

COMUNE DI CORTONA
Provincia di Arezzo

***Piano di recupero “Podere Vagnotti” redatto ai sensi degli artt 107
e 119 della L.R. Toscana 10/11/2014 N. 65***

***RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
(D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n°53/R)***

proprietà: ***Opes Edificatrice soc. coop***

località: ***Santa Caterina
Podere Vagnotti***

IL GEOLOGO
Dott. Benedetta Chiodini



Gennaio 2017

INDICE

PREMESSA	pag. 1
SINTESI DELLE CONOSCENZE	pag. 2
METODOLOGIA OPERATIVA	pag. 5
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	pag. 6
CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO IDRAULICO	pag. 7
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	pag. 9
INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E STRATIGRAFICO	pag. 9
CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI	pag.11
CONSIDERAZIONI SULLE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ	pag.13
ELENCO ALLEGATI	pag.14

PREMESSA

Per incarico della società Opes Edificatrice Società Cooperativa che ha sede in Via delle Porte Nuove n° 18 Firenze è stata eseguita un'indagine geologico-tecnica di supporto al *Piano di recupero "Podere Vagnotti" redatto ai sensi degli artt 107 e 119 della L.R. Toscana 10/11/2014 N. 65.*

Il comparto urbanistico interessato dall'intervento, oggetto del piano attuativo, è situato in località Santa Caterina Podere Vagnotti nel terreno censito al N.C.T. del Comune di Cortona al foglio n° 187 particelle n°6-43-45.

L'indagine ha avuto lo scopo di valutare le caratteristiche geomorfologiche, litologico stratigrafiche ed idrogeologiche del sito per dare indicazioni sulla fattibilità di quanto previsto; si è tenuto conto delle direttive e dei criteri metodologici del DPGR n°53/R del 25-10-2011 *"Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche"*.

Nella programmazione delle indagini si è tenuto conto:

- della classificazione dell'area nella Cartografia Geologico-tecnica di supporto allo Strumento Urbanistico vigente, in particolare di quanto indicato nelle Carte della Pericolosità Geologica e Idraulica
- della Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Arno del 29\11\1999 n° 139 e delle perimetrazioni delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante, individuate nel Piano di bacino del fiume Arno "Assetto idrogeologico" (P.A.I.).
- di quanto definito dall'Autorità di Bacino del fiume Arno con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (**P.G.R.A.**).

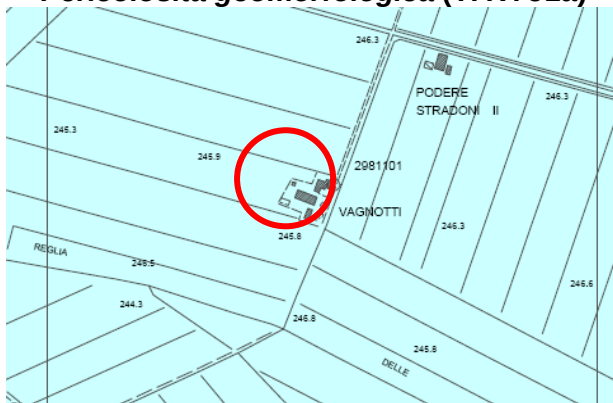
SINTESI DELLE CONOSCENZE

La zona di intervento è stata oggetto di studi geologico-tecnici a livello territoriale che hanno interessato il Comune di Cortona in occasione della stesura del Piano Strutturale e della redazione del Regolamento Urbanistico. Per la redazione degli studi sono state applicate le direttive tecniche previste dal D.P.G.R. 27 aprile 2007 n 26/R sulla base delle quali è stata verificata la pericolosità del territorio relativamente alle caratteristiche geologico-geomorfologiche, idrauliche.

Trattandosi di un intervento esterno ai perimetri individuati dal Comune per gli approfondimenti di studio e quindi per la redazione della Carta ZMPSL non è stata attribuita la classe di Pericolosità Sismica.

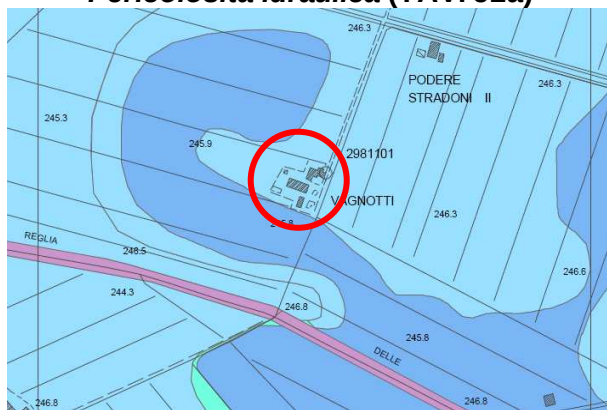
In particolare, per l'area dove ricade l'intervento oggetto del presente elaborato, è stato quindi definito il livello di pericolosità geomorfologica ed il livello di pericolosità idraulica.

Cartografia R.U.
Pericolosità geomorfologica (TAV. J1a)



Pericolosità G.2 media

Pericolosità idraulica (TAV. J2a)

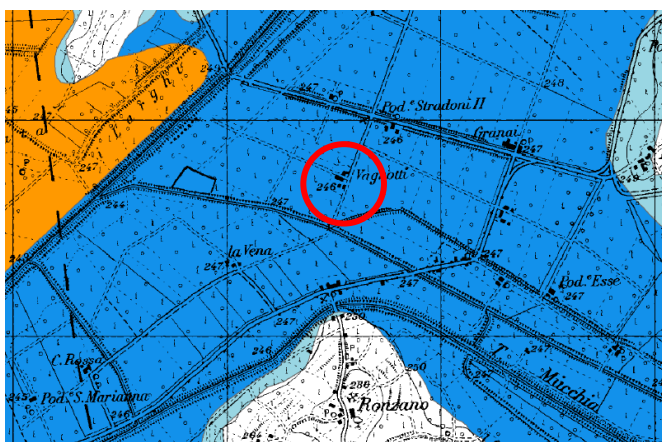


Pericolosità I.3 elevata

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica il livello I3 (aree potenzialmente interessate da allagamenti per tempi di ritorno di 200 anni) è stato attribuito su base “storico inventariale”.

Sulla base degli studi idrologico idraulici di dettaglio (I3 di colore più scuro) i fabbricati oggetto di intervento risultano esterni alla fascia di terreno interessata da fenomeni di esondazione per tempi di ritorno compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni.

Piano di Bacino del Fiume Arno – Assetto Idrogeologico
Cartografia PAI
(Stralcio n° 154)

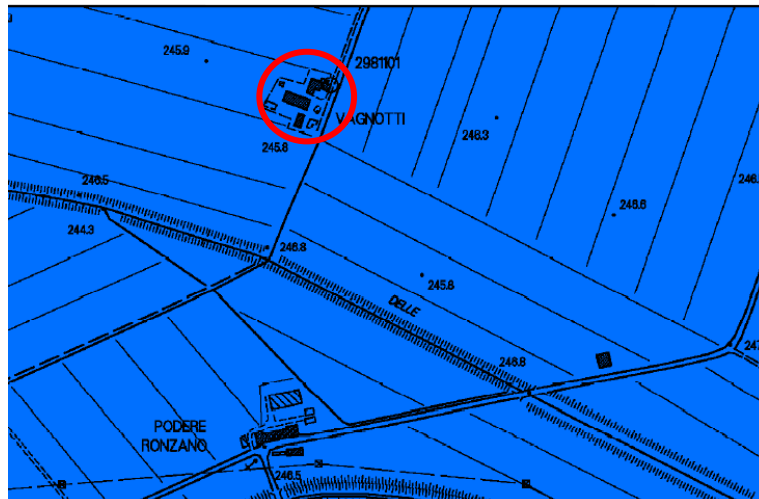


Nella “Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica livello di sintesi” del **Piano di Bacino del Fiume Arno – Assetto idrogeologico** la zona è classificata come Area a **Pericolosità idraulica media P.I.2** che è “relativa alle aree inondate durante l'evento del 1966”.

In tutte le aree così contrassegnate nel PAI come nelle aree a Pericolosità Idraulica bassa P.I.1 e in quelle di ristagno “sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio”.

Piano di gestione del rischio di alluvioni (Stralcio n.847)

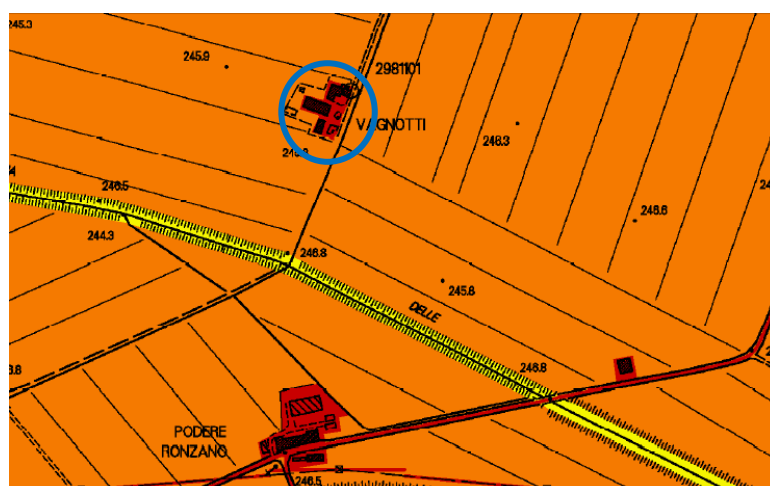
Pericolosità idraulica



Per quanto riguarda la pericolosità idraulica nel nuovo **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)** del Bacino del Fiume Arno la zona è classificate a pericolosità da alluvione media P2.che corrisponde ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $> \text{di } 30 \text{ anni} \leq \text{a } 200 \text{ anni}$.

Nelle aree P2 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico

Rischio idraulico



Per quanto riguarda il rischio risulta 2 e 3 per quanto riguarda le strutture.

METODOLOGIA OPERATIVA

L'indagine per la redazione dello studio geologico-tecnico di supporto al Piano di recupero è stata predisposta per approfondire gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, sismici, idraulici caratterizzanti la zona già in parte contenute nelle valutazioni territoriali di base.

Al fine di ottenere i dati necessari per le valutazioni del livello di pericolosità e della fattibilità degli interventi lo studio si è svolto secondo le seguenti fasi:

- – ricerca bibliografica e verifica dati di base territoriali;
- – rilevamento geologico e geomorfologico di superficie;
- – indagini geognostiche in occasione della ristrutturazione di alcuni edifici di cui si allegano le prove in sito:
 - *n° 4 prove penetrometriche dinamiche DM-30 che hanno raggiunto la profondità di 6,10 m dal p.c.;*
 - *n° 4 prove penetrometriche statiche CPT che hanno raggiunto la profondità di 13,60 m dal p.c.;*
- – posa in opera di un piezometro del tipo a tubo aperto per il controllo di eventuali livelli saturi nei terreni di fondazione nelle prove in sito e nel foro di sondaggio;
- – indagine geofisica sismica a rifrazione per Onde P e S;
- – esame dei dati relativi ad altre indagini geognostiche che hanno interessato in tempi diversi la zona. In particolare si allega la stratigrafia di un pozzo di recente realizzazione ripreso dalla Banca Dati Territoriali della Provincia di Arezzo.

Sulla base delle indagini realizzate sono state redatte su base cartografica in scala 1:10.000, 1:5.000 le cartografie di base ai sensi della vigente normativa.

A completamento dei risultati dell'indagine sono state prodotte in scala 1:2.000 la **carta della pericolosità geomorfologica e della pericolosità idraulica** e sulla base delle destinazioni d'uso previste, la **carta delle fattibilità**.

Come base cartografiche degli elaborati è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 Sezione n° 298110 Brolio.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La superficie compresa nel piano di recupero si inserisce nella fascia pianeggiante posta circa a quota 246 metri s.l.m che è compresa tra il Torrente Mucchia ed il Canale di Montecchio.

Trattandosi di un territorio a vocazione prevalentemente agricola il drenaggio delle acque superficiali è garantito dalle linee di drenaggio principali di fondovalle (canali arginati realizzati in epoca storica per evitare l'impaludamento dei terreni) alle quali confluiscono i fossi che bordano i vari appezzamenti di terreno e le strade.

I lineamenti morfologici originari si presentano quindi, in parte, modificati da successivi interventi antropici legati allo sfruttamento per uso agricolo del territorio ed al drenaggio delle acque superficiali.

L'evoluzione subita nel tempo dall'idrografia della Val di Chiana è stata comunque nel tempo legata anche a movimenti tettonici che hanno modificato il deflusso delle acque superficiale. Il drenaggio verso nord del Canale Maestro della Chiana è invece il risultato di trasformazioni antropiche recenti; in epoca romana la direzione di scorrimento della valle era ancora verso sud. Intorno all'anno 1000 d.c. il flusso divenne difficoltoso non solamente per i movimenti tettonici ma anche, vista la scarsissima pendenza esistente, per l'assenza di manutenzione delle opere realizzate in epoca romana. Aumentò quindi l'accumulo dei sedimenti dei torrenti agli sbocchi di valle con conseguente impaludamento di tutte le porzioni più depresse. I primi interventi di nuova bonifica iniziarono intorno all'anno 1300 e misero in comunicazione la Val di Chiana con il Fiume Arno che scorre, nella zona di confluenza, ad una quota inferiore di circa 40 m. Nel corso di circa 600 anni il canale è stato approfondito ed arretrato verso Sud con aumento del bacino del Fiume Arno a scapito di quello del fiume Tevere. I torrenti laterali della valle furono arginati e convogliati nel canale Maestro della Chiana, mentre le zone più depresse, normalmente impaludate, furono eliminate o quasi per colmate successive. Attualmente lo spartiacque tra il bacino del fiume Tevere e quello del Fiume Arno alimentato dal canale Maestro della Chiana è situato a Sud del Lago di Chiusi e coincide con gli argini meridionali dei torrenti Tresa e Montelungo.

Per la realizzazione delle opere definite nel piano di Recupero non sono previste modificazioni morfologiche dello stato dei luoghi tali da interferire con il reticolo di raccolta delle acque superficiali; le acque provenienti dal nuovo insediamento dovranno essere convogliate ad idoneo ricettore.

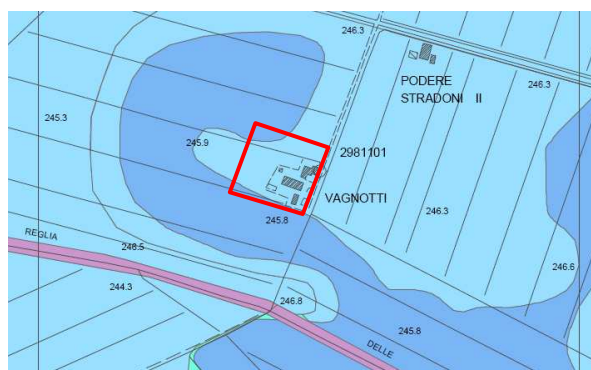
Dal punto di vista geomorfologico generale la zona è inquadrata in un contesto di **pericolosità geologica media (G.2)** in quanto area con bassa propensione al dissesto.

Pericolosità media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La Cartografia di zonizzazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica di RU è stata redatta su base storico inventariale e sulla base di studi idrologico idraulici di dettaglio.

Cartografia R.U. Pericolosità idraulica (TAV. J2a)



Perimetrazione individuata a seguito degli studi idrologico - idraulici

- I.4 Pericolosità idraulica molto elevata
- I.3 Pericolosità Idraulica elevata
- I.2 Pericolosità Idraulica media

Perimetrazione individuata su base storico - inventariale

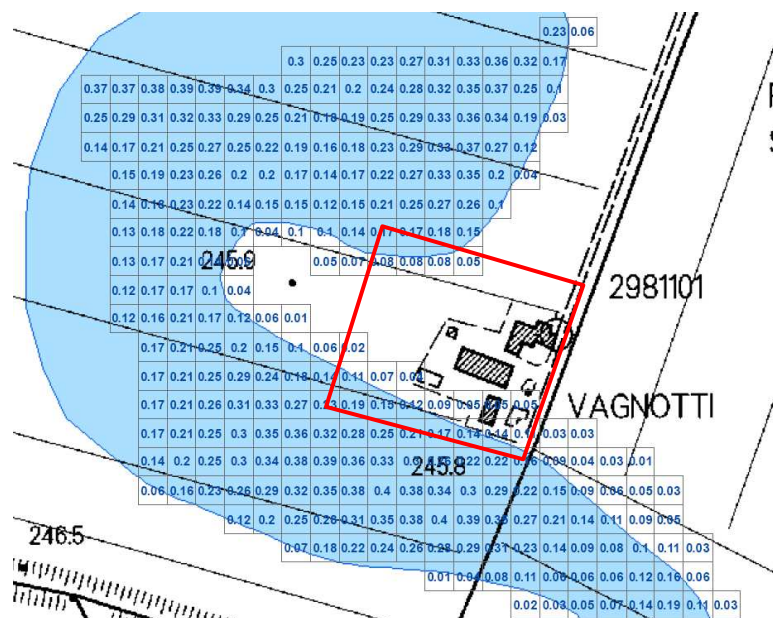
- I.4 Pericolosità idraulica molto elevata
- I.3 Pericolosità Idraulica elevata
- I.2 Pericolosità Idraulica media
- I.1 Pericolosità idraulica bassa

**STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO
MODELLO FLO-2D**

"Torrente MUCCHIA dx a Ronzano"

"Area 6"

Mappa dei battenti - TR200



La superficie oggetto di Pd R, quindi, secondo la perimetrazione che deriva dagli studi idrologico idraulici di dettaglio allegati al R.U., ricade in parte in area allagata ed in parte no; gli interventi edilizi ricadono fuori dalle aree allagate per tempi di ritorno $30 < Tr \leq 200$ anni.

Nelle prossime fasi di intervento per eventuali sistemazioni esterne che dovessero in qualche modo interferire con le aree allagate a pericolosità *idraulica I.3 elevata*, dovranno essere realizzate opere di compensazione da dimensionare in base ai valori dei battenti riportati nella cartografia di R.U.

In ogni caso, per garantire e salvaguardare nel tempo il drenaggio delle acque superficiali ed evitare fenomeni di ristagno dovrà essere prevista una corretta manutenzione dei fossi che costituiscono il reticolo secondario e bordano gli appezzamenti di terreno e le strade. Si consiglia di mantenere, per le aree non edificate, la maggior superficie permeabile possibile, evitando zone totalmente impermeabilizzate, possibilmente anche in misura superiore al 25% della superficie fondiaria.

Per riportato negli studi di dettaglio, la zona rientra in parte nella classe di *pericolosità idraulica media (I.2)* ed in parte nella classe di *pericolosità idraulica elevata (I.3)*.

Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni..

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I depositi fluvio-lacustri affioranti sono caratterizzati da valori della permeabilità variabili; nella zona prevalgono sabbie limose, limi e argille che conferiscono ai depositi valori di permeabilità medio bassi; i livelli acquiferi si rilevano in strati anche di modesto spessore sabbiosi, sabbioso limosi e ghiaioso sabbiosi a profondità variabili dal p.c.

Nello spessore investigato non sono state rilevate falde superficiali tali da interferire con il sistema fondale degli immobili interessati dal progetto ma esclusivamente livelli sabbiosi e limo sabbiosi saturi di modestissima entità.

Per monitorare tali livelli sono stati messi in opera nei fori di prova e in un foro di sondaggio (S1) canne piezometriche in tubo di PVC fenestrato di diametro 1" e 2".

Il livello è stato controllato successivamente al posizionamento delle tubazioni (dicembre 2011 – gennaio 2012).

Data	S1	DIN 01	DIN 02	DIN 04
13/12/ 2011	---	2,80	2,80	3,00
12/01/ 2012	3,35	3,00	3,00	3,20

INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E STRATIGRAFICO

Nella zona investigata dove ricadono il terreni oggetto di studio affiorano i depositi continentali sabbioso argillosi di facies fluvio lacustre di colmamento del bacino della Val di Chiana.

Tali terreni poggiano su di un sub-strato arenaceo e marnoso argillitico che è costituito dalle successioni dei flysch terziari della serie toscana che affiorano nella fascia collinare e montuosa che borda il lato orientale della Val di Chiana; lo spessore dei depositi continentali è, nell'area investigata, superiore a 100 metri.

Il bacino sedimentario di deposizione si è formato in una depressione tettonica tipo Graben, che si è generata durante la fase di rilassamento post-orogenetico in seguito alla formazione della catena Appenninica.

Nella CARTA GEOLOGICA D'ITALIA II Edizione in scala 1:100.000 la zona ricade nel Foglio n°121 Montepulciano.

In particolare sono presenti le seguenti litologie come da carte geologiche di dettaglio allegate:

Alluvioni attuali e recenti **a** (Olocene) Si tratta di terreni di origine alluvionale, fluviale e fluvio-lacustre, costituiti prevalentemente da sabbie limi ed argille; le singole litologie, variamente combinate, si succedono sia in senso verticale che laterale con geometrie variabili. Sono comunque depositi non cementati, generalmente non stratificati caratterizzati da valori di permeabilità variabili in relazione alla composizione granulometrica prevalente. Con le indagini puntuali non sono stati rilevati livelli francamente sabbiosi che in genere non sono presenti in quanto l'ambiente di deposizione è stato caratterizzato da scarsa energia.

Depositi fluvio-lacustri **fl** (Pleistocene inferiore) La componente litologica e granulometrica è comunque costituita da sabbie di varia granulometria anche con argilla, e intercalazioni anche consistenti di limi argillosi ed argille di colore variabile, ocra grigio verdi ed azzurre; spesso sono presenti elementi arrotondati costituiti essenzialmente da concrezioni calcaree. Nell'area di intervento tali terreni sono coperti, soprattutto lungo i principali corsi d'acqua dai depositi alluvionali attuali e recenti.

La zona è stata oggetto di numerose indagini geognostiche e perforazioni per pozzi che hanno evidenziato un andamento costante sia delle caratteristiche litostratigrafiche che di resistenza; per definire il modello di dettaglio e l'andamento litostratigrafico nel volume di terreno significativo per gli interventi sono state realizzate indagini puntuali che hanno raggiunto la profondità massima di 13,60 m dal p.c.

Con le varie fasi di studio che hanno interessato in tempi diversi il territorio non è stata rilevata la presenza di strati sabbiosi di spessore significativo, monogranulari, in falda, a profondità tale da essere suscettibili di liquefazione in fase sismica.

In fase esecutiva, alla luce delle previsioni progettuali definitive, sarà determinato, con indagini geognostiche di dettaglio, l'andamento litotecnico e stratigrafico per ricostruire il modello geologico e geotecnico significativo per i singoli interventi; la scelta dei parametri geotecnici terrà conto di quanto derivato dalle elaborazioni dei dati e saranno definiti i valori caratteristici dei parametri di resistenza del terreno nello spessore significativo ai fini della distribuzione dei carichi in profondità e la tipologia del comportamento prevalente nel medesimo spessore.

CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica del suolo di fondazione (OPCM n. 3274 del 20/03/2003, integrata dall'OPCM n. 3519 del 28/04/2006), si fanno le seguenti considerazioni generali.

Il territorio italiano è stato suddiviso in 4 zone sismiche individuate mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g , definiti sulla base di studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferiti a suoli rigidi caratterizzati $V_{s30} > 800$ m/s.

Zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	$>0,25$ g	0,35 g
2	0,15 g – 0,25 g	0,25 g
3	0,15 g – 0,05 g	0,15 g
4	$< 0,05$ g	0,05 g

Il territorio del comune di Cortona è classificato in **zona sismica n°2**

Categorie di sottosuolo

Le nuove categorie di sottosuolo (profilo stratigrafico) dalle quali dipende l'azione sismica di progetto ridefinite dal DM sono:

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ KPa nei terreni a grana fine)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} < 70$ KPa nei terreni a grana fine)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, sul sub-strato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s)

Per terreni particolarmente pericolosi per i quali si richiede uno studi approfonditi sono state definite due categorie di sottosuolo aggiuntive:

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ KPa) che includono uno strato di almeno 8 metri a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

L'indagine geofisica realizzata, del tipo sismica a rifrazione per onde P e Sh, ha permesso di valutare un valore delle $V_s 30$ pari a 207,09 m/sec per cui unitamente alle conoscenze stratigrafiche il sottosuolo di riferimento per il sito di intervento è inquadrabile nella categoria **C**.

Per tutte le considerazioni di dettaglio si rimanda ai risultati dell'indagine realizzata dalla ditta GEO MA che viene integralmente riportata in allegato.

Condizioni topografiche

La normativa consente, per condizioni topografiche semplici l'utilizzo delle seguenti tabelle:

Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nel caso esaminato la categoria topografica è **T1** e quindi il coefficiente di amplificazione topografica **S_T** è pari a **1**.

Pur non essendo stata redatta a livello di PS una cartografia delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (DPGR 27-04-2007 n° 26/R) o una microzonazione (DPGR 25-10-2011 n° 53/R) sulla base delle indagini realizzate (prove in sito ed indagini geofisiche) è stata redatta una carta delle MOPS (Microzone omogenee in prospettiva

sismica di livello 1). La zona è risultata “Stabile suscettibile di amplificazione locale” (b) e quindi a **pericolosità sismica locale elevata (S3)**.

CONSIDERAZIONI SULLE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

In base alle indagini di dettaglio svolte ed alla tipologia degli interventi previsti, viste le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito, si ritiene non esistano situazioni vincolanti per la realizzazione di quanto compreso nell’area oggetto di variante.

Si ritiene che sia necessario sulla base delle indagini puntuali ricostruire il modello geologico e geotecnico per ogni singolo intervento che possano portare ad una corretta definizione dei parametri di progetto come base per i calcoli strutturali.

Le indagini, in base alle cubature dei nuovi interventi dovranno essere conformi a quanto previsto dal D.P.G.R. 9 luglio 2009 n°36/R art. 7 (*Classi di indagine geologiche geofisiche e geotecniche*).

Complessivamente è stata attribuita una Fattibilità con **normali vincoli.**, **fattibilità geomorfologica (FG.2)**, **sismica FS.3)** ed **idraulica (FI.2 F.I.3)**.

Gennaio 2017

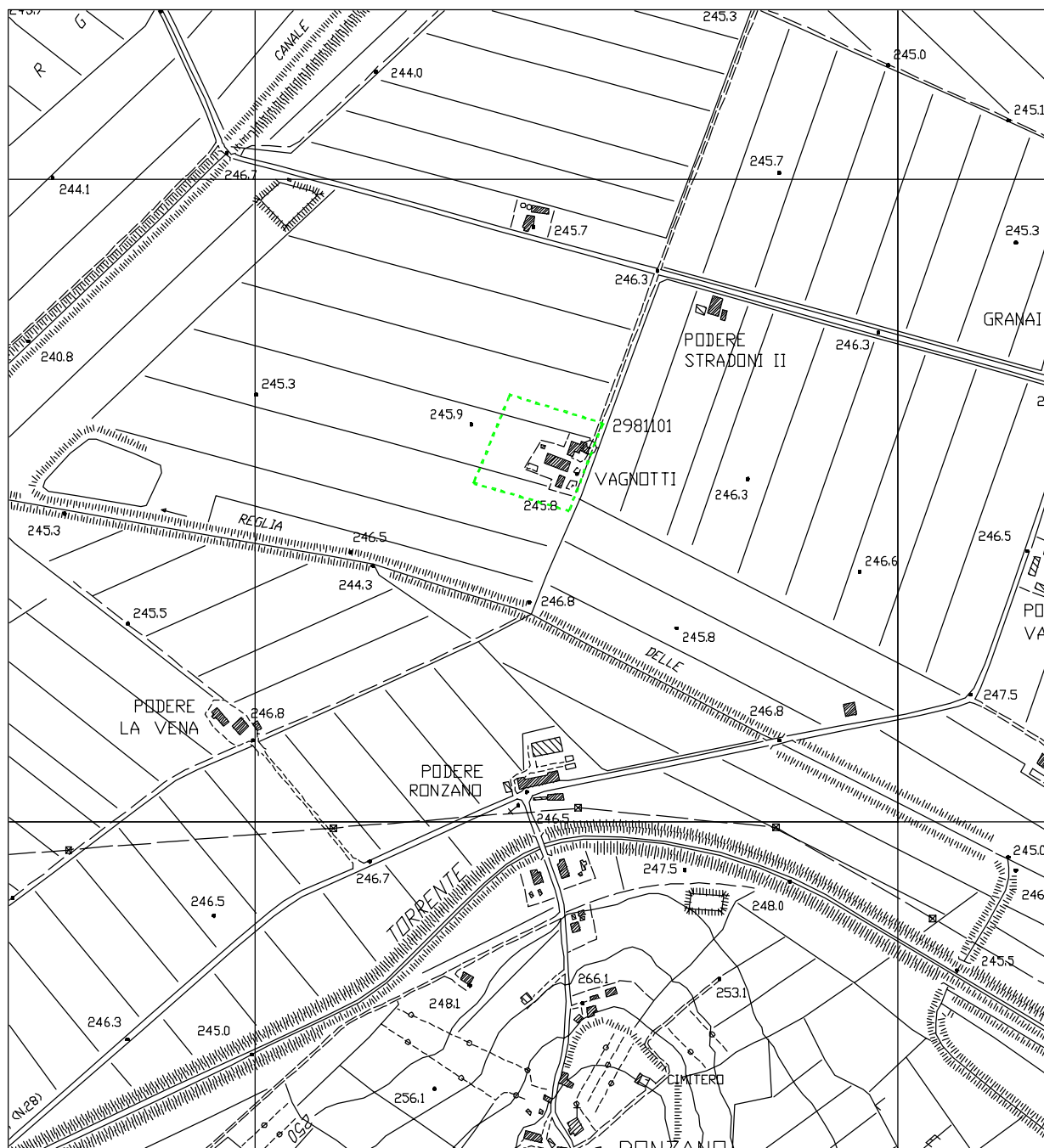
IL GEOLOGO
Dott. Benedetta Chiadini



ELENCO ALLEGATI

Tav. n° 1 – Carta Tecnica Regionale	scala 1:10.000;
Tav. n° 2 – Planimetria Catastale	scala 1:2.000;
Tav. n° 3 – Carta geologica	scala 1:10.000;
Tav. n° 4 – Carta litologico-tecnica	scala 1:10.000;
Tav. n° 5 – Carta geomorfologica idrogeologica	scala 1:10.000;
Tav. n° 6 – Carta delle indagini geognostiche	scala 1:2.000;
Allegato n°1 – Indagini geognostiche e dati di base Stratigrafia pozzo da Banca dati della Provincia di Arezzo Prove penetrometriche statiche CPT Prove penetrometriche dinamiche DM-30 Indagine sismica a rifrazione per Onde P e Sh	
Tav. n° 7 – Carta delle MOPS	scala 1:5.000;
Tav. n° 8 – Carta della pericolosità geologica	scala 1:2.000;
Tav. n° 9 – Carta della pericolosità idraulica	scala 1:2.000;
Tav. n° 10 – Carta della pericolosità sismica	scala 1:2.000;
Tav. n° 11 – Carta della fattibilità	scala 1:2.000.

CARTA TECNICA REGIONALE



scala 1:10.000

Sezione n° 298110 BROLIO

Delimitazione Piano di Recupero

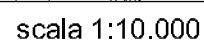
PLANIMETRIA CATASTALE



scala 1: 2.000

Foglio n° 187
Particelle n° 6 - 43 - 45

--- Delimitazione Piano di Recupero



a

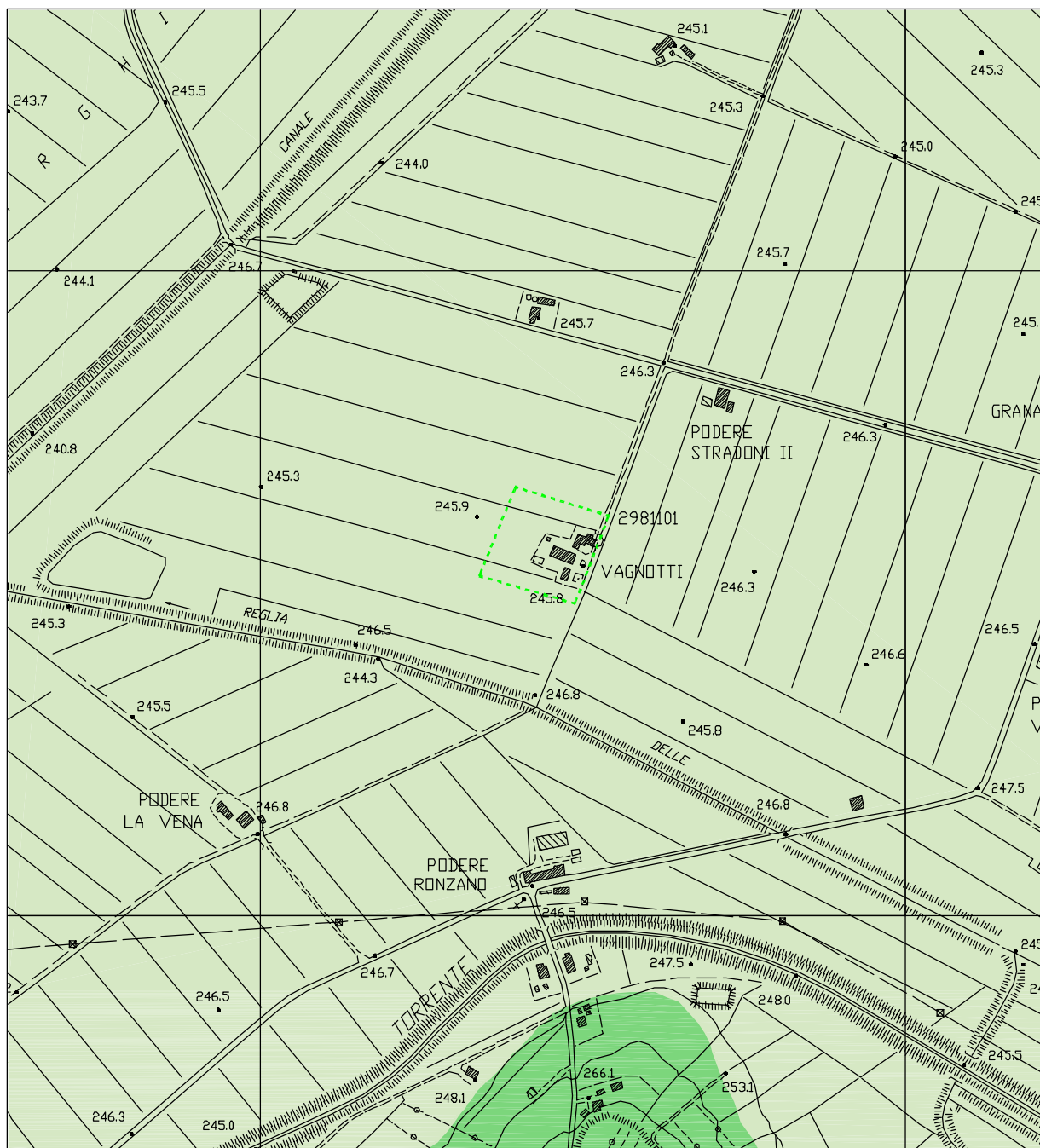
fl

Depositi fluvio lacustri in facies
sabbiosa e limo-argillosa
(Pleistocene inf.)

☐ ☐ ☐ ☐

Delimitazione Piano di Recupero

CARTA LITOLOGICO-TECNICA

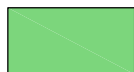


scala 1:10.000

LEGENDA



Depositi di origine alluvionale normalconsolidati costituiti per lo più da limi sabbiosi ed argillosi ad andamento lenticolare. Caratteristiche di resistenza generalmente scarse.

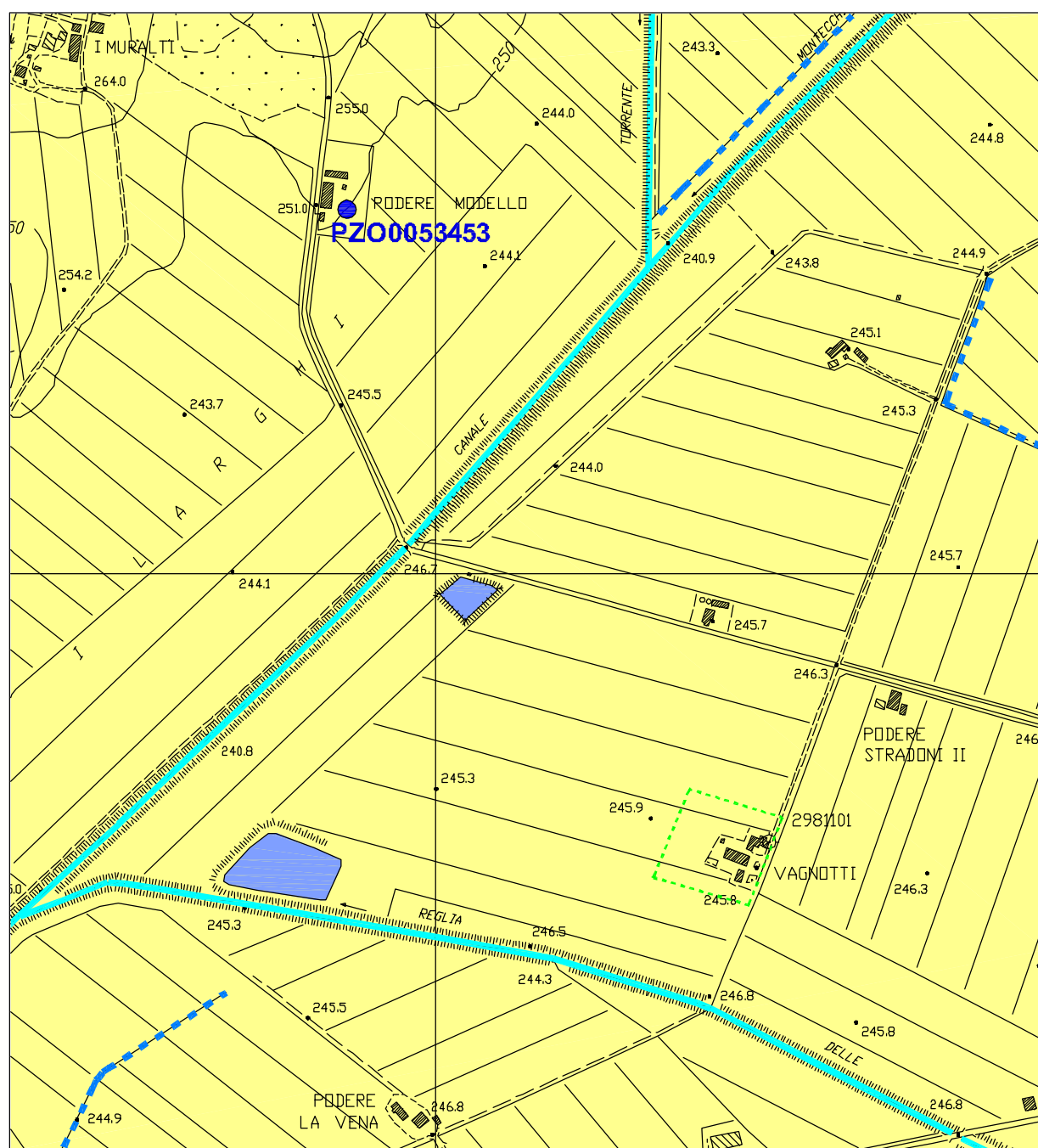


Depositi continentali anche sovraconsolidati a variabile composizione litologica da sabbiosi a limo-argillosi. Caratteristiche di resistenza generalmente buone



Delimitazione Piano di Recupero

CARTA GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA



scala 1:10.000

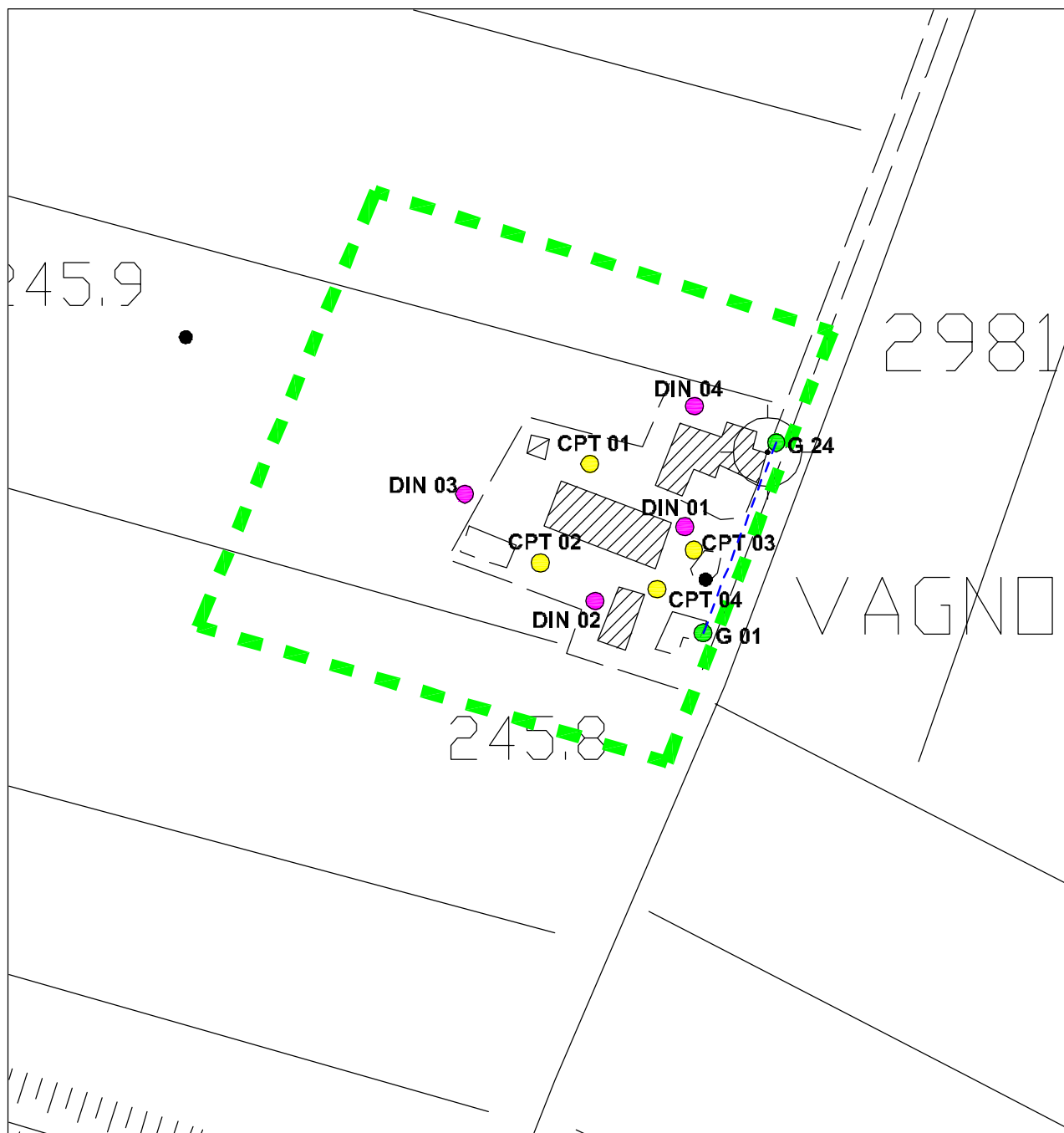
LEGENDA

- ||||| Scarpate
- - - - - Linee di deflusso principali
- Corsi d'acqua arginati
- Invasi artificiali
- Pozzo di stratigrafia nota
(Banca dati Provincia di Arezzo)
- - - - - Delimitazione Piano di Recupero

Permeabilità di tipo primario per porosità

- Limi sabbiosi prevalenti con livelli acquiferi anche superficiali

CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



scala 1: 2.000

LEGENDA

- Prove penetrometriche CPT
- Prove penetrometriche dinamiche DM-30
- - - Indagine sismica a rifrazione
- Posizione geofoni di testa
- - - Delimitazione Piano di Recupero

Allegato n°1

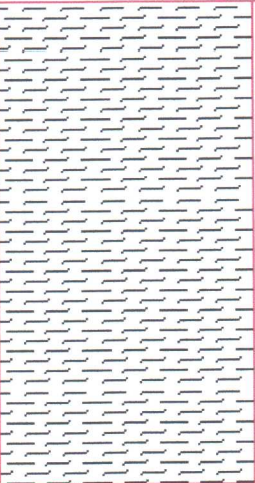
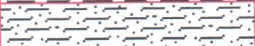
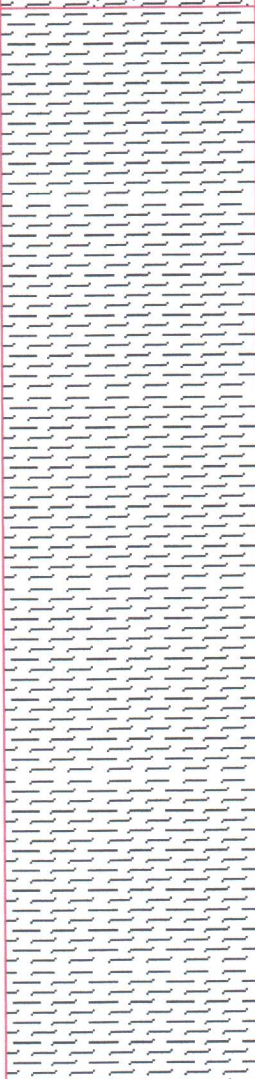
INDAGINI GEOGNOSTICHE E DATI DI BASE

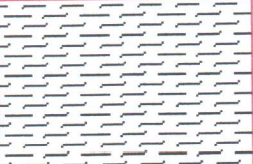
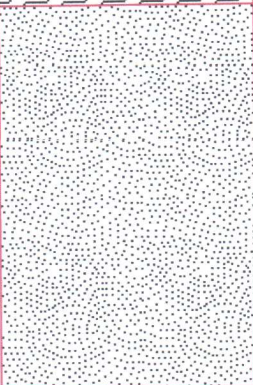
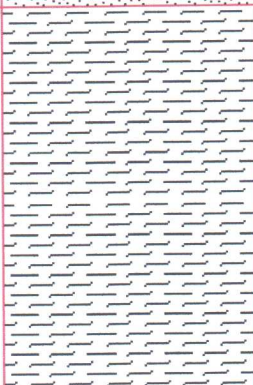
Stratigrafia pozzo (Banca dati Provincia di Arezzo)

Prove penetrometriche statiche CPT

Prove penetrometriche dinamiche DM-30

Indagine sismica a rifrazione per Onde P e Sh

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
250	0			
		20		Limi Argillosi marroni grigiastri
230	20			
228	22	2		Limi Sabbiosi
		45		Limi Argillosi
183	67			

176	74	7		Limi Argillosi
160	90	16		Sabbie a granulometria fine
144	106	16		Limi Argillosi

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 01

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 15/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	17,0	22,0	34,0	0,67	51,0	7,00	11,0	17,0	22,0	1,07	21,0
0,40	18,0	23,0	36,0	0,67	54,0	7,20	11,0	19,0	22,0	1,47	15,0
0,60	19,0	24,0	38,0	0,67	57,0	7,40	13,0	24,0	26,0	1,73	15,0
0,80	20,0	25,0	40,0	0,67	60,0	7,60	20,0	33,0	40,0	1,47	27,0
1,00	30,0	35,0	60,0	0,40	150,0	7,80	19,0	30,0	38,0	1,73	22,0
1,20	30,0	33,0	60,0	2,27	26,0	8,00	19,0	32,0	38,0	2,00	19,0
1,40	10,0	27,0	20,0	1,33	15,0	8,20	19,0	34,0	38,0	1,87	20,0
1,60	17,0	27,0	34,0	1,33	25,0	8,40	22,0	36,0	44,0	1,87	24,0
1,80	7,0	17,0	14,0	1,20	12,0	8,60	20,0	34,0	40,0	1,60	25,0
2,00	5,0	14,0	10,0	1,07	9,0	8,80	15,0	27,0	30,0	1,33	22,0
2,20	5,0	13,0	10,0	0,53	19,0	9,00	14,0	24,0	28,0	1,20	23,0
2,40	3,0	7,0	6,0	0,27	22,0	9,20	13,0	22,0	26,0	1,33	19,0
2,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	9,40	12,0	22,0	24,0	0,93	26,0
2,80	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	9,60	10,0	17,0	20,0	0,80	25,0
3,00	2,0	4,0	4,0	0,13	30,0	9,80	9,0	15,0	18,0	0,93	19,0
3,20	3,0	4,0	6,0	0,53	11,0	10,00	9,0	16,0	18,0	1,20	15,0
3,40	3,0	7,0	6,0	0,27	22,0	10,20	15,0	24,0	30,0	1,47	20,0
3,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	10,40	23,0	34,0	46,0	0,67	69,0
3,80	3,0	5,0	6,0	0,67	9,0	10,60	19,0	24,0	38,0	0,53	71,0
4,00	4,0	9,0	8,0	0,53	15,0	10,80	15,0	19,0	30,0	1,33	22,0
4,20	3,0	7,0	6,0	0,27	22,0	11,00	5,0	15,0	10,0	0,93	11,0
4,40	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	11,20	13,0	20,0	26,0	1,20	22,0
4,60	1,0	3,0	2,0	0,67	3,0	11,40	10,0	19,0	20,0	2,67	7,0
4,80	4,0	9,0	8,0	0,40	20,0	11,60	20,0	40,0	40,0	2,00	20,0
5,00	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0	11,80	14,0	29,0	28,0	0,93	30,0
5,20	9,0	12,0	18,0	0,67	27,0	12,00	12,0	19,0	24,0	0,80	30,0
5,40	9,0	14,0	18,0	0,53	34,0	12,20	14,0	20,0	28,0	1,07	26,0
5,60	9,0	13,0	18,0	0,80	22,0	12,40	17,0	25,0	34,0	1,07	32,0
5,80	8,0	14,0	16,0	0,67	24,0	12,60	18,0	26,0	36,0	1,20	30,0
6,00	8,0	13,0	16,0	0,80	20,0	12,80	15,0	24,0	30,0	1,07	28,0
6,20	8,0	14,0	16,0	0,93	17,0	13,00	16,0	24,0	32,0	1,07	30,0
6,40	10,0	17,0	20,0	0,80	25,0	13,20	17,0	25,0	34,0	2,00	17,0
6,60	10,0	16,0	20,0	0,93	21,0	13,40	20,0	35,0	40,0	1,20	33,0
6,80	11,0	18,0	22,0	0,80	27,0	13,60	31,0	40,0	62,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing$ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

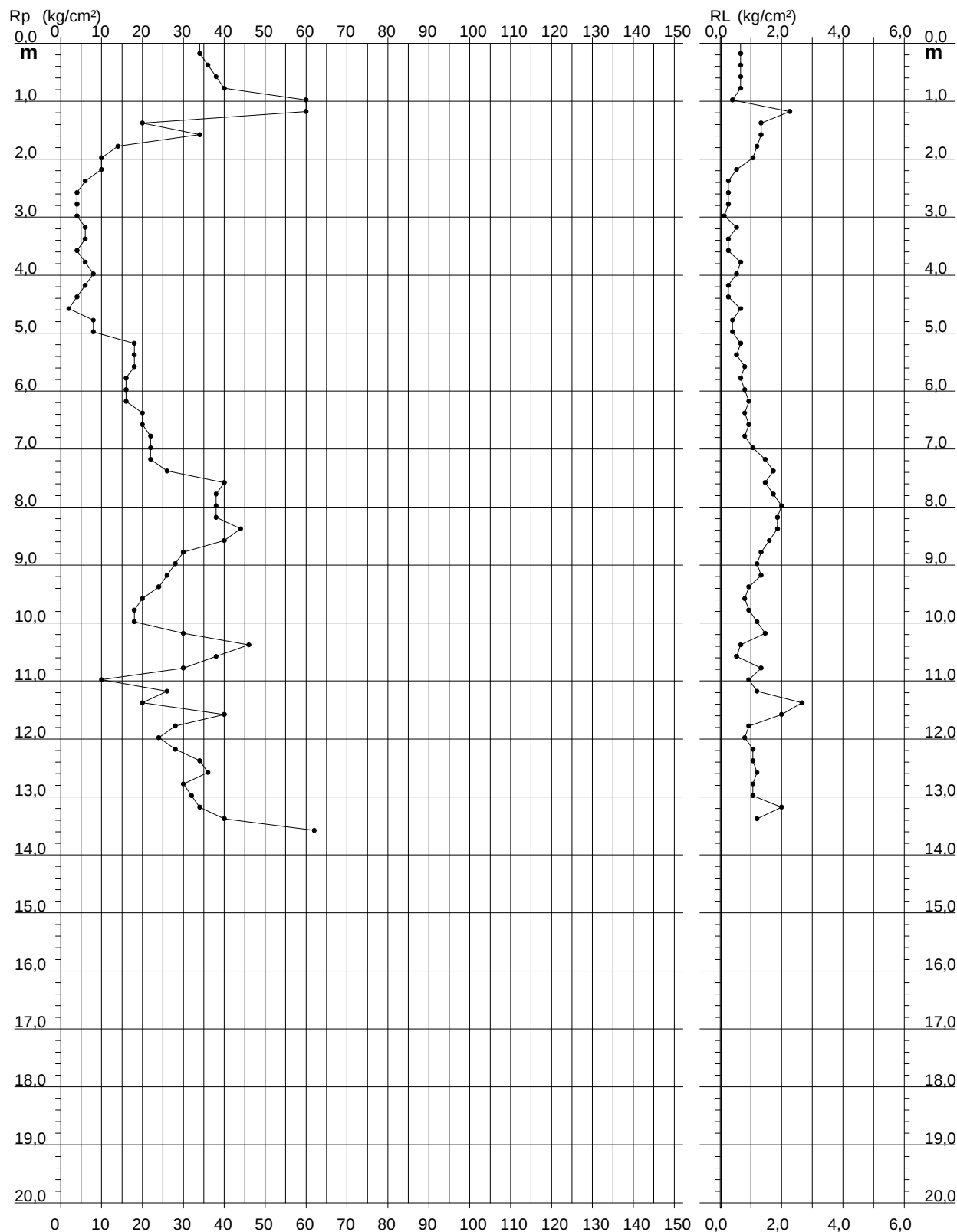
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 01

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)

- data : 15/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 02

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 15/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	9,0	16,0	18,0	0,93	19,0	5,60	10,0	16,0	20,0	0,93	21,0
0,40	10,0	17,0	20,0	0,93	21,0	5,80	11,0	18,0	22,0	0,80	27,0
0,60	11,0	18,0	22,0	0,93	24,0	6,00	11,0	17,0	22,0	1,07	21,0
0,80	12,0	19,0	24,0	1,73	14,0	6,20	10,0	18,0	20,0	1,47	14,0
1,00	22,0	35,0	44,0	1,87	24,0	6,40	13,0	24,0	26,0	1,33	19,0
1,20	9,0	23,0	18,0	1,60	11,0	6,60	20,0	30,0	40,0	1,20	33,0
1,40	15,0	27,0	30,0	2,00	15,0	6,80	17,0	26,0	34,0	1,60	21,0
1,60	5,0	20,0	10,0	1,07	9,0	7,00	18,0	30,0	36,0	1,73	21,0
1,80	5,0	13,0	10,0	1,07	9,0	7,20	19,0	32,0	38,0	1,33	28,0
2,00	7,0	15,0	14,0	0,53	26,0	7,40	20,0	30,0	40,0	1,60	25,0
2,20	5,0	9,0	10,0	0,27	37,0	7,60	20,0	32,0	40,0	1,47	27,0
2,40	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	7,80	16,0	27,0	32,0	1,33	24,0
2,60	3,0	5,0	6,0	0,40	15,0	8,00	14,0	24,0	28,0	1,33	21,0
2,80	2,0	5,0	4,0	0,27	15,0	8,20	13,0	23,0	26,0	1,20	22,0
3,00	3,0	5,0	6,0	0,53	11,0	8,40	11,0	20,0	22,0	0,93	24,0
3,20	3,0	7,0	6,0	0,40	15,0	8,60	10,0	17,0	20,0	0,80	25,0
3,40	2,0	5,0	4,0	0,27	15,0	8,80	9,0	15,0	18,0	0,80	22,0
3,60	3,0	5,0	6,0	0,67	9,0	9,00	12,0	18,0	24,0	1,20	20,0
3,80	4,0	9,0	8,0	0,53	15,0	9,20	15,0	24,0	30,0	1,47	20,0
4,00	3,0	7,0	6,0	0,27	22,0	9,40	23,0	34,0	46,0	1,20	38,0
4,20	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	9,60	20,0	29,0	40,0	0,93	43,0
4,40	4,0	6,0	8,0	0,40	20,0	9,80	14,0	21,0	28,0	1,20	23,0
4,60	4,0	7,0	8,0	0,93	9,0	10,00	17,0	26,0	34,0	1,07	32,0
4,80	8,0	15,0	16,0	0,67	24,0	10,20	17,0	25,0	34,0	2,00	17,0
5,00	9,0	14,0	18,0	1,07	17,0	10,40	20,0	35,0	40,0	1,60	25,0
5,20	8,0	16,0	16,0	0,93	17,0	10,60	30,0	42,0	60,0	1,60	37,0
5,40	10,0	17,0	20,0	0,80	25,0	10,80	33,0	45,0	66,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing$ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

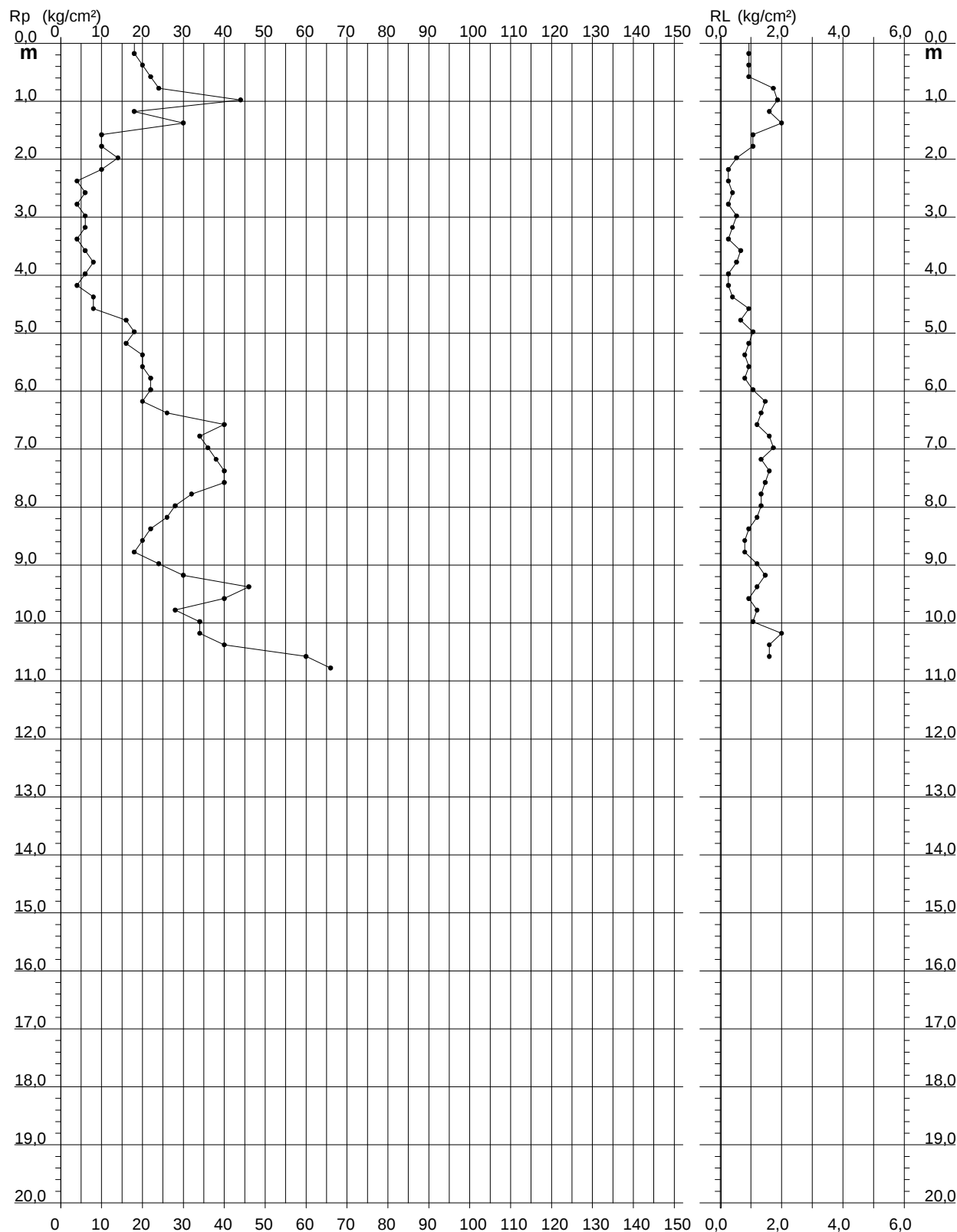
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 02

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)

- data : 15/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 03

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 16/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	23,0	38,0	46,0	2,00	23,0	4,80	6,0	13,0	12,0	0,93	13,0
0,40	24,0	39,0	48,0	2,00	24,0	5,00	8,0	15,0	16,0	1,07	15,0
0,60	25,0	40,0	50,0	1,87	27,0	5,20	9,0	17,0	18,0	0,93	19,0
0,80	22,0	36,0	44,0	1,33	33,0	5,40	10,0	17,0	20,0	0,80	25,0
1,00	25,0	35,0	50,0	1,20	42,0	5,60	12,0	18,0	24,0	0,93	26,0
1,20	24,0	33,0	48,0	3,73	13,0	5,80	9,0	16,0	18,0	1,07	17,0
1,40	22,0	50,0	44,0	2,40	18,0	6,00	8,0	16,0	16,0	1,07	15,0
1,60	17,0	35,0	34,0	1,60	21,0	6,20	7,0	15,0	14,0	1,07	13,0
1,80	8,0	20,0	16,0	1,07	15,0	6,40	5,0	13,0	10,0	0,80	12,0
2,00	6,0	14,0	12,0	1,33	9,0	6,60	7,0	13,0	14,0	0,80	17,0
2,20	5,0	15,0	10,0	1,07	9,0	6,80	11,0	17,0	22,0	0,93	24,0
2,40	4,0	12,0	8,0	0,80	10,0	7,00	10,0	17,0	20,0	1,20	17,0
2,60	3,0	9,0	6,0	0,53	11,0	7,20	13,0	22,0	26,0	1,47	18,0
2,80	2,0	6,0	4,0	0,40	10,0	7,40	12,0	23,0	24,0	1,33	18,0
3,00	1,0	4,0	2,0	0,27	7,0	7,60	14,0	24,0	28,0	2,13	13,0
3,20	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	7,80	19,0	35,0	38,0	1,33	28,0
3,40	3,0	5,0	6,0	0,40	15,0	8,00	16,0	26,0	32,0	1,47	22,0
3,60	3,0	6,0	6,0	0,53	11,0	8,20	16,0	27,0	32,0	1,33	24,0
3,80	3,0	7,0	6,0	0,53	11,0	8,40	15,0	25,0	30,0	1,60	19,0
4,00	4,0	8,0	8,0	0,53	15,0	8,60	12,0	24,0	24,0	1,47	16,0
4,20	5,0	9,0	10,0	0,67	15,0	8,80	13,0	24,0	26,0	1,73	15,0
4,40	5,0	10,0	10,0	0,80	12,0	9,00	17,0	30,0	34,0	3,33	10,0
4,60	6,0	12,0	12,0	0,93	13,0	9,20	20,0	45,0	40,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing$ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

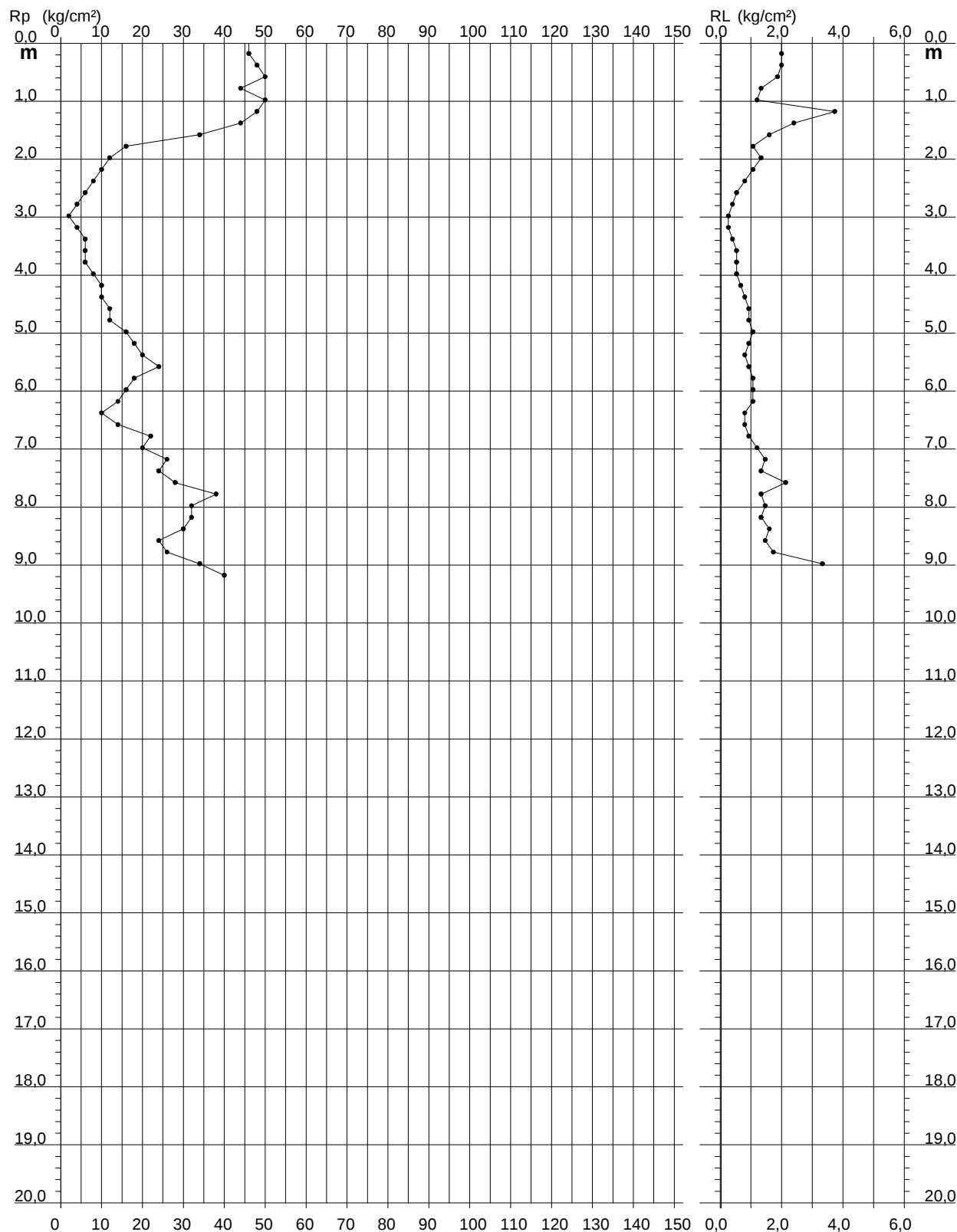
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 03

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)

- data : 16/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 04

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 16/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	18,0	33,0	36,0	2,00	18,0	5,20	9,0	18,0	18,0	0,93	19,0
0,40	19,0	34,0	38,0	2,00	19,0	5,40	10,0	17,0	20,0	0,93	21,0
0,60	20,0	35,0	40,0	1,47	27,0	5,60	11,0	18,0	22,0	0,80	27,0
0,80	19,0	30,0	38,0	2,00	19,0	5,80	10,0	16,0	20,0	0,93	21,0
1,00	25,0	40,0	50,0	0,80	62,0	6,00	9,0	16,0	18,0	1,07	17,0
1,20	24,0	30,0	48,0	3,07	16,0	6,20	7,0	15,0	14,0	1,07	13,0
1,40	22,0	45,0	44,0	1,87	24,0	6,40	4,0	12,0	8,0	0,80	10,0
1,60	10,0	24,0	20,0	2,13	9,0	6,60	6,0	12,0	12,0	0,80	15,0
1,80	11,0	27,0	22,0	1,20	18,0	6,80	10,0	16,0	20,0	1,20	17,0
2,00	9,0	18,0	18,0	0,93	19,0	7,00	10,0	19,0	20,0	1,47	14,0
2,20	7,0	14,0	14,0	1,07	13,0	7,20	12,0	23,0	24,0	1,60	15,0
2,40	5,0	13,0	10,0	0,80	12,0	7,40	14,0	26,0	28,0	1,73	16,0
2,60	3,0	9,0	6,0	0,40	15,0	7,60	15,0	28,0	30,0	2,13	14,0
2,80	2,0	5,0	4,0	0,53	7,0	7,80	19,0	35,0	38,0	1,20	32,0
3,00	2,0	6,0	4,0	0,27	15,0	8,00	17,0	26,0	34,0	1,33	25,0
3,20	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	8,20	17,0	27,0	34,0	1,20	28,0
3,40	3,0	5,0	6,0	0,67	9,0	8,40	14,0	23,0	28,0	1,60	17,0
3,60	2,0	7,0	4,0	0,53	7,0	8,60	10,0	22,0	20,0	1,20	17,0
3,80	3,0	7,0	6,0	0,67	9,0	8,80	11,0	20,0	22,0	1,87	12,0
4,00	4,0	9,0	8,0	0,40	20,0	9,00	18,0	32,0	36,0	2,00	18,0
4,20	6,0	9,0	12,0	0,53	22,0	9,20	20,0	35,0	40,0	2,67	15,0
4,40	6,0	10,0	12,0	0,67	18,0	9,40	25,0	45,0	50,0	1,87	27,0
4,60	7,0	12,0	14,0	0,67	21,0	9,60	26,0	40,0	52,0	3,33	16,0
4,80	8,0	13,0	16,0	0,93	17,0	9,80	25,0	50,0	50,0	-----	----
5,00	9,0	16,0	18,0	1,20	15,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing$ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

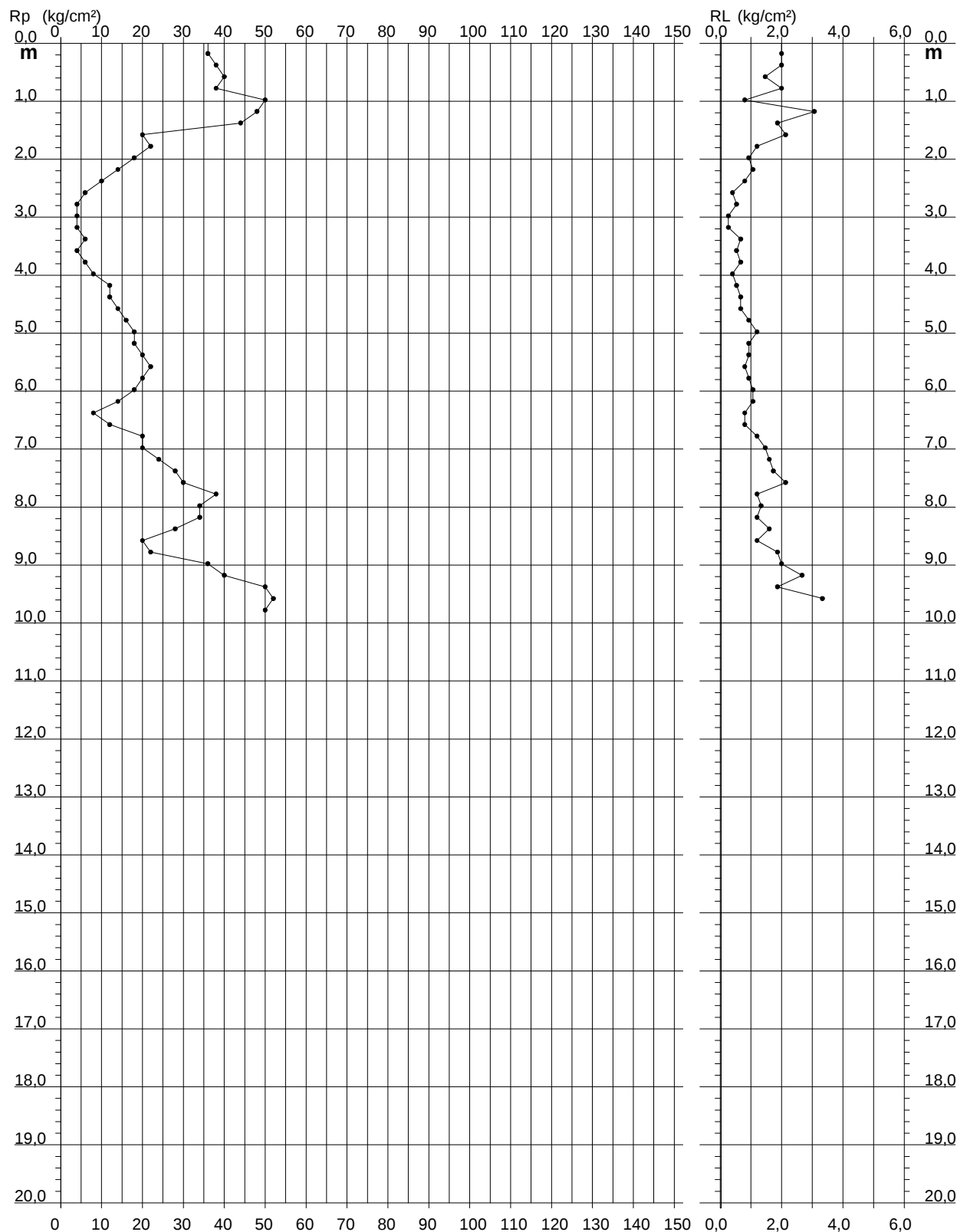
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 04

2.010496-115

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)

- data : 16/11/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DM-30 (60)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : **DM-30 (60)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	$Q = (MH)/(A\delta) = 6,00 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : $N_{spt} = \beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa $\approx$ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 01

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc. Vagnotti (AR)
- note :
- data : 14/11/2011
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 10,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	30	117,4	1	3,70 - 3,80	5	16,9	4
0,10 - 0,20	31	121,3	1	3,80 - 3,90	3	9,7	5
0,20 - 0,30	32	125,2	1	3,90 - 4,00	3	9,7	5
0,30 - 0,40	36	140,9	1	4,00 - 4,10	4	12,9	5
0,40 - 0,50	20	78,3	1	4,10 - 4,20	7	22,7	5
0,50 - 0,60	14	54,8	1	4,20 - 4,30	6	19,4	5
0,60 - 0,70	13	50,9	1	4,30 - 4,40	7	22,7	5
0,70 - 0,80	12	47,0	1	4,40 - 4,50	6	19,4	5
0,80 - 0,90	11	40,9	2	4,50 - 4,60	11	35,6	5
0,90 - 1,00	11	40,9	2	4,60 - 4,70	9	29,1	5
1,00 - 1,10	10	37,2	2	4,70 - 4,80	7	22,7	5
1,10 - 1,20	10	37,2	2	4,80 - 4,90	9	27,9	6
1,20 - 1,30	7	26,0	2	4,90 - 5,00	9	27,9	6
1,30 - 1,40	8	29,8	2	5,00 - 5,10	8	24,8	6
1,40 - 1,50	11	40,9	2	5,10 - 5,20	9	27,9	6
1,50 - 1,60	10	37,2	2	5,20 - 5,30	11	34,1	6
1,60 - 1,70	10	37,2	2	5,30 - 5,40	11	34,1	6
1,70 - 1,80	9	33,5	2	5,40 - 5,50	10	31,0	6
1,80 - 1,90	14	49,6	3	5,50 - 5,60	10	31,0	6
1,90 - 2,00	15	53,1	3	5,60 - 5,70	13	40,3	6
2,00 - 2,10	9	31,9	3	5,70 - 5,80	14	43,4	6
2,10 - 2,20	8	28,3	3	5,80 - 5,90	17	50,7	7
2,20 - 2,30	8	28,3	3	5,90 - 6,00	16	47,7	7
2,30 - 2,40	7	24,8	3	6,00 - 6,10	16	47,7	7
2,40 - 2,50	8	28,3	3	6,10 - 6,20	17	50,7	7
2,50 - 2,60	7	24,8	3	6,20 - 6,30	18	53,6	7
2,60 - 2,70	11	39,0	3	6,30 - 6,40	19	56,6	7
2,70 - 2,80	9	31,9	3	6,40 - 6,50	20	59,6	7
2,80 - 2,90	6	20,3	4	6,50 - 6,60	16	47,7	7
2,90 - 3,00	6	20,3	4	6,60 - 6,70	16	47,7	7
3,00 - 3,10	6	20,3	4	6,70 - 6,80	17	50,7	7
3,10 - 3,20	5	16,9	4	6,80 - 6,90	20	57,3	8
3,20 - 3,30	5	16,9	4	6,90 - 7,00	21	60,2	8
3,30 - 3,40	5	16,9	4	7,00 - 7,10	20	57,3	8
3,40 - 3,50	5	16,9	4	7,10 - 7,20	23	65,9	8
3,50 - 3,60	6	20,3	4	7,20 - 7,30	30	86,0	8
3,60 - 3,70	5	16,9	4	7,30 - 7,40	38	108,9	8

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60)**

- 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)** [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 01

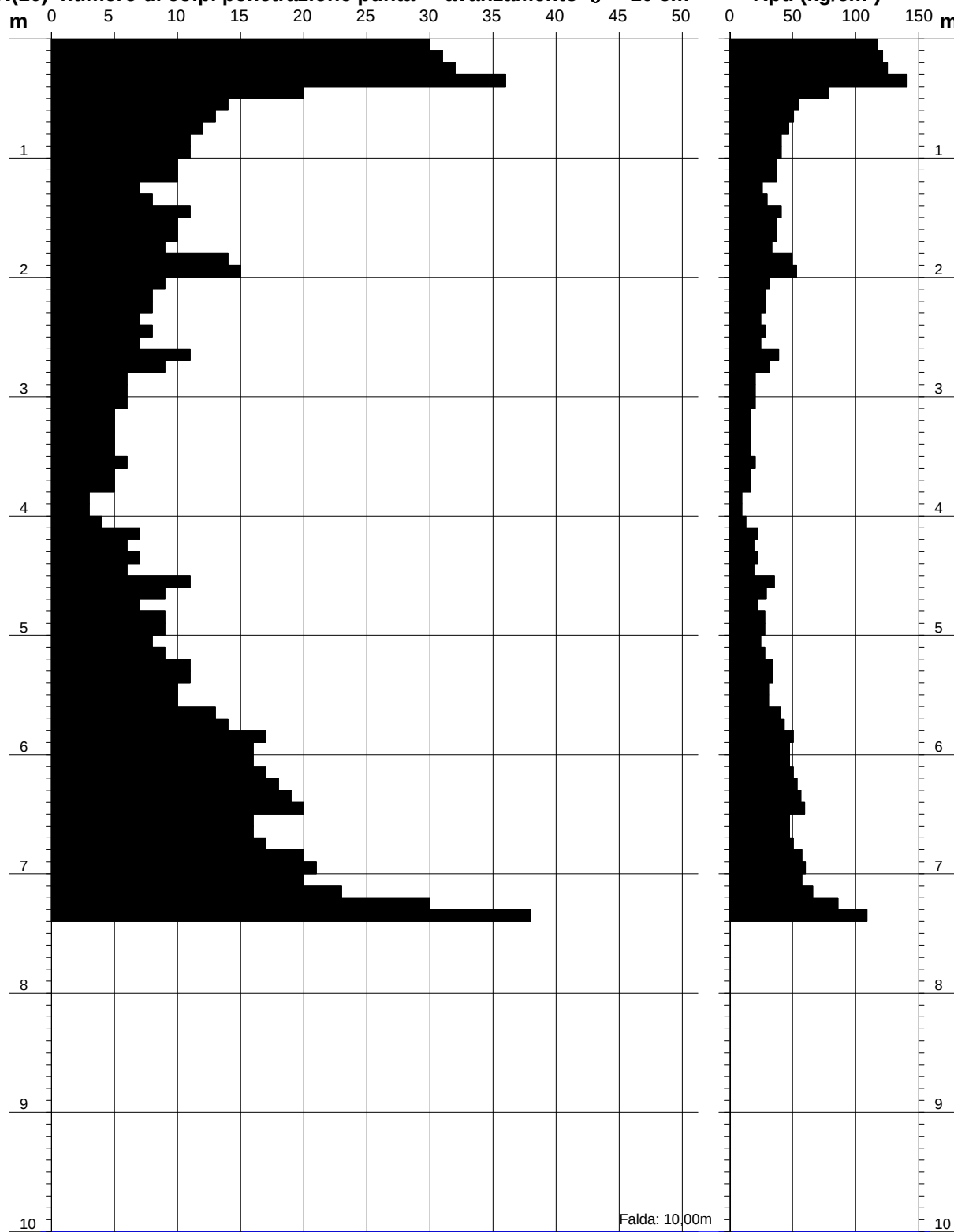
Scala 1: 50

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 10,00 m da quota inizio
- pagina : 1

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

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 02

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc. Vagnotti (AR)
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 10,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	10	39,1	1	2,70 - 2,80	1	3,5	3
0,10 - 0,20	10	39,1	1	2,80 - 2,90	1	3,4	4
0,20 - 0,30	11	43,0	1	2,90 - 3,00	1	3,4	4
0,30 - 0,40	21	82,2	1	3,00 - 3,10	2	6,8	4
0,40 - 0,50	32	125,2	1	3,10 - 3,20	1	3,4	4
0,50 - 0,60	38	148,7	1	3,20 - 3,30	3	10,2	4
0,60 - 0,70	24	93,9	1	3,30 - 3,40	2	6,8	4
0,70 - 0,80	19	74,3	1	3,40 - 3,50	3	10,2	4
0,80 - 0,90	12	44,6	2	3,50 - 3,60	4	13,5	4
0,90 - 1,00	14	52,1	2	3,60 - 3,70	6	20,3	4
1,00 - 1,10	16	59,5	2	3,70 - 3,80	6	20,3	4
1,10 - 1,20	18	66,9	2	3,80 - 3,90	8	25,9	5
1,20 - 1,30	18	66,9	2	3,90 - 4,00	9	29,1	5
1,30 - 1,40	16	59,5	2	4,00 - 4,10	11	35,6	5
1,40 - 1,50	14	52,1	2	4,10 - 4,20	13	42,1	5
1,50 - 1,60	13	48,3	2	4,20 - 4,30	14	45,3	5
1,60 - 1,70	8	29,8	2	4,30 - 4,40	17	55,0	5
1,70 - 1,80	6	22,3	2	4,40 - 4,50	18	58,3	5
1,80 - 1,90	6	21,3	3	4,50 - 4,60	20	64,7	5
1,90 - 2,00	4	14,2	3	4,60 - 4,70	21	68,0	5
2,00 - 2,10	3	10,6	3	4,70 - 4,80	23	74,5	5
2,10 - 2,20	2	7,1	3	4,80 - 4,90	25	77,6	6
2,20 - 2,30	2	7,1	3	4,90 - 5,00	29	90,0	6
2,30 - 2,40	2	7,1	3	5,00 - 5,10	31	96,2	6
2,40 - 2,50	2	7,1	3	5,10 - 5,20	34	105,5	6
2,50 - 2,60	1	3,5	3	5,20 - 5,30	38	117,9	6
2,60 - 2,70	1	3,5	3	5,30 - 5,40	41	127,2	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60)**

- 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**) [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 02

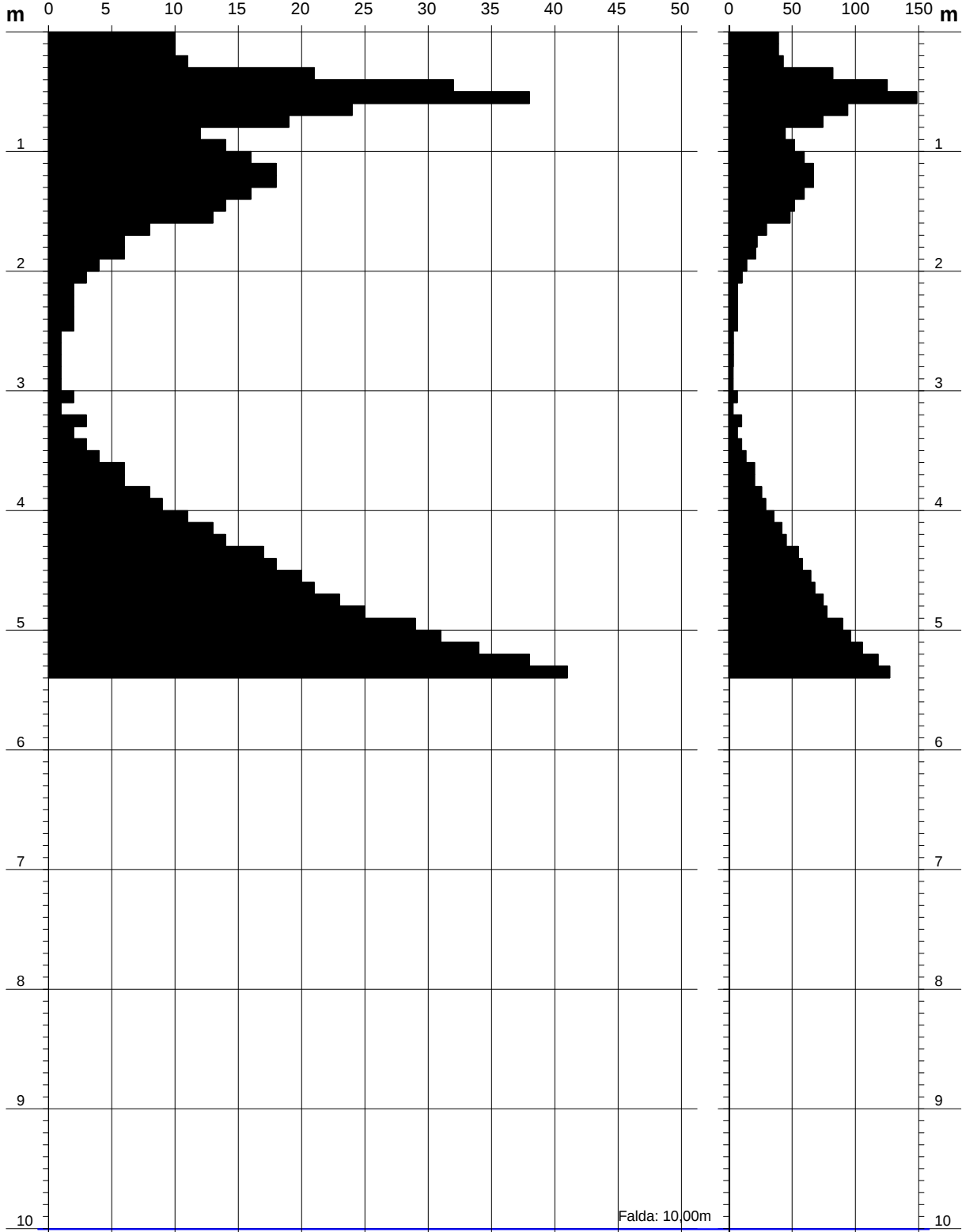
Scala 1: 50

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 10,00 m da quota inizio
- pagina : 1

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

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 03

- committente :	Opes Edificatrice Soc. Coop.	- data :	14/11/2011
- lavoro :	Ristrutturazione fabbricati civile abitazione	- quota inizio :	p.c.
- località :	Ronzano - voc.Vagnotti (AR)	- prof. falda :	10,00 m da quota inizio
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	7	27,4	1	3,10 - 3,20	3	10,2	4
0,10 - 0,20	8	31,3	1	3,20 - 3,30	3	10,2	4
0,20 - 0,30	8	31,3	1	3,30 - 3,40	4	13,5	4
0,30 - 0,40	23	90,0	1	3,40 - 3,50	4	13,5	4
0,40 - 0,50	30	117,4	1	3,50 - 3,60	3	10,2	4
0,50 - 0,60	31	121,3	1	3,60 - 3,70	4	13,5	4
0,60 - 0,70	39	152,6	1	3,70 - 3,80	5	16,9	4
0,70 - 0,80	24	93,9	1	3,80 - 3,90	5	16,2	5
0,80 - 0,90	35	130,2	2	3,90 - 4,00	6	19,4	5
0,90 - 1,00	31	115,3	2	4,00 - 4,10	6	19,4	5
1,00 - 1,10	26	96,7	2	4,10 - 4,20	7	22,7	5
1,10 - 1,20	19	70,7	2	4,20 - 4,30	7	22,7	5
1,20 - 1,30	15	55,8	2	4,30 - 4,40	8	25,9	5
1,30 - 1,40	11	40,9	2	4,40 - 4,50	9	29,1	5
1,40 - 1,50	7	26,0	2	4,50 - 4,60	10	32,4	5
1,50 - 1,60	5	18,6	2	4,60 - 4,70	12	38,8	5
1,60 - 1,70	5	18,6	2	4,70 - 4,80	13	42,1	5
1,70 - 1,80	5	18,6	2	4,80 - 4,90	15	46,6	6
1,80 - 1,90	6	21,3	3	4,90 - 5,00	16	49,7	6
1,90 - 2,00	4	14,2	3	5,00 - 5,10	16	49,7	6
2,00 - 2,10	3	10,6	3	5,10 - 5,20	20	62,1	6
2,10 - 2,20	2	7,1	3	5,20 - 5,30	22	68,3	6
2,20 - 2,30	2	7,1	3	5,30 - 5,40	22	68,3	6
2,30 - 2,40	3	10,6	3	5,40 - 5,50	23	71,4	6
2,40 - 2,50	3	10,6	3	5,50 - 5,60	26	80,7	6
2,50 - 2,60	2	7,1	3	5,60 - 5,70	31	96,2	6
2,60 - 2,70	2	7,1	3	5,70 - 5,80	33	102,4	6
2,70 - 2,80	2	7,1	3	5,80 - 5,90	34	101,3	7
2,80 - 2,90	2	6,8	4	5,90 - 6,00	37	110,3	7
2,90 - 3,00	2	6,8	4	6,00 - 6,10	40	119,2	7
3,00 - 3,10	2	6,8	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60)**

- 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**) [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 03

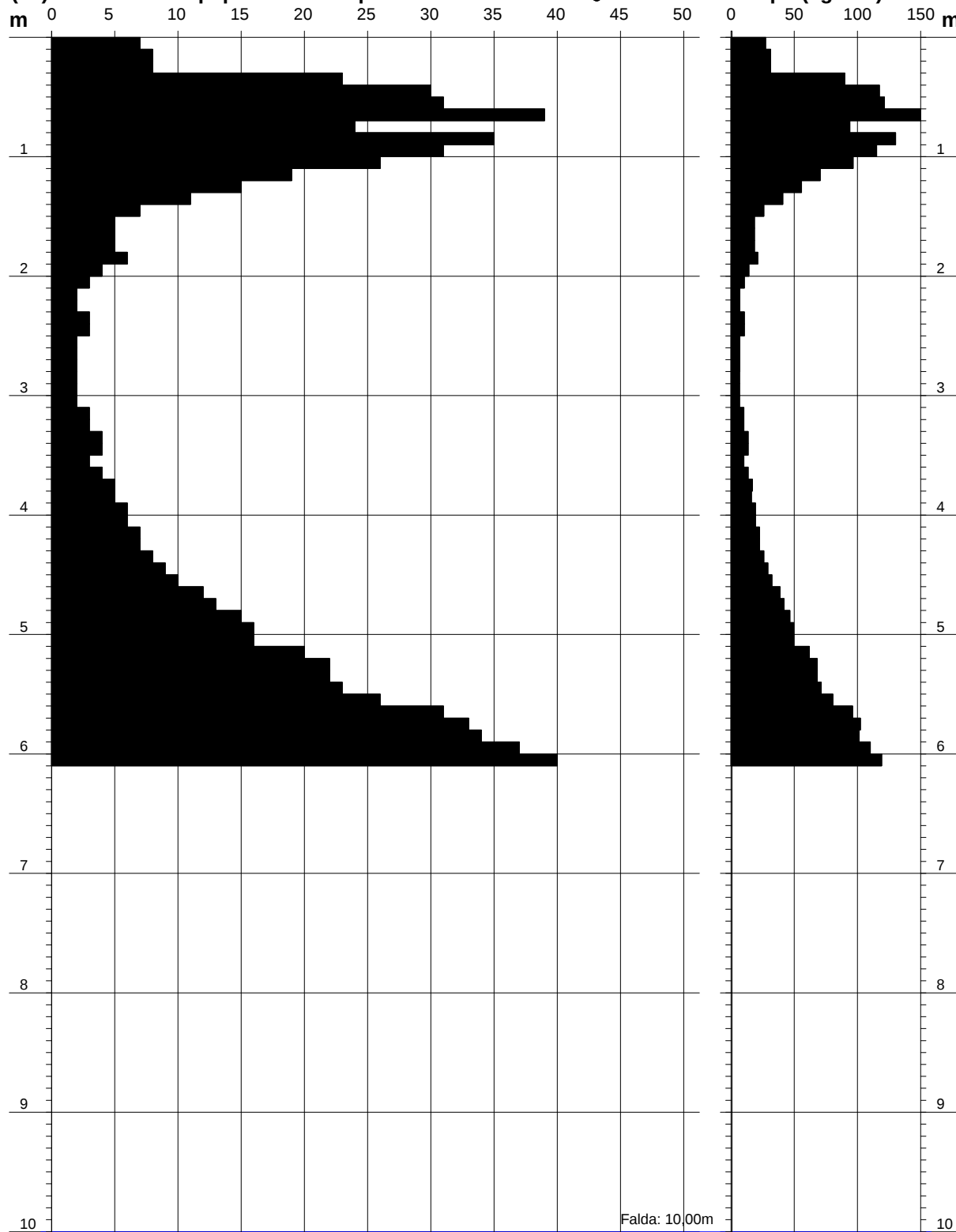
Scala 1: 50

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 10,00 m da quota inizio
- pagina : 1

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

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 04

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 10,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	5	19,6	1	2,80 - 2,90	4	13,5	4
0,10 - 0,20	5	19,6	1	2,90 - 3,00	6	20,3	4
0,20 - 0,30	5	19,6	1	3,00 - 3,10	6	20,3	4
0,30 - 0,40	14	54,8	1	3,10 - 3,20	7	23,7	4
0,40 - 0,50	29	113,5	1	3,20 - 3,30	6	20,3	4
0,50 - 0,60	31	121,3	1	3,30 - 3,40	6	20,3	4
0,60 - 0,70	34	133,0	1	3,40 - 3,50	5	16,9	4
0,70 - 0,80	31	121,3	1	3,50 - 3,60	6	20,3	4
0,80 - 0,90	19	70,7	2	3,60 - 3,70	7	23,7	4
0,90 - 1,00	16	59,5	2	3,70 - 3,80	7	23,7	4
1,00 - 1,10	14	52,1	2	3,80 - 3,90	7	22,7	5
1,10 - 1,20	13	48,3	2	3,90 - 4,00	8	25,9	5
1,20 - 1,30	13	48,3	2	4,00 - 4,10	9	29,1	5
1,30 - 1,40	16	59,5	2	4,10 - 4,20	11	35,6	5
1,40 - 1,50	14	52,1	2	4,20 - 4,30	13	42,1	5
1,50 - 1,60	10	37,2	2	4,30 - 4,40	15	48,6	5
1,60 - 1,70	7	26,0	2	4,40 - 4,50	16	51,8	5
1,70 - 1,80	6	22,3	2	4,50 - 4,60	18	58,3	5
1,80 - 1,90	5	17,7	3	4,60 - 4,70	20	64,7	5
1,90 - 2,00	4	14,2	3	4,70 - 4,80	24	77,7	5
2,00 - 2,10	4	14,2	3	4,80 - 4,90	23	71,4	6
2,10 - 2,20	3	10,6	3	4,90 - 5,00	24	74,5	6
2,20 - 2,30	3	10,6	3	5,00 - 5,10	25	77,6	6
2,30 - 2,40	4	14,2	3	5,10 - 5,20	30	93,1	6
2,40 - 2,50	3	10,6	3	5,20 - 5,30	33	102,4	6
2,50 - 2,60	3	10,6	3	5,30 - 5,40	36	111,7	6
2,60 - 2,70	3	10,6	3	5,40 - 5,50	41	127,2	6
2,70 - 2,80	3	10,6	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60)**

- 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**) [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 04

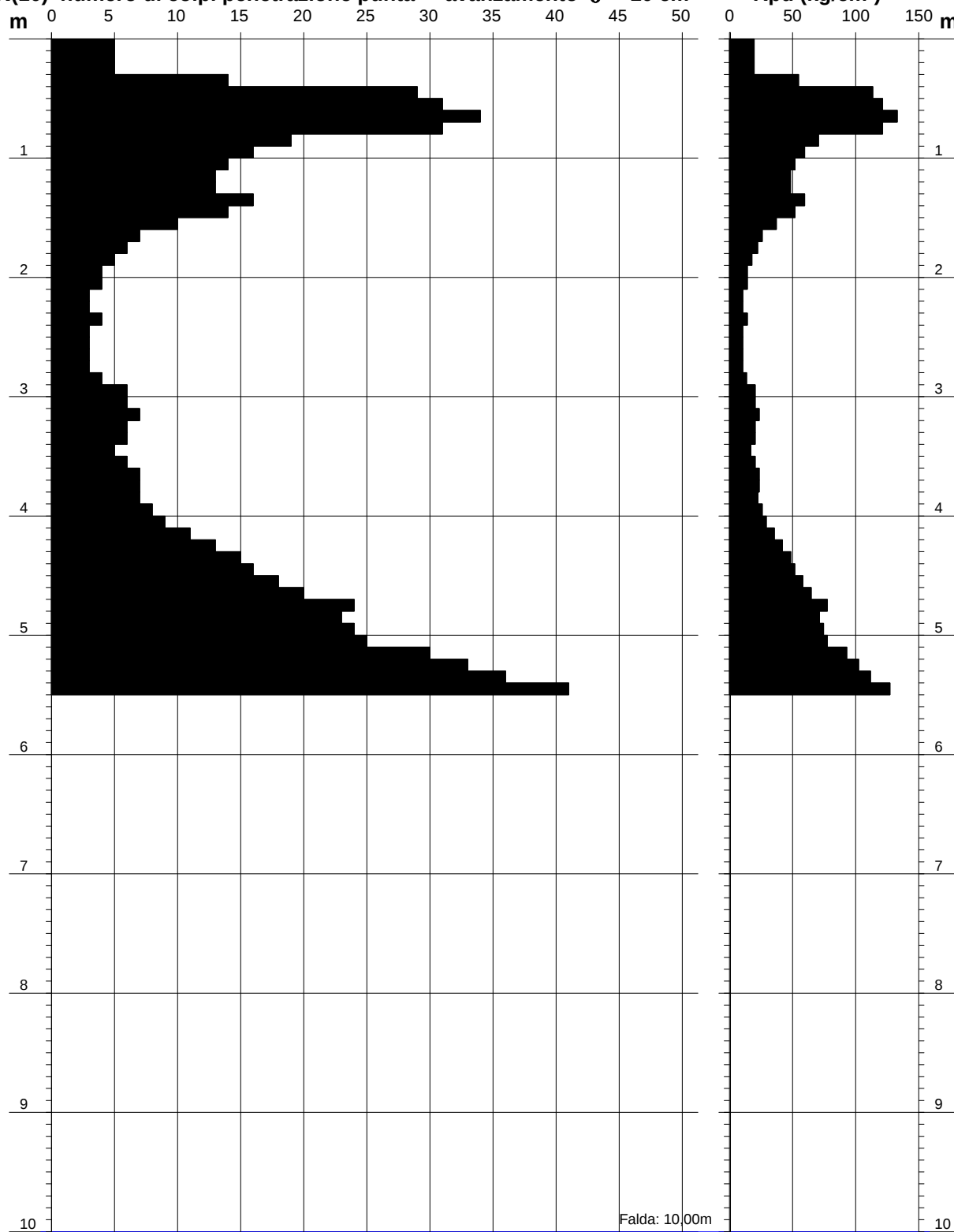
Scala 1: 50

- committente : Opes Edificatrice Soc. Coop.
- lavoro : Ristrutturazione fabbricati civile abitazione
- località : Ronzano - voc.Vagnotti (AR)
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 10,00 m da quota inizio
- pagina : 1

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

Rpd (kg/cm²)



2011

GEOMA

di Marco Marzupini

Cell. 328-7255608

Email: marzupinimarco@gmail.com

Skype: Geoma.marzupini

Sede: Via Laparelli Pitti, 10

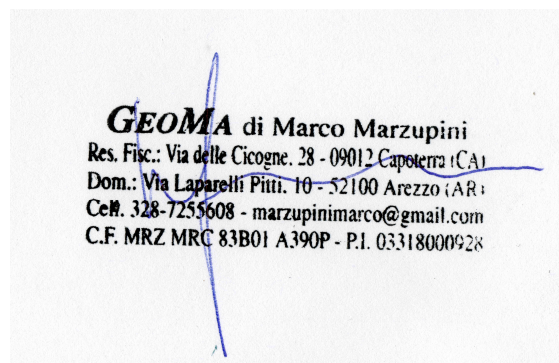
Arezzo (AR) 52100

Res Fiscale Via delle cicogne 28

Capoterra (CA) 09012

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928



INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE **(Sismica a Rifrazione per Onde P e Sh)**

LOCALITÀ: **CORTONA**

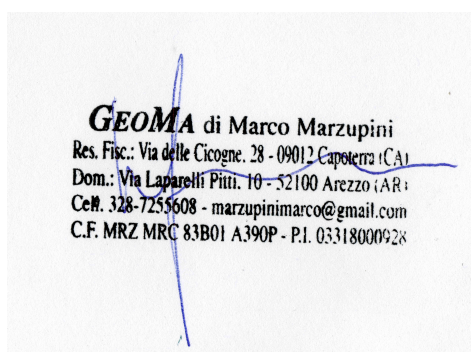
DATA: **11/11/11**

Indice generale

PREMESSA.....	3
TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE.....	4
SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE P).....	7
SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE Sh).....	8
INDAGINE E STRUMENTAZIONE ADOTTATA.....	9
STRUMENTAZIONE.....	13
ELABORAZIONE SOFTWARE.....	15
INTERPRETAZIONE.....	18

Nel CD allegato sono presenti:

- Relazione in formato pdf
- Immagini scattate durante l'acquisizione
- Allegato 1 Configurazione dello stendimento
- Allegato 2 Ubicazione dello stendimento



PREMESSA

In località *loc Ronzano Cortona (AR)* è stata eseguita per la ristrutturazione di una civile abitazione in data 11/11/2011 (Illustrazione 1) un'indagine sismica a rifrazione per l'acquisizione delle onde P e Sh, con obiettivo di valutare la velocità media di propagazione delle onde elastiche per la definizione del parametro VS30 nei primi 30 metri di profondità,

Per la definizione del comportamento sismico dei terreni presenti nell'area di intervento, secondo la recente normativa antisismica O.P.C.M. 3274/03 e il DM 19.09.2005, è stata realizzata prospezione sismica a rifrazione per l'acquisizione delle onde P e Sh.



Illustrazione 1: Ubicazione indagine sismica

TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

La sismica a rifrazione ha lo scopo di determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame sia mediante onde di compressione (onde P) sia di taglio (onde Sh).

Tale tecnica si basa sulla misurazione di onde sismiche in un punto del terreno rilevando l'arrivo, lungo uno stendimento mediante ricevitori equidistanziati (geofoni).

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde sismiche a seguito del fronte d'onda conico. Le onde prodotte da una sorgente artificiale che verranno analizzate in questo indagine, saranno quelle birifratte, cioè quelle che giungono a incidere con un angolo critico in una discontinuità sismica (intesa come variazione di impedenza acustica).

Tali onde verranno rifratte con un angolo di 90° che si propagano parallelamente alla discontinuità fino a venire rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. Supponiamo di avere un suolo composto da solo due strati (velocità V_1 , e V_2), una sorgente puntiforme che genera onde elastiche e uno stendimento di geofoni. Generando onde elastiche mediante una energizzazione del suolo si avrà che le onde che incontreranno i geofoni disposti lungo uno stendimento saranno le onde dirette poi, quando l'onda rifratta avrà percorso una certa distanza alla velocità V_2 , essa arriverà prima dell'onda diretta.

Riportando tutto in ora un diagramma spazio – tempo (dromocrone Illustrazione 2), con in ascisse la distanza x ed in ordinate il tempo di percorrenza dell'onda, avremo che l'onda diretta è una retta passante per l'origine e con pendenza uguale a $1/V_1$, mentre l'onda rifratta è una retta con pendenza pari a $1/V_2$ che interseca l'asse dei tempi in un punto (chiamato intercetta o tempo di intersezione) di ordinata pari a $2 h \cos i_c / V_1$

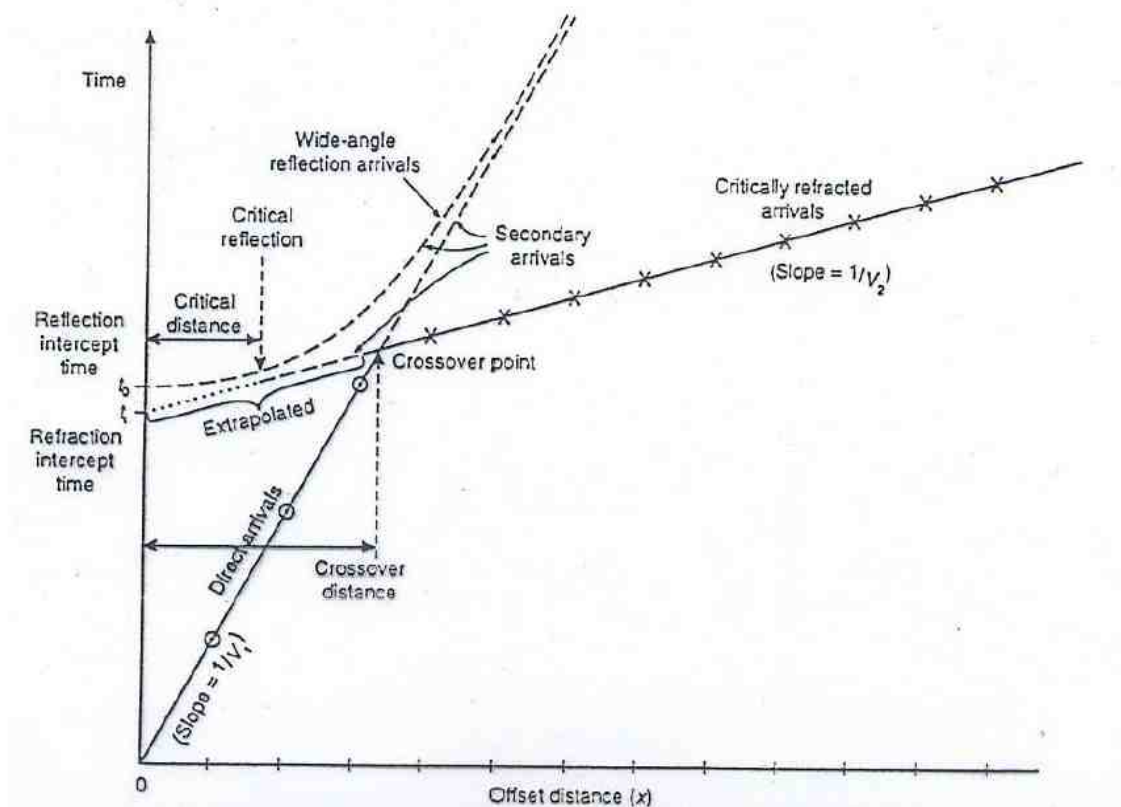


Illustrazione 2: Dromocrone

I due arrivi si intersecano in corrispondenza di un'ascissa x_c (detta distanza critica o di ginocchio) per la quale i tempi di percorrenza dell'onda diretta e rifratta sono uguali, cioè

$$x_c = 2h \cdot \sqrt{\frac{v_2 + v_1}{v_2 - v_1}}$$

Per $x < x_c$ arriverà ai ricevitori prima l'onda diretta e poi l'onda rifratta mentre per $x > x_c$ giungerà prima l'onda rifratta.

Se il terreno presenterà più di due strati Illustrazione 3 (la maggior parte dei casi) si adopererà la formula :

$$t_n = 2 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{h_k \cos i_{(k,n)}}{V_k} + \frac{x}{V_n} = I_n + \frac{x}{V_n}$$

Tale espressione in x è l'equazione di una retta con pendenza pari a $1/V_n$.

Il diagramma spazio – tempo (dromocrona) sarà quindi costituito da n rette, la prima delle quali passante per l'origine è relativa all'onda diretta ed ha pendenza pari a $1/V_1$, mentre le altre, con pendenza $1/V_k$ ($k=\dots,n$), rappresentano le onde rifratte da ciascuno strato: tali rette intersecheranno l'asse dei tempi in un'ordinata data dal primo termine del 2° membro detto “tempo intercetto”.

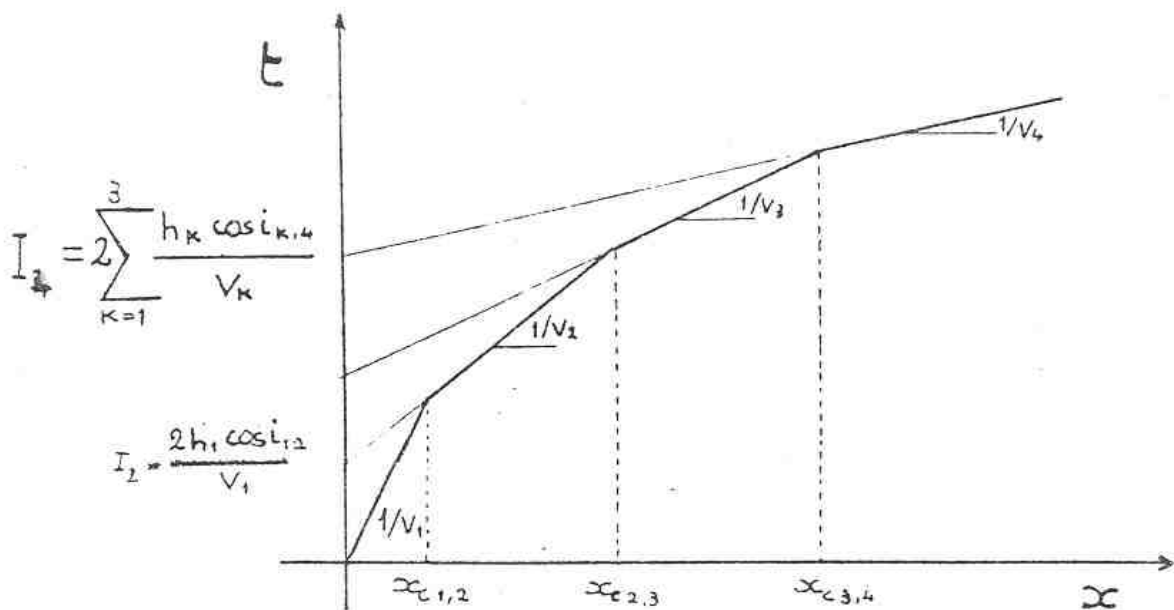


Illustrazione 3: Dromocrone a più strati

SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE P)

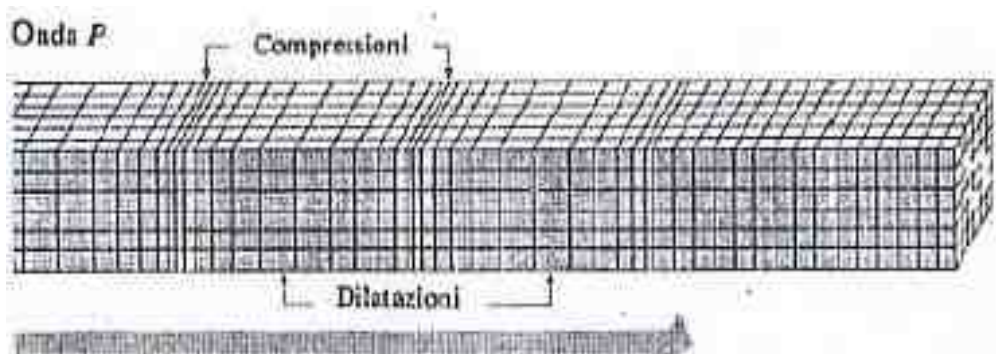
La sismica a rifrazione per onde P si basa sulla misurazione dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo compressionale P.

Tali onde vengono misurate mediante uno stendimento di 24 geofoni verticali da 4.5 Hz e generate da un maglio da 8 kg battuto su una piastra metallica poggiata nel terreno.



Le onde P muovono le particelle con un movimento longitudinale che risulta nella stessa direzione di propagazione del moto a una velocità V_p inversamente proporzionale alla densità ρ e direttamente proporzionale alle costanti elastiche λ e μ

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$$



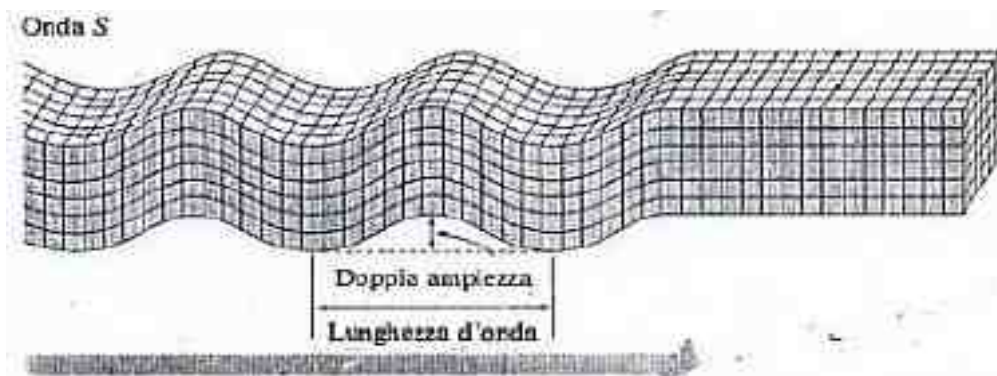
SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE Sh)

La sismica a rifrazione per onde Sh si basa sulla misurazione dei tempi, dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo trasversale Sh.

Tali onde vengono misurate mediante uno stendimento di 24 geofoni orizzontali da 4.5 Hz. La energizzazione per la creazione di onde di taglio viene eseguita battendo una mazza di 8 kg su un lato di una trave (traversina) adeguatamente appesantita per aumentarne l'attrito con il terreno.

Nelle onde Sh, cioè trasversali di taglio, il moto delle particelle avviene nella direzione perpendicolare alla direzione di propagazione; esse sono più lente delle onde P e la loro velocità dipende solamente dal modulo di rigidità μ e non si propagano nei fluidi.

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$



INDAGINE E STRUMENTAZIONE ADOTTATA

Per il conseguimento di questa indagine geofisica a rifrazione per acquisizione delle onde P è stato ritenuto opportuno adottare uno stendimento di lunghezza pari 69 m, e per l'acquisizione delle onde Sh ne è stato adottato uno lungo 69 m (Illustrazione 4 e Disegno 1).

Illustrazione 4: Stendimento



La lunghezza di 145 m, compreso gli scoppi esterni, dello stendimento delle onde Sh ha permesso di stimarne la velocità fino a circa 40 m.

Lo zero è stato posto al primo geofono che si trova nell'angolo dell'edificio situato a sud. (Illustrazione 5).

Illustrazione 5: Geofono



Il terreno presenta delle variazioni di quota che sono state misurate e poi utilizzate durante l'elaborazione per apportare le dovute correzioni al fine di portare tutti i ricevitori e sorgenti allo stesso datum (livello di fondazione).

Il valore della $V_s 30$ verrà calcolato dalla quota delle fondazione dell'infrastruttura che è stata posta a -1,5 m dal livello di campagna.

Lo stendimento è stato coperto nel primo caso per mezzo di 24 geofoni verticali con distanza intergeofonica di 3 m mentre per l'acquisizione delle onde Sh sono stati utilizzati 24 geofoni orizzontali con distanza intergeofonica 3 m.

Sono stati utilizzati sette punti di energizzazione per le onde P disposti nel seguente modo:

- 2 end-shots (SCOPPIO A e G) posti a – 25 e 94 al primo geofono
- 2 shots posti a mezza distanza intergeofonica dal primo e ultimo geofono (SCOPPIO B e F) posti a -1,5 m e 70,5 m dal primo geofono
- 2 shots intermedi posti fra il 5° e il 6° geofono e tra il 17° e il 18° geofono (SCOPPIO C e E) posti a 16,5 m e 52,5 m
- 1 centrale tra il 11° e il 12° geofono (SCOPPIO D) posti a 34,5 m

mentre per le onde Sh sono stati utilizzati sette punti di energizzazione disposti nel seguente modo:

- 2 end-shots (SCOPPIO A e G) posti a – 38 m e 107 m dal primo geofono
- 2 shots posti a mezza distanza intergeofonica dal primo e ultimo geofono (SCOPPIO B e F) posti a -1,5 m e 70,5 m dal primo geofono
- 2 shots intermedi posti fra il 5° e il 6° geofono e tra il 17° e il 18° geofono (SCOPPIO C e E) posti a 16,5 m e 52,5 m

1 centrale tra il 11° e il 12° geofono (SCOPPIO D) posti a 34,5 m

Al fine di ridurre il rumore e migliorare il segnale utile, è stato necessario eseguire diverse energizzazioni per ogni scoppio che poi sono state sommate (stacking); inoltre sono state eseguite delle variazioni nell'amplificazione dei guadagni (gain) per ottimizzare anche il segnale proveniente dai geofoni con offset più elevati. Dagli ultimi scoppi delle onde Sh e durante tutta l'acquisizione delle onde P è stato necessario eseguire un maggior numero di energizzazioni a causa dell'innalzamento di raffiche di vento. Nonostante ciò alcune tracce sono rimaste affette da rumore.

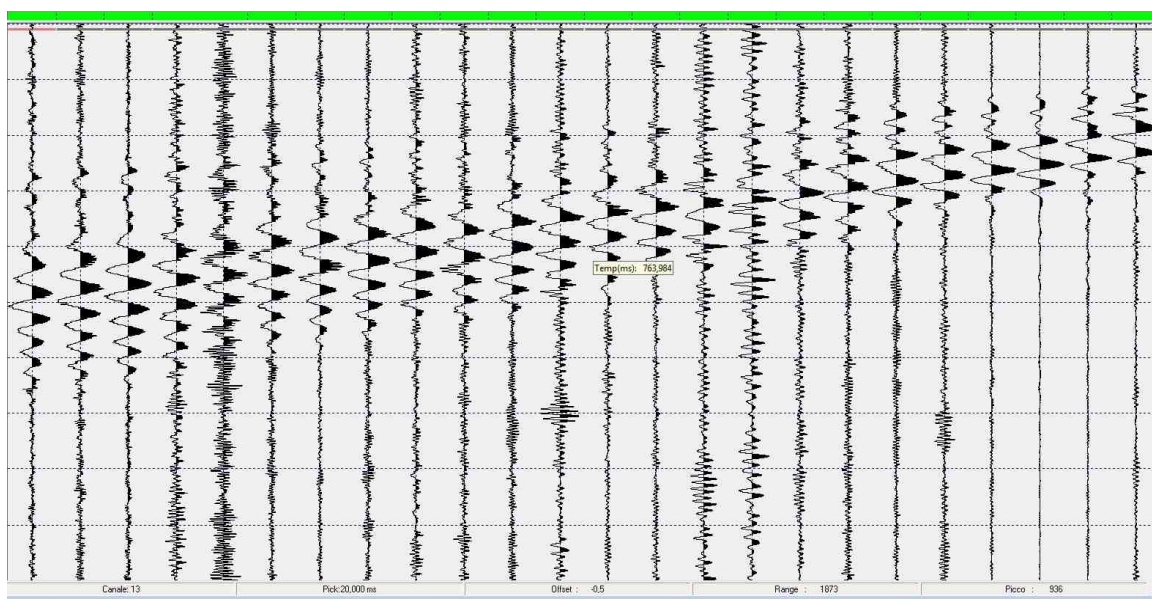
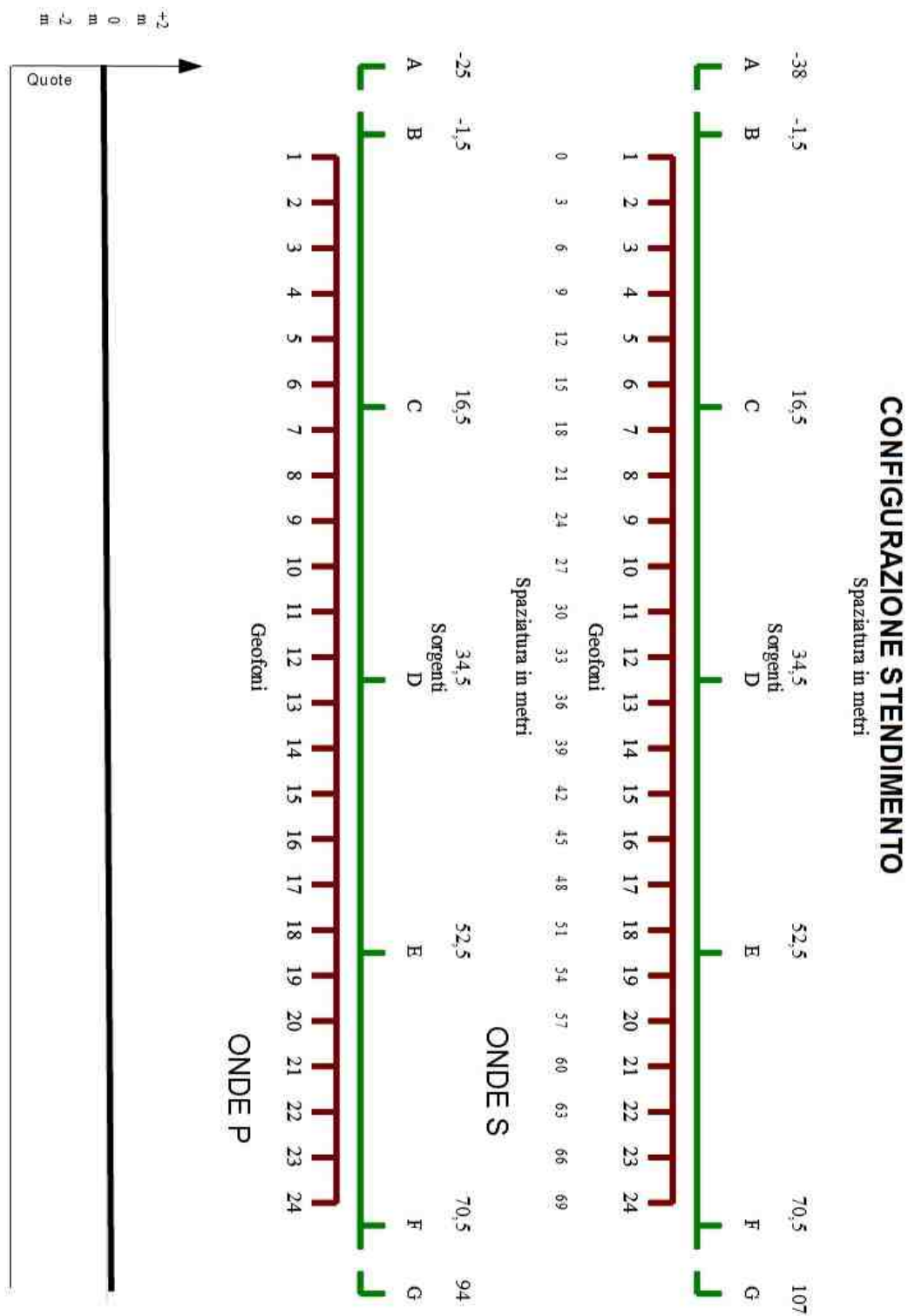


Illustrazione 6: Rumore

Disegno 1: Configurazione stendimento



STRUMENTAZIONE

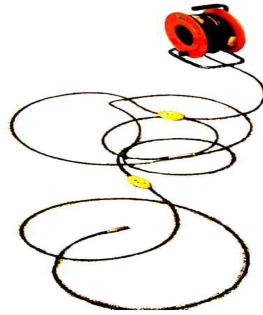
- Un sistema di energizzazione per le onde P (Illustrazione 7): le onde P vengono create mediante utilizzo di una massa battente (maglio) del peso di 8 kg su una piastra di alluminio del diametro di 20 cm resa aderente con il terreno .
- Un sistema composto da 24 geofoni con movimento della massa verticale da 4,5 Hz del tipo elettromagnetico (Geospace GS11D 4.5Hz 4kΩ).



- Un sistema di energizzazione delle onde Sh La sorgente è costituita da una mazza di 8 kg battente orizzontalmente su parallelepipedo (traversina ferroviaria) disposto ortogonalmente allo stendimento e parallelo alla direzione di acquisizione dei geofoni.

Per aumentare l'attrito fra il terreno e la trave e di conseguenza diminuire la dispersione del colpo viene posto un carico addizionale sopra essa.

- Un sistema composto da 12 geofoni con movimento della massa orizzontale
- Due cavi telemetrici modulari di 60 m l'uno con convertitori A/D a 16 bit equidistanziati ogni 5 m.



- Un sistema di raccolta dati collegato a un notebook mediante cavo seriale, nel quale è stato installato il programma di acquisizione dati.
- Un sistema trigger composto da un geofono da 4.5 H



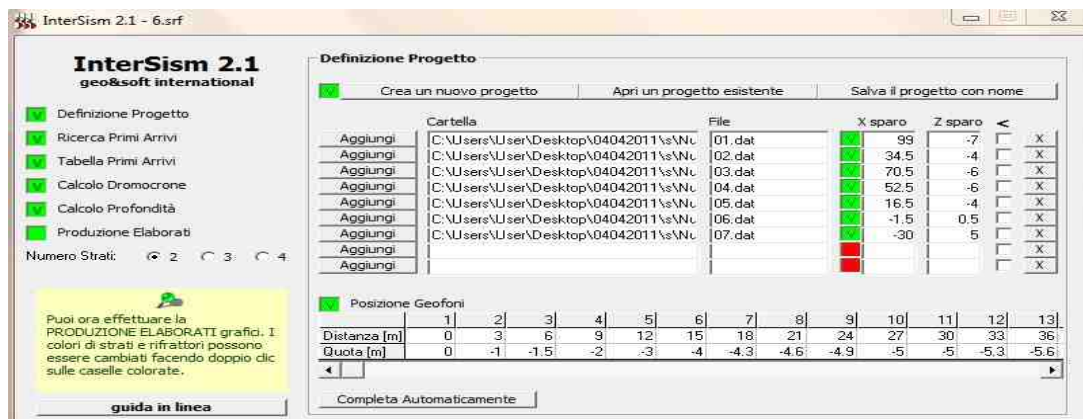
Illustrazione 7: Mazza, trigger, plate

ELABORAZIONE SOFTWARE

L'elaborazione e la seguente modellizzazione dei dati è stata eseguita mediante il programma INTERSISM 2.1 della Geo&Soft International e può essere riassunta nelle seguenti fasi fondamentali:

1. Aggiornamento delle headers e creazione dei database (Illustrazione 8). In questa fase vengono caricati i sismogrammi e impostate le caratteristiche dello stendimento: quote, offset ecc. (Disegno 1). Questo stadio è uguale sia per lo studio delle onde P che per le onde Sh essendo identico lo stendimento.

Illustrazione 8: Database



2. Picking dei primi arrivi sia per le tracce delle onde P che le onde Sh. Prima di questa fase, se presente, vengono adottati dei filtri per eliminare o ridurre eventuali rumori o segnali non ritenuti utili. Successivamente è stato effettuato il picking dei primi arrivi come negli esempi sotto riportati Illustrazione 9 Illustrazione 10.

Illustrazione 9: Scoppio onde P (ascissa tempi di picking, ordinata tempi)

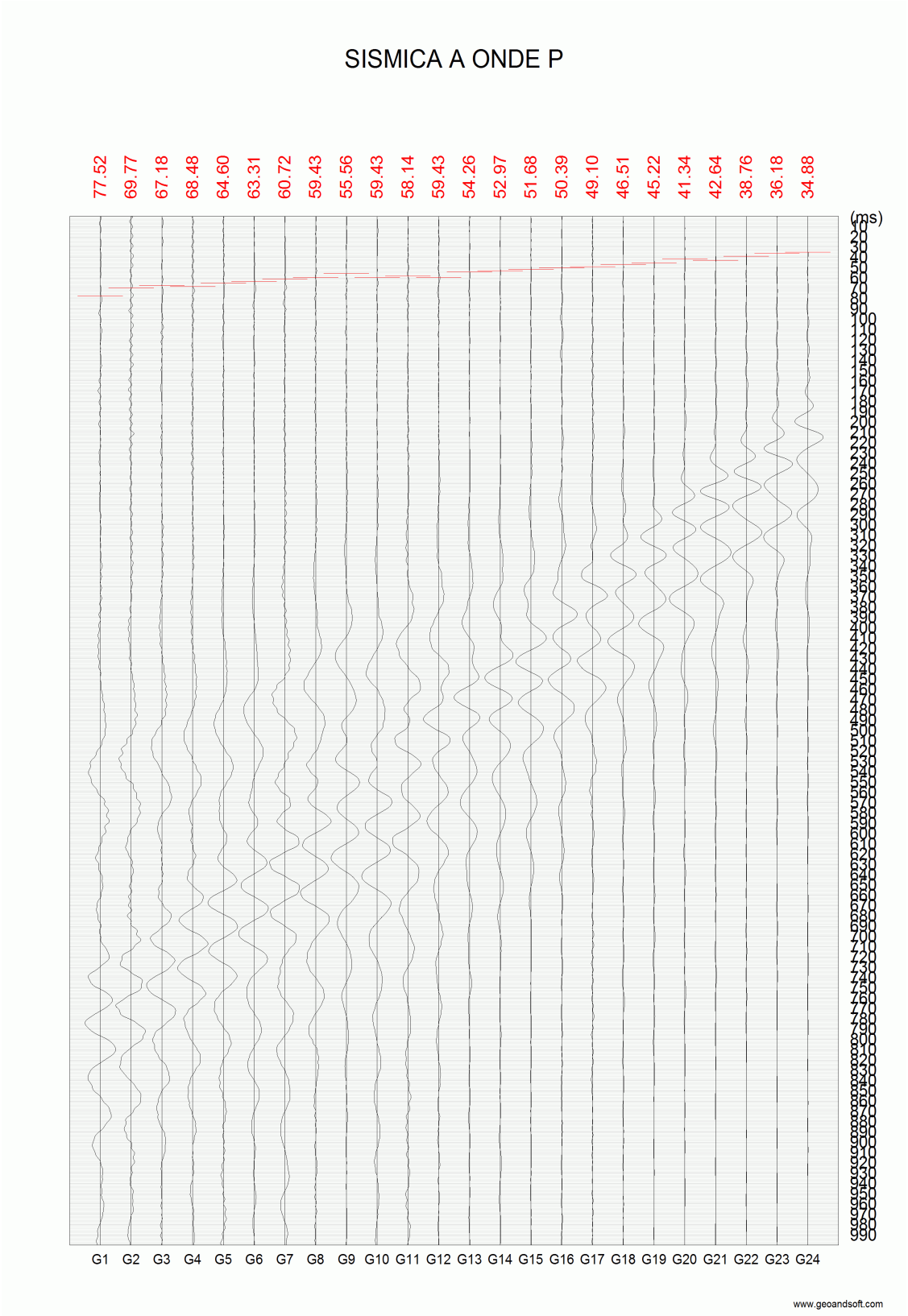
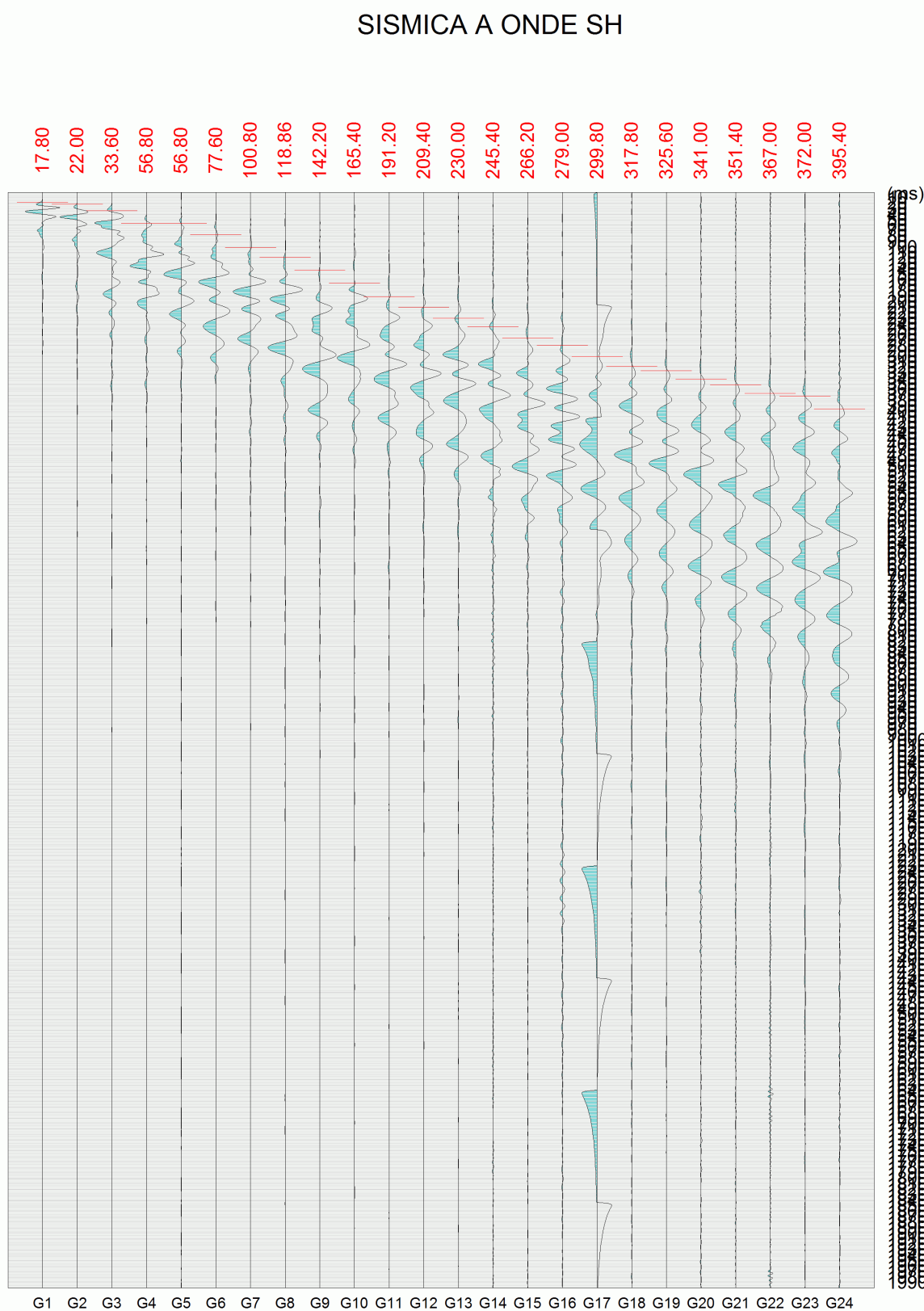


Illustrazione 10: Scoppio onde Sh (ascissa tempi di picking, ordinata tempi)



3. Ricostruzione e traslazione delle dromocrone
4. Modellizzazione e calcolo di un profilo del sottosuolo mediante il Metodo Reciproco Generalizzato GRM o/e Plus Minus .

Fra una fase e l'altra vengono eseguiti dei controlli tali da garantire la qualità e la congruenza fra il modello di sottosuolo ottenuto e la geologia nota (stratigrafia e caratteristiche geotecniche)

INTERPRETAZIONE

Le sezioni sismiche ottenute dalla modellizzazione e interpretazione dei segnali acquisiti (riportati mediante sezioni litosismografiche) permettono di individuare le principali unità geologiche.

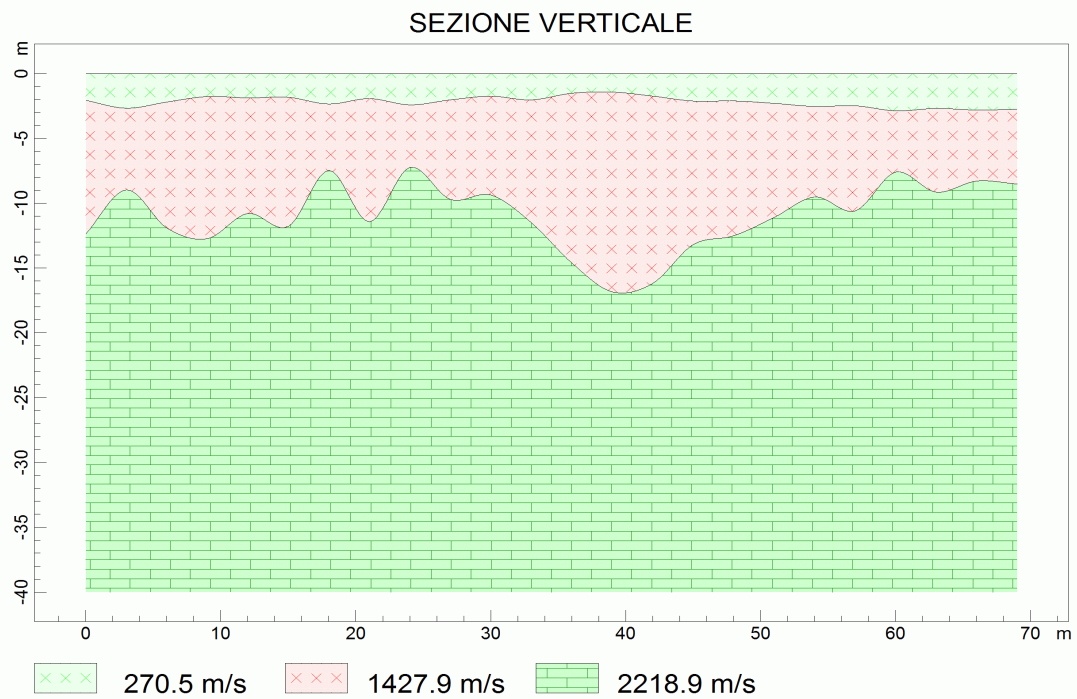
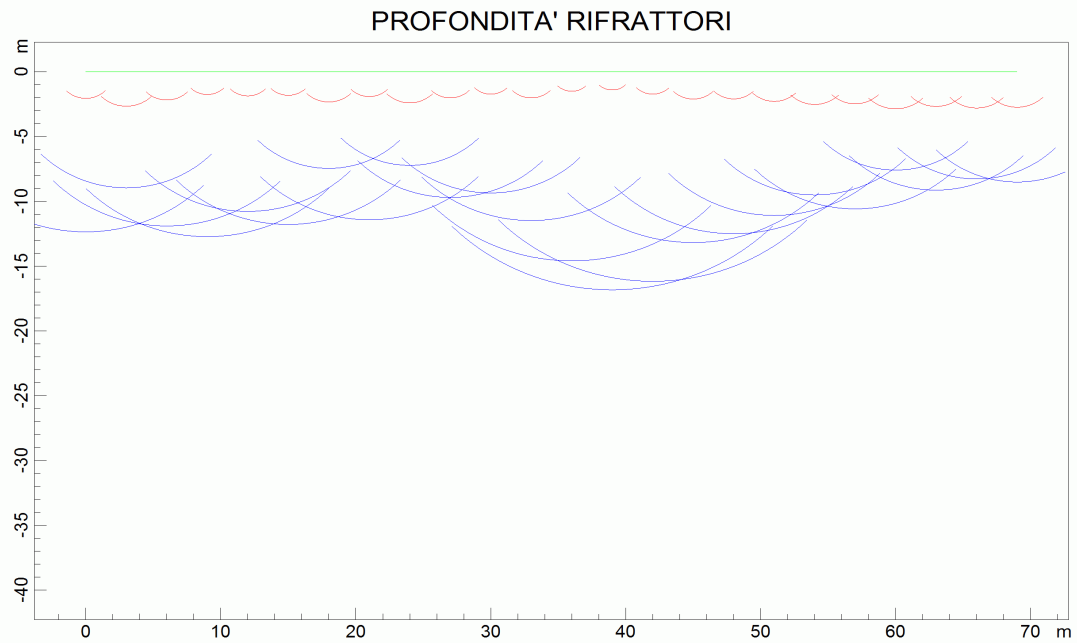
Si ricorda che le tecniche di geofisica applicata hanno un margine intrinseco di errore dovuto a:

- Limiti della modellizzazione dell'ambiente naturale non sempre coerente (esempio strati piano-paralleli)
- Rumori di vario genere: cavi elettrici, mezzi vari, vento.
- Rumore dovuto alla strumentazione esempio: contatti dovuti all'umidità, rumore termico ecc
- Basso rapporto segnale/rumore dovute alle caratteristiche della sorgente.
- Limite della tecnica adottata. Nel caso in esame (sismica a rifrazione) la risoluzione del metodo non permette la determinazione di spessori inferiori al metro e le velocità V_s e V_p sono da considerare come la media dell'unità individuata.

Di seguito si riportano le sezioni sismiche delle onde P e di quelle Sh (Illustrazione 11 Illustrazione 12):

Illustrazione 11: Profilo sismico onde P

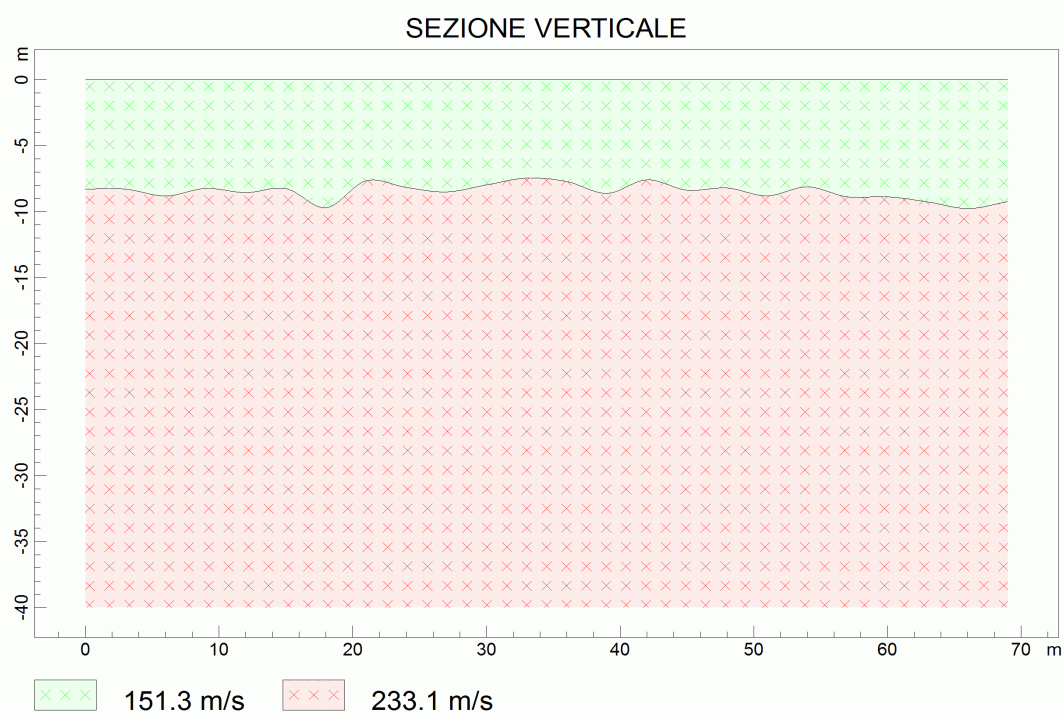
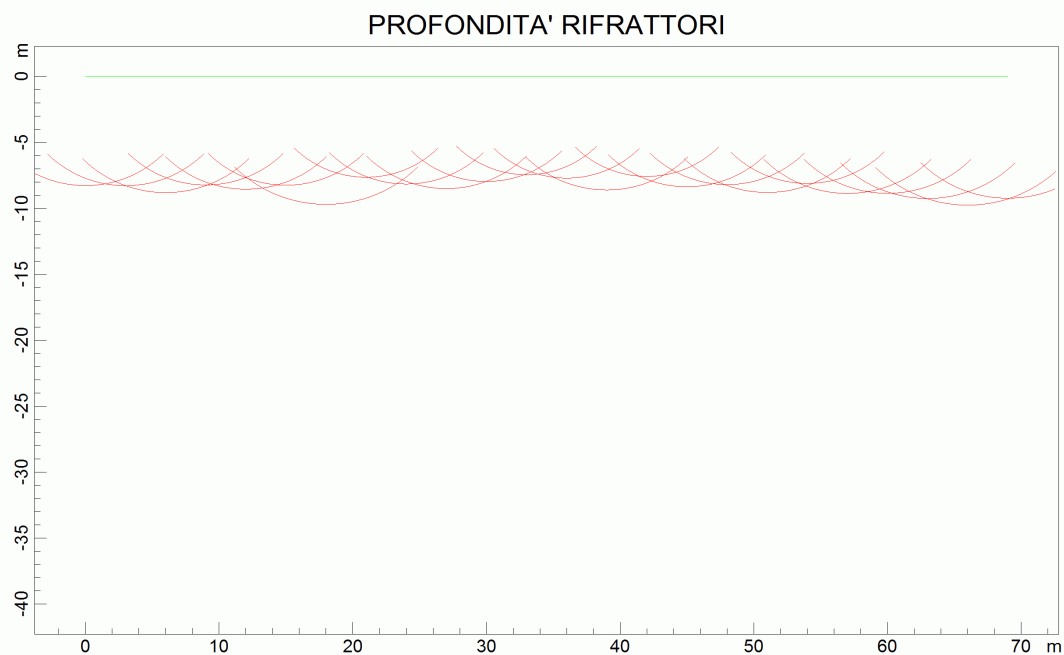
SISMICA A ONDE P



www.geoandsoft.com

Illustrazione 12: Profilo sismico onde Sh

SISMICA A ONDE SH



www.geoandsoft.com

Qui di seguito vengono riportati dei valori: velocità, profondità delle onde P , tempi ecc:

SEZIONE SISMICA A ONDE P

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-25.00	0.00	P01.dat
-1.50	0.00	P02.dat
16.50	0.00	P03.dat
34.50	0.00	P04.dat
52.50	0.00	P05.dat
70.50	0.00	P06.dat
94.00	0.00	P07.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -25 [ms]	FBP da -1.5 [ms]	FBP da 16.5 [ms]	FBP da 34.5 [ms]	FBP da 52.5 [ms]	FBP da 70.5 [ms]	FBP da 94 [ms]
1	0.00	0.00	27.13	3.88	29.20	39.80	49.10	60.72	77.52
2	3.00	0.00	33.59	12.92	27.13	37.60	47.60	60.72	69.77
3	6.00	0.00	37.47	22.00	21.96	36.60	47.00	55.56	67.18
4	9.00	0.00	34.88	23.60	19.38	33.60	46.20	54.26	68.48
5	12.00	0.00	37.47	25.40	13.80	32.40	43.40	51.68	64.60
6	15.00	0.00	37.47	27.60	5.17	32.20	42.20	54.26	63.31
7	18.00	0.00	45.22	30.20	1.29	31.00	41.60	49.10	60.72

8	21.00	0.00	45.22	32.40	16.60	29.00	39.00	49.10	59.43
9	24.00	0.00	43.93	35.40	29.72	24.80	34.60	46.51	55.56
10	27.00	0.00	43.93	34.20	26.80	27.40	37.60	47.80	59.43
11	30.00	0.00	47.80	38.40	29.72	19.38	34.40	46.51	58.14
12	33.00	0.00	50.39	38.80	31.01	6.46	31.80	46.51	59.43
13	36.00	0.00	49.10	40.80	32.30	3.88	29.00	41.34	54.26
14	39.00	0.00	51.68	42.40	33.59	15.60	26.80	38.80	52.97
15	42.00	0.00	55.56	44.60	34.88	20.67	26.20	38.20	51.68
16	45.00	0.00	60.72	43.60	38.76	24.55	26.40	36.60	50.39
17	48.00	0.00	60.72	50.40	40.05	27.20	15.50	32.80	49.10
18	51.00	0.00	62.02	51.60	38.76	28.42	3.88	32.20	46.51
19	54.00	0.00	62.02	50.20	41.34	29.72	3.88	31.00	45.22
20	57.00	0.00	62.02	52.00	42.64	31.01	14.21	28.20	41.34
21	60.00	0.00	64.60	53.00	43.93	31.01	23.80	26.60	42.64
22	63.00	0.00	64.60	54.26	47.80	34.88	25.20	25.00	38.76
23	66.00	0.00	64.60	54.26	49.10	36.18	27.60	24.60	36.18
24	69.00	0.00	67.18	55.56	51.68	37.40	29.60	7.75	34.88

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	2.1	12.4
2	2.7	9.0
3	2.2	11.9
4	1.8	12.7
5	1.9	10.8
6	1.8	11.8

7	2.3	7.5
8	1.9	11.4
9	2.4	7.2
10	2.0	9.7
11	1.7	9.4
12	2.0	11.5
13	1.5	14.6
14	1.4	16.8
15	1.7	16.2
16	2.1	13.2
17	2.1	12.5
18	2.3	11.1
19	2.5	9.5
20	2.5	10.6
21	2.9	7.6
22	2.7	9.1
23	2.8	8.3
24	2.7	8.5

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	270.5
2	1427.9
3	2218.9

Qui di seguito vengono riportati dei valori: velocità, profondità delle onde Sh , tempi ecc:

SEZIONE SISMICA A ONDE Sh

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-38.00	0.00	S01.dat
-1.50	0.00	S02.dat
16.50	0.00	S03.dat
34.50	0.00	S04.dat
52.50	0.00	S05.dat
70.50	0.00	S06.dat
107.00	0.00	S07.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -38 [ms]	FBP da -1.5 [ms]	FBP da 16.5 [ms]	FBP da 34.5 [ms]	FBP da 52.5 [ms]	FBP da 70.5 [ms]	FBP da 107 [ms]
1	0.00	0.00	229.97	17.80	72.35	222.22	320.41	382.43	537.47
2	3.00	0.00	242.89	22.00	54.26	206.72	312.66	372.09	527.13
3	6.00	0.00	255.81	33.60	40.80	198.97	302.33	361.76	506.46
4	9.00	0.00	268.73	56.80	35.80	173.13	291.99	346.25	493.54
5	12.00	0.00	286.82	56.80	26.60	155.04	271.32	333.33	485.79
6	15.00	0.00	291.99	77.60	15.60	131.78	263.57	325.58	478.04
7	18.00	0.00	307.49	100.80	20.67	116.28	245.48	307.49	467.70

8	21.00	0.00	317.83	118.86	31.00	95.61	237.73	299.74	447.03
9	24.00	0.00	346.25	142.20	56.80	64.60	209.30	286.82	423.77
10	27.00	0.00	333.33	165.40	46.80	54.26	178.29	268.73	410.85
11	30.00	0.00	354.01	191.20	93.00	31.01	160.21	258.40	395.35
12	33.00	0.00	369.51	209.40	100.80	28.42	131.78	253.23	377.26
13	36.00	0.00	382.43	230.00	134.40	20.67	116.28	235.14	364.34
14	39.00	0.00	392.76	245.40	170.60	33.59	90.44	224.81	351.42
15	42.00	0.00	408.27	266.20	188.60	43.93	74.94	209.30	346.25
16	45.00	0.00	428.94	279.00	199.00	74.94	47.20	198.97	335.92
17	48.00	0.00	434.11	299.80	222.20	93.02	34.60	173.13	325.58
18	51.00	0.00	452.20	317.80	245.40	124.03	9.40	149.87	315.25
19	54.00	0.00	465.12	325.60	250.60	144.70	17.20	131.78	299.74
20	57.00	0.00	480.62	341.00	268.80	160.21	25.84	118.86	291.99
21	60.00	0.00	493.54	351.40	279.00	178.29	41.34	95.61	284.24
22	63.00	0.00	503.88	367.00	297.20	191.21	59.43	74.94	271.32
23	66.00	0.00	516.80	372.00	317.80	214.47	80.10	54.26	250.65
24	69.00	0.00	524.55	395.40	325.60	222.22	113.70	31.01	240.31

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	8.3
2	8.3
3	8.8
4	8.2
5	8.5

6	8.2
7	9.7
8	7.6
9	8.2
10	8.5
11	8.0
12	7.4
13	7.7
14	8.6
15	7.6
16	8.4
17	8.2
18	8.8
19	8.1
20	8.9
21	8.9
22	9.3
23	9.8
24	9.2

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	151.3
2	233.1

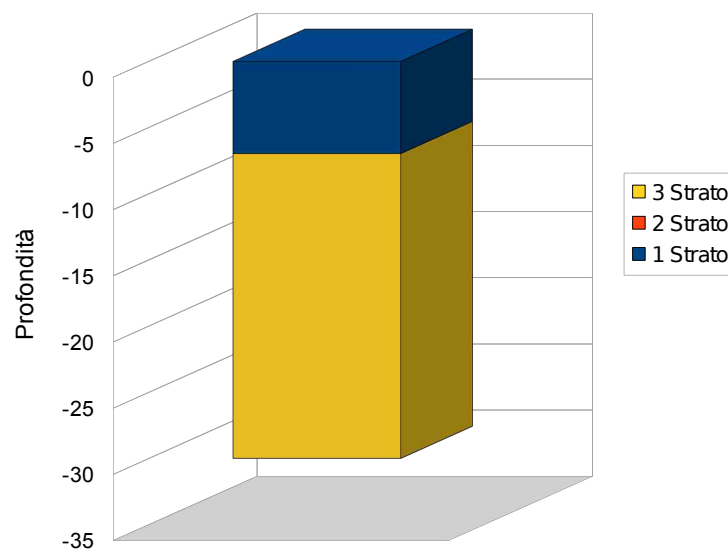
Illustrazione 13: Tabella Parametri Vs 30 dal livello di fondazione

VS30 e PARAMETRI ELASTICI					
Profondità livello fondazione	1,5	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) liv fond	
Strato	Vs (m/s)	Spessore ONDE S (m)		da	a
1	151,3	8,47		0	-6,97
2	233,1	21,53		-6,97	30
1	0,05	1		0,05	
2	0,1			0,05	
	0,14	VELOCITA' STRATI SUPERIORE SUBSTRATO > 800 m/			
VS 30		207,09		VEL. STRATI SUP SUB > 800 m/s	
		0		VS 30	0

Illustrazione 14: Sismostrati dal livello di fondazione

Profilo sismostratigrafico

(dal livello di fondazione)



di Marco Marzupini
Cicogne, 28 - 09012 Capoterra (CA)
Più: 10 - 52100 Arezzo (AR)
E-mail: marzupinimarco@gmail.com
B01 A390P - P.I. 03318000928

Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio dei primi 30 metri (V_{s30}) è risultato:

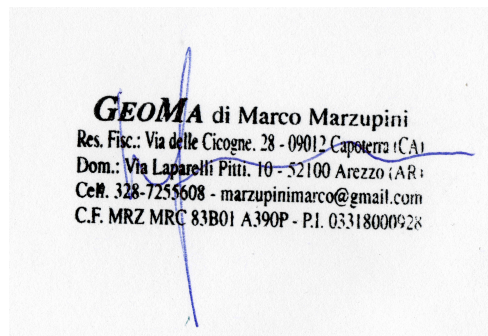
207,09 m/s

C

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Nota

La suddetta classificazione del suolo è determinata mediante l'elaborazione di dati acquisiti in campagna. A causa delle semplificazioni intrinseche della modellizzazione matematica adottata, si rimanda al geologo, grazie all'esperienza maturata e alle conoscenze del sito, dare la classificazione che ritiene più idonea.



11/11/11

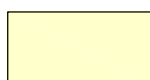
Marco Marzupini

CARTA DELLE MOPS
(Microzone omogenee in prospettiva sismica di livello 1)



scala 1:2000

LEGENDA



b - Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

$V_{s30} = 207,09$ m/s da sismica a rifrazione per
onde P e SH



Indagine sismica a rifrazione

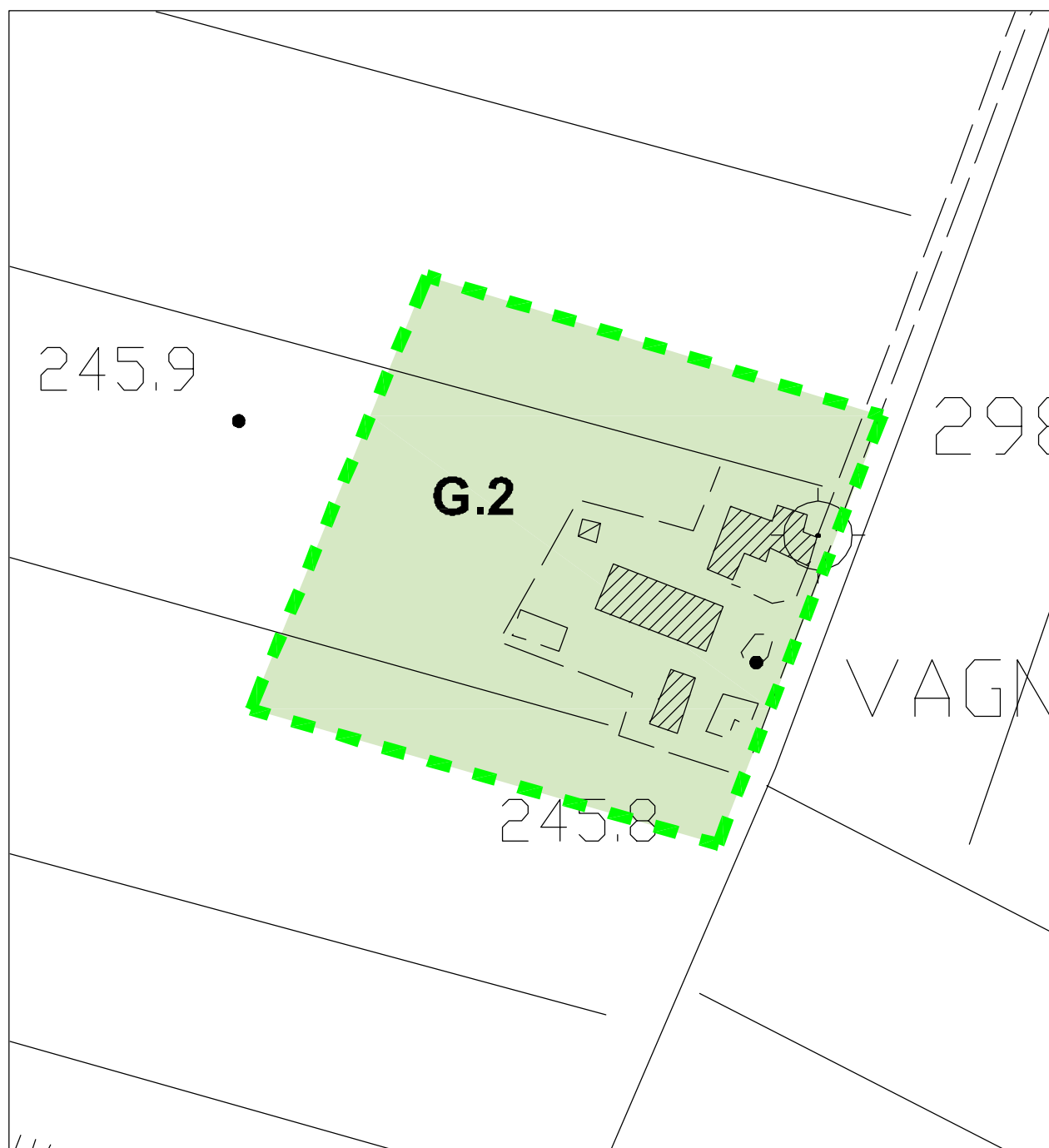


Posizione geofoni di testa



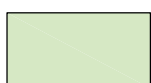
Delimitazione Piano di Recupero

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA



scala 1: 2.000

LEGENDA



G.2 - Pericolosità geomorfologica media

Elementi geomorfologici, litologici e
giacitureali dalla cui valutazione risulta
una bassa propensione al dissesto



Delimitazione Piano di Recupero

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



scala 1: 2.000

LEGENDA

**I.3 - Pericolosità idraulica elevata**

Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra
 $30 < Tr \leq 200$ anni

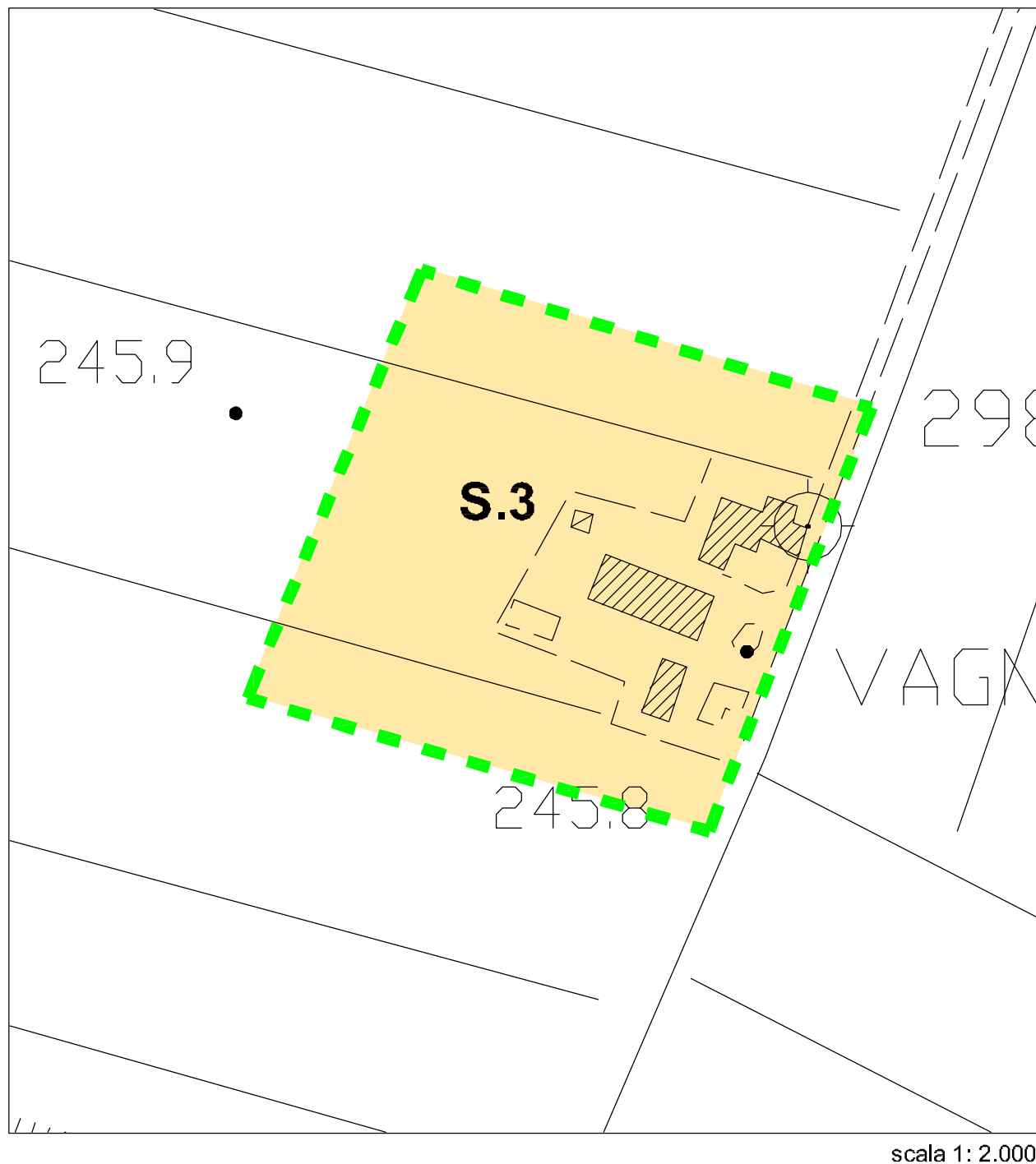
**I.2 - Pericolosità idraulica media**

Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra
 $200 < Tr \leq 500$ anni

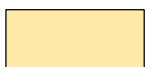


Delimitazione Piano di Recupero

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA



LEGENDA



S.3 - Pericolosità Sismica Locale elevata:
Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti
che possono dar luogo a cedimenti diffusi



Delimitazione Piano di Recupero

CARTA DELLE FATTIBILITA'



scala 1: 2.000

LEGENDA

**F2 - Fattibilità con normali vincoli**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagine e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo alla attività edilizia

**F3- Fattibilità condizionata**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi



Delimitazione Piano di Recupero