

Comune di Foligno

Relazione geologica con valutazione dei parametri geotecnici del terreno e idrogeologica a corredo del Piano Attuativo in variante al PRG ai sensi Art. 8 del D.P.R. n. 160/2010.

Località: Paciana

Riferimenti Catastali: C.T. F.oglio n° 115 Part.lle n° 533 e 1385

Committente: GECO s.r.l.



Studio Geologia Applicata Dott. Giancarlo Cantarelli
Via Oberdan, 49 - 06034 Foligno (Pg)
Tel. 0742/262214 - 335/5865949

cantarelligiancarlo58@gmail.com
giancarlocantarelli@pec.epap.it

PREMESSA

Facendo seguito all'incarico conferitomi dalla **CIEMME s.r.l.** per conto della **GECO s.r.l.** è stata condotta un'indagine geologica per valutare le caratteristiche lito-morfologiche, idrogeologiche e sismiche di un'area oggetto di Piano Attuativo in variante al PRG ai sensi dell'Art. 8 del D.P.R. 160/2010.

La stessa si colloca, topograficamente, nella Tavoletta "Spello" (IV N.E. del F.131 della Carta d'Italia, allegato 1) ed è censita all'N.C.T. del Comune di Foligno al **F. 115** con le particelle **n° 533** e **1385** (allegato 2).

INDAGINI SVOLTE

Si anticipa fin da ora che indagini più approfondite che comporteranno l'esecuzione di sondaggi profondi e caratterizzazione sismica più specifica con l'esecuzione di Risposta Sismica, Hvsr saranno effettuate a corredo del progetto esecutivo.

In questa fase ci si è avvalsi delle informazioni desunte dalla bibliografia esistente inerenti l'esecuzione di indagini geognostiche effettuate principalmente per l'edificazione di aree limitrofe.

Inoltre, a completamento delle indagini, sono stati effettuati:

- **N° 6** sondaggi penetrometrici dinamici continui (**P₁-P₆**, allegati 2a e 2b) con penetrometro **DPM 30 Kn.** (allegato 4), spinti fino ad una profondità massima di circa **6.50 m.** dal p.c. (allegati 4a-4f). Tutte le prove sono state interrotte

per il rifiuto all'affondamento della punta.

- Stendimento sismico a rifrazione con metodologia MASW dal quale è stato ricostruito il profilo verticale delle velocità delle onde **S** e determinata la velocità equivalente **V_{Seq}** (allegati 2a e 5).

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

L'area indagata è ubicata nell'immediata periferia dell'abitato di Foligno, nelle vicinanze della linea ferroviaria Foligno-Terontola.

Ci troviamo, dal punto di vista geomorfologico, nella parte apicale dell'estesa paleoconoide che il F.me Topino ha deposto allo sbocco nella Piana alluvionale Folignate Spoletina, ad una quota assoluta variabile tra i **231-232 m s.l.m.** (allegati 1 e 1a).

Ne consegue una morfologia sostanzialmente pianeggiante con una debole pendenza verso S, S-W rilevabile da alcuni fossi e camperecce che drenano le acque meteoriche di scorrimento superficiale preservando la zona da ristagni ed impaludamenti.

L'assenza di problematiche geomorfologiche è confermata dalla mappa di franosità del PAI che inquadra la zona sul margine di una conoide alluvionale inattiva (allegato 1c).

Il lotto di proprietà ricade nel P.R.G. del Comune di Foligno in parte in una zona **UC/MPC** (Produttivi Commerciale) ed in parte in una zona **EP/APP** (Agricolo periurbano di pregio, allegato 1b).

Lo stesso si pone al di fuori delle aree esondabili individuate nelle "Mappe di pericolosità e rischio idraulico

nel Bacino del F.me Topino e del T. Marroggia" redatte dal Consorzio Bonificazione Umbra (allegato 1d).

Per quanto concerne la litologia, come risulta dalla Carta geologica dell'allegato 3, nella zona si rinvennero in affioramento sedimenti appartenenti alla serie Umbro marchigiana ed in particolare alle Alluvioni recenti ed attuali.

Relativamente al sito investigato, sulla scorta delle indagini svolte e dei dati acquisiti sono state redatte le sezioni stratigrafiche degli allegati 3b e 3c dove si rileva:

- dal **p.c.** a **0.60-0.90 m** dal p.c.
Suolo vegetale e/o Terreno agrario
- da **0.60-0.90 m** a **5.80-6.60 m** di profondità
Limi sabbioso e/o Sabbie limose con Ghiaia fine dispersa, a luogo organizzata in orizzonti continui.
- da **5.80-6.60 m** di profondità
Ghiaia fine e medio-fine in matrice Sabbiosa addensata.

Le informazioni inerenti i sondaggi geognostici condotti nelle circostanze vedono per le Ghiaie un continuità verticale significativa interrotta da sottili livelli Sabbiosi e/o Sabbioso Limosi di esiguo spessore (allegati 3c e 3d).

CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE

L'area in esame si colloca all'interno di un contesto urbanizzato sostanzialmente pianeggiante.

Di conseguenza il reticolo idrografico di superficie si riduce alla presenza di alcune camperecce antropiche realizzate sui campi coltivati e finalizzate al drenaggio delle acque meteoriche superficiali onde evitare ristagni idrici.

Per quanto concerne le acque sotterranee la situazione idrogeologica locale è ben conosciuta ed espressa dalla Carta delle isofreatiche redatta dal Comune di Foligno (allegato 3e).

*Come si può notare dall'elaborato per l'area di interesse è presente un corpo acquifero che pone la piezometrica ad una quota compresa tra i **206.0-208.0 m. s.l.m.** corrispondenti ad una profondità di **23.0-25.0 m.** dal p.c.*

La falda rappresenta l'espressione più superficiale di un sistema del tipo "Multifalda interconnesso" che si imposta all'interno dei depositi più permeabili e trova alimentazione dalla catena di rilievi carbonatici che bordano il margine della Piana Folignate-Spoletina.

Vista la profondità della piezometrica e l'assenza di manifestazioni idriche nel corso dei sondaggi penetrometrici si escludono interferenze con le fondazioni della struttura di progetto.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Come accennato in precedenza nel lavoro che accompagnerà il progetto esecutivo si provvederà ad effettuare indagini più specifiche finalizzate anche ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni più approfondita.

In questa fase la valutazione dei parametri geotecnici fa

referimento ai dati acquisiti (allegato 4a-4f) dalle penetrometriche dinamiche opportunamente correlati con la Prova Penetrometrica Standard (S.P.T.).

Per la valutazione dei parametri geomeccanici delle **Ghiaie in matrice sabbiosa** si è presa in considerazione una situazione a lungo termine, in condizioni drenate mentre per i **Limi Sabbiosi e/o Sabbie Limose** che presentano caratteristiche intermedie, sia una situazione a lungo termine che a breve termine in condizioni non drenate.

Le relazioni utilizzate sono:

Limi Sabbiosi e/o Sabbie Limose ($N_{S.P.T.} = 2.0 N_{DPM30}$)	Condizioni non drenate
Densità relativa ($Dr\%$) SKEMPTON $Dr(\%) = 100 \sqrt{\frac{N_{spt}}{0.288 \cdot \sigma + 32}}$	Coesione non drenata (Cu) TERZAGHI $Cu \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 0.067 \cdot N_{S.P.T.}$
Angolo di attrito interno (ϕ°) MEYERHOF (> 5% Limo) $\phi^\circ = 23.70 + 0.57 \cdot N_{S.P.T.} - 0.006 \cdot N_{S.P.T.}^2$	
Modulo di deformazione elastica (E') SCHULTZE-MEZENBACH $E' = C_1 + C_2 N_{S.P.T.} - Se$ $C_1=12; C_2=5.8; Se = 9.0$	
Modulo di deformazione edometrica STROUD E BUTLER $Ed \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 6.0 \cdot N_{S.P.T.}$	

Ghiaie medio-fini in matrice sabbiosa ($N_{S.P.T.} = 1.0 N_{DPM30}$)
Densità relativa ($Dr\%$) SKEMPTON $Dr(\%) = 100 \sqrt{\frac{N_{spt}}{0.288 \cdot \sigma + 32}}$

Angolo di attrito interno (ϕ°) JAPANESE NATIONAL RAILWAY $\phi^\circ = 0.3 \cdot N_{S.P.T.} + 27$
Modulo di deformazione elastica (E') APPOLONIA E ALII $E'(\text{Kg/cm}^2) = 7.71 \cdot N_{S.P.T.} + 191$
Modulo di deformazione edometrica MENZENBACH MALCEV $Ed(\text{Kg/cm}^2) = 10.46 \cdot N_{S.P.T.} + 38$

I parametri desunti sono:

- **Suolo vegetale:**

<i>Peso volume (γ)</i>	$= 1.70-1.75 \text{ t/m}^3$
<i>Coesione (C)</i>	$= 0.0 \text{ t/m}^2$
<i>Angolo di attrito interno (ϕ°)</i>	$= 25^\circ-26^\circ$

- **Limi Sabbiosi e/o Sabbie limose ($N_{DPM30} = 6 \text{ colpi/10 cm} = 12 N_{spt}$):**

<i>Peso volume (γ)</i>	$= 1.90-1.95 \text{ t/m}^3$
--	-----------------------------

CONDIZIONI NON DRENATE

<i>Coesione non drenata (C_u)</i>	$= 0.80 \text{ Kg/cm}^2$
<i>Angolo di attrito interno (ϕ°)</i>	$= 0^\circ$

CONDIZIONI DRENATE

<i>Densità relativa ($Dr\%$)</i>	$= 55\%-60\%$
<i>Coesione (C')</i>	$= 0.0 \text{ t/m}^2$
<i>Angolo d'attrito interno (ϕ°)</i>	$= 29^\circ-30^\circ$
<i>Modulo di deformazione elastica (E')</i>	$= 75 \text{ Kg/cm}^2$
<i>Modulo di deformazione edometrica (Ed)</i>	$= 72 \text{ Kg/cm}^2$

- **Ghiaia medio fine in matrice Sabbiosa ($N_{DPM30} = 30 \text{ colpi/10 cm} = 30 N_{S.P.T.}$):**

<i>Peso volume (γ)</i>	$= 1.80 \text{ t/m}^3$
<i>Densità relativa ($Dr\%$)</i>	$= 70\%-75\%$
<i>Coesione (C')</i>	$= 0.0 \text{ t/m}^2$

Angolo di attrito interno (ϕ°)	= 36°
Modulo elastico (E')	= 420-425 Kg/cm ²
Modulo edometrico (E_d)	= 390-395 Kg/cm ²

Coefficiente di sottofondo statico Ks (Winkler)

In genere la scelta del Coefficiente di sottofondo statico **Ks** è subordinata all'esecuzione di prove di carico in situ su piastra rigida, tuttavia, in prima approssimazione si potrà adottare un valore desunto dalla bibliografia pari a:

Ks = 2.00-3.00 Kg/cm³ (Limi Sabbiosi e/o sabbie limose)

Ks = 8.00-9.00 Kg/cm³ (Ghiaia medio fine in matrice Sabbiosa)

ANALISI SISMICA

L'intera Provincia di Perugia è stata classificata sismica con D.G.R. n° 852 del 30/07/2003 ed il Comune di Foligno, in particolare, rientra nella **zona sismica 1** caratterizzata da una accelerazione massima orizzontale al suolo **$a_{gmax} = 0.35 \text{ m/s}^2$** ed una magnitudo massima pari a **$M = 6.37$**

- Categorie del sottosuolo

Dalle informazioni raccolte si evince un sottosuolo costituito prevalentemente da terre fini sottese da depositi clastici grossolani a luogo intercalati da sottili livelli Sabbioso- Limosi fino ad almeno **30.00 m.** dal p.c.

L'indagine sismica (allegato 5) ha evidenziato per tali terre velocità delle onde di taglio **Vs** gradualmente crescenti con la profondità, l'assenza di un bedrock sismico entro i primi **30.00 m.** di profondità ed un valore della velocità equivalente **$V_{s30} = 584 \text{ m/s}$** permettono di classificare, in base

alla Normativa vigente, il sottosuolo in una Categoria "B" (allegato 5).

- Categoria Topografica

La morfologia subpianeggiante fa rientrare il lotto in esame in una Categoria Topografica "T1" caratterizzata da un Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$

VERIFICA LIQUEFAZIONE

La situazione idrogeologica locale vede la presenza di una falda che pone il livello statico intorno ai **23.0-25.0 m.** dal p.c., una profondità che consente di omettere la verifica alla liquefazione secondo quanto previsto dalle N.T.C. del D.M. 17/01/2018 al punto 7.11.3.4.2.

CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni svolte si ritiene che l'area esaminata non presenti condizioni geologiche che inducano particolari condizionamenti all'edificabilità.

La morfologia si presenta, infatti, sostanzialmente pianeggiante e la falda si attesta ad una profondità tale che non fa prevedere interferenze con le fondazioni del fabbricato.

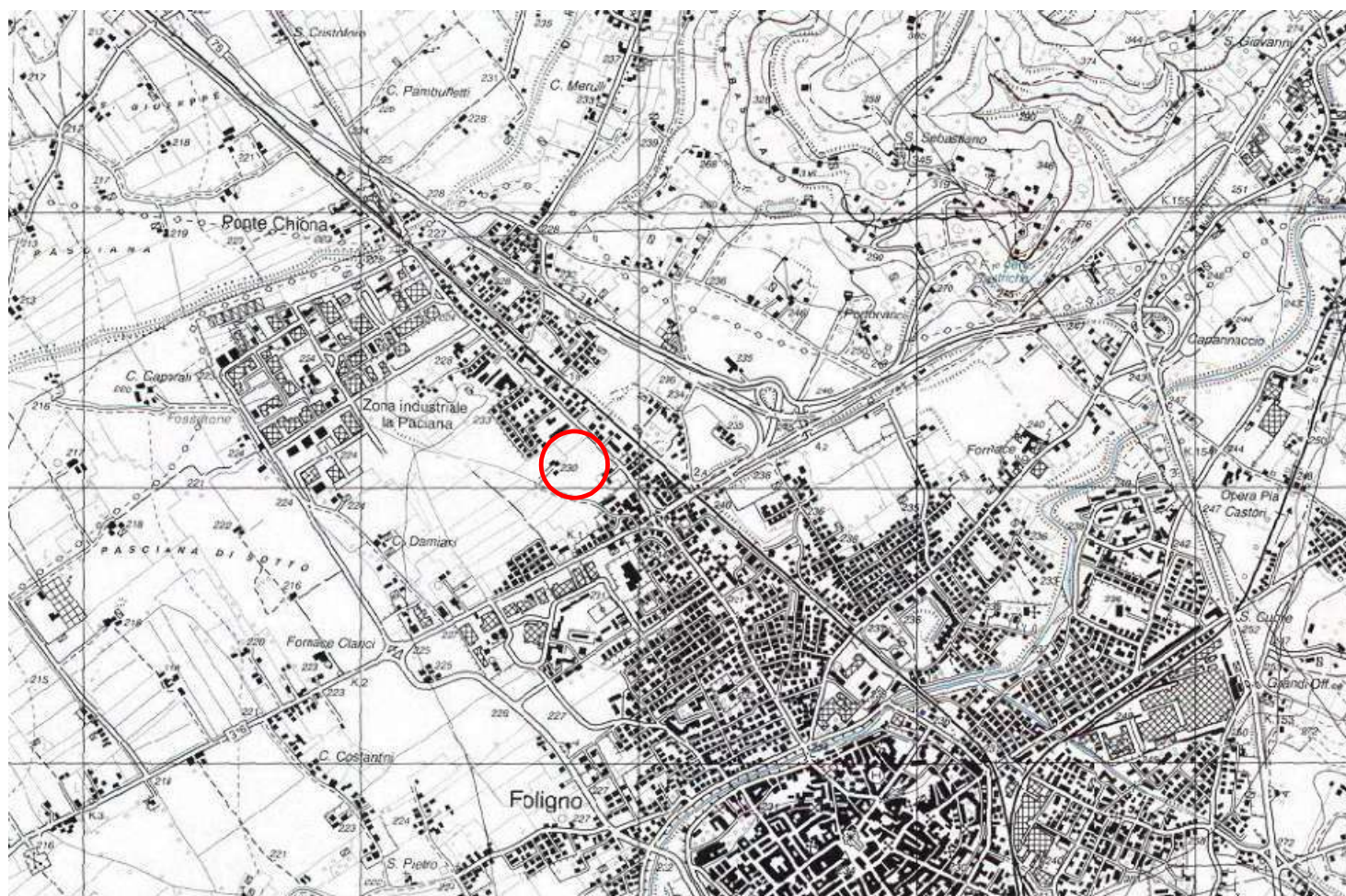
Per le valutazioni geotecniche si rimanda al relativo paragrafo restando a disposizione per ulteriori informazioni e chiarimenti.

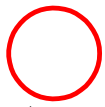
Foligno 17/04/2026



Area di interesse

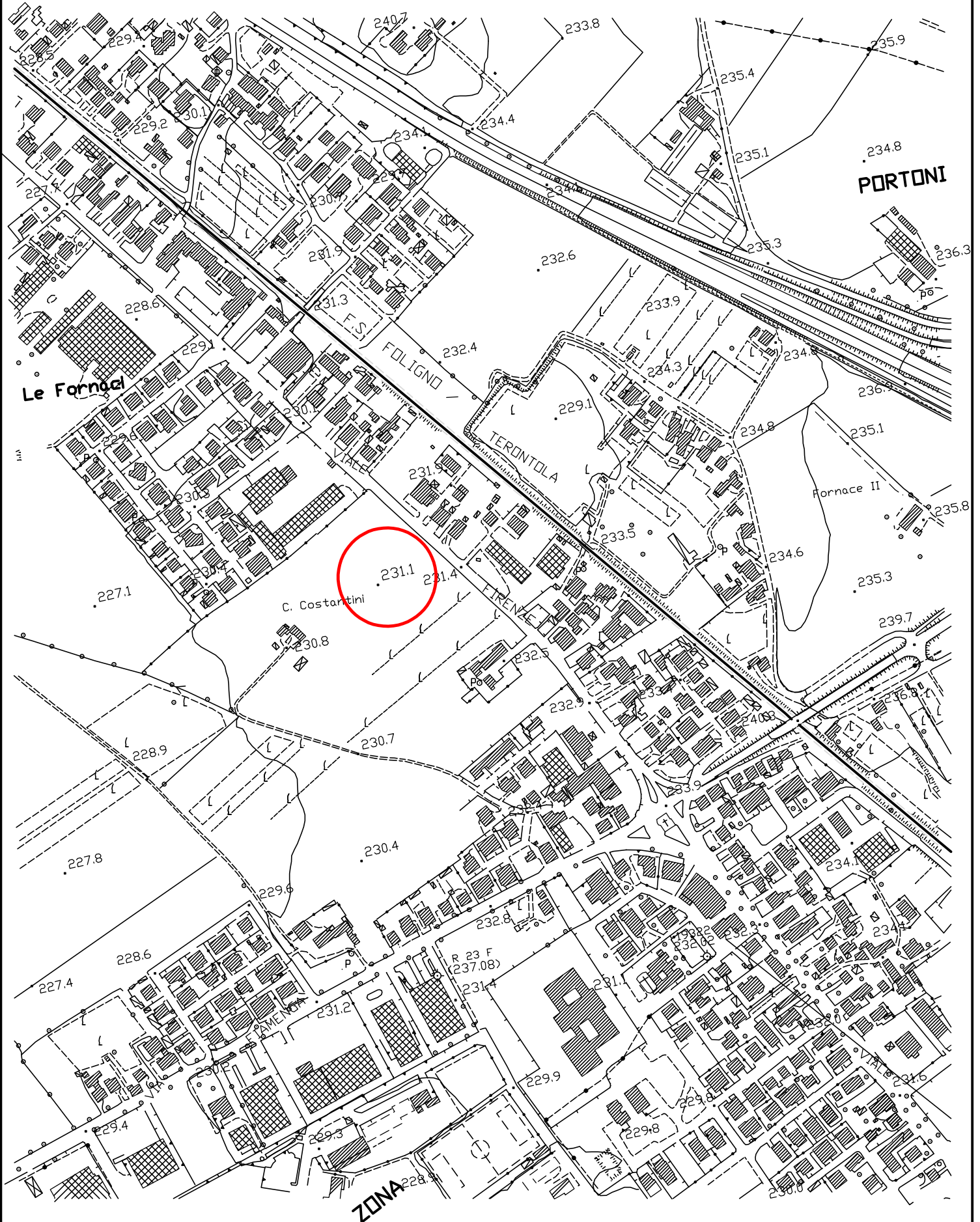
Tavoletta "Foligno" I N.O. F.131



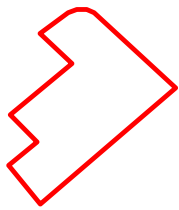


Area di interesse

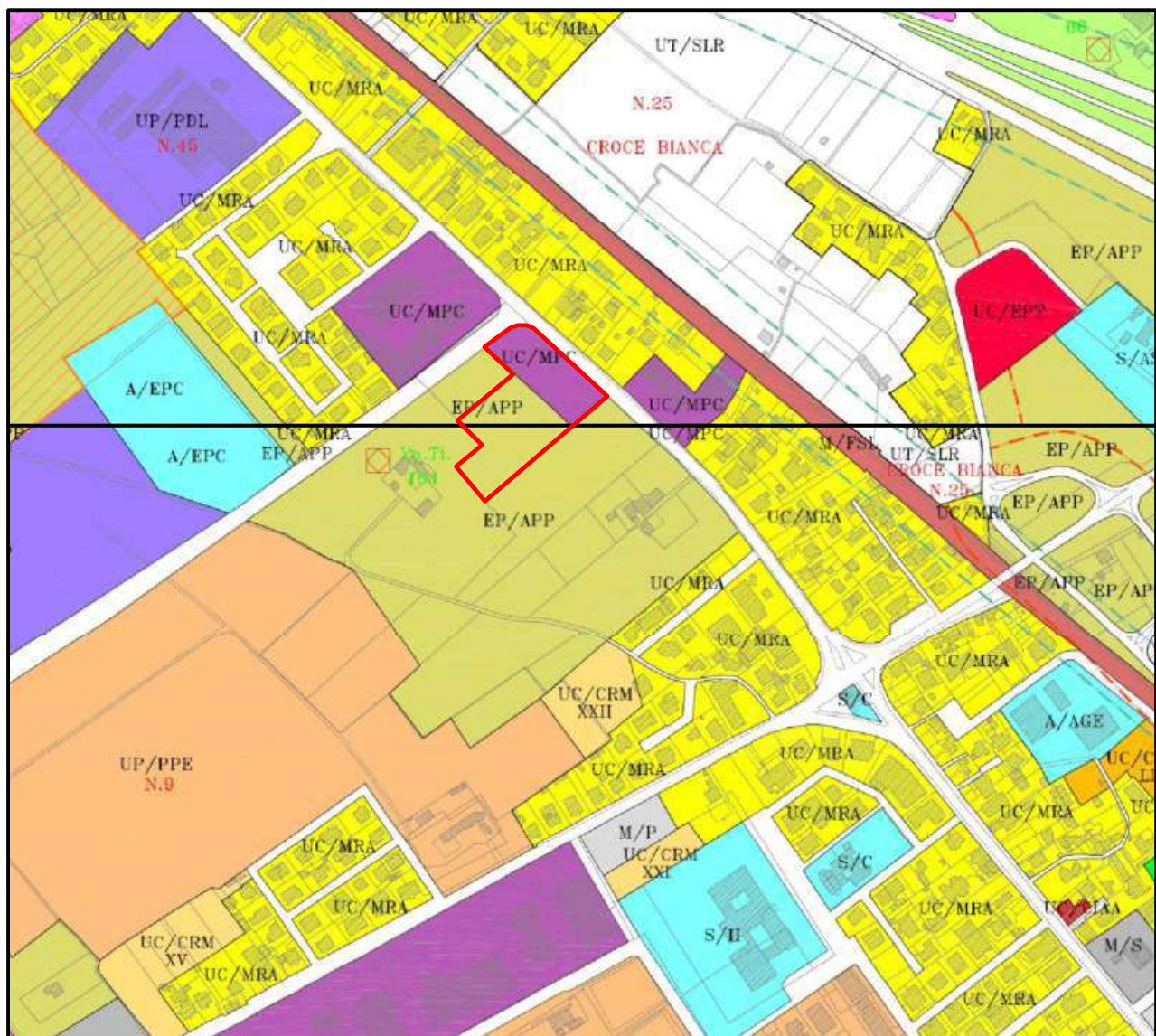
**ELEMENTO FOLIGNO
324013**



TAV. 7



Area di interesse



LEGENDA

TAV. 218



Area di interesse

Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno attivo fenomeno quiescente fenomeno inattivo* fenomeno presunto



frana per crollo o ribaltamento



frana per scivolamento



frana per colamento



frana complessa



area con franosità diffusa



area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)



area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soffiuso



falda e/o cono di detrito



debris flow (coiata di detrito)

fenomeno attivo fenomeno quiescente fenomeno inattivo* fenomeno presunto



area a calanchi o in erosione



frana presunta



orlo di scarpata di frana



frana non cartografabile

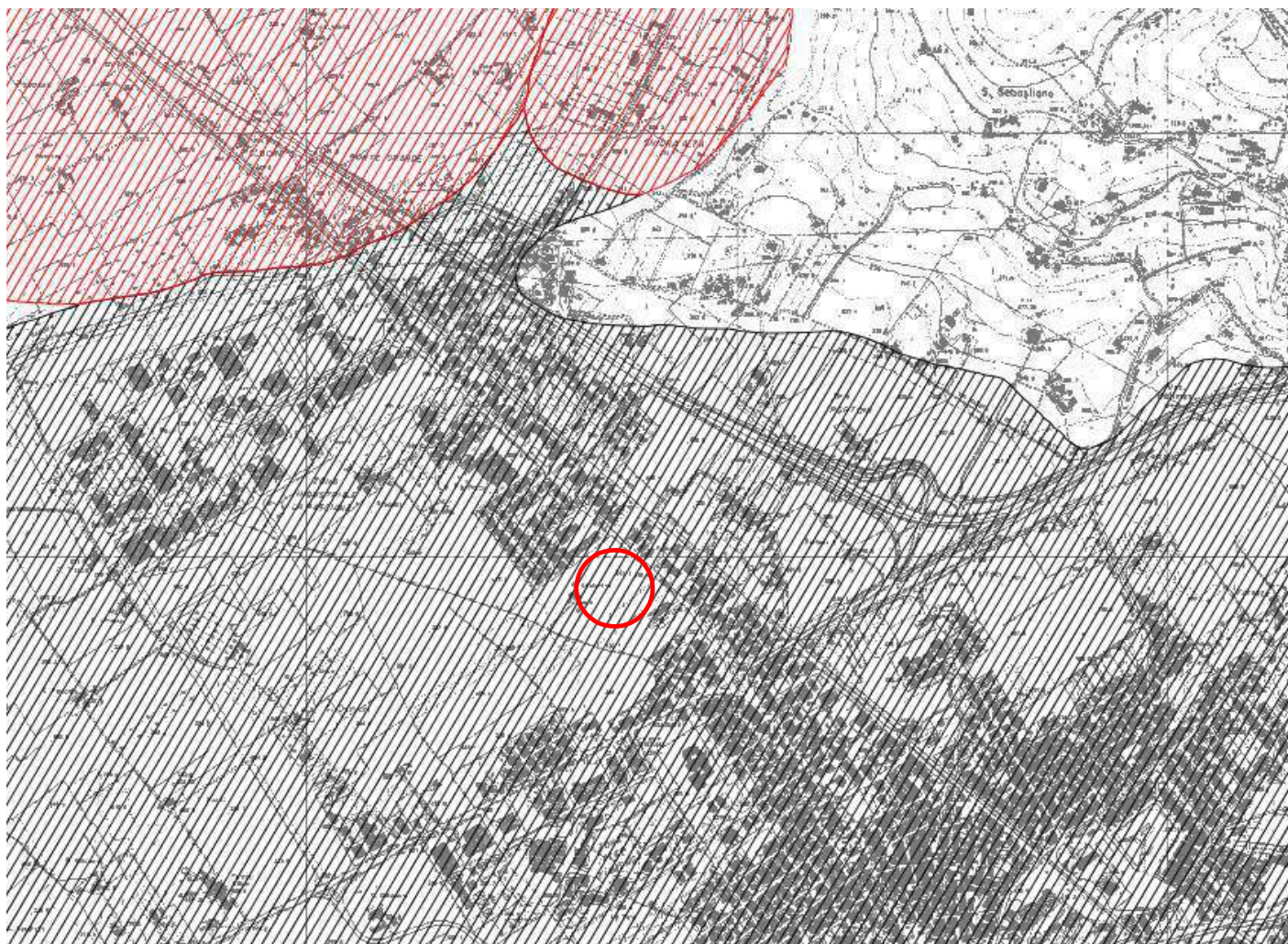
Situazioni di rischio da frana



R4 - "molto elevato"



R3 - "elevato"



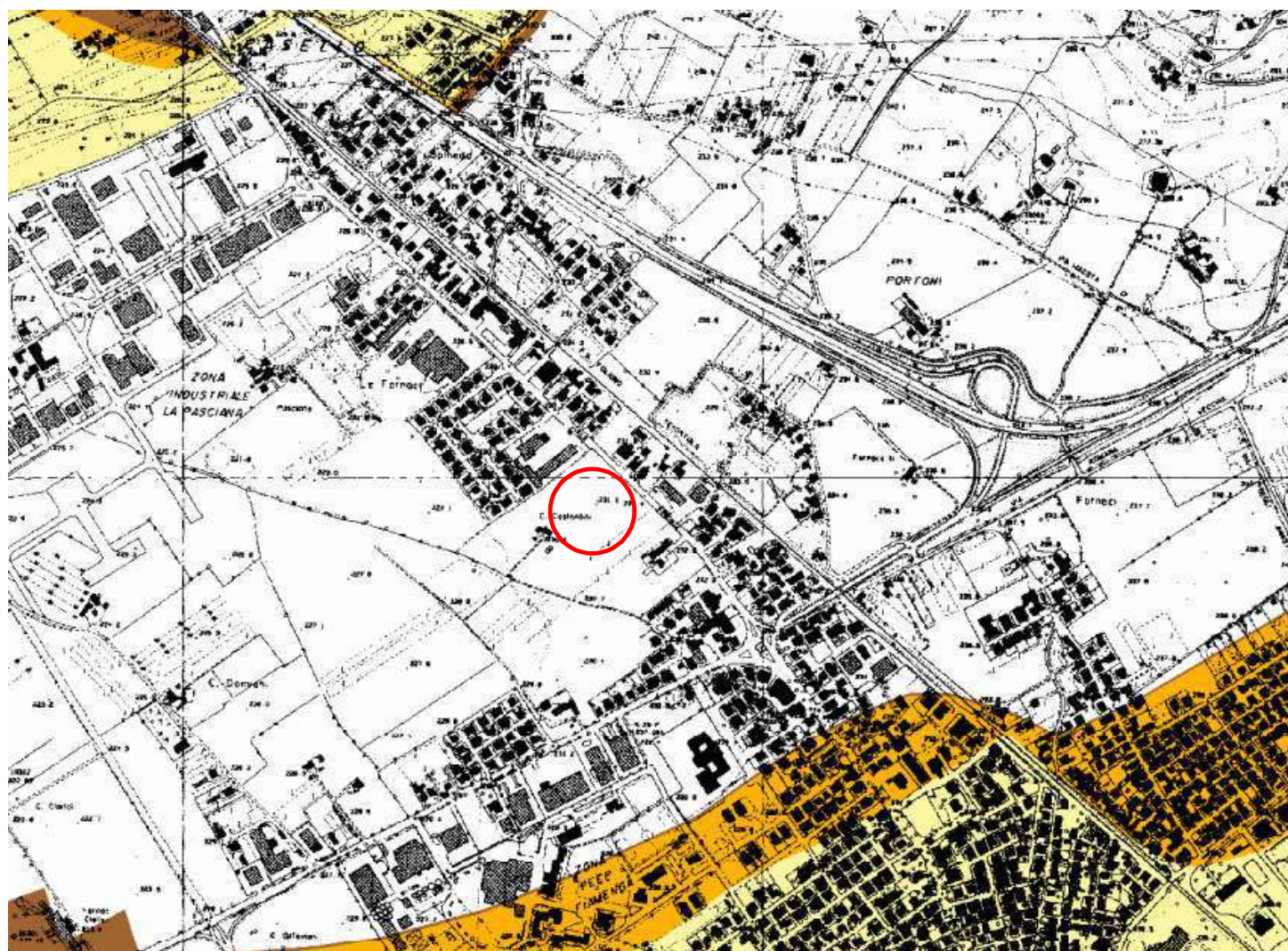


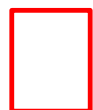
Area di interesse

TAV. PB13-FOLIGNO

Legenda

-  Fascia A
-  Fascia B
-  Fascia C

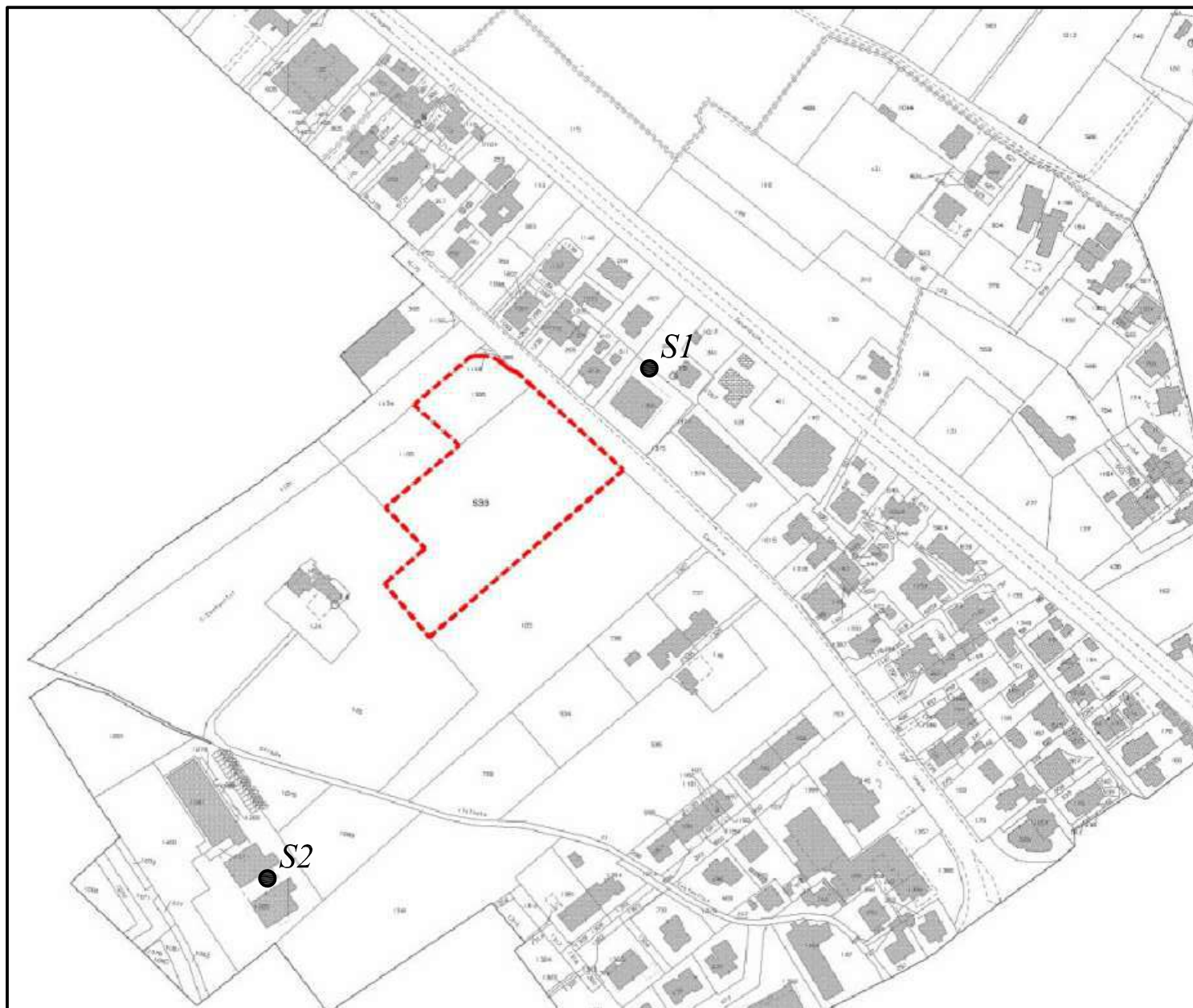


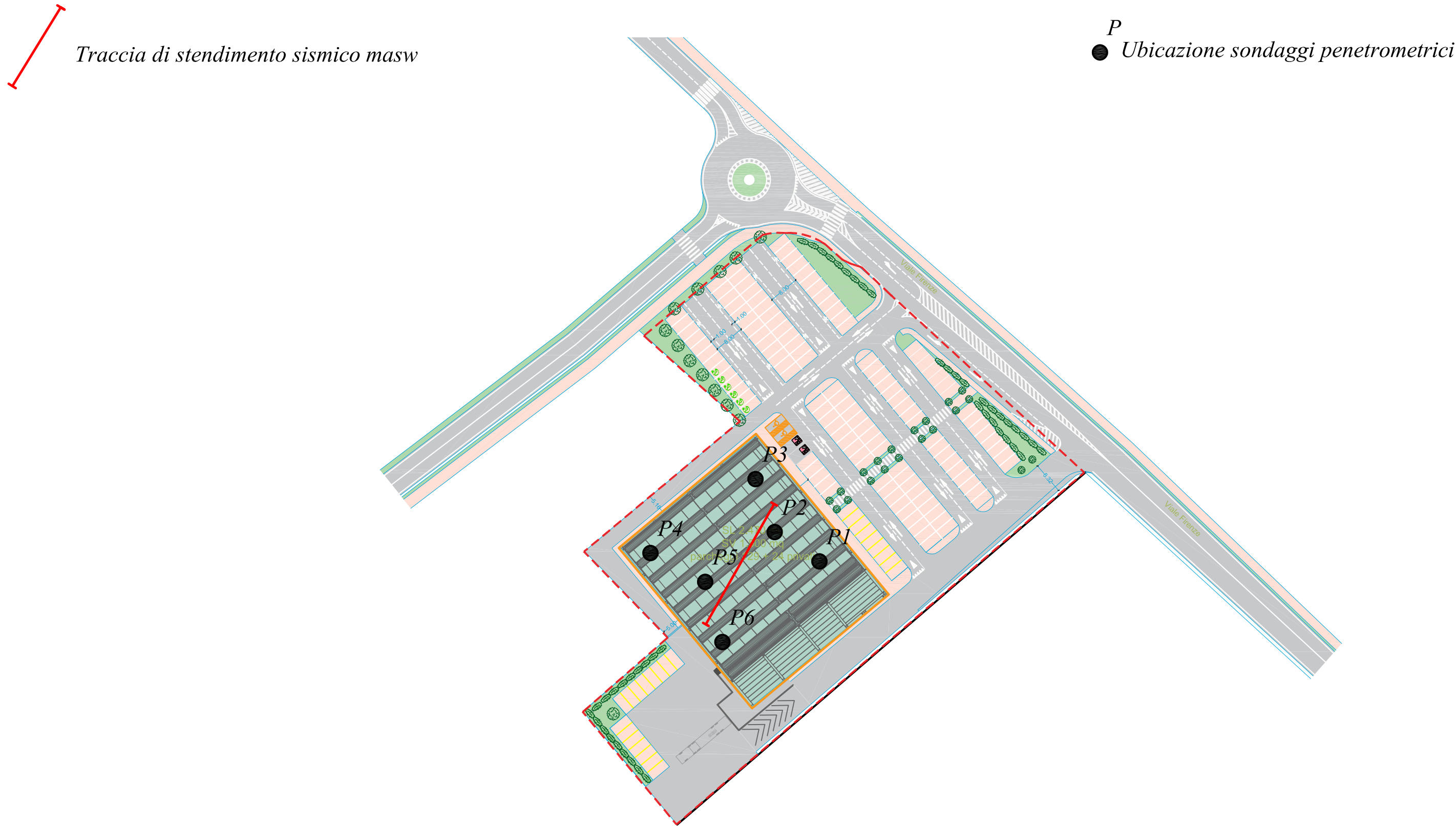


Area di interesse

●^S Ubicazione sondaggi geognostici

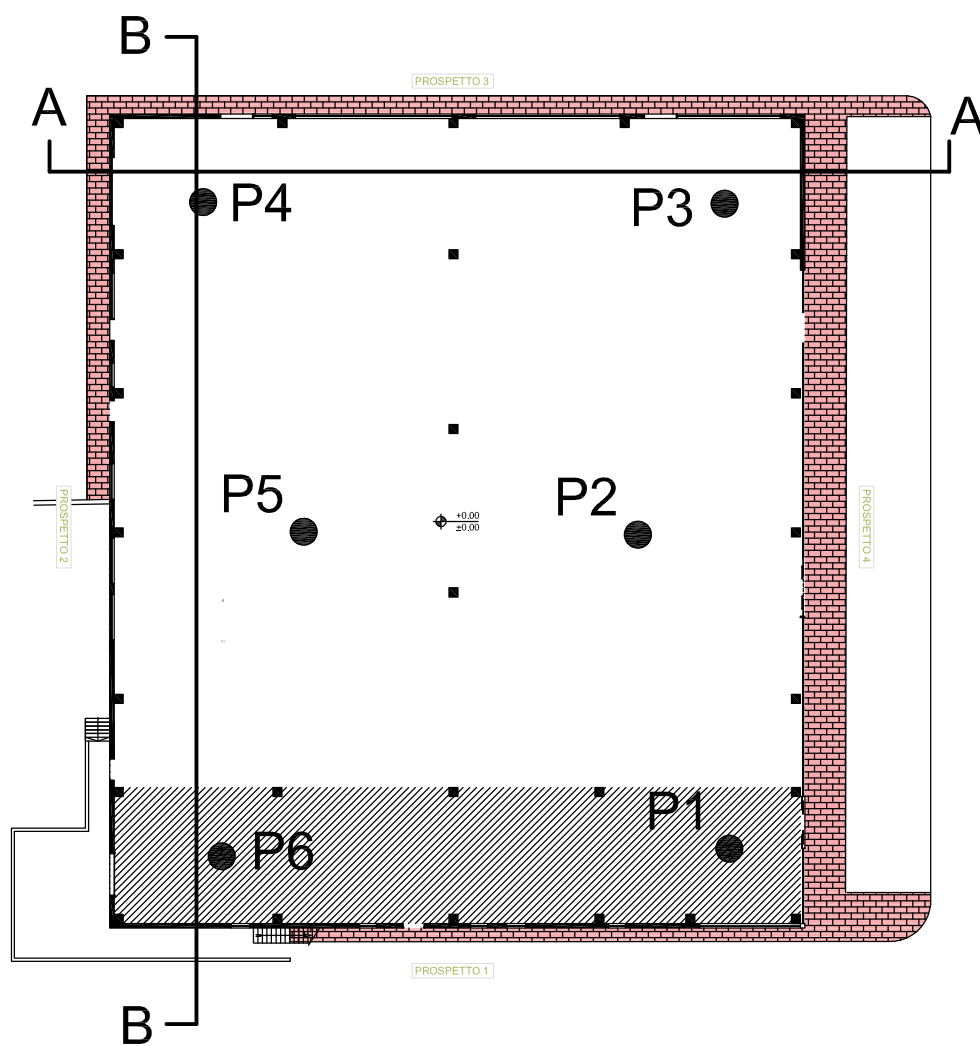
N.C.T. del Comune di Foligno
F. glio 115 Part. lle 533 e 1385

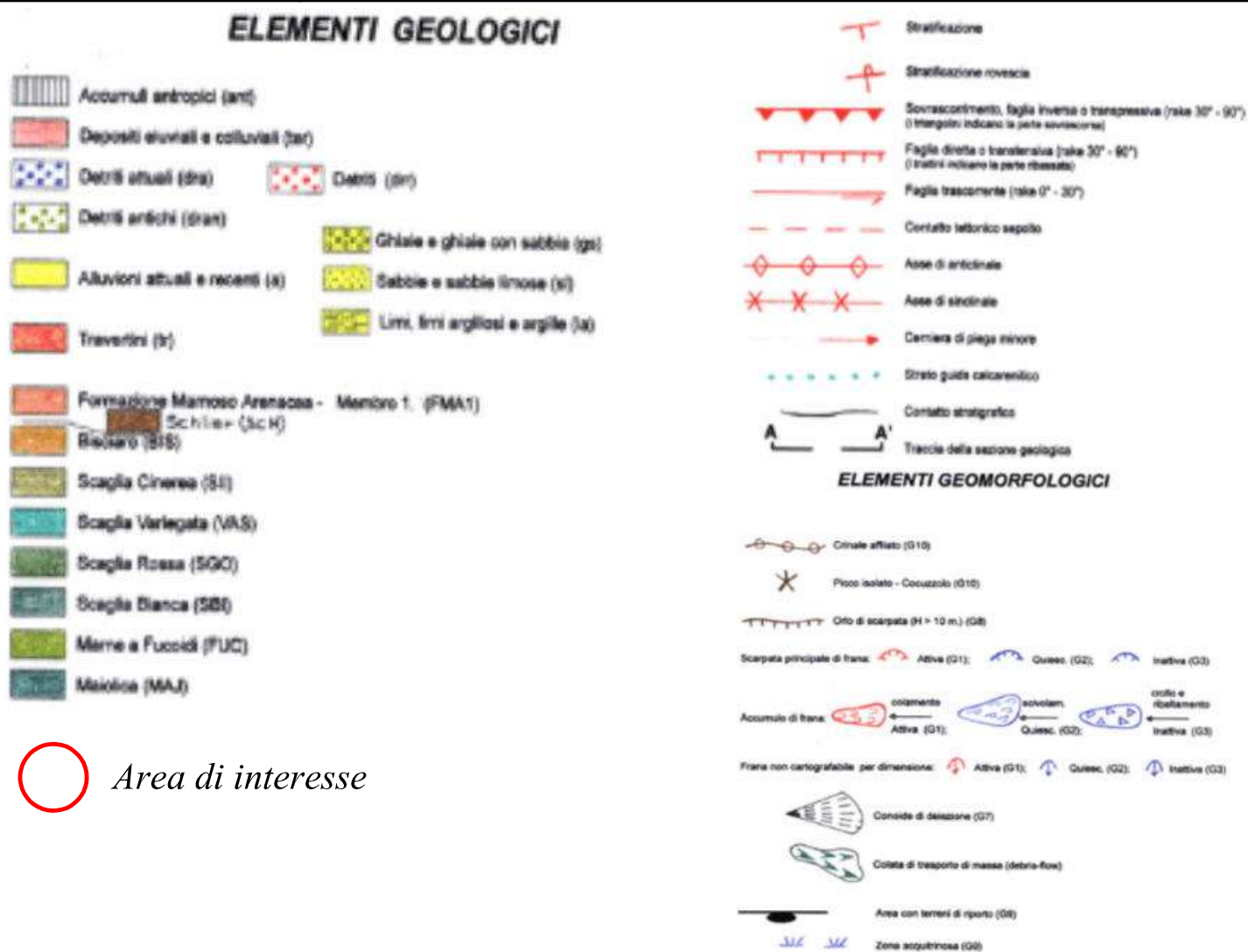




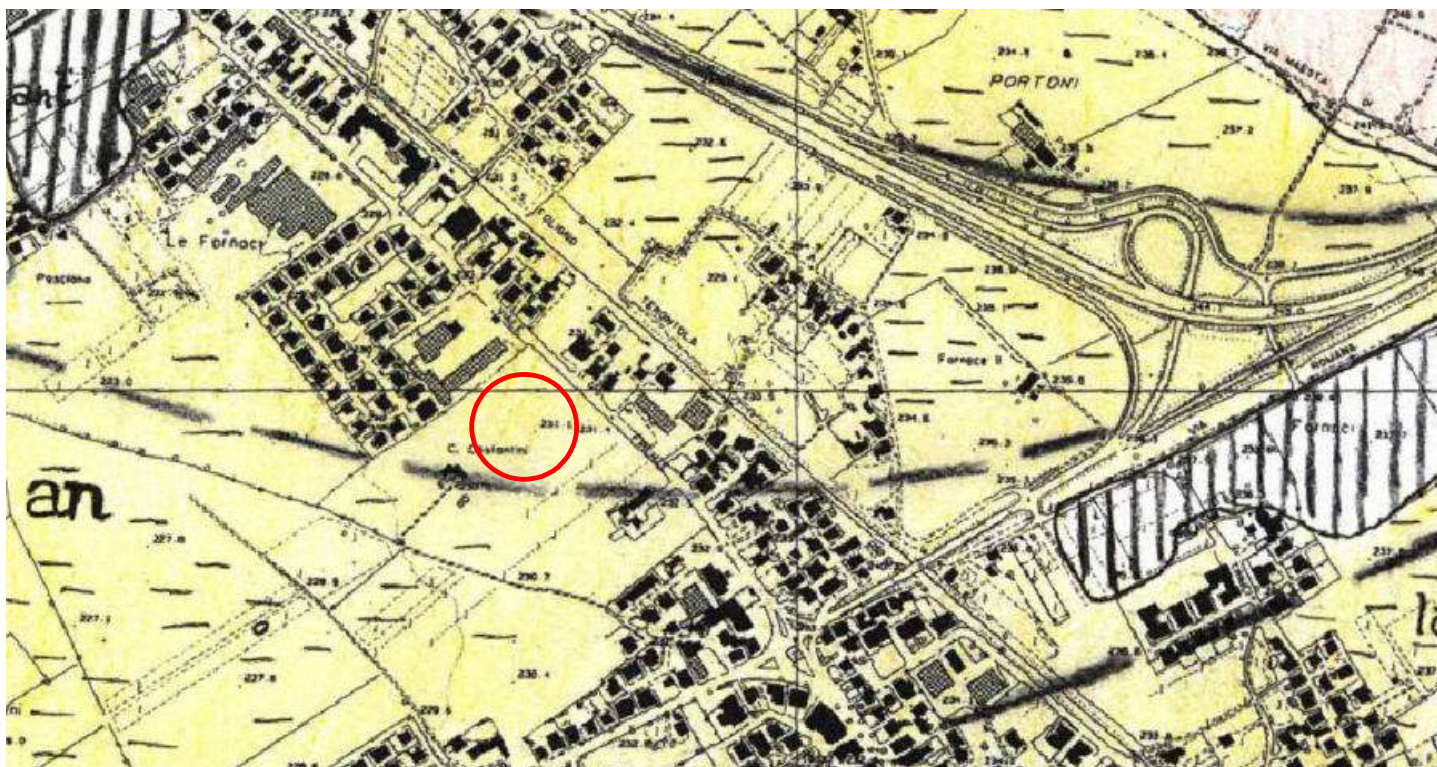
A A

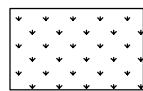
P
● Ubicazione sondaggi penetrometrici



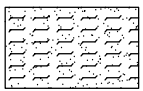


Area di interesse

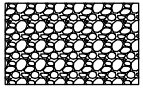




Suolo vegetale

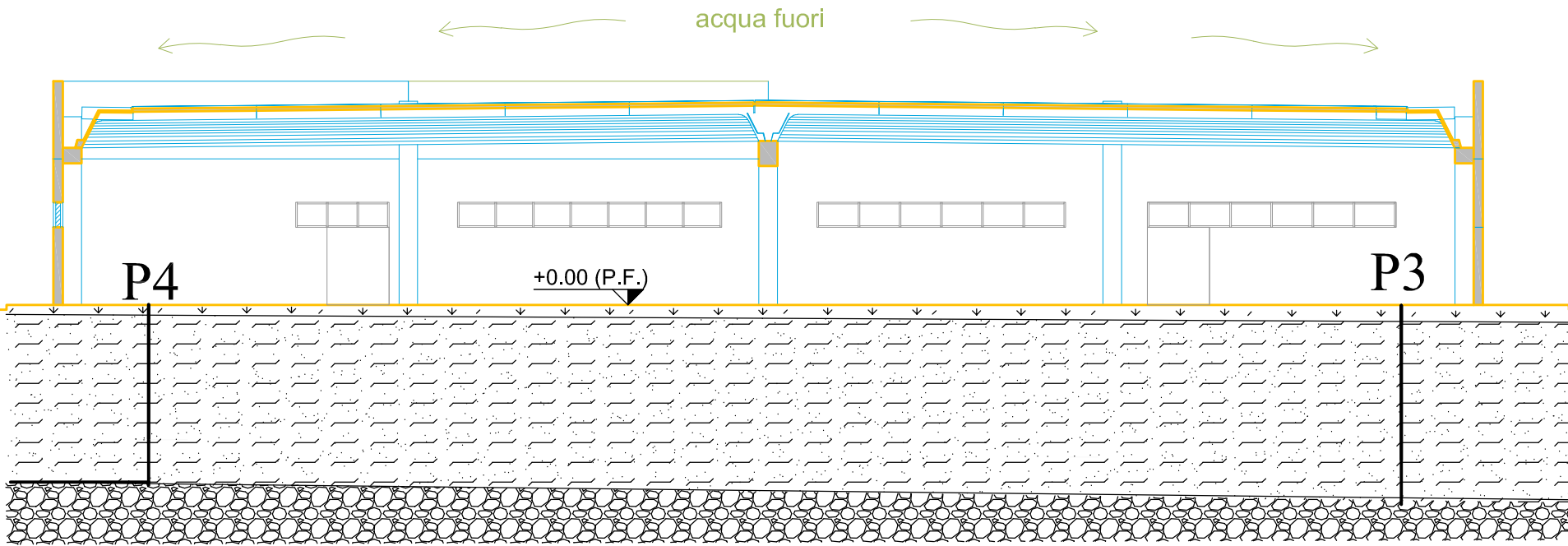


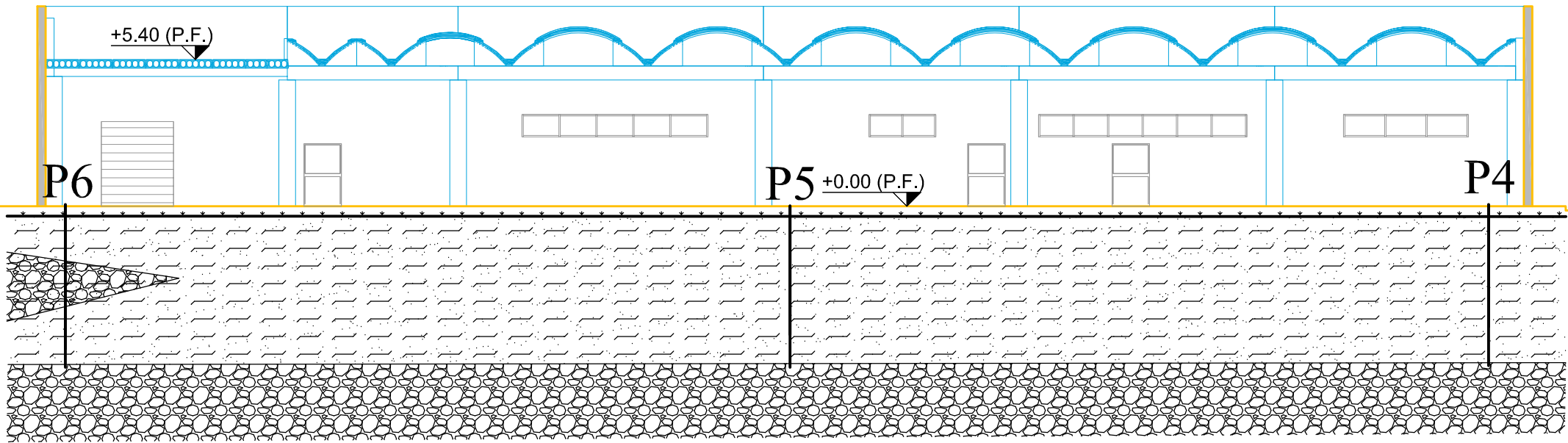
Sabbie limose

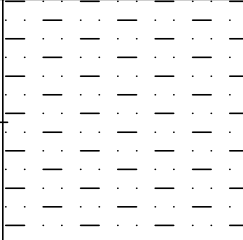
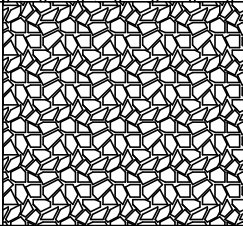
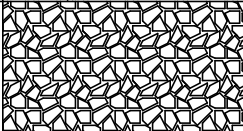
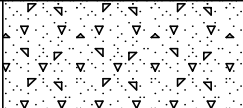
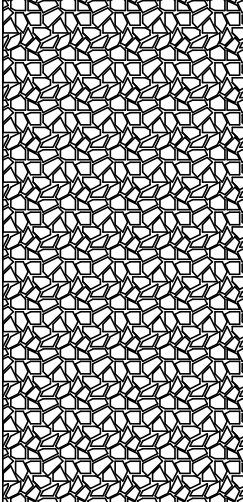


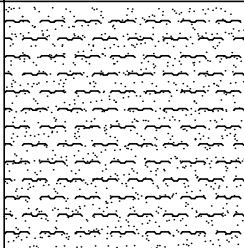
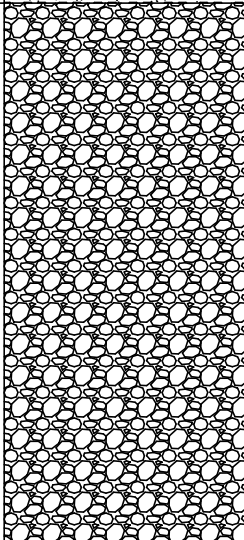
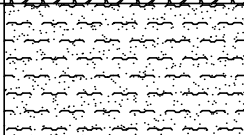
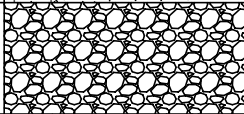
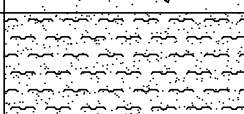
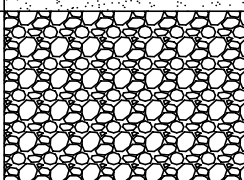
Ghiaia

P Sondaggi penetrometrici





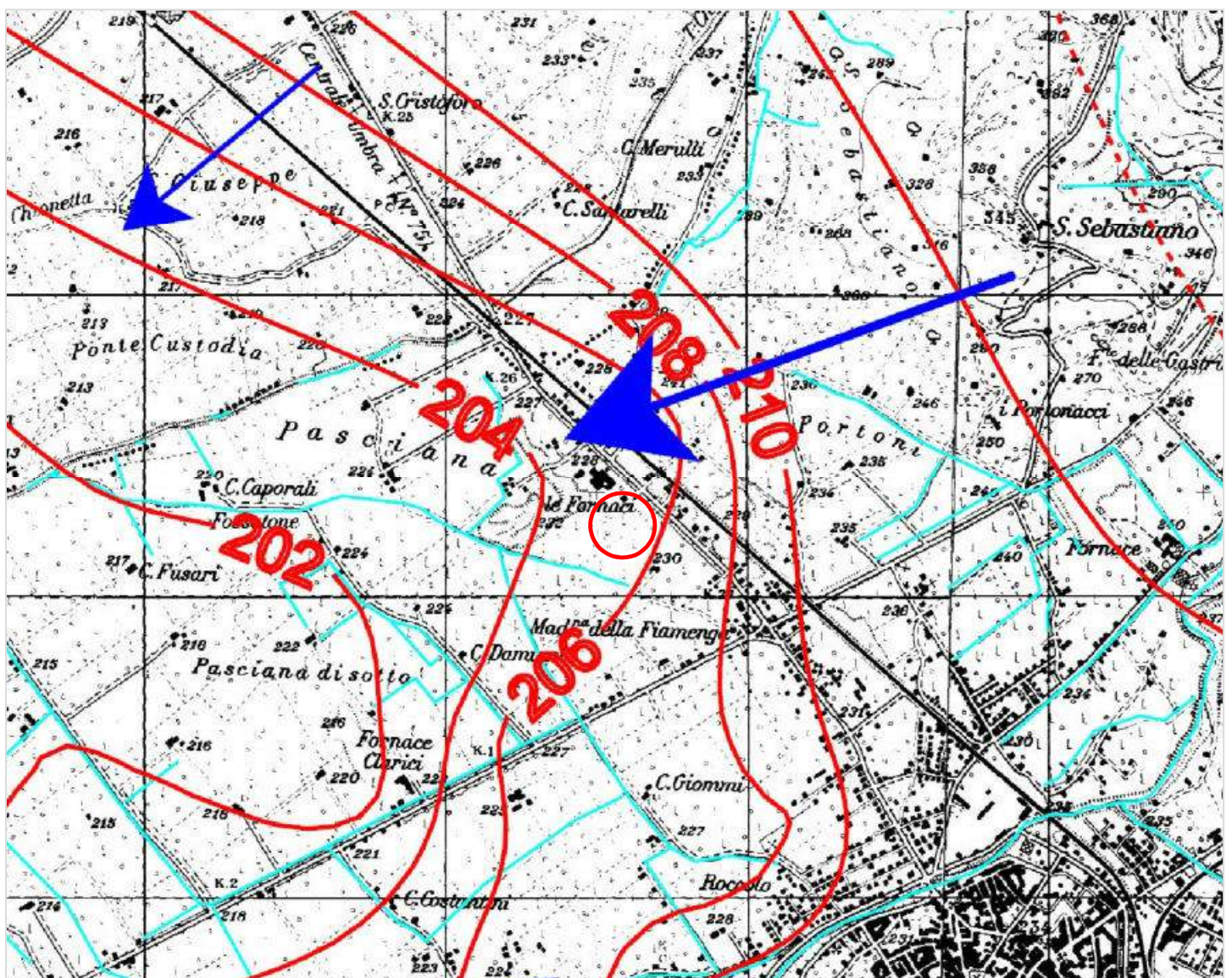
Allegato 3c:		colonnina stratigrafica S1			
Prof. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	FALDA	S.P.T.	POCKET (Kg/cmq)
1.50 m		Limi Sabbioso argillosi brunastri			7.1
2.30 m		Sabbie eterogenee giallastre con ghiaia fine			
4.50 m		Ghiaia e conglomerati in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa			
6.70 m		Sabbie debolmente limose eterogenee			
7.60 m		Ghiaia e conglomerati in matrice limo-sabbiosa			
8.80 m		Sabbie e ghiaia fine			
9.90 m		Ghiaia medio-fine con ciottoli in matrice limo-sabbiosa			
15.00 m					

Allegato 3d:		colonnina stratigrafica S2			
Prof. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	FALDA	S.P.T.	POCKET (Kg/cmq)
		Sabbie limose			
2.50 m		Ghiaia e conglomerati in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa			
8.00 m		Sabbie debolmente limiose			
8.50 m		Ghiaia e conglomerati in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa			
8.80 m		Sabbie e ghiaia fine			
9.30 m		Sabbie debolmente limose			
9.80 m		Ghiaia e conglomerati in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa			
12.00 m					

○ Area di interesse

Legenda

 Isofreatiche
 Linee di flusso



PENETROMETRO DINAMICO tipo MEDIO (DPM)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici			UNITA' di MISURA (conversioni)
Tipo	Sigla di riferimento	Passo della massa	
Leggero	DPL (Light)	M(10	1Kg/cm ² = 0.098067 Mpa 1Mpa= 1MN/m ² =10.197 Kg/cm ² 1bar=1.0197 Kg/cm ² =0.1Mpa 1KN=0.001MN=101.97Kg
Medio	DPM (Medium)	10(M(40	
Pesante	DPH (Heavy)	40(M<60	
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M(60	

CARATTERISTICHE TECNICHE

PESO MASSA BATTENTE	M = 30 Kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0.00 Kg (esclusa massa battente)
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35.7 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10.00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	(= 60°
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2.40 Kg / m
PROF. GIUNZIONE 1° ASTA	P1 = 1.00 m
AVANZAMENTO PUNTA	(= 0.10 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N (10)
RIVESTIMENTO /FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA PER COLPO	Q=(MH)/(A()) (prova SPT:Qspt=7.83 Kg/cm ²
COEF. TEORICO DI ENERGIA	(t=Q/Qspt= 0.78 (teoricamente : Nspt=(t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd in funzione del numero di colpi N (Formula Olandese)

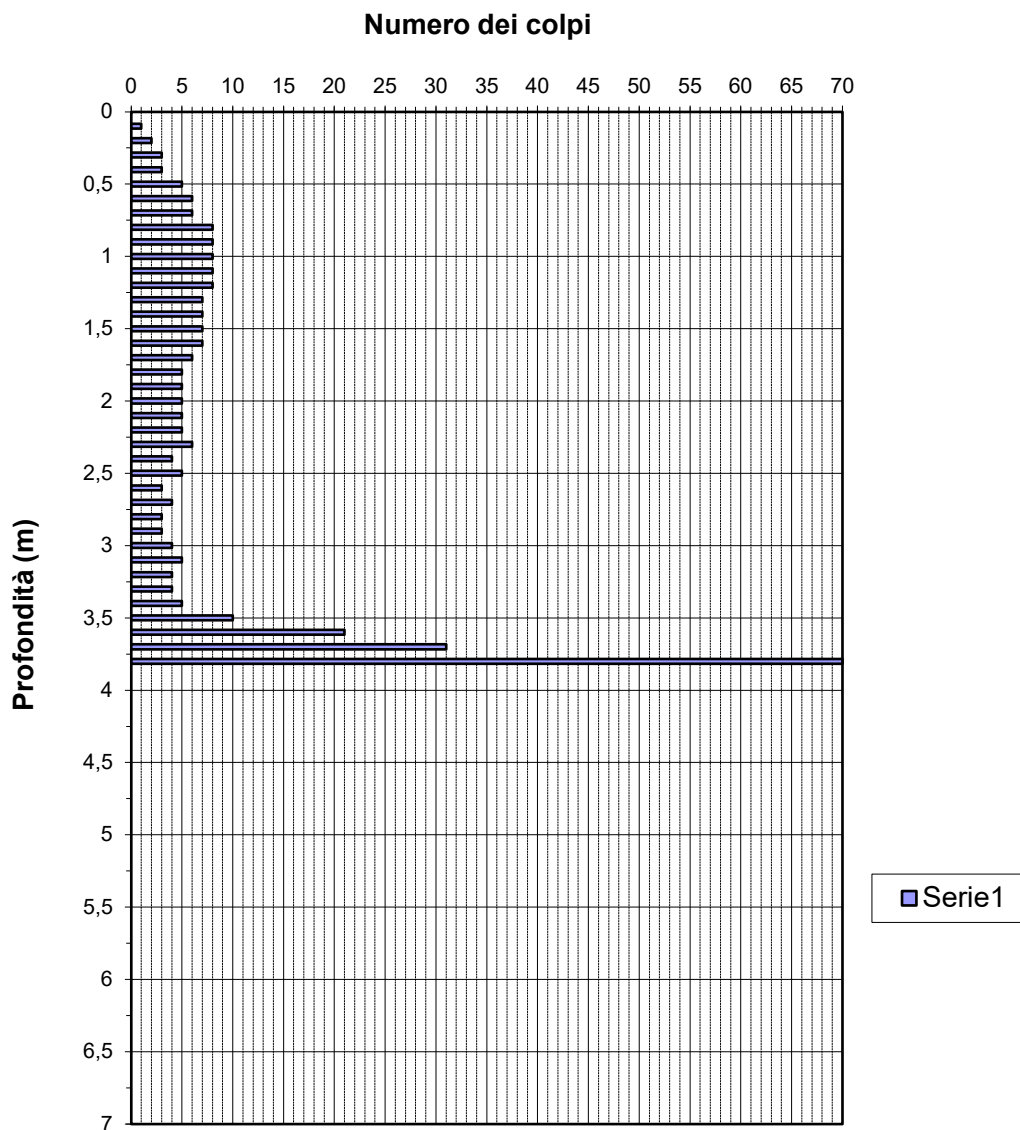
$$R_{pd} = M^2 H / (A e (M+P)) = M^2 H N / (A ((M+P)) \text{ ove:}$$

Rpd = Resistenza dinamica di punta (area A) M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo = (/ N P = peso totale aste e sistema di battuta

Dott. GIANCARLO CANTARELLI
GEOLOGO
Via Oberdan,49 06034 Foligno (PG)
Tel. 0742/262214

Prova penetrometrica n° 1



Committente: Ciemme srl
Località: Paciana
Data:13/04/26

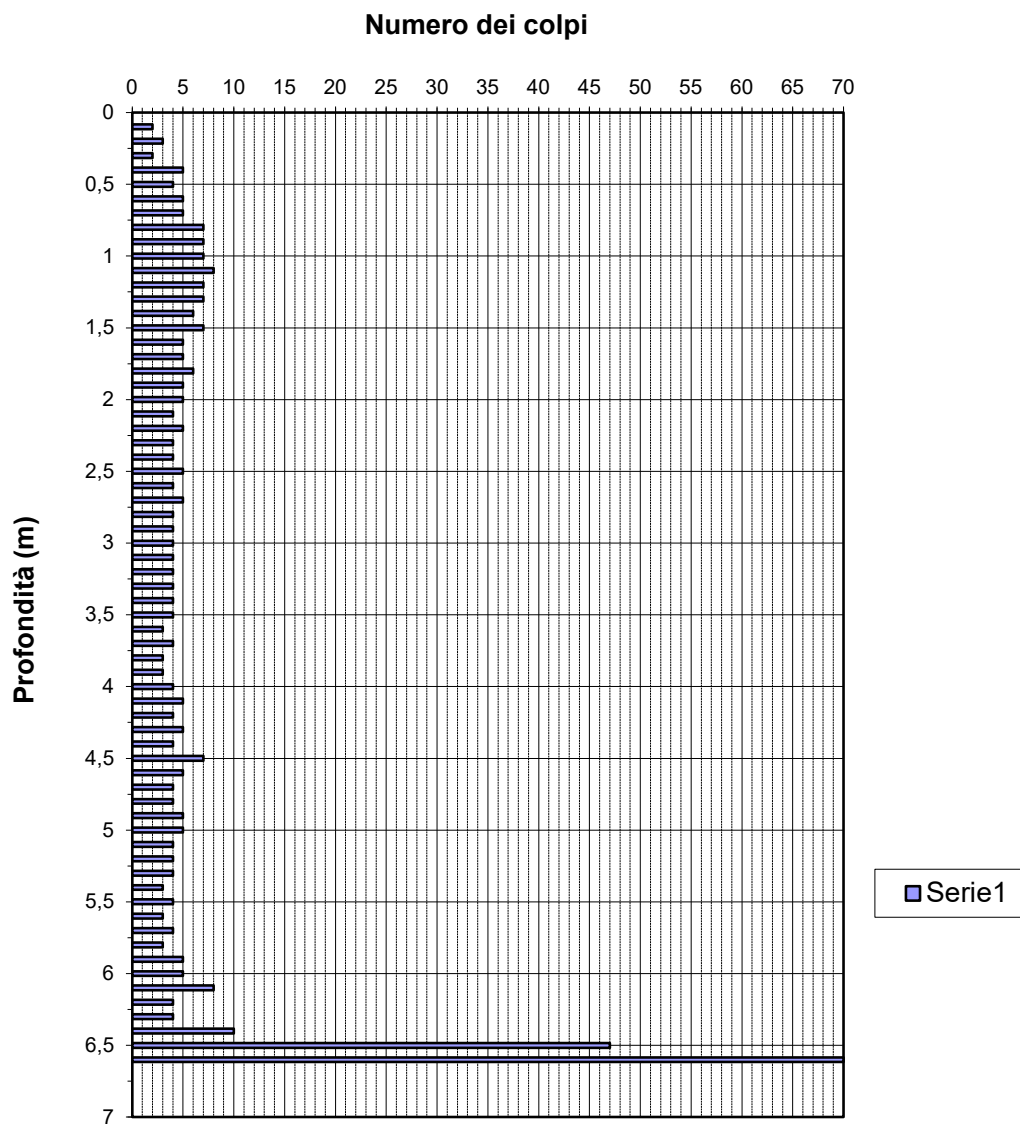
ALLEGATO 4a

Allegato fotografico Sondaggio penetrometrico P1



Dott. GIANCARLO CANTARELLI
GEOLOGO
Via Oberdan,49 06034 Foligno (PG)
Tel. 0742/262214

Prova penetrometrica n° 2



Committente: Ciemme srl
Località: Paciana
Data:13/04/26

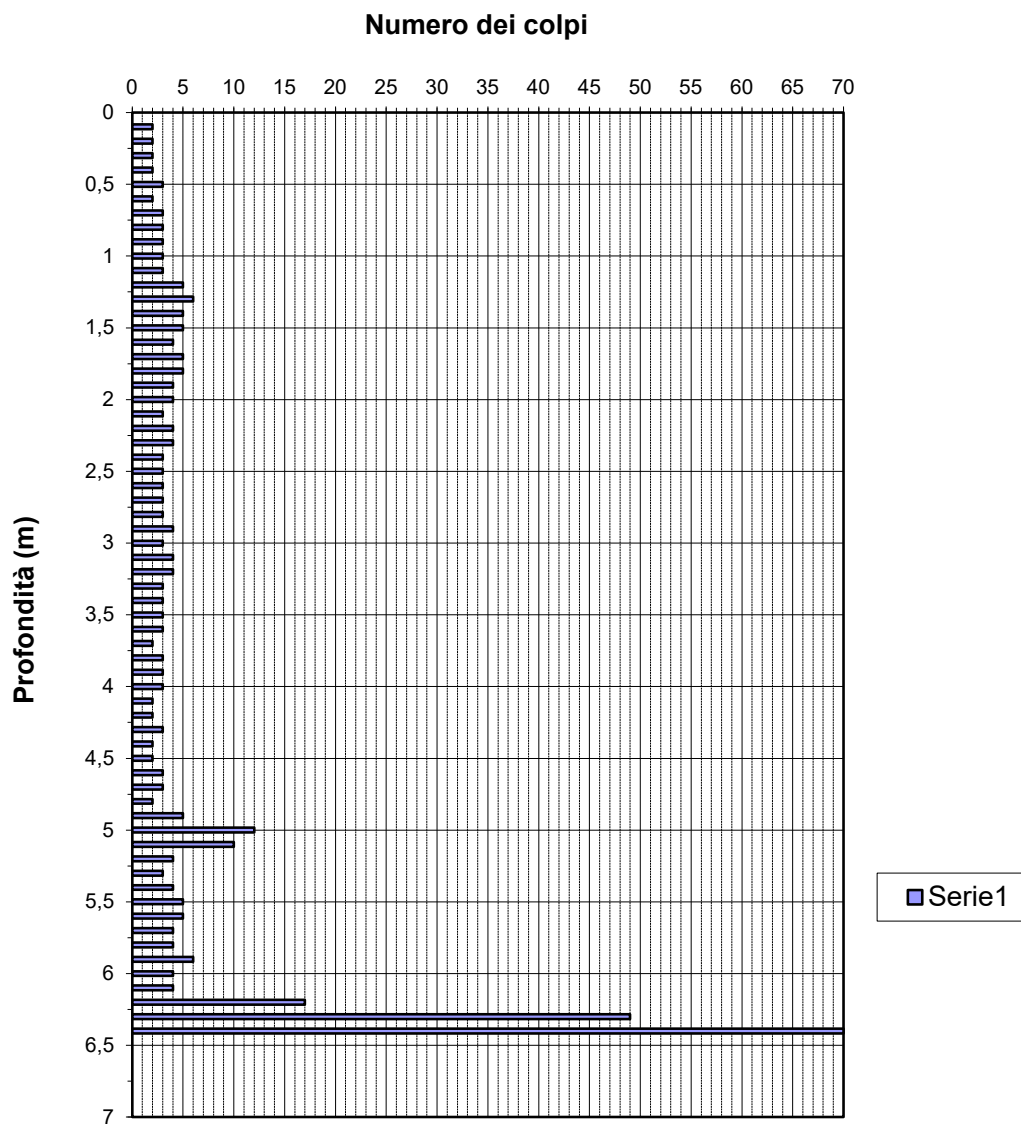
ALLEGATO 4b

Allegato fotografico Sondaggio penetrometrico P2



Dott. GIANCARLO CANTARELLI
GEOLOGO
Via Oberdan,49 06034 Foligno (PG)
Tel. 0742/262214

Prova penetrometrica n° 3



Committente: Ciemme srl
Località: Paciana
Data:13/04/26

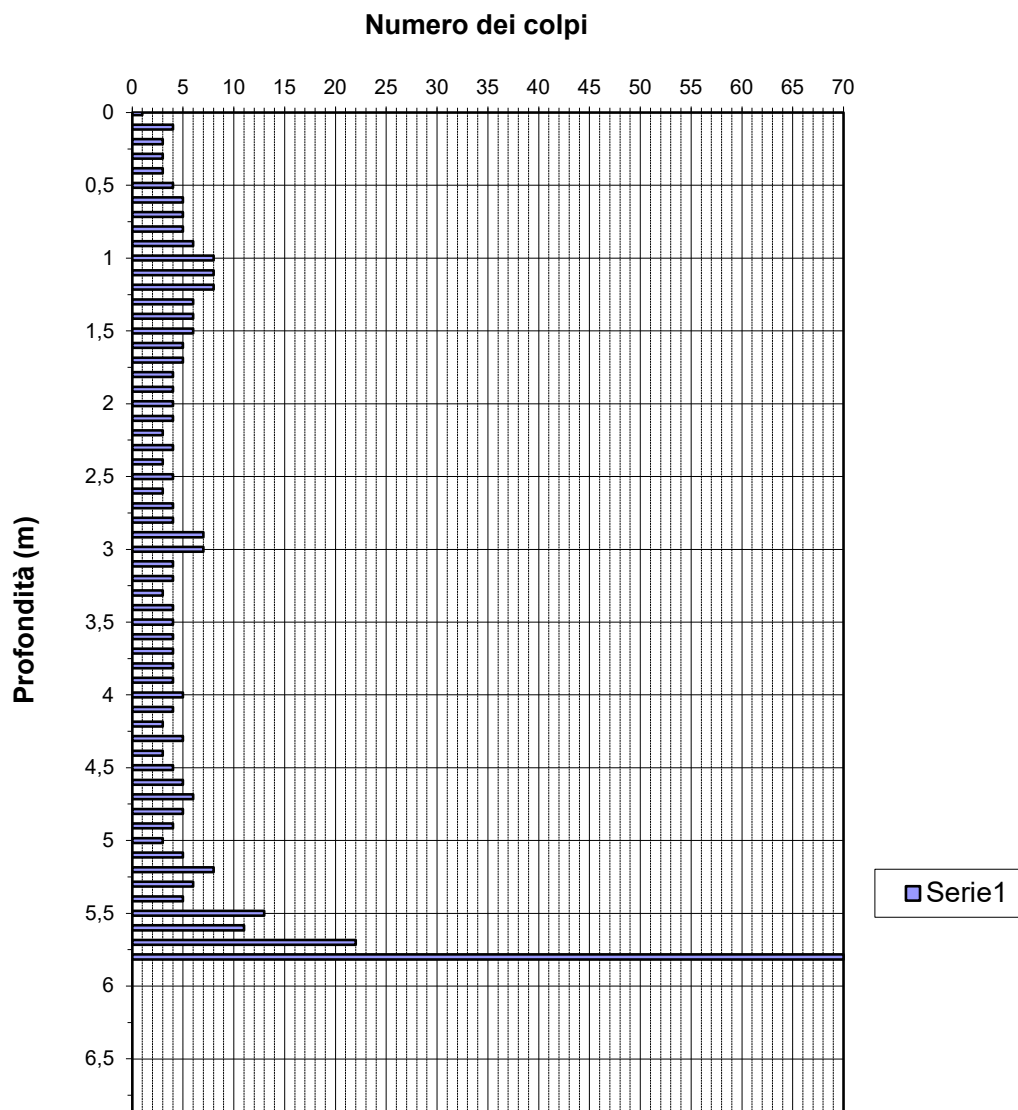
ALLEGATO 4c

Allegato fotografico Sondaggio penetrometrico P3



Dott. GIANCARLO CANTARELLI
GEOLOGO
Via Oberdan,49 06034 Foligno (PG)
Tel. 0742/262214

Prova penetrometrica n° 4



Committente: Ciemme srl
Località: Paciana
Data:13/04/26

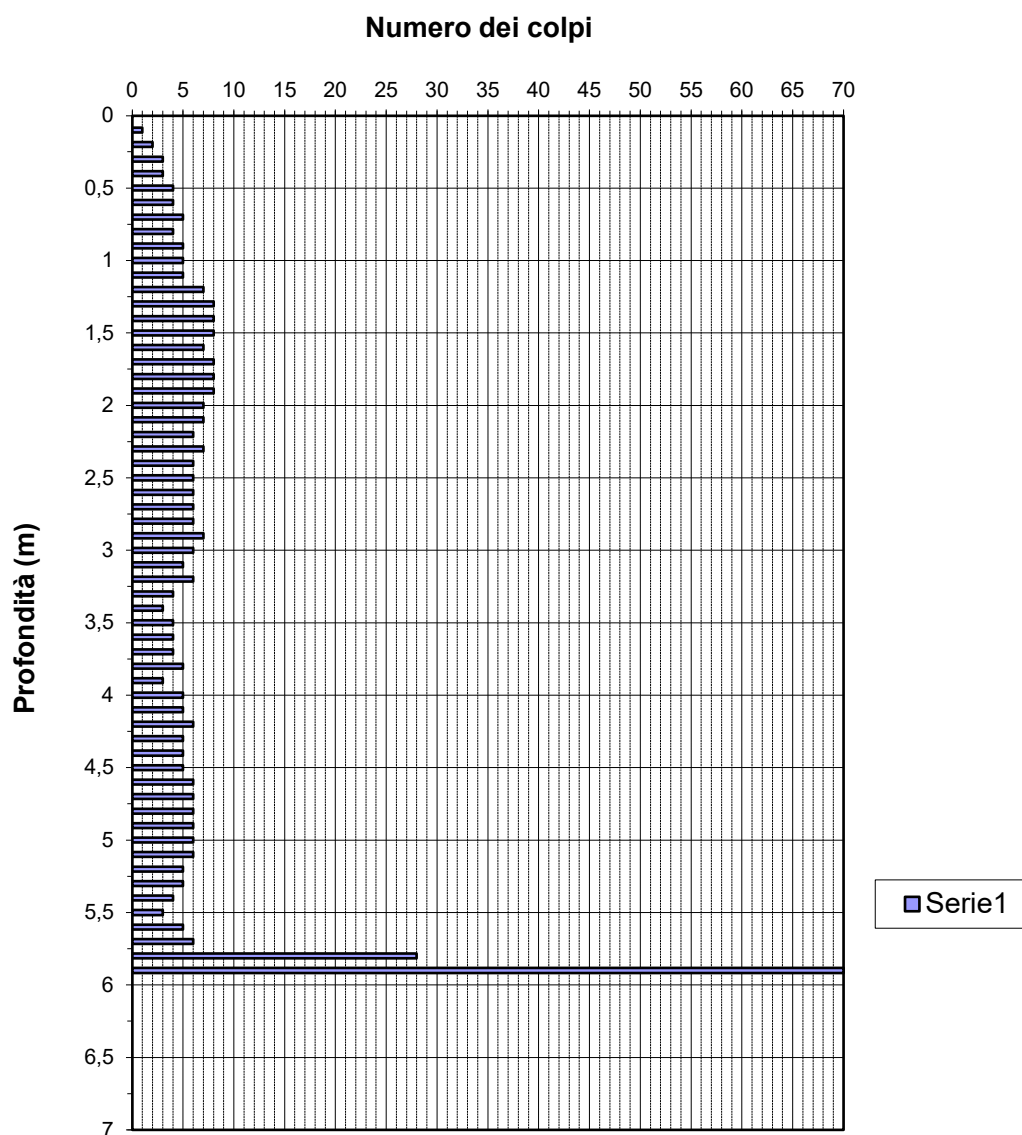
ALLEGATO 4d

Allegato fotografico Sondaggio penetrometrico P4



Dott. GIANCARLO CANTARELLI
GEOLOGO
Via Oberdan,49 06034 Foligno (PG)
Tel. 0742/482540

Prova penetrometrica n° 5



Committente: Ciemme srl
Località: Paciana
Data:13/04/26

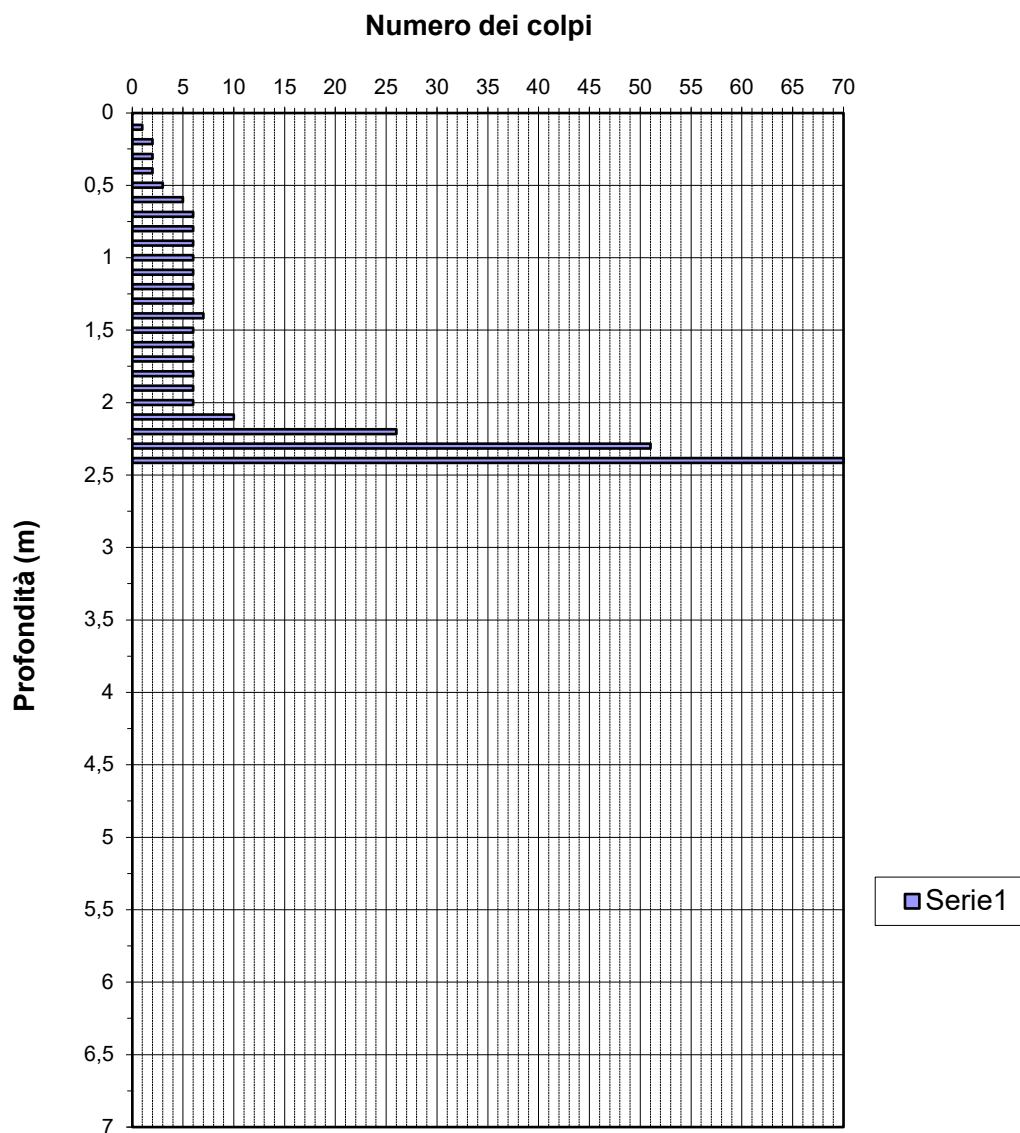
ALLEGATO 4e

Allegato fotografico Sondaggio penetrometrico P5



Dott. GIANCARLO CANTARELLI
GEOLOGO
Via Oberdan,49 06034 Foligno (PG)
Tel. 0742/482540

Prova penetrometrica n° 6

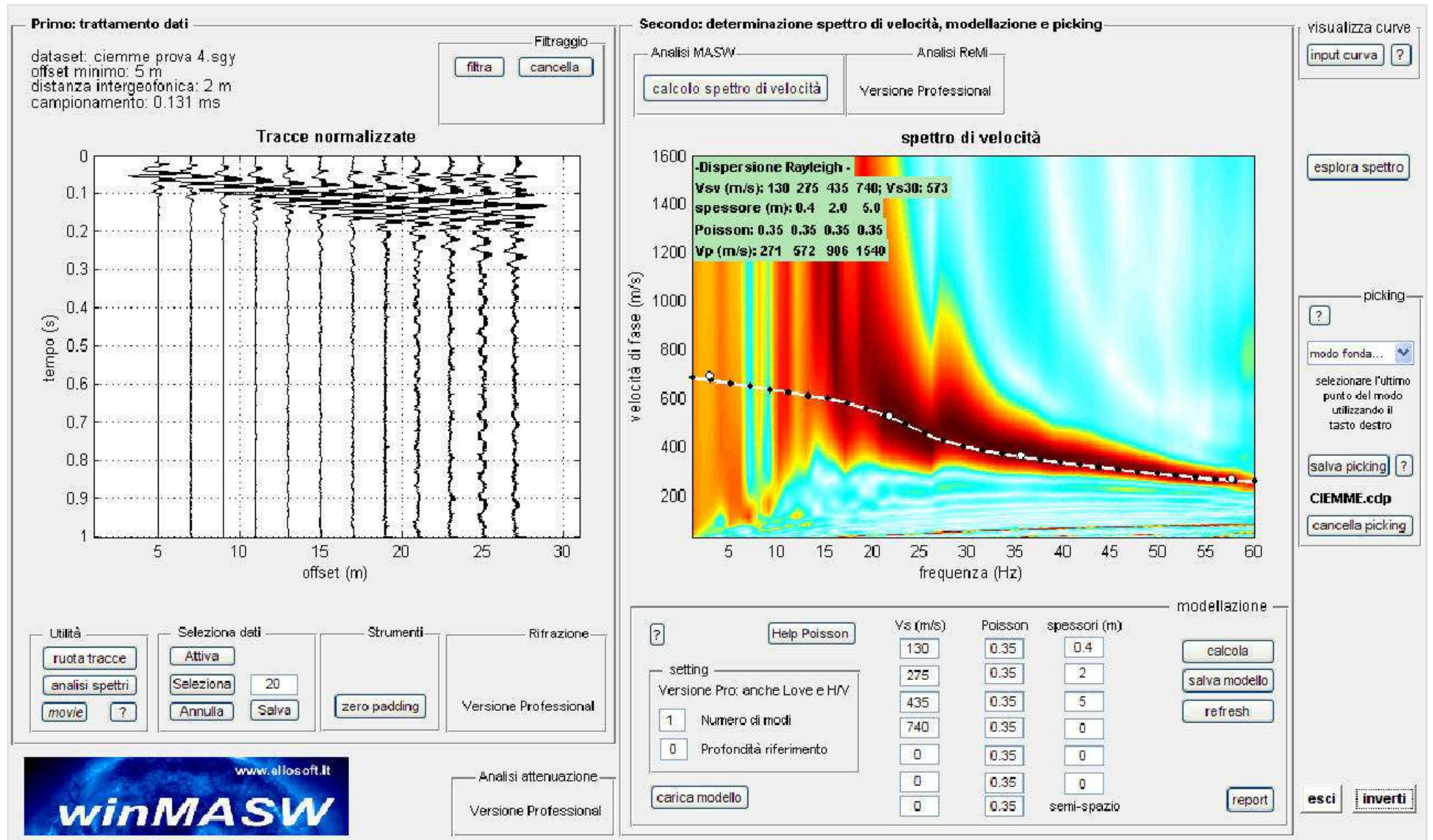


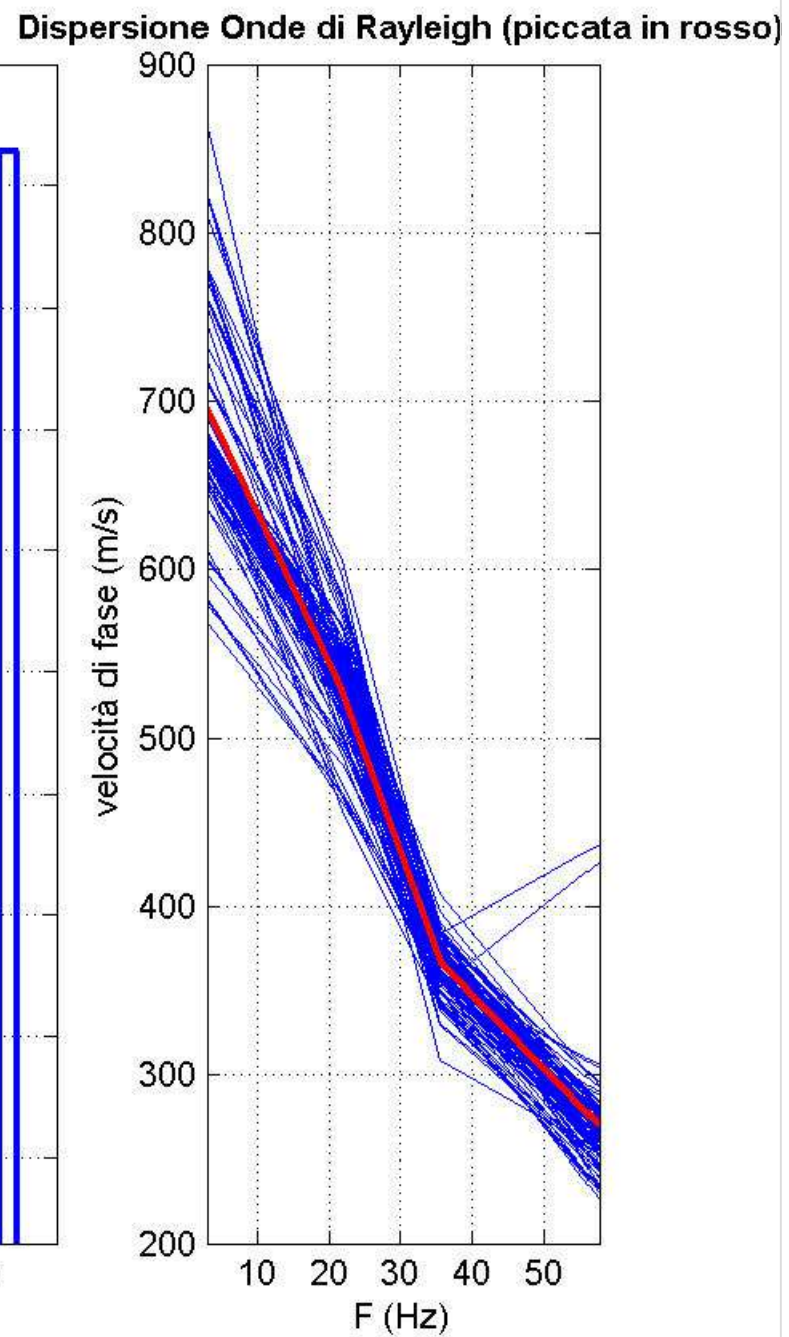
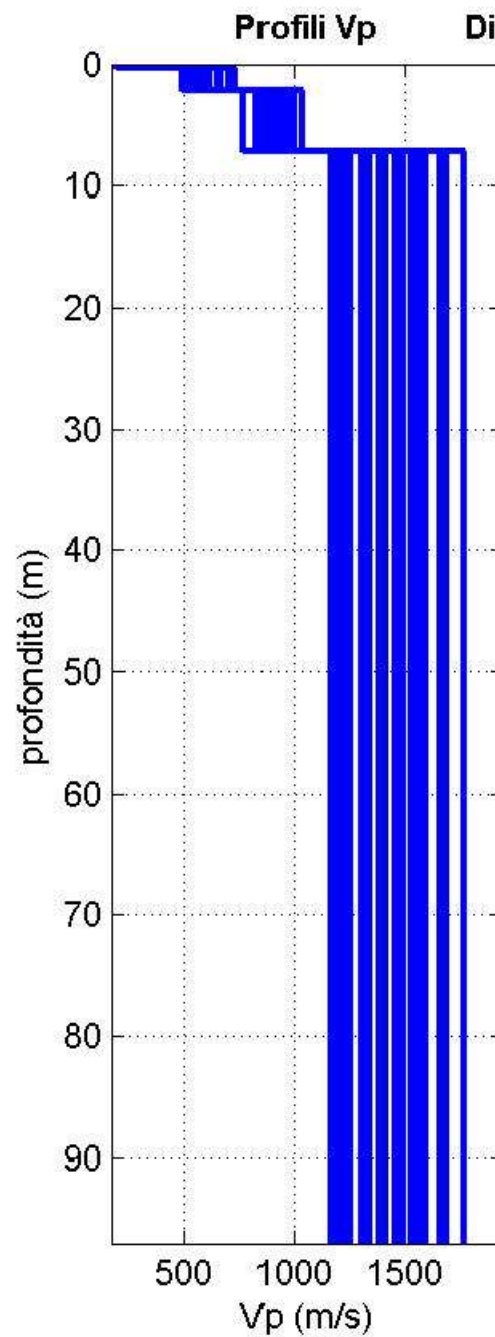
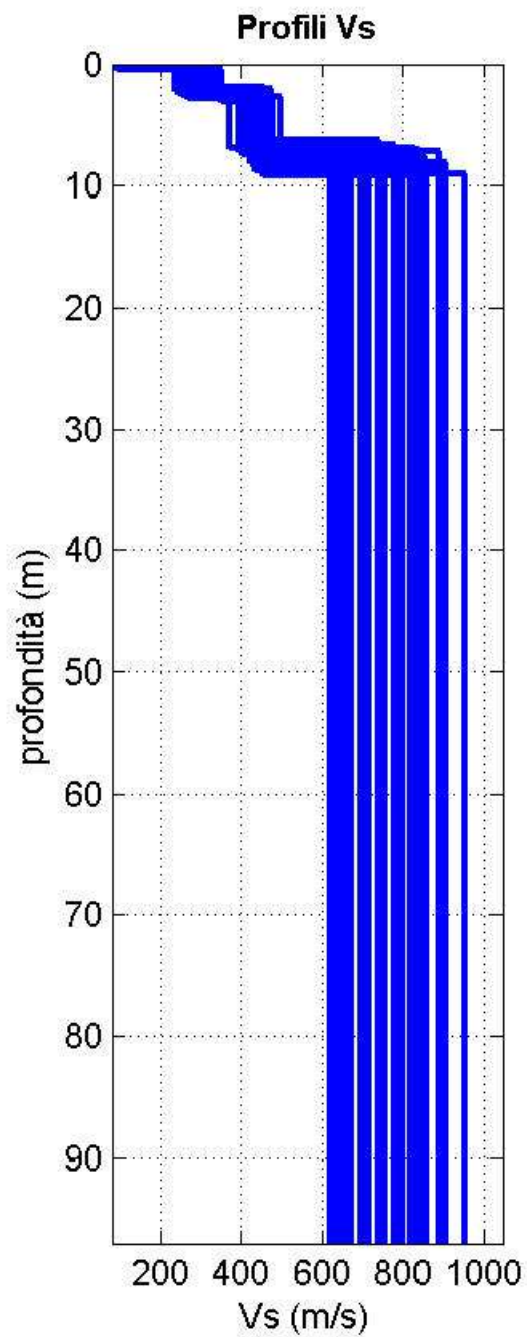
Committente: Ciemme srl
Località: Paciana
Data:13/04/26

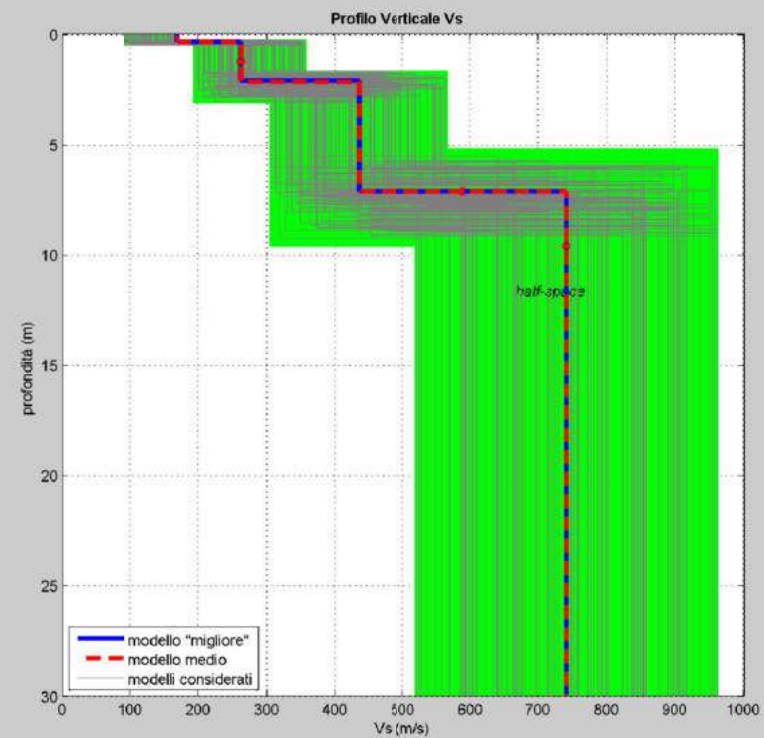
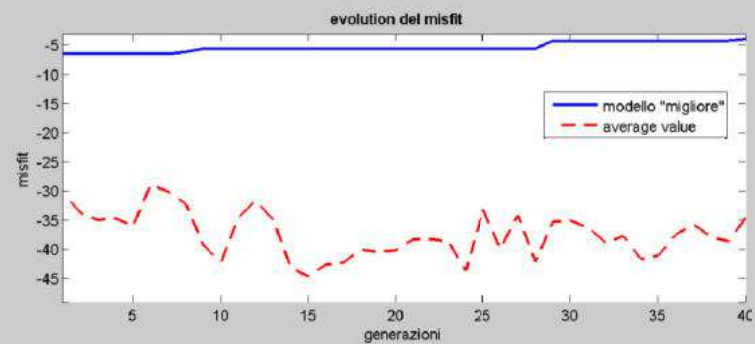
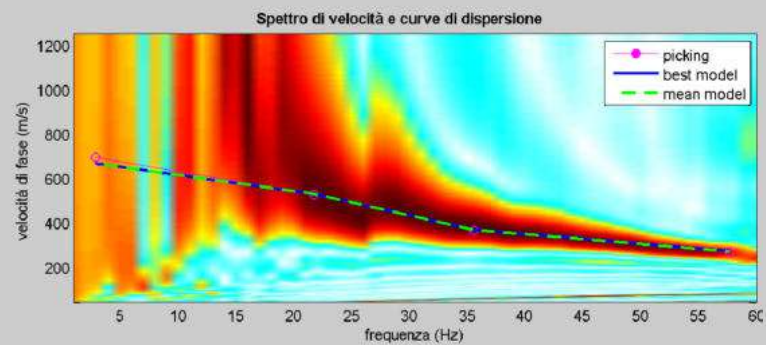
ALLEGATO 4f

Allegato fotografico Sondaggio penetrometrico P6

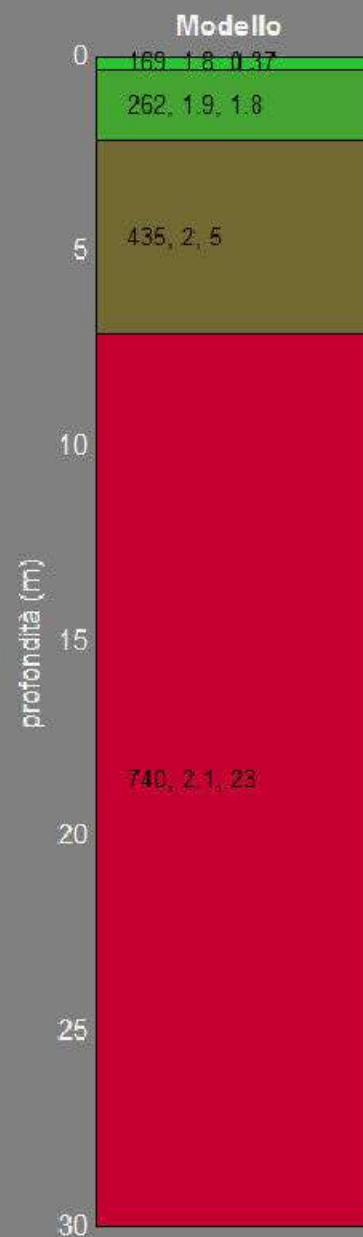








dataset: ciemme prova 4.sgy
curve di dispersione: CIEMME.cdp
VS30 (modello "migliore"): 584 m/s
VS30 (modello medio): 584 m/s



Vs *densità* *spessore*
(m/s) (gr/cm³) (m)

Allegato fotografico

