϕ_{Me} (°) | F.L. | E'50 U.M. | E'25 U.M. | Mo U.M. | | | | | | | | | | | |
| 0.20 | -- | -- | ??? | 1.85 | 0.04 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| 0.40 | 36.0 | 90.0 | 3 | 1.89 | 0.07 | 214 | -- | -- | -- | -- | -- | 100 | 43 | 40 | 38 | 35 | 44 | 30 | -- | 60.0 | 90.0 | 108.0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| 0.60 | 35.0 | 32.7 | 3 | 1.89 | 0.11 | 211 | -- | -- | -- | -- | -- | 89 | 42 | 38 | 36 | 33 | 42 | 29 | -- | 58.3 | 87.5 | 105.0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| 0.80 | 150.0 | 45.0 | 3 | 2.08 | 0.15 | 366 | -- | -- | -- | -- | -- | 100 | 43 | 44 | 42 | 39 | 45 | 36 | -- | 250.0 | 375.0 | 450.0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ , misurando il numero di colpi N necessari.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione δ)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

| Tipo | Sigla di riferimento | massa battente | prof.max indagine |
|---------------|----------------------|----------------|-------------------|
| Leggero | DPL (Light) | $M \div 10$ | 8 m |
| Medio | DPM (Medium) | $10 < M < 40$ | 20-25 m |
| Pesante | DPH (Heavy) | $40 < M < 60$ | 25 m |
| Super pesante | DPSH (Super Heavy) | $M > 60$ | > 25 m |

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$),
diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$),
diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$),
diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta = 20-30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$),
diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / N_{spt}

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Pravia definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)^{1/2}$
media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi N_{spt} della prova SPT : $N_{spt} = \beta N$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia βt fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica R_{pd} viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$R_{pd} = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ R_{pd} = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]
e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,
ovvero in base alla formula semplificata :

$$R_{pd} = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (N_{spt},Q_{spt}),
dall'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$R_{pd} = Q N = Q_{spt} N_{spt} \Rightarrow N_{spt} = N [Q/Q_{spt}] = \beta t N ,$$

ove il rapporto $\beta t = Q/Q_{spt}$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,
relativamente alla prova SPT (Q_{spt} = 7.83 kg/cm² = 0.768 MPa) per M = 63.5 kg, H = 0.75 m, D = 50.8 mm,
A = 20.27 cm², d = 0.30 m) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

N_{spt} -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> ϕ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

N_{spt} -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

N_{spt} -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

R_{pd} -> Q_d CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g)]

V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE
SCHEDA PENETROMETRO

DPSH (S. Heavy)

DPSH (S. Heavy)

| Sigla | DPSH (S. Heavy) | Descrizione |
|--------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Beta eff. | 1.80 | Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro |
| M(massa) | 64 kg | Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste |
| H(maglio) | 0.75 m | Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m) |
| L(aste) | 1.00 m | Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%) |
| M(aste) | 8.00 kg | Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste) |
| M(sistema) | 30 kg | Massa del complesso asta di guida - testa di battuta |
| A(punta) | 20.00 cm ² | Area della superficie laterale del cono della punta |
| Alfa(punta) | 90 ° | Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90° |
| Prf.(1°asta) | 0.80 m | Profondità di giunzione della prima asta infissa |
| N | 0.20 m | Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi |
| Rivest. | Sì | Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi |
| ø(punta) | 50.50 mm | Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm) |
| MaxCE% | 50.00 % | Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione |
| L/DM | 2.00 | Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta |
| D(tb) | 100.00 mm | Diametro della testa di battuta. |
| DEV(a)[<5m] | 2.00 ° | Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri |
| DEV(a)[>5m] | 1.00 ° | Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri |
| ECCmax(a) | 0.02 mm | Massima eccentricità consentita alle aste |
| Dest(aste) | 32.00 mm | Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm) |
| Dint(aste) | | Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm) |
| Dmin(punta) | 49.00 mm | Minimo diametro consentito per la punta conica usurata |
| hcl(punta) | 50.50 mm | Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm) |
| Ras(punta) | 11.00 mm | Rastremazione del cono nella parte alta |
| Hc(punta) | | Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm) |
| RangeCP | 5 - 100 | Massimo numero di colpi utile |
| Spinta | t | Spinta nominale strumento |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

| | |
|----------------|----------------|
| DIN | PSD.1 |
| riferimento | 220121A |
| certificato n° | DPSH008/22 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
| Committente: Comune di Santa Maria a Monte | U.M.: kg/cm² | Data esec.: 21/01/2022 |
| Cantiere: Indagini geognostiche x Geol. Alessandra Giannetti | Pagina: 1 | Data certificato: 22/01/2022 |
| Località: Area della Rocca - Santa Maria a Monte (PI) | Elaborato: | Quota ass.: 84,50 m.s.l.m. Falda: Foro chiuso |

| H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd kg/cm ² | H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd kg/cm ² |
|-------------|------------|----------|----------|---------------------------|--------|------------|----------|----------|---------------------------|
| 0.20 | 1 | 0 | | 0.0 | | | | | |
| 0.40 | 1 | 0 | | 0.0 | | | | | |
| 0.60 | 2 | 0 | | 0.0 | | | | | |
| 0.80 | 2 | 9 | | 67.0 | | | | | |
| 1.00 | 2 | 16 | | 110.5 | | | | | |
| 1.20 | 2 | 19 | | 131.2 | | | | | |
| 1.40 | 2 | 28 | | 193.3 | | | | | |
| 1.60 | 3 | 24 | | 165.7 | | | | | |
| 1.80 | 3 | 13 | | 89.8 | | | | | |
| 2.00 | 3 | 19 | | 122.3 | | | | | |
| 2.20 | 3 | 9 | | 57.9 | | | | | |
| 2.40 | 3 | 10 | | 64.3 | | | | | |
| 2.60 | 4 | 8 | | 51.5 | | | | | |
| 2.80 | 4 | 32 | | 205.9 | | | | | |
| 3.00 | 4 | 27 | | 162.7 | | | | | |
| 3.20 | 4 | 26 | | 156.6 | | | | | |
| 3.40 | 4 | 15 | | 90.4 | | | | | |
| 3.60 | 5 | 10 | | 60.2 | | | | | |
| 3.80 | 5 | 11 | | 66.3 | | | | | |
| 4.00 | 5 | 9 | | 51.0 | | | | | |
| 4.20 | 5 | 17 | | 96.3 | | | | | |
| 4.40 | 5 | 21 | | 118.9 | | | | | |
| 4.60 | 6 | 22 | | 124.6 | | | | | |
| 4.80 | 6 | 41 | | 232.2 | | | | | |
| 5.00 | 6 | 35 | | 187.0 | | | | | |
| 5.20 | 6 | 12 | | 64.1 | | | | | |
| 5.40 | 6 | 20 | | 106.9 | | | | | |
| 5.60 | 7 | 27 | | 144.3 | | | | | |
| 5.80 | 7 | 20 | | 106.9 | | | | | |
| 6.00 | 7 | 16 | | 80.9 | | | | | |
| 6.20 | 7 | 18 | | 91.0 | | | | | |
| 6.40 | 7 | 18 | | 91.0 | | | | | |
| 6.60 | 8 | 27 | | 136.5 | | | | | |
| 6.80 | 8 | 43 | | 217.5 | | | | | |
| 7.00 | 8 | 50 | | 240.0 | | | | | |

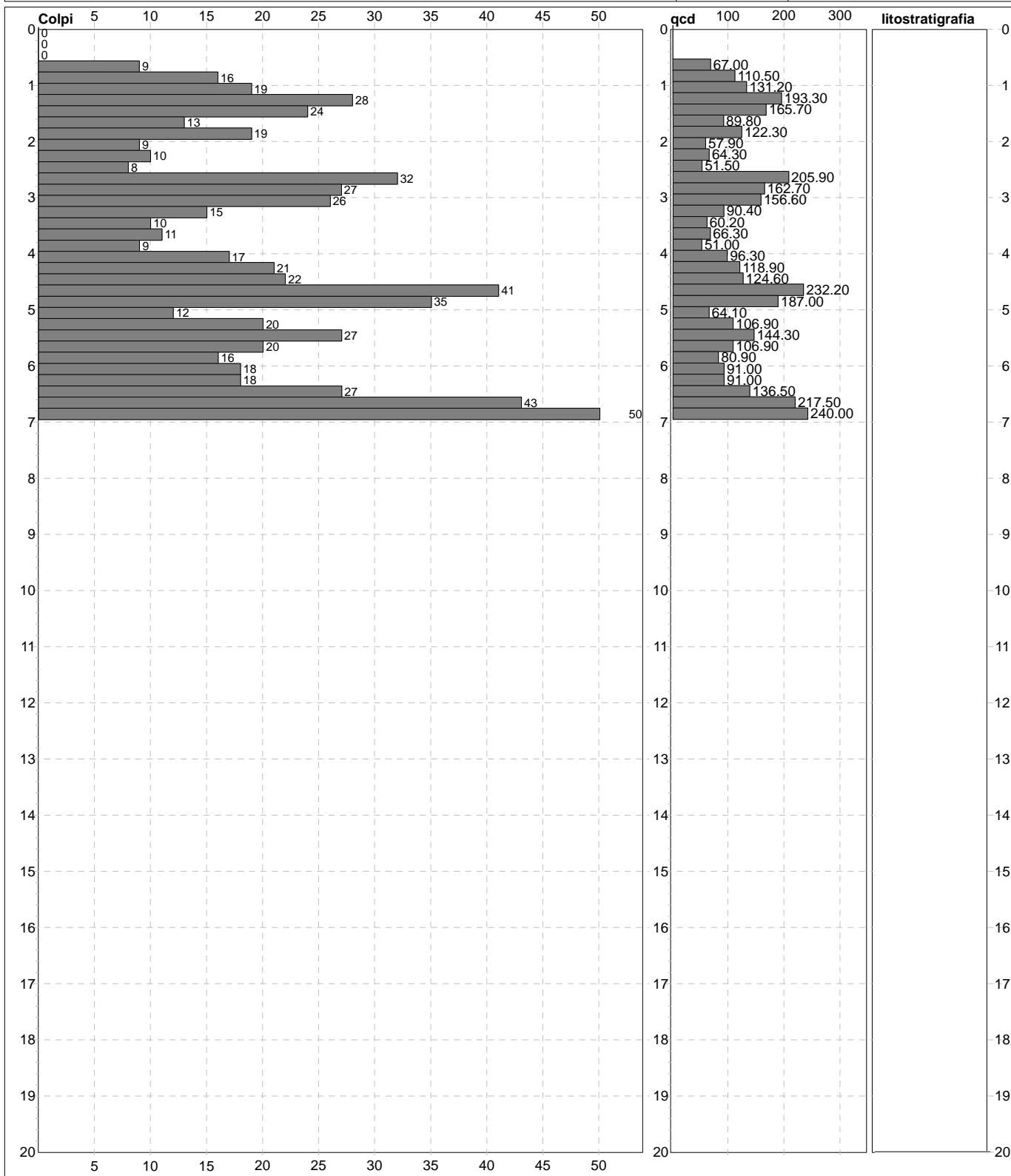
H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

| | |
|----------------|----------------|
| DIN | PSD.1 |
| riferimento | 220121A |
| certificato n° | DPSH008/22 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Committente: Comune di Santa Maria a Monte | U.M.: kg/cm² | Data esec.: 21/01/2022 |
| Cantiere: Indagini geognostiche x Geol. Alessandra Giannetti | Scala: 1:100 | Data certificato: 22/01/2022 |
| Località: Area della Rocca - Santa Maria a Monte (PI) | Pagina: 1 | Quota ass.: 84,50 m.s.l.m. |
| | Elaborato: | Falda: Foro chiuso |



| | |
|--------------------------------------|--|
| Penetrometro: DPSH (S. Heavy) | |
| Massa battente: 63.50 m | |
| Altezza caduta: 0.75 m | |
| Avanzamento: 0.20 m | |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN **PSD.1**

referimento **220121A**

certificato n° **DPSH008/22**

Committente: **Comune di Santa Maria a Monte**
Cantiere: **Indagini geognostiche x Geol. Alessandra Giannetti**
Località: **Area della Rocca - Santa Maria a Monte (PI)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **21/01/2022**
Pagina: **1** Data certificato: **22/01/2022**
Elaborato: **1** Quota ass.: **84,50 m.s.l.m.**
Falda: **Foro chiuso**

PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità m | statistica | VCA colpi | β - | Nspt colpi | rp kg/cm ² | qc kg/cm ² | Vs m/sec | G kg/cm ² | Q kg/cm ² | natura | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.60 : 2.00 | Media | 18 | 1.52 | 28 | 125.7 | 113.6 | 152 | 173 | 6.28 | Coes./Gran. | |
| 2 | 2.00 : 2.80 | Media | 15 | 1.52 | 22 | 94.9 | 85.4 | 151 | 142 | 4.75 | Coes./Gran. | |
| 3 | 2.80 : 3.60 | Media | 20 | 1.52 | 30 | 117.5 | 105.7 | 184 | 182 | 5.87 | Coes./Gran. | |
| 4 | 3.60 : 4.20 | Media | 12 | 1.52 | 19 | 71.2 | 66.9 | 161 | 127 | 3.56 | Coes./Gran. | |
| 5 | 4.20 : 4.80 | Media | 28 | 1.52 | 43 | 158.6 | 142.7 | 209 | 243 | 7.93 | Coes./Gran. | |
| 6 | 4.80 : 6.80 | Media | 24 | 1.52 | 36 | 122.6 | 113.5 | 212 | 211 | 6.13 | Coes./Gran. | |
| 7 | 6.80 : 7.00 | Media | 50 | 1.52 | 76 | 240.0 | 227.6 | 250 | 384 | 12.00 | Coes./Gran. | |

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

| n° | profondità m | Nspt colpi | Cu kg/cm ² | Ysat t/m ³ | W % | e - | Mo kg/cm ² | Dr % | φ ° | E' kg/cm ² | Ysat t/m ³ | Yd t/m ³ | Mo kg/cm ² | Liq. - |
|----|-----------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|--------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|
| 1 | 0.60 : 2.00 | 28 | 1.75 | 2.10 | 20.20 | 0.55 | 85 | 62 | 35 | 407 | 2.04 | 1.67 | 360 | --- |
| 2 | 2.00 : 2.80 | 22 | 1.38 | 2.04 | 23.28 | 0.63 | 73 | 53 | 34 | 361 | 2.00 | 1.61 | 309 | --- |
| 3 | 2.80 : 3.60 | 30 | 1.88 | 2.10 | 20.20 | 0.55 | 90 | 65 | 36 | 423 | 2.05 | 1.69 | 377 | --- |
| 4 | 3.60 : 4.20 | 19 | 1.19 | 2.01 | 25.45 | 0.69 | 67 | 49 | 33 | 338 | 1.98 | 1.58 | 284 | --- |
| 5 | 4.20 : 4.80 | 43 | 2.69 | 2.10 | 20.20 | 0.55 | 116 | 78 | 39 | 523 | 2.11 | 1.79 | 488 | --- |
| 6 | 4.80 : 6.80 | 36 | 2.25 | 2.10 | 20.20 | 0.55 | 102 | 71 | 38 | 469 | 2.08 | 1.74 | 429 | --- |
| 7 | 6.80 : 7.00 | 76 | 4.75 | 2.10 | 20.20 | 0.55 | 183 | 95 | 44 | 777 | 2.21 | 1.94 | 770 | --- |

**Elaborati Grafici MASW
“STR210122A - Onde di Rayleigh”**

- Spettro delle Velocità con “Picking”
- Grafico Misfit & Profilo Verticale Onde S
- Profilo verticale Vs (modello medio)

MASW - STR210122A (Onde di Rayleigh)
Comune di Santa Maria a Monte (Settore 6 – Lavori Pubblici – Manutenzione – Protezione Civile)
Via Rocca – Santa Maria a Monte (PI)

Numero di canali 14
Distanza intergeofonica 2,0 metri
Lunghezza 26,0 metri
Azimuth N258° (SE-NW)

Coordinate Gauss-Boaga Geofono G1:
X = 1636404,6115 Y = 4839799,7473
Coordinate Gauss-Boaga Geofono G14:
X = 1636430,5603 Y = 4839801,3770

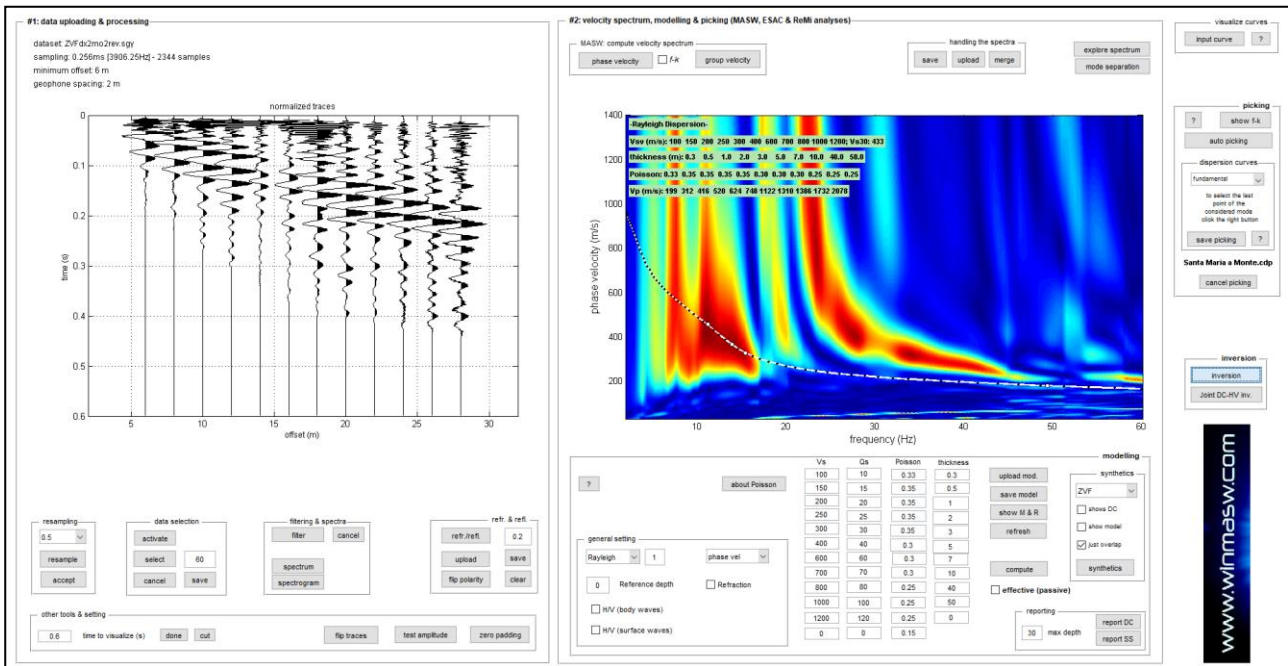


Fig.1: Sismogramma (Shot1 - ZVfDx2mo2rev) e spettro delle velocità con "picking"

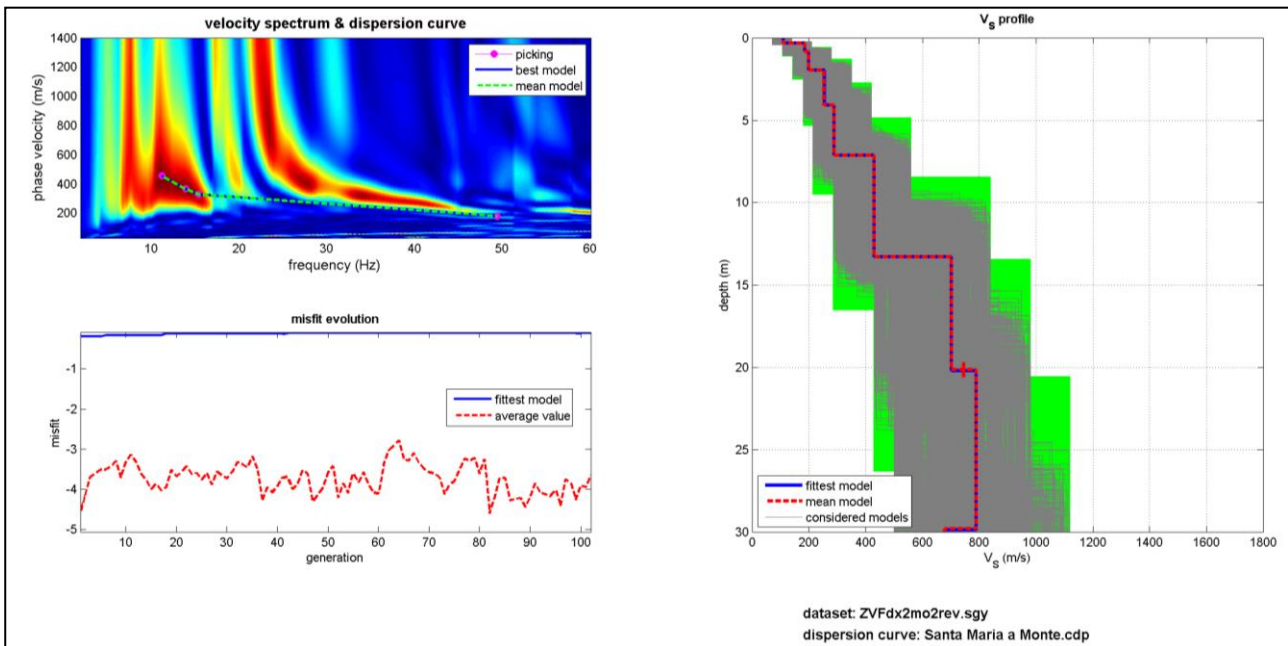


Fig.2: Grafico Misfit - Profilo verticale delle Onde S

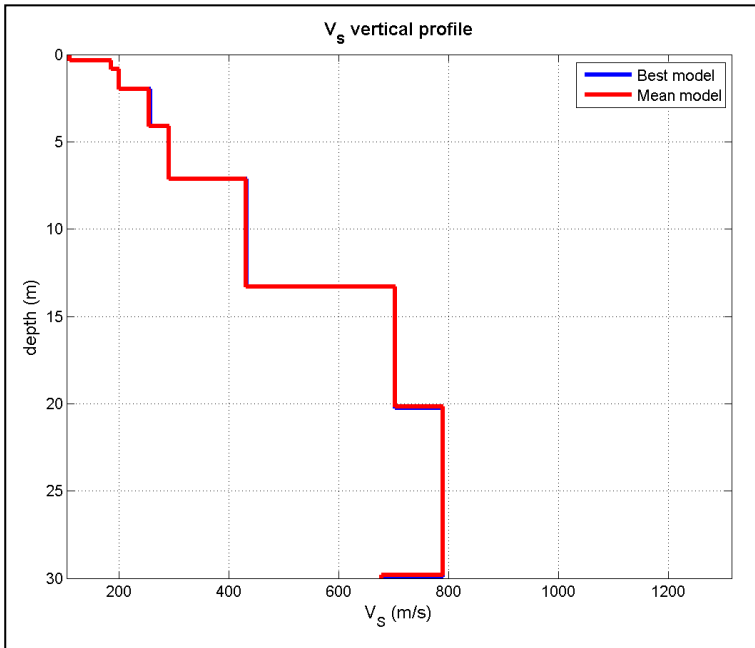


Fig.3: Profilo verticale Vs (Modello medio/Modello migliore)

| MASW STR210122A S.Maria a Monte (modello medio) | Profondità | | Spessore (h _i) | Velocità (V _{s,i}) | h _i /V _{s,i} |
|----------------------------------------------------|------------|-------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | da (m) | a (m) | (metri) | (m/s) | (-) |
| Sismostrato 1 | 0.00 | 0.30 | 0.30 | 110 | 0.0027 |
| Sismostrato 2 | 0.30 | 0.80 | 0.50 | 185 | 0.0027 |
| Sismostrato 3 | 0.80 | 1.90 | 1.10 | 200 | 0.0055 |
| Sismostrato 4 | 1.90 | 4.00 | 2.10 | 254 | 0.0083 |
| Sismostrato 5 | 4.00 | 7.00 | 3.00 | 290 | 0.0103 |
| Sismostrato 6 | 7.00 | 13.20 | 6.20 | 431 | 0.0144 |
| Sismostrato 7 | 13.20 | 20.10 | 6.90 | 702 | 0.0098 |
| Sismostrato 8 | 20.10 | 29.80 | 9.70 | 789 | 0.0123 |
| Sismostrato 9 | 29.80 | 30.00 | 0.20 | 678 | 0.0003 |

H = 30 metri

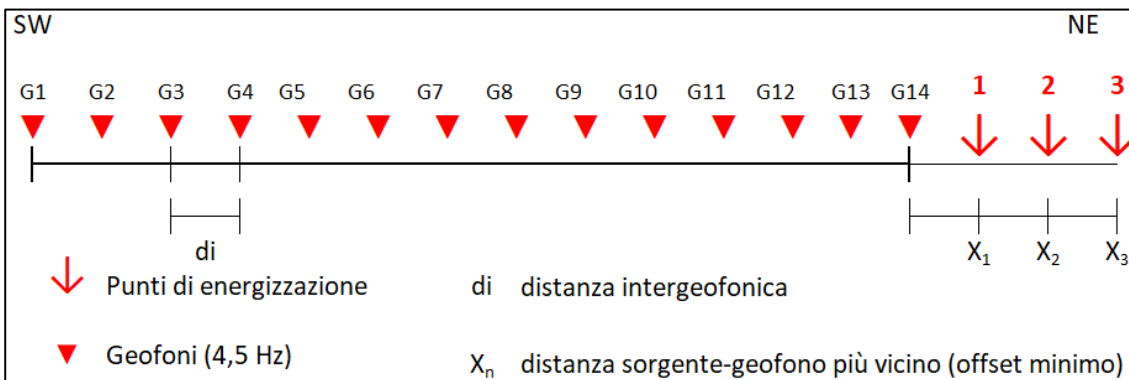
$\sum h_i/V_{s,i} = 0.0663$

$V_{s,eq} = V_{s,30} = 30/0.0663 = 452 \text{ m/s}$

Categoria di Sottosuolo B
(a partire dal piano campagna)

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

SCHEMA ESECUTIVO



Sono state eseguite tre registrazioni, effettuate con mazza da 8 kg battente su piastra in duralluminio. I tre punti sorgente (shot) sono stati effettuati esternamente alla stesa ad una distanza di 2,0 metri (X₁ - shot 1), 4,00 metri (X₂ - shot 2) e 6,00 metri (X₃ - shot 3) dall'ultimo geofono (G.14). Azimut N258° (SE-NW) riferito al G1. Tempo di acquisizione 1,5 s - Intervallo di campionamento 0,256 ms - 5860 Campioni

RAPPORTO DI PROVA N° 162
del 31/01/2022

Committente: Comune di Santa Maria a Monte
Indirizzo: P.zza della Vittoria, 47
 56020 SANTA MARIA A MONTE (PI)
Produttore: Comune di Santa Maria a Monte
Determinazione analitica richiesta: Test di Caratterizzazione come previsto dal D. Lgs. 152/2006 parte IV s.m.i.

Descrizione del campione: EER 17.05.03* o 17.05.04 - terra e rocce
Luogo di campionamento: Parco Archeologico "La Rocca" - SANTA MARIA A MONTE (PI)
Data di campionamento: 21/01/2022 **Data di ricevimento del campione:** 21/01/2022
Soggetto che ha effettuato il campionamento: Committente, Dott.ssa Alessandra Giannetti

Modalità di campionamento: a cura del committente

Campione nr.: 1 / 88 **Lotto nr.:**

Data inizio analisi: 24/01/2022 **Data fine analisi:** 25/01/2022

Valori limite per la determinazione della pericolosità: Regolamento (UE) N. 1357/2014 della Commissione del 18 dicembre 2014

| Parametro | Metodo di Analisi | Unità di Misura | Valore | composto di riferimento | fattore di correzione | valore di classificazione (%) | Indicazioni di pericolo / classi di pericolo, limiti |
|---------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Residuo secco 105°C | UNI EN 14346:2007 Metodo A | % | 79,7 | | | | |
| Arsenico | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 2 | Trinichel bis(arsenato) | 1,32 | 0,00% | H300 (2) / HP6, Σ 0,25% H314 (1B) / HP8, Σ 5% H350 / HP7, Indiv. 0,1% H400 + H410 / HP14, Σ 25% |
| Bario | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 37 | Cloruro di bario | 1,52 | 0,01% | H301 / HP6, Σ 5% H332, HP6, Σ 25% |
| Cadmio | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 2 | Cadmio Fluoruro | 1,44 | 0,00% | H301 / HP5, Σ 5% H330 (2) / HP6, Σ 0,5% H340 / HP11, Indiv. 0,1% H350 / HP7, Indiv. 0,1% H372 / HP5, Indiv. 1% H400+H410 / HP14, Σ 25% H360 / HP10, Indiv. 0,3% |
| Cobalto | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 12 | Solfato di Cobalto | 2,63 | 0,00% | H350 / HP7, Indiv. 0,1% H341 / HP11, Indiv. 1% H360 / HP10, indiv. 0,3% H302 / HP6, Σ 25% H334 / HP13, Indiv. 10% H317 / HP13, Indiv. 10% H400 + H410 / HP14, Σ 25% |

Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 162
del 31/01/2022

| Parametro | Metodo di Analisi | Unità di Misura | Valore | composto di riferimento | fattore di correzione | valore di classificazione (%) | Indicazioni di pericolo / classi di pericolo, limiti |
|--------------|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cromo totale | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 51 | Ossido di Cromo (III) | 1,46 | 0,01% | H302 / HP6, Σ 25% H317 / HP13, Σ 10% H319 / HP4, Σ 20% |
| Cromo VI | EPA 3060A:1996 + EPA 7196A:1996 | mg/kg | < 1 | Cromato di potasio | 3,62 | 0,00% | H340 / HP11, Indiv. 0,1% H350 / HP7, Indiv. 0,1% H315 + H319 / HP4, Σ 20% H335 / HP5, Indiv. 20% H317 / HP13, Indiv. 10% H00 + H410 / HP14, Σ 25% |
| Rame | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 21 | Solfato di Rame | 1 | 0,00% | H411 / HP14, Σ 25% |
| Ferro | EPA 3050B:1996 + EPA 6010C: 2007 | mg/kg | 15578 | Solfato di ferro (II) | 2,72 | 4,24% | H302 / HP6, Σ 25% H315 + H319 / HP4, Σ 20% |
| Mercurio | UNI EN ISO 13657:2004 + EPA 6010C: 2007 | mg/kg | < 0,5 | Cloruro mercurioso (calomelano) | 1,15 | 0,00% | H302 / HP6, Σ 25% H315 + H319 / HP4, Σ 20% H335 / HP5, Indiv. 20% H400 + H410 / HP14, Σ 25% |
| Manganese | EPA 3050B:1996 + EPA 6010C: 2007 | mg/kg | 459 | Permanganato di potassio | 1 | 0,05% | H411 / HP14, Σ 25% |
| Molibdeno | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | < 1 | Triossido di molibdeno | 2,95 | 0,00% | H351 / HP7, Indiv. 1% H319 / HP4, Σ 20% H335 / HP5, Indiv. 20% |

Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 162
del 31/01/2022

| Parametro | Metodo di Analisi | Unità di Misura | Valore | composto di riferimento | fattore di correzione | valore di classificazione (%) | Indicazioni di pericolo / classi di pericolo, limiti |
|-----------|--------------------------------------------------|-----------------|---------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nichel | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 62 | Solfato di Nichel | 1 | 0,01% | H351 / HP7, Indiv. 1% H317 / HP13, Indiv. 10% H372 / HP5, Indiv. 1% H412 / HP14, Σ 25% |
| Piombo | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 14 | Composti del piombo non al trimenti specificati | 1 | 0,00% | H360 / HP10, Indiv. 0,3% H332 / HP2, Indiv. 22,6% H302 / HP6, Σ 25% H373 / HP5, Indiv. 10% H400 + H410 / HP14, Σ 25% |
| Antimonio | UNI EN ISO 13567:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | < 1 | Triossido di diantimonio | 1,2 | 0,00% | H351 / HP7, Indiv. 1% |
| Selenio | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | < 1 | Nichel selenato | 2,55 | 0,00% | H317 / HP13, Indiv. 10% H334 / HP13, Indiv. 10% H372 / HP5, Indiv. 1% H400 + H410 / HP14, Σ 25% H350 / HP7, Indiv. 0,1% H360 / HP10, Indiv. 0,3% |
| Stagno | EPA 3050B:1996 + EPA 6010C: 2007 | mg/kg | < 1 | Composti di tributil-stagno | 1,51 | 0,00% | H226 / HP3, test H301 / HP5, Σ 5% H312 / HP6, Σ 55% H315 + H319 / HP4, Σ 20% H372 / HP5, Indiv. 1% H400 + H410 / HP14, Σ 25% |
| Tallio | EPA 3050B:1996 + EPA 6010C: 2007 | mg/kg | < 1 | Solfato di ditallio | 1,24 | 0,00% | H300 (2) / HP6, Σ 0,25% H315 / HP4, Σ 20% H372 / HP5, Indiv. 1% H411 / HP14, Σ 25% |
| Vanadio | EPA 3050B:1996 + EPA 6010C: 2007 | mg/kg | 24 | Pentossido di divanadio | 1,79 | 0,00% | H302 / HP6, Σ 25% H332 / HP6, Σ 25% H341 / HP11, Indiv. 1% H372 / HP5, Indiv. 1% H411 / HP14, Σ 25% H361 / HP10, Indiv. 3% |

Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 162
del 31/01/2022

| Parametro | Metodo di Analisi | Unità di Misura | Valore | composto di riferimento | fattore di correzione | valore di classificazione (%) | Indicazioni di pericolo / classi di pericolo, limiti |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zinco | UNI EN ISO 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/kg | 62 | Solfato di zinco monoidrato | 2,74 | 0,02% | H302 / HP6, Σ 25% H318 / HP4, Σ 10% H400 + H410 / HP14, Σ 25% |
| Amianto | ISO 22262-2:2014 | % | < 0,1 | Amianto | 1 | 0,00% | H350 / HP7, Indiv. 0,1% H372 / HP5, Indiv. 1% |
| Idrocarburi C \leq 12 | EPA 5021A:2014 + EPA 8015D:2003 | mg/kg | < 1 | Idrocarburi < o = C 12 | 1 | 0,00% | H411 / HP14, Σ 25% |
| Idrocarburi C > 12 | UNI EN ISO 14039:2005 | mg/kg | < 10 | Idrocarburi C>12 | 1 | 0,00% | H350 / HP7, Indiv. 0,1% se la concentrazione di benzo[a]pirene è superiore allo 0,005%; altrimenti non classificato |

Codice EER comunicato dal produttore del rifiuto 17.05.03* o 17.05.04.

GIUDIZIO DI CLASSIFICAZIONE

Sulla base delle indagini analitiche svolte,

- ove il campione analizzato, consegnato al laboratorio dal committente, fosse rappresentativo della massa dalla quale è stato campionato,
- non essendo note le sostanze presenti nel rifiuto, in quanto non è stato comunicato il processo produttivo che ha generato il rifiuto
- considerate le sostanze più pericolose ragionevolmente presenti nel rifiuto (Sentenza della Corte di Giustizia Europea, decima sezione, del 28 marzo 2019) ed associabili con i parametri indagati, in virtù del principio di precauzione, ed alle quali sono associate le indicazioni di pericolo riportate nell'ultima colonna,

si rileva che il rifiuto deve essere classificato come NON pericoloso ai sensi dell'allegato III della direttiva 2008/98/CE così come sostituito dal Regolamento 1357/2014 della Commissione.

CONCLUSIONE FINALE

Sulla base dell'indagine analitica effettuata e delle considerazioni di cui sopra, si dichiara che il codice EER 17.05.04 è quello da assegnare al rifiuto in oggetto.

Le sostanze prese in considerazione per effettuare la presente classificazione sono quelle considerate come pericolose come conseguenza del rispetto dei criteri di cui all'allegato I, parti da 2 a 5, del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) nella versione vigente (ultime modifiche apportate dal Regolamento Delegato (UE) 2020/1182, XV Adeguamento al Progresso Tecnico del Regolamento CLP).

Per la caratteristica di pericolo HP14 si è preso in considerazione il Regolamento UE 2017/977.

Il presente Rapporto di Prova ha validità di certificato di analisi valido agli effetti di legge, ai sensi dell'art. 16 del R.D. n° 842/1928.e ai sensi dell'art. 16 del R.D. n° 842/1928.

Il presente Rapporto di Prova si riferisce unicamente al campione analizzato, così come consegnato dal cliente. Il laboratorio non è responsabile del campionamento eseguito da terzi. I dati relativi al campionamento sono forniti dal cliente.

Le analisi sono state effettuate secondi i metodi ufficiali, salvo quanto richiesto.

Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014

**RAPPORTO DI PROVA N° 162
del 31/01/2022**

Il presente rapporto di prova non può essere parzialmente riprodotto senza formale autorizzazione scritta del Laboratorio. Il tempo di conservazione del campione sarà di 30 giorni, salvo diverso accordo.

Geo-Chemic-Lab S.r.l.

Responsabile di Laboratorio *dott. chim. Valter Ballantini*



Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 162
del 31/01/2022

| | Indicazione di pericolo | classe di pericoloso e categoria | valore di cut off (% p/p) | limiti di concentrazione (% p/p) | somma delle concentrazioni (% p/p) | massima concentrazione individuale (% p/p) | risultato test | maggiore o uguale ai limiti di concentrazione? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------|
| HP1 Esplosivo | test | | | | | | NEGATIVO | NO |
| HP2 Comburente | test | | | | | | NEGATIVO | NO |
| HP3 Infiammabile | test | | | | | | NEGATIVO | NO |
| HP4 Irritante — Irritazione cutanea e lesioni oculari | H314 | Skin corr. 1A | 1 | ≥ 1 e < 5 | 0,00% | | | NO |
| | H318 | Eye dam. 1 | 1 | ≥ 10 | 0,00% | | | NO |
| | H315 | Skin irrit. 2 | 1 | ≥ 20 | 4,24% | | | NO |
| | H319 | Eye irrit. 2 | | | | | | |
| HP5 Tossicità specifica per organi bersaglio (STOT)/Tossicità in caso di aspirazione | H370 | STOT SE 1 | - | ≥ 1 | | 0,00% | | NO |
| | H372 | STOT SE 1 | | | | | | |
| | H371 | STOT SE 2 | - | ≥ 10 | | 0,00% | | NO |
| | H373 | STOT SE 2 | | | | | | |
| | H335 | STOT SE 3 | - | ≥ 20 | | 0,00% | | NO |
| H304 | Asp. Tox. | - | ≥ 10 | 0,00% | | | NO | |
| HP6 Tossicità acuta | H300 | Acute Tox. 1 (oral) | 0,1 | $\geq 0,1$ | 0,00% | | | NO |
| | H300 | Acute Tox. 2 (oral) | 0,1 | $\geq 0,25$ | 0,00% | | | NO |
| | H301 | Acute Tox. 3 (oral) | 0,1 | ≥ 5 | 0,00% | | | NO |
| | H302 | Acute Tox. 4 (oral) | 1 | ≥ 25 | 4,24% | | | NO |
| | H310 | Acute Tox. 1 (dermal) | 0,1 | $\geq 0,25$ | 0,00% | | | NO |
| | H310 | Acute Tox. 2 (dermal) | 0,1 | $\geq 2,5$ | 0,00% | | | NO |
| | H311 | Acute Tox. 3 (dermal) | 0,1 | ≥ 15 | 0,00% | | | NO |
| | H312 | Acute Tox. 4 (dermal) | 1 | ≥ 55 | 0,00% | | | NO |
| | H330 | Acute Tox. 1 (Inhal.) | 0,1 | $\geq 0,1$ | 0,00% | | | NO |
| | H330 | Acute Tox. 2 (Inhal.) | 0,1 | $\geq 0,5$ | 0,00% | | | NO |
| | H331 | Acute Tox. 3 (Inhal.) | 0,1 | $\geq 3,5$ | 0,00% | | | NO |
| | H332 | Acute Tox. 4 (Inhal.) | 1 | $\geq 22,5$ | 0,00% | | | NO |
| | HP7 Cancerogeno | H350 | Carc. 1A Carc. 1B | - | $\geq 0,1$ | | 0,00% | |
| H351 | | Carc. 2 | - | ≥ 1 | | 0,00% | | NO |
| HP8 Corrosivo | H314 | Skin Corr. 1A | 1 | ≥ 1 | 0,00% | | | NO |
| | H314 | Skin Corr. 1B 1C | 1 | ≥ 5 | | 0,00% | | NO |
| HP9 Infettivo | test | | | | | | NEGATIVO | NO |
| HP10 Tossico per la riproduzione | H360 | Repr. 1A Repr. 1B | - | $\geq 0,3$ | | 0,00% | | NO |
| | H361 | Repr. 2 | - | ≥ 3 | | 0,00% | | NO |
| HP11 Mutageno | H340 | Muta. 1A Muta. 1B | - | $\geq 0,1$ | | 0,00% | | NO |
| | H341 | Muta. 2 | - | ≥ 1 | | 0,00% | | NO |
| HP12 Liberazione di gas a tossicità acuta | test | | | | | | NEGATIVO | NO |
| HP13 Sensibilizzante | H317 H334 | - | | ≥ 10 | | 0,00% | | NO |
| HP14 Ecotossico | H400 H410 H411 H412 H413 | - | - | 1) $\sum c (H400) \geq 25\%$ 2) $100 \times \sum c (H410) + 10 \times \sum c (H411) + \sum c (H412) \geq 25\%$ 3) $\sum c (H410) + \sum c (H411) + \sum c (H412) + \sum c (H413) \geq 25\%$ | 0,08% | | | NO |
| | H420 | | | $c (H420) \geq 0,1 \%$ | 0,00% | | | NO |
| HP15 Rifiuto che non possiede direttamente una delle caratteristiche di pericolo | test | | | | | | NEGATIVO | NO |
| POP | | | | $\geq 0,005$ | 0,000% | | | NO |

Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014

**RAPPORTO DI PROVA N° 163
 del 31/01/2022**

Committente: Comune di Santa Maria a Monte
Indirizzo: P.zza della Vittoria, 47
 56020 SANTA MARIA A MONTE (PI)
Produttore: Comune di Santa Maria a Monte
Determinazione analitica richiesta: Test di cessione ai fini del recupero

Descrizione del campione: EER 17.05.04 - terra e rocce

Luogo di campionamento: Parco Archeologico "La Rocca" - SANTA MARIA A MONTE (PI)

Data del campionamento: 21/01/2022 **Data di ricevimento del campione:** 21/01/2022

Soggetto che ha effettuato il campionamento: Committente, Dott.ssa Alessandra Giannetti

Modalità di campionamento: a cura del committente

Campione nr.: 2/ 88 **Lotto nr.:**

Data inizio analisi: 24/01/2022 **Data fine analisi:** 28/01/2022

Valori limite per la determinazione della conformità: DM 5 Febbraio 1998 e ss.mm.ii. così come modificato dal Decreto 186/2006

| | | |
|--------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| Peso del campione | kg | 2,7 |
| Temperatura del campione | °C | 23 |
| Metodo di riduzione delle dimensioni | | macinazione con frantoio a mascella |
| Frazione non macinabile | % m/m | 0 |
| Frazione di dimensioni eccedenti | % m/m > 4 mm | 0 |
| Massa della porzione di prova M | g | 90,0 |
| Contenuto di umidità | % m/m | 20,3 |
| Volume di agente lisciviante | L | 0,698 |
| Metodo di separazione liquido/solido | | decantazione+filtrazione su membrana 0,45 µm |

| Parametro | Metodo di Analisi | Unità di Misura | Valore | Non conforme | Incertezza Misura | LQ | Valori limite | |
|-----------|---------------------------------------------------------|------------------------|---------------|--------------|-------------------|------|---------------|------|
| | | | | | | | min | max |
| pH | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10523:2012 | unità di pH | 7,5 | | 0,2 | | 5,5 | 12,0 |
| COD | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR-IRSA Man. 29/03 Met.5130 | mg/L di O ₂ | 28,0 | | 7,0 | 5 | | 30 |
| Cloruri | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009 | mg/L | <LQ | | | 10 | | 100 |
| Solfati | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009 | mg/L | 10,2 | | 1,0 | 10 | | 250 |
| Nitrati | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009 | mg/L | <LQ | | | 5 | | 50 |
| Fluoruri | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009 | mg/L | 0,5 | | 0,2 | 0,5 | | 1,5 |
| Cianuri | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR-IRSA Man. 29/03 Met.4070 | µg/L | <LQ | | | 2 | | 50 |
| Arsenico | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 10 | | 50 |
| Bario | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/L | <LQ | | | 0,01 | | 1 |
| Berillio | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 3 | | 10 |
| Cadmio | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 3 | | 5 |
| Cobalto | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 10 | | 250 |

Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014.

**RAPPORTO DI PROVA N° 163
del 31/01/2022**

| Parametro | Metodo di Analisi | Unità di Misura | Valore | Non conforme | Incertezza Misura | LQ | Valori limite | |
|--------------|----------------------------------------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------|------|---------------|------|
| | | | | | | | min | max |
| Cromo totale | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 10 | | 50 |
| Rame | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/L | <LQ | | | 0,01 | | 0,05 |
| Mercurio | UNI EN 12457-2:2004 + Metodo Interno ICP-OES | µg/L | <LQ | | | 0,5 | | 1 |
| Nichel | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 3 | | 10 |
| Piombo | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 10 | | 50 |
| Selenio | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 3 | | 10 |
| Vanadio | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | µg/L | <LQ | | | 10 | | 250 |
| Zinco | UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009 | mg/L | <LQ | | | 0,1 | | 3 |
| Amianto | ISO 22262-2:2014 | mg/L | Vedi nota 1 | | | 1000 | | 30 |

Le concentrazioni dei parametri analizzati sull'eluato del test di cessione, ove il campione analizzato, consegnato al laboratorio dal committente, fosse rappresentativo della massa dalla quale è stato campionato, sono conformi alle concentrazioni limite indicate nell'All.3 del D.M. 5 febbraio 1998 e ss.mm.ii. così come modificato dal Decreto 186/2006.

Se tutti i risultati analitici che vengono sommati sono inferiori al limite di rilevabilità strumentale, come valore della sommatoria compare la dicitura "< xx" dove xx è il valore del limite di rilevabilità maggiore fra quelli degli analiti del gruppo. Nello spazio riservato al limite di rilevabilità della sommatoria non compare alcun valore. Non compare alcun valore di incertezza.

Se almeno un risultato analitico è superiore al suo limite di rilevabilità, come valore della sommatoria compare la somma dei risultati analitici superiori al loro limite di rilevabilità. Nello spazio riservato al limite di rilevabilità della sommatoria non compare alcun valore. L'incertezza della somma è data dalla propagazione delle incertezze dei valori superiori a RL.

L'incertezza è espressa come incertezza estesa nella stessa unità di misura del risultato con un livello di fiducia del 95% ca., fattore di copertura k = 2. La regola decisionale applicata per dichiarare la conformità non tiene conto dell'incertezza di misura.

Il presente Rapporto di Prova ha validità di certificato di analisi valido agli effetti di legge, ai sensi dell'art. 16 del R.D. n° 842/1928.

Il presente Rapporto di Prova si riferisce unicamente al campione analizzato, così come consegnato dal cliente. Il laboratorio non è responsabile del campionamento eseguito da terzi. I dati relativi al campionamento sono forniti dal cliente.

Le analisi sono state effettuate secondo i metodi ufficiali, salvo quanto richiesto.

Il presente rapporto di prova non può essere parzialmente riprodotto senza formale autorizzazione scritta del Laboratorio. Il tempo di conservazione del campione sarà di 30 giorni, salvo diverso accordo.

nota 1: non è stata rilevata la presenza di fibre di amianto sul campione tal quale.

Geo-Chemic-Lab S.r.l.

Responsabile di Laboratorio *dott. chim. Valter Ballantini*



Documento con firma digitale di ruolo ai sensi del Regolamento (UE) N. 910/2014.