

COMUNE DI CORTONA

Provincia di Arezzo

***Variante Al Piano Di Recupero adottato con Delibera C.C. n.15 del 11.02.2016 e
approvato con pubblicazione sul BURT n. 27 del 6.07.2016***

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

**DPGR n°5/R del 30-01-2020 “Regolamento di attuazione dell’articolo 104 della legge
regionale 10 novembre 2014, n.65 (Norme per il governo del territorio) in materia di
indagini geologiche, idrauliche e sismiche”**

proprietà: **Noor A. Heravi**

località: **Fratticciola**

IL GEOLOGO
Dott. Benedetta Chiodini



Dicembre 2022

INDICE

PREMESSA	pag. 1
SINTESI DELLE CONOSCENZE	pag. 2
METODOLOGIA OPERATIVA	pag. 4
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	pag. 4
CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI	pag. 5
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	pag. 6
INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E STRATIGRAFICO	pag. 6
CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE	pag. 7
CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI	pag. 8
CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ	pag. 9

ELENCO ALLEGATI

Tav. n° 1 – Carta Tecnica Regionale	scala 1:5.000;
Tav. n° 2 – Carta geologica	scala 1: 5.000;
Tav. n° 3 – Carta geologico-tecnica	scala 1:5.000;
Tav. n° 4 – Carta geomorfologica e dati di base	scala 1:5.000;
Tav. n° 5 – Carta della MOPS	scala 1:2.000;
Allegato n° 1 – Indagini geognostiche e dati di base	
<i>Stratigrafie pozzi</i>	
<i>Prove CPT</i>	
<i>Sondaggio geognostico</i>	
<i>Sismica a Rifrazione ad onde P e Sh</i>	
Tav. n° 6 – Carta della pericolosità da alluvioni	scala 1:2.000;
Tav. n° 7 – Carta della pericolosità geologica	scala 1:2.000;
Tav. n° 8 – Carta della pericolosità sismica locale	scala 1:2.000.

PREMESSA

Per incarico del sig. Noor A. Heravi è stata realizzata un'indagine geologico-tecnica di supporto alla *Variante al Piano di Recupero adottato con Delibera C.C. n.15 del 11.02.2016 e approvato con pubblicazione sul BURT n. 27 del 6.07.2016* che riguardava interventi di trasformazione, adeguamento e ampliamento di alcuni fabbricati residenziali e relativi annessi posti in località Fratticciola nel terreno censito al N.C.T. del Comune di Cortona al foglio n° 209 particelle n° 23-24-120-122-221-225-230-232.

L'indagine geologica ha avuto lo scopo di valutare gli aspetti geologici, geomorfologici, litologico tecnici, idraulici, idrogeologici e relativi agli effetti sismici locali per la riduzione del rischio sismico ai sensi del DPGR n°5/R del 30-01-2020 *“Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche”*

Nella programmazione delle indagini per la corretta redazione degli elaborati del piano attuativo è stata condotta una sintesi delle conoscenze tenendo conto di:

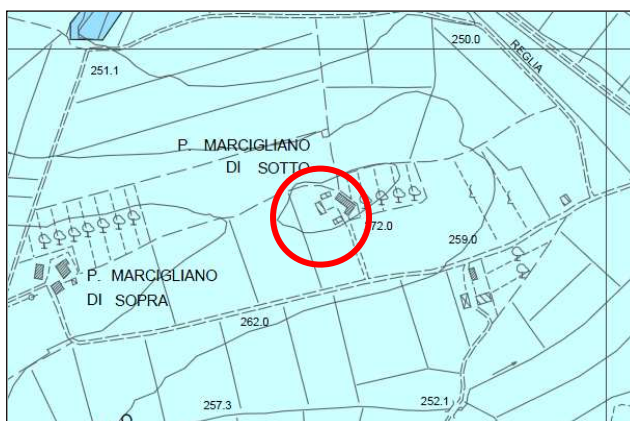
- classificazione dell'area nella Cartografia Geologico-tecnica di supporto allo Strumento Urbanistico Comunale vigente ed in particolare di quanto riportato nelle Carte di Pericolosità, Geologica ed Idraulica;
- Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Arno del 29\11\1999 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.).

SINTESI DELLE CONOSCENZE

La zona investigata è stata oggetto di studi geologico-tecnici a livello territoriale in occasione della stesura del Piano Strutturale e della redazione del Regolamento Urbanistico ed è stata verificata la pericolosità del territorio relativamente alle caratteristiche geologico-geomorfologiche ed idrauliche. L'area risulta esterna ai territori che sono stati interessati dagli studi di Microzonazione sismica di livello 1 e 2 e non rientra nelle UTOE per le quali è stata redatta la carta della pericolosità sismica.

Si riportano di seguito gli stralci delle cartografie contenuta nel Regolamento Urbanistico.

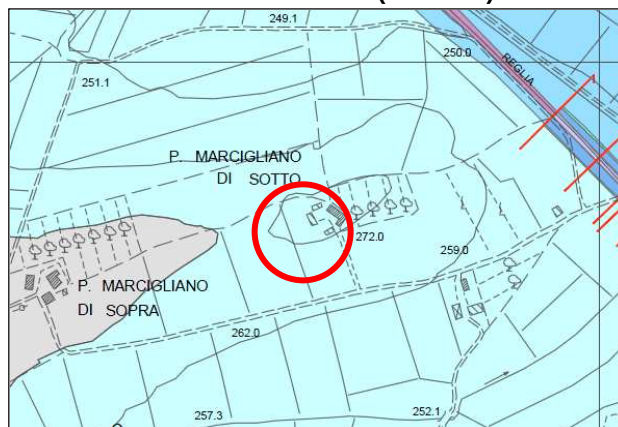
Cartografia R.U **Pericolosità geomorfologica (TAV. J1a)**



classe G.2 media

L'esame del sito e gli approfondimenti di studio effettuati hanno messo in evidenza che sia per i valori di pendenza del versante che per la tipologia dei litotipi affioranti ha portato alla definizione di una bassa propensione al dissesto come attualmente definito per le aree a pericolosità media G.2.

Pericolosità idraulica (TAV. J2a)



classe I.2 media

Si tratta di un'area posta comunque in condizione di alto strutturale posta a quota maggiore di 10 metri rispetto al fondovalle con condizioni di pericolosità idraulica comunque bassa.

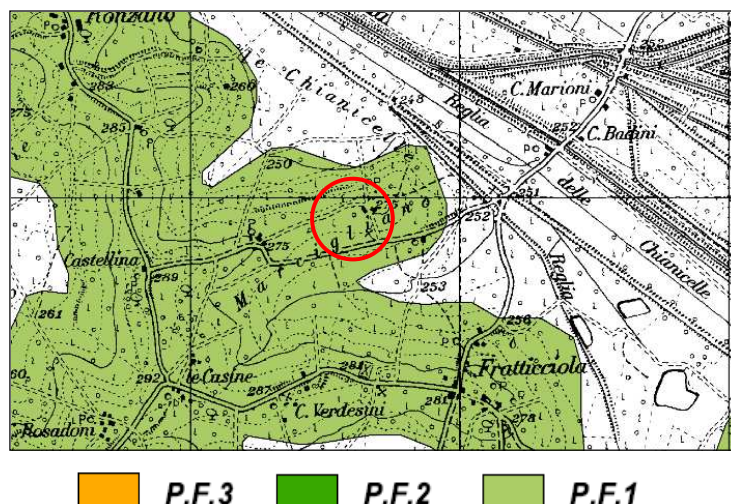
Utilizzando gli abachi compresi nel R.U. sulla base dei livelli di pericolosità individuati la classe di Fattibilità risulta con normali vincoli:

- Fattibilità geomorfologica 2
- Fattibilità idraulica 2

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della validità della formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Trattandosi di un territorio esterno alle previsioni urbanistiche non sono state definite a livello di RU le condizioni di pericolosità sismica. La zona rientra comunque nella Microzonazione che ha interessato il territorio comunale anche se nelle vicinanze non sono state realizzate indagini.

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



Nella “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante” del **Piano di Bacino del Fiume Arno – Assetto idrogeologico** la zona è classificata come Area a **Pericolosità moderata P.F.1** (“aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale, moderato”).

In tutte le aree così contrassegnate nel PAI non risultano essere presenti fenomeni franosi attivi o diffuse aree instabili cartografabili; la natura dei terreni affioranti è comunque tale da richiedere attenzione per quanto riguarda gli interventi che prevedono modificazioni morfologiche e della regimazione delle acque.

METODOLOGIA OPERATIVA

L'indagine per la redazione dello studio geologico-tecnico di supporto alla variante al piano di recupero è stata predisposta sulla base delle valutazioni territoriali e sulla tipologia degli interventi previsti con particolare attenzione agli aspetti non trattati dagli strumenti di governo del territorio e dai piani sovraordinati.

La superficie compresa nel piano di recupero è stata oggetto di approfondite indagini geognostiche realizzate in tempi diversi; per la redazione del presente elaborato si è tenuto conto di:

- *–esame di dati bibliografici ed informazioni contenute in studi e pubblicazioni riguardanti il territorio investigato;*
- *–rilevamento geologico di superficie;*
- *–rilevamento geomorfologico di superficie;*
- *– n° 2 prove penetrometriche statiche CPT (2015) che hanno raggiunto la profondità massima di 9,40 metri dal p.c.;*
- *– n° 1 sondaggio a carotaggio continuo (2017) che ha raggiunto la profondità di 12,00 metri dal p.c. con prelievo di un campione indisturbato che è stato sottoposto a prove di laboratorio;*
- *– indagine sismica a rifrazione onde P ed SH*

Sulla base degli approfondimenti di indagine e delle conoscenze acquisite sono state redatte, su base cartografica in scala 1:5.000 e 1:2000, 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, della pericolosità da alluvioni e della pericolosità sismica locale**.

Come base cartografiche degli elaborati è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 Sezione 299090 Montalla e gli elaborati di piano attuativo.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Lo studio ha interessato la zona di vetta di una piccola dorsale collinare che si allunga circa in direzione est nord est – ovest sud ovest , in sinistra idrografica del Torrente Mucchia che scorre nel fondovalle.

I lineamenti morfologici della zona sono quelli tipici di bassa collina con rilievi di forma mammellonare interrotti da fasce vallive poco inclinate e valori di pendenza dei versanti variabili che nell'area di intervento si mantengono inferiori al 10%.

Il Piano di Recupero interessa un appezzamento di terreno posto circa a quota 270 m s.l.m. in corrispondenza della sommità di un piccolo rilievo con versanti dalla pendenza modesta e regolare.

Con gli interventi non sono previste importanti modificazioni morfologiche dello stato dei luoghi ma esclusivamente modesti livellamenti del terreno per la sistemazione dei resede esterni.

La zona è tendenzialmente stabile e non sono stati rilevati indizi morfologici che facciano presupporre l'esistenza di fenomeni di instabilità in atto o latenti tali da interessare il pendio in profondità.

I fabbricati e gli altri manufatti esistenti non sono interessati da lesioni imputabili a movimenti differenziali dei terreni di fondazione; generalmente lesioni su fabbricati sono nella zona causate da fenomeni estremamente localizzati dovuti sia ad infiltrazione di acque superficiali e quindi sensibile variazione stagionale del contenuto d'acqua nei terreni di fondazione, che all'assenza di strutture fondali adeguate.

Trattandosi di un territorio a vocazione prevalentemente agricola, il drenaggio delle acque superficiali è garantito dai corsi d'acqua di fondovalle e dai fossi che bordano i vari appezzamenti di terreno e le strade; i bassi valori di permeabilità dei terreni fanno sì che il reticolo idrografico superficiale sia comunque ben sviluppato.

Per la realizzazione di quanto compreso nel piano di recupero, non sono previsti scavi che potrebbero innescare fenomeni di instabilità diffusi.

Quanto rilevato relativamente alle condizioni geomorfologiche, all'assetto litostratigrafico e strutturale garantisce sufficientemente la stabilità del sito.

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

Pericolosità media (G.2): aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI

Il drenaggio delle acque di scorrimento superficiale è affidato al sistema di raccolta delle acque del complesso abitativo e ai fossi che taglino il pendio.

Dal punto di vista idraulico gli interventi previsti nel piano di recupero sono realizzabili alle condizioni delle LR 41/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvione e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione al D.Lgs. 49/2010.

Il Piano Attuativo è posto in sinistra idrografica del Torrente Mucchia in una condizione di alto morfologico. Il rilievo dove sorgono i fabbricati è posto ad una quota superiore di circa 10 metri rispetto al corso d'acqua che scorre nel fondovalle.

Nella cartografia del **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)** del Bacino del Fiume Arno la zona è esterna alle aree classificate con diverso indice di pericolosità.

Quanto previsto non modifica le attuali condizioni del drenaggio che dovranno essere mantenute nel tempo con sistemi di raccolta adeguati; tutte le acque provenienti dal nuovo insediamento dovranno essere convogliate ad idoneo ricettore.

Per le considerazioni sopra riportate l'area è inquadrabile in **pericolosità da alluvioni rare a di estrema intensità (P1)**.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nella zona di intervento, posta a quota maggiore rispetto al fondovalle, non sono state rilevate falde a debole profondità dal p.c.; il pozzo esistente in base alla stratigrafia conosciuta (dati Web Water) ha intercettato una falda sfruttabile a profondità superiore a 100 metri. Nei terreni affioranti, infatti, poco permeabili nel loro insieme in quanto costituiti da litotipi a granulometria sottile che accompagna spesso anche le granulometrie grossolane, i livelli acquiferi si rilevano in strati anche di modesto spessore sabbiosi, sabbioso limosi e ghiaioso sabbiosi. Tali intervalli sono posti a profondità variabili dal p.c. in quanto non sono continui ed hanno, spesso, per le caratteristiche lito-stratigrafiche dei depositi che li ospitano, andamento lenticolare.

In superficie non sono state rilevate falde acquifere sfruttabili; durante la realizzazione delle prove in sito i terreni sono risultati asciutti per tutto lo spessore investigato.

Durante la realizzazione delle prove in sito i terreni sono risultati asciutti per tutto lo spessore investigato.

Stagionalmente, nei terreni superficiali, si può instaurare una circolazione idrica per cui si ritiene indispensabile prevedere un sistema di raccolta delle acque a ridosso di eventuali porzioni interrate che dovessero essere realizzate. Le acque raccolte, unitamente alle acque superficiali provenienti dal nuovo insediamento, dovranno essere convogliate ad idoneo ricettore per evitare infiltrazioni e/o dilavamenti superficiali che potrebbero favorire fenomeni di dissesto idrogeologico.

INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E STRATIGRAFICO

Nella zona investigata dove ricadono i terreni oggetto di studio affiorano i depositi continentali, alluvionali recenti ed attuali e di origine fluvio-lacustre pleistocenici, di colmamento del bacino della Val di Chiana.

Tali terreni poggiano su di un sub-strato arenaceo e mamoso 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; 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 carta geologiche di dettaglio allegata:

Alluvioni attuali e recenti a (Olocene) Si tratta di terreni di origine alluvionale, fluviale e fluvio-lacustre, costituiti prevalentemente da sabbie limi ed argille in variabile composizione, scarsamente consistenti. Si tratta comunque depositi incoerenti, normalconsolidati, generalmente non stratificati caratterizzati da valori di permeabilità variabili in relazione alla composizione granulometrica prevalente. Affiorano nelle fasce di fondovalle di dominio dei principali corsi d'acqua.

Depositi fluvio-lacustri fl (Pleistocene inferiore)

Si tratta di depositi eterogenei costituiti da sabbie limi ed argille con le singole litologie, variamente combinate che si succedono sia in senso verticale che laterale con geometrie variabili. Le facies granulometriche grossolane corrispondenti ad ambienti caratterizzati da maggiore energia di deposizione sono scarse e se presenti associate a matrice limosa e limo argillosa. Si tratta di terreni poco permeabili o impermeabili, generalmente sovraconsolidati e caratterizzati da valori di resistenza medio alti.

La zona è stata oggetto di numerose indagini geognostiche che hanno evidenziato un andamento costante sia delle caratteristiche litostratigrafiche che di resistenza.

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

In particolare nell'area compresa nel piano di recupero affiorano litotipi prevalentemente limo sabbiosi e argillosi ad andamento anche lenticolare privi di eteropie laterali significative alla scala dell'intervento e con suddivisione stratigrafica lungo la verticale.

Lo spessore di tali depositi sul sub-strato litoide compatto, nell'area di intervento, è sicuramente superiore a 30 metri.

CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE

Nell'area oggetto di variante al piano di recupero affiorano depositi continentali con alternanze di limi sabbiosi e sabbie con livelli argillosi; l'esame dei dati rilevati in campagna e delle indagini geognostiche puntuali ha messo in evidenza una continuità laterale delle caratteristiche litologiche e di resistenza che, anche in profondità, non mostrano variazioni significative per lo spessore al momento investigato.

Sotto una copertura superficiale soggetta a variazioni stagionali del contenuto d'acqua e quindi caratterizzato da valori variabili di resistenza si rilevano terreni di media e medioalta consistenza.

Le prove penetrometriche, che hanno raggiunto la profondità massima di 9,40 m dal p.c., hanno registrato valori di resistenza R_p ed R_{dp} sempre superiori a 30 Kg/cm² che tendono ad aumentare in profondità.

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 comunale di Cortona è inserito, nella classificazione sismica, approvata con Del. GRT n° 878 del 8/10/2012 (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 43 del 24.10.2012 Supplemento n. 136), in Zona Sismica 2.

Zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/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	< 0,05g	0,05 g

Per la definizione della categoria di sottosuolo è stata realizzata una indagine sismica a rifrazione onde P ed SH i risultati di dettaglio dell'indagine svolta sono contenuti negli elaborati redatti dalla GEO MA integralmente allegati.

Strato	Vs (m/s)	Spessore ONDE S (m)
	SH	
1	197	2,1
2	338	13,41
3	560	14,49

La velocità delle onde di taglio aumenta sin dai primi metri del terreno, evidenziando una coltre superficiale più allentata con spessore di circa 2 m con valori di Vs pari a 197 m/s, un secondo strato dello spessore di circa 14 m con Vs pari a 338 m/s e un terzo strato per tutta la profondità raggiunta con Vs pari a 560 m/s.

Il valore delle Vs 30/equivalenti è risultato pari a 447 m/sec che corrisponde alla categoria di sottosuolo **B**.

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

La categoria topografica è **T1** e quindi il coefficiente di amplificazione topografica **ST** è pari a **1,0**.

In base alle considerazioni sopra riportateed agli approfondimenti di indagine la zona è stata classificata a **pericolosità sismica locale media (S2)** in quanto suscettibile di amplificazioni locali non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica **S3**.

CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ

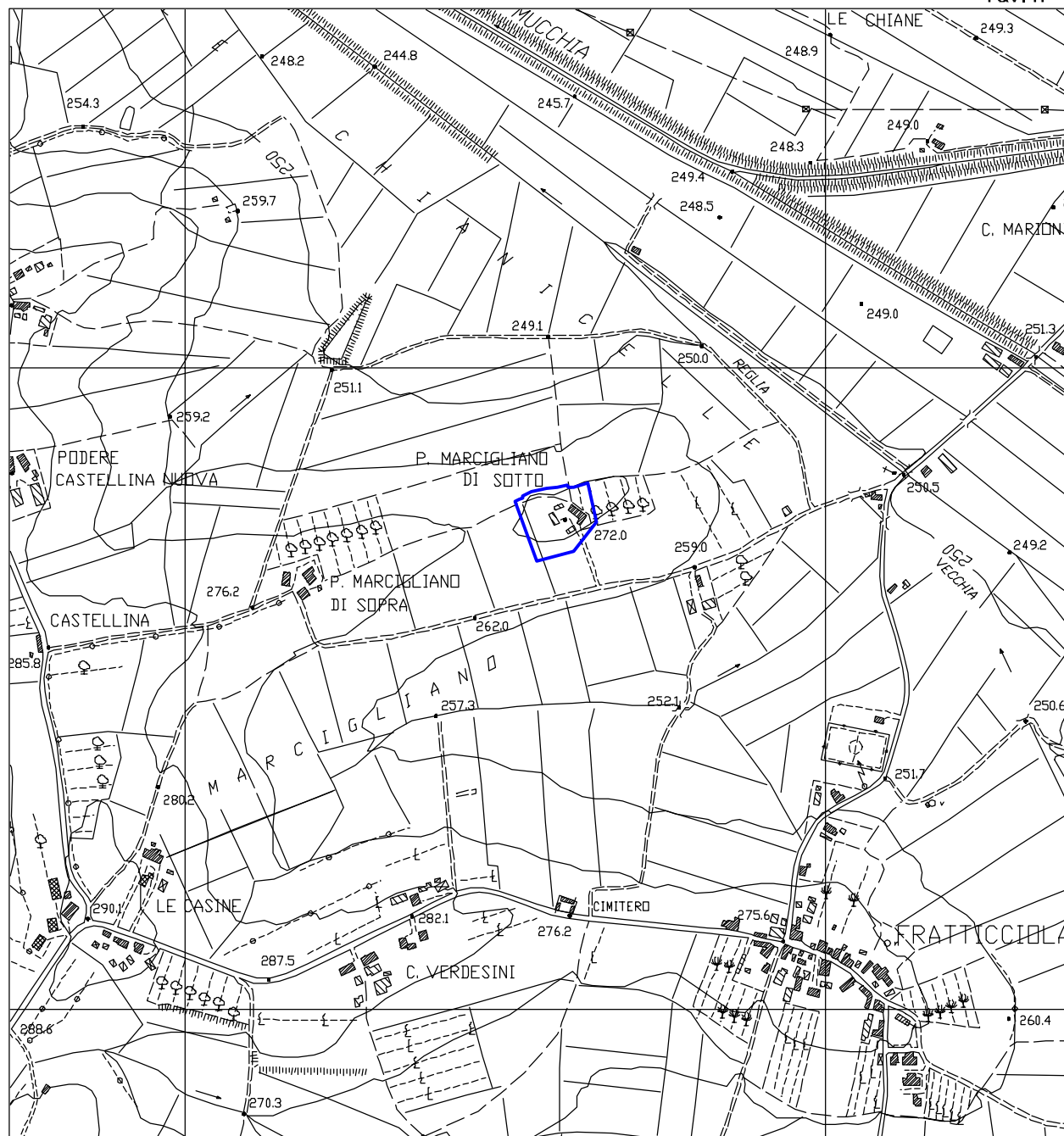
In base alle indagini di dettaglio svolte, alle considerazioni riportate nelle carte di pericolosità geologica, da alluvioni e sismica locale in rapporto alla tipologia dell'intervento previsto i quanto previsto sono stati definiti i seguenti criteri di fattibilità.

Pericolosità	Prescrizioni
Aspetti geologici	Le condizioni di attuazione del Piano di recupero sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.
Aspetti idraulici	Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia
Aspetti idrogeologici	Non sono necessarie prescrizioni specifiche in quanto gli interventi del piano attuativo non interferiscono con la circolazione idrica sotterranea
Aspetti sismici	Non sono necessarie indicazioni particolari di attuazione per la fase progettuale degli interventi.

Dicembre 2022

IL GEOLOGO
Dott. Benedetta Chiodini





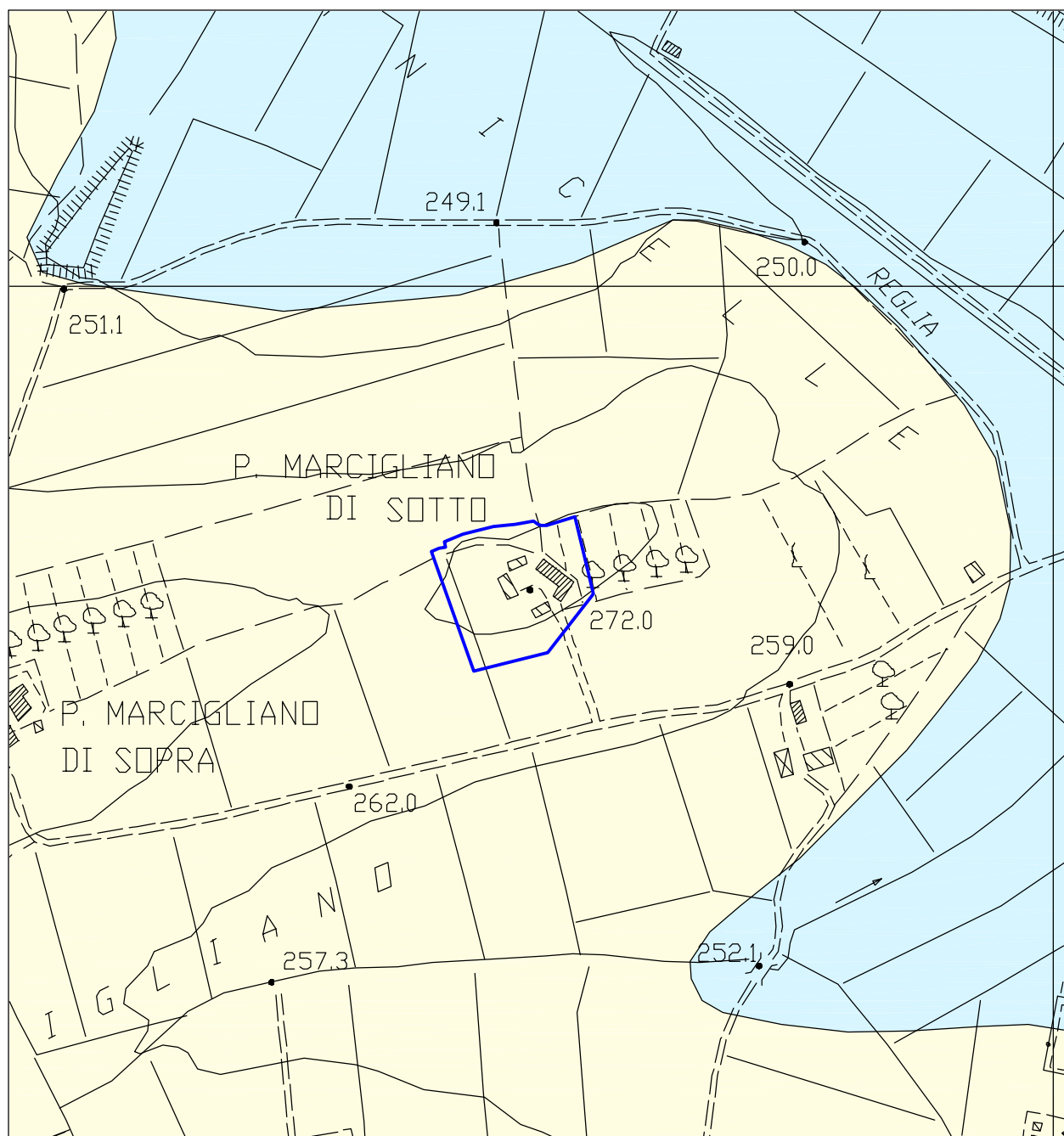
scala 1 : 10.000

CARTA TECNICA REGIONALE

Sezione n° 298110 - Brolio



Limite Piano di Recupero



scala 1 : 5.000

CARTA GEOLOGICA

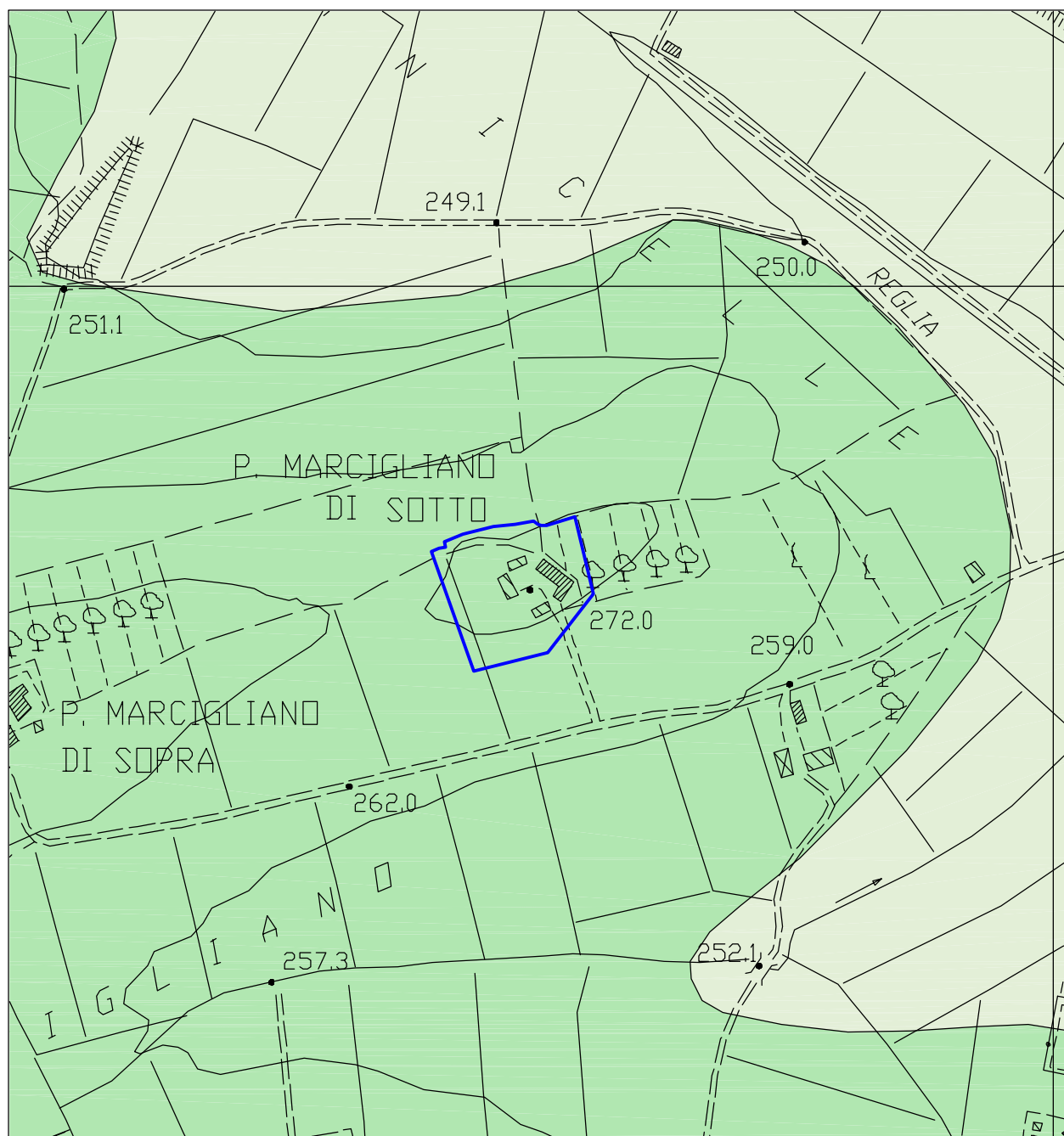
Depositi continentali recenti (Olocene)

 Depositi alluvionali attuali e recenti

Depositi fluvio - lacustri della Val di Chiana

 Depositi fluvio - lacustri prevalentemente limo - sabbiosi con argilla (Pleistocene inferiore)

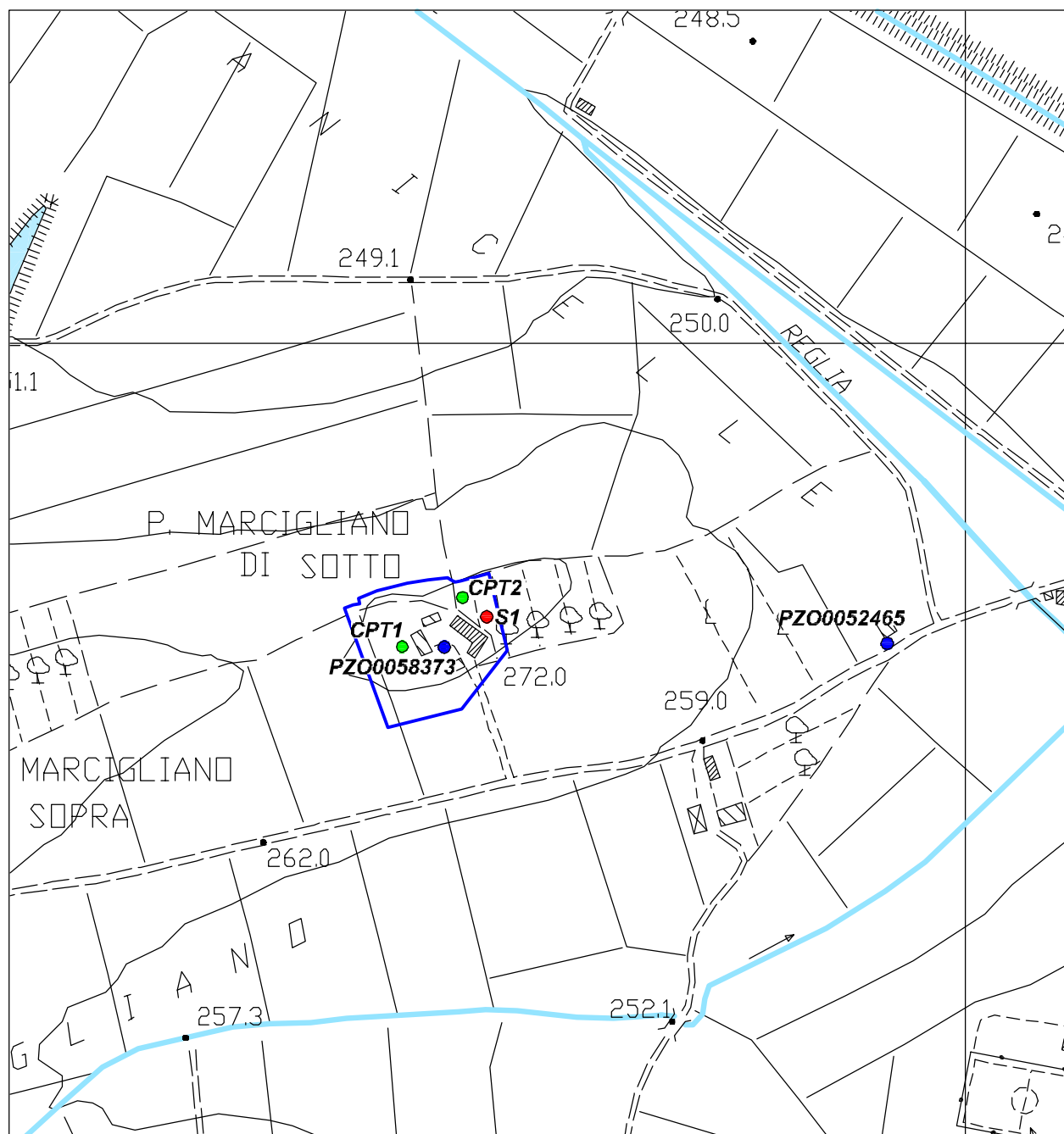
 Limite Piano di Recupero



scala 1 : 5.000

CARTA GEOLOGICO-TECNICA

- Zone di pianura con affioramento di terreni alluvionali .
Valori di resistenza bassi
- Zona ad acclività bassa con affioramento di depositi di
origine continentale, fluvio lacustri, aventi spessore sul
substrato litoide compatto superiore a 30 metri.
Valori di resistenza medi
- Limite Piano di Recupero



CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DATI DI BASE

scala 1 : 5.000

||||| Scarpate di origine antropica

— Linee di deflusso principali

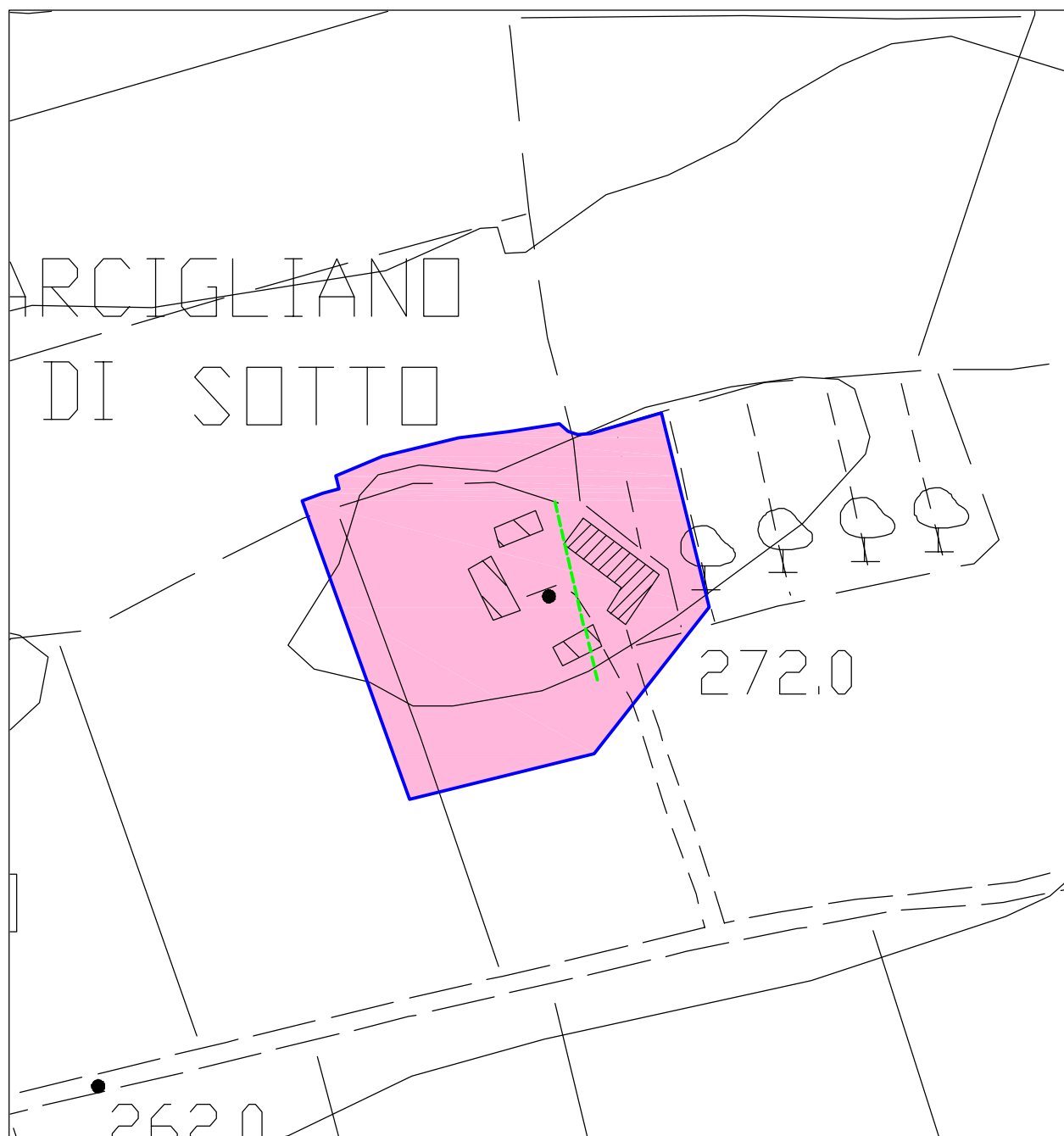
● Pozzi di stratigrafia nota | Dati Webwater

● Prove CPT

● Sondaggio geognostico

| Dati di proprietà della committenza

□ Limite Piano di Recupero



CARTA DELLE MOPS

scala 1 : 2.000

-  Copertura sedimentaria costituita da limi sabbiosi consistenti aventi spessore superiore a 50 metri
-  Sismica a rifrazione ad onde P e S
Profondità del sub-strato sismico avente $V_s > 800$ m/s superiore a 30 m
-  Limite Piano di Recupero

Allegato n° 1

INDAGINI GEOGNOSTICHE E DATI DI BASE

Stratigrafie pozzi
Prove CPT
Sondaggio geognostico
Sismica a Rifrazione ad onde P e Sh



COLONNA STRATIGRAFICA
PZO0052465

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
- -67	0			
		67		Limi Argillosi e Argille Grigiastre ConPresenzaDi Limi Sabbiosi e Sabbie
	67			

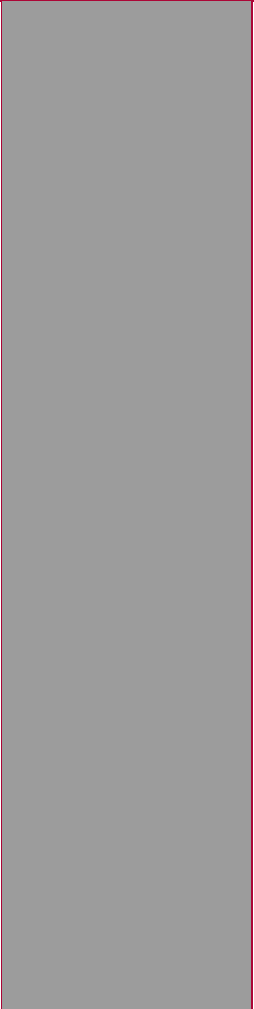
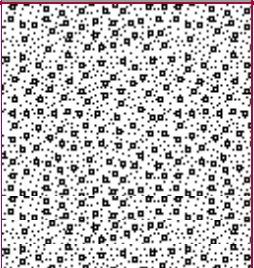
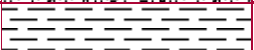
161		26		Limi Argillosi e Argille Grigiastre ConPresenzaDi Limi Sabbiosi e Sabbie
	93			

Powered by 

		COLONNA STRATIGRAFICA PZO0058373
---	---	---

Quota m.s.l.m.	Profondità m.	Spessore m.	Simbologia	Descrizione
-------------------	---------------	----------------	------------	-------------

-	0			
-67		67		Limi Argilla -oso Con Alternanza Di Livelli Di Sabbia Argilla -oso e Argilla
	67			

162				
		42		Limi Argilla -oso Con Alternanza Di Livelli Di Sabbia Argilla -oso e Argilla
	109			
151		11		Ghiaia e Sabbia
	120			
149	122	2		Argilla

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 01

2.010496-115

- committente : noor heravi
- lavoro : geognostica
- località : Fratticciola di cortona ar
- note :

- data : 01/04/2016
- 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	12,0	20,0	24,0	0,67	36,0	2,20	26,0	50,0	52,0	3,73	14,0
0,40	15,0	20,0	30,0	0,53	56,0	2,40	32,0	60,0	64,0	6,40	10,0
0,60	8,0	12,0	16,0	1,33	12,0	2,60	22,0	70,0	44,0	5,33	8,0
0,80	8,0	18,0	16,0	1,47	11,0	2,80	20,0	60,0	40,0	3,60	11,0
1,00	9,0	20,0	18,0	2,93	6,0	3,00	18,0	45,0	36,0	4,27	8,0
1,20	13,0	35,0	26,0	3,07	8,0	3,20	23,0	55,0	46,0	2,67	17,0
1,40	15,0	38,0	30,0	2,67	11,0	3,40	50,0	70,0	100,0	5,33	19,0
1,60	40,0	60,0	80,0	3,87	21,0	3,60	50,0	90,0	100,0	6,67	15,0
1,80	16,0	45,0	32,0	4,40	7,0	3,80	45,0	95,0	90,0	7,33	12,0
2,00	22,0	55,0	44,0	3,20	14,0	4,00	55,0	110,0	110,0	-----	----

- 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)

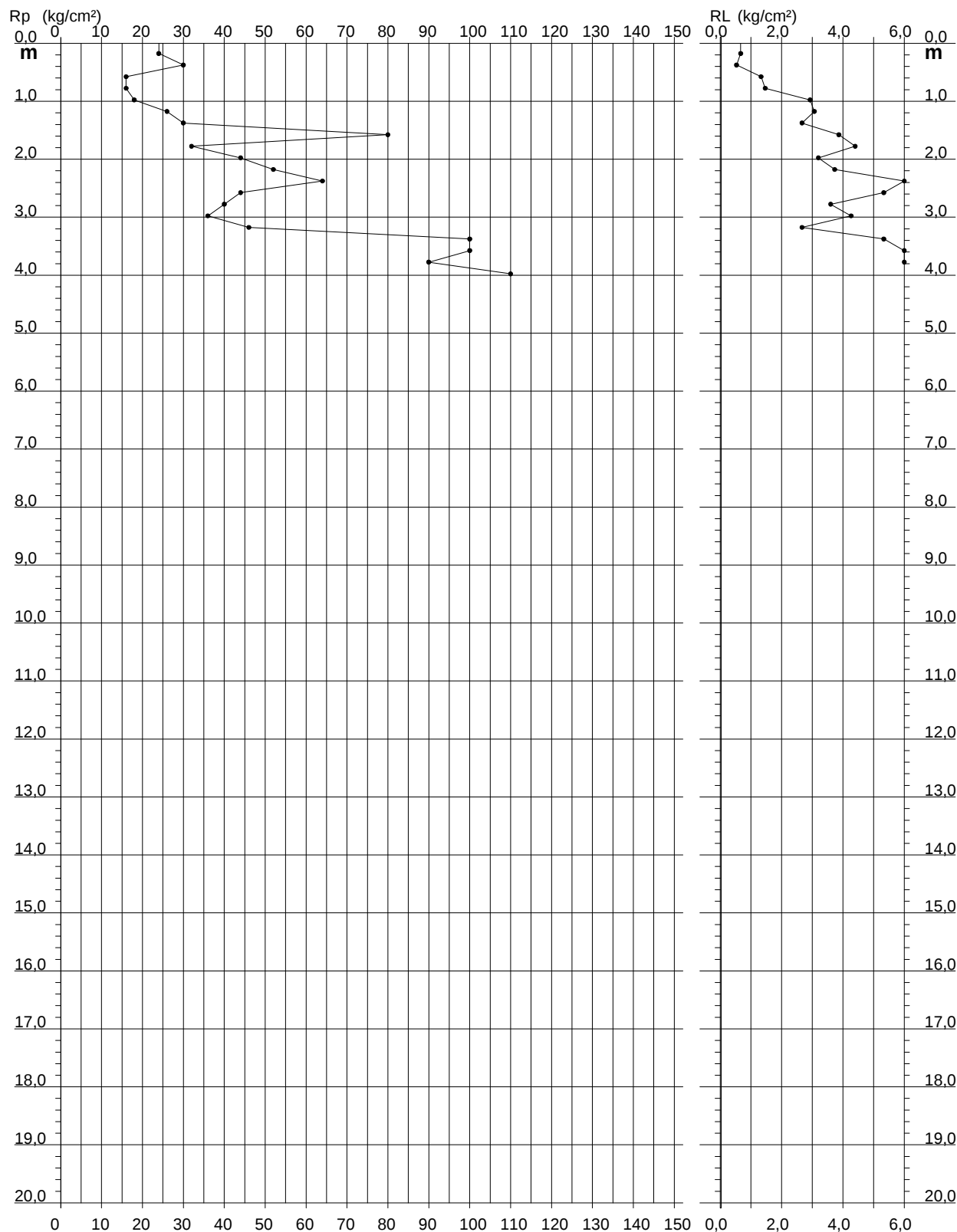
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 01

2.010496-115

- committente : noor heravi
- lavoro : geognostica
- località : Fratticciola di cortona ar

- data : 01/04/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



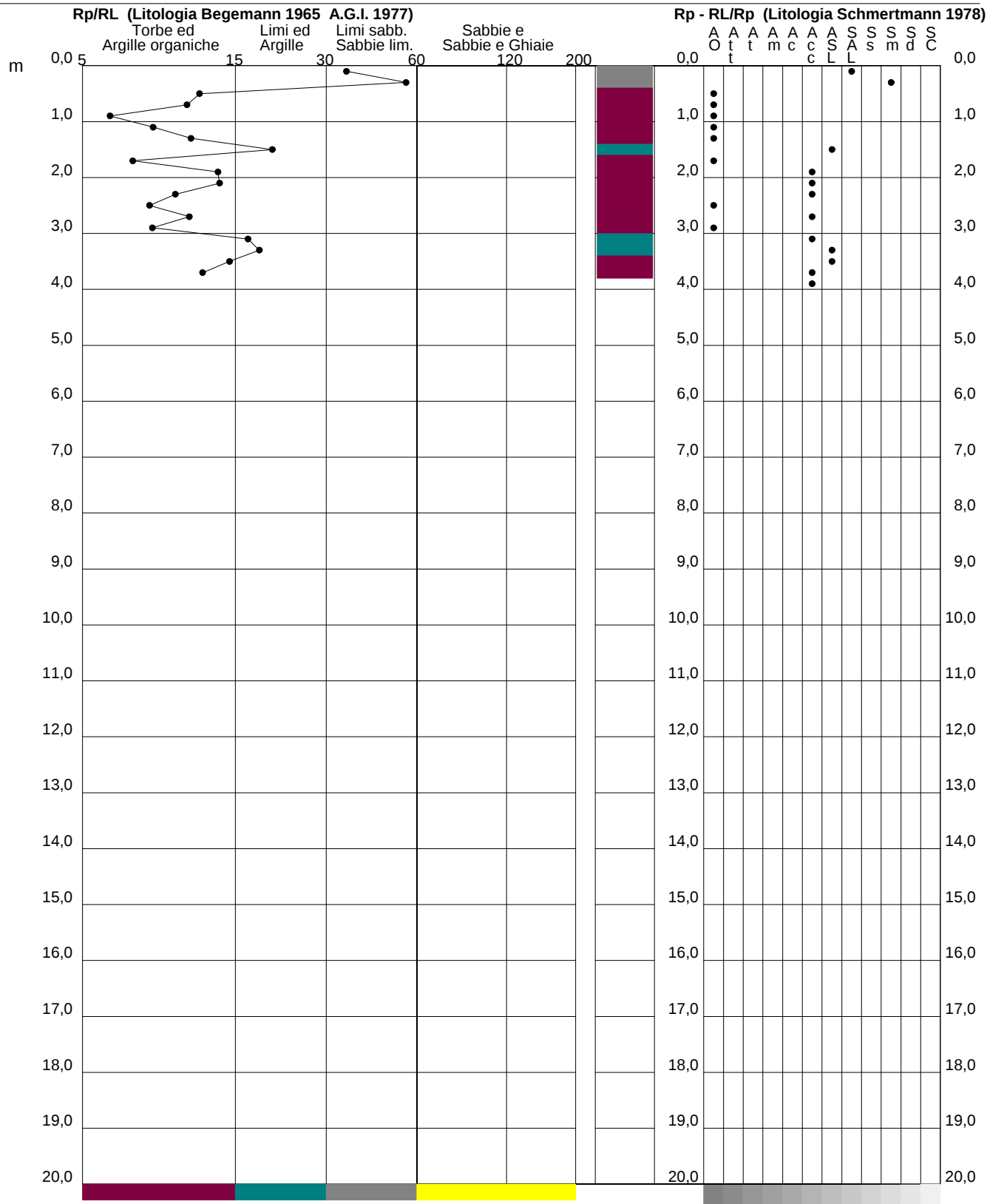
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 01

2.010496-115

- committente : noor heravi
- lavoro : geognostica
- località : Fratticciola di cortona ar
- note :

- data : 01/04/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 01

2.010496-115

- committente : noor heravi
- lavoro : geognostica
- località : Fratticciola di cortona ar
- note :

- data : 01/04/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	24	36	3:~:~:	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	28	0,258	40	60	72	
0,40	30	56	3:~:~:	1,85	0,07	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	43	29	0,237	50	75	90	
0,60	16	12	2:~:~:~	1,85	0,11	0,70	62,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	16	11	2:~:~:~	1,85	0,15	0,70	43,5	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	18	6	2:~:~:~	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	26	8	4:~:~:	1,85	0,22	0,93	37,6	158	237	78	62	37	39	41	43	38	28	0,137	43	65	78	
1,40	30	11	4:~:~:	1,85	0,26	1,00	34,0	170	255	90	64	37	39	41	43	38	29	0,140	50	75	90	
1,60	80	21	4:~:~:	1,85	0,30	2,67	98,0	453	680	240	94	41	43	44	46	41	33	0,237	133	200	240	
1,80	32	7	4:~:~:	1,85	0,33	1,07	26,9	181	272	96	60	36	38	41	43	37	29	0,130	53	80	96	
2,00	44	14	4:~:~:	1,85	0,37	1,47	35,1	249	374	132	68	38	39	41	43	38	31	0,153	73	110	132	
2,20	52	14	4:~:~:	1,85	0,41	1,73	38,4	295	442	156	71	38	40	42	44	38	31	0,163	87	130	156	
2,40	64	10	4:~:~:	1,85	0,44	2,13	44,7	363	544	192	76	39	40	42	44	39	32	0,179	107	160	192	
2,60	44	8	4:~:~:	1,85	0,48	1,47	25,3	249	374	132	62	37	39	41	43	36	31	0,135	73	110	132	
2,80	40	11	4:~:~:	1,85	0,52	1,33	20,5	227	340	120	57	36	38	40	43	36	30	0,121	67	100	120	
3,00	36	8	4:~:~:	1,85	0,55	1,20	16,5	204	306	108	51	35	37	40	42	35	30	0,107	60	90	108	
3,20	46	17	4:~:~:	1,85	0,59	1,53	20,6	261	391	138	58	36	38	40	43	36	31	0,125	77	115	138	
3,40	100	19	4:~:~:	1,85	0,63	3,33	50,5	567	850	300	83	40	41	43	45	39	34	0,201	167	250	300	
3,60	100	15	4:~:~:	1,85	0,67	3,33	47,0	567	850	300	82	39	41	43	45	39	34	0,196	167	250	300	
3,80	90	12	4:~:~:	1,85	0,70	3,00	38,5	510	765	270	77	39	40	42	44	38	33	0,180	150	225	270	
4,00	110	--	3:~:~:	1,85	0,74	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	34	0,198	183	275	330	

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 02

2.010496-115

- committente : noor heravi
- lavoro : geognostica
- località : Fratticciola di cortona ar
- note :

- data : 01/04/2016
- 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	12,0	20,0	24,0	1,33	18,0	5,00	13,0	40,0	26,0	3,87	7,0
0,40	12,0	22,0	24,0	0,53	45,0	5,20	16,0	45,0	32,0	5,60	6,0
0,60	10,0	14,0	20,0	1,60	12,0	5,40	18,0	60,0	36,0	4,00	9,0
0,80	7,0	19,0	14,0	1,47	10,0	5,60	40,0	70,0	80,0	2,67	30,0
1,00	5,0	16,0	10,0	0,80	12,0	5,80	60,0	80,0	120,0	3,07	39,0
1,20	4,0	10,0	8,0	0,93	9,0	6,00	14,0	37,0	28,0	2,40	12,0
1,40	7,0	14,0	14,0	1,47	10,0	6,20	12,0	30,0	24,0	3,20	7,0
1,60	11,0	22,0	22,0	1,87	12,0	6,40	21,0	45,0	42,0	5,20	8,0
1,80	14,0	28,0	28,0	2,27	12,0	6,60	16,0	55,0	32,0	4,13	8,0
2,00	13,0	30,0	26,0	2,80	9,0	6,80	14,0	45,0	28,0	3,20	9,0
2,20	14,0	35,0	28,0	3,47	8,0	7,00	16,0	40,0	32,0	3,47	9,0
2,40	14,0	40,0	28,0	4,13	7,0	7,20	14,0	40,0	28,0	3,87	7,0
2,60	19,0	50,0	38,0	4,40	9,0	7,40	21,0	50,0	42,0	4,93	9,0
2,80	22,0	55,0	44,0	4,00	11,0	7,60	23,0	60,0	46,0	3,73	12,0
3,00	20,0	50,0	40,0	4,27	9,0	7,80	27,0	55,0	54,0	2,67	20,0
3,20	18,0	50,0	36,0	4,80	7,0	8,00	35,0	55,0	70,0	3,33	21,0
3,40	14,0	50,0	28,0	5,20	5,0	8,20	20,0	45,0	40,0	3,33	12,0
3,60	16,0	55,0	32,0	4,27	7,0	8,40	30,0	55,0	60,0	4,00	15,0
3,80	13,0	45,0	26,0	3,87	7,0	8,60	50,0	80,0	100,0	4,00	25,0
4,00	16,0	45,0	32,0	3,20	10,0	8,80	50,0	80,0	100,0	4,00	25,0
4,20	16,0	40,0	32,0	3,47	9,0	9,00	70,0	100,0	140,0	2,67	52,0
4,40	14,0	40,0	28,0	4,67	6,0	9,20	60,0	80,0	120,0	13,33	9,0
4,60	15,0	50,0	30,0	4,67	6,0	9,40	70,0	170,0	140,0	-----	----
4,80	15,0	50,0	30,0	3,60	8,0						

- 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)

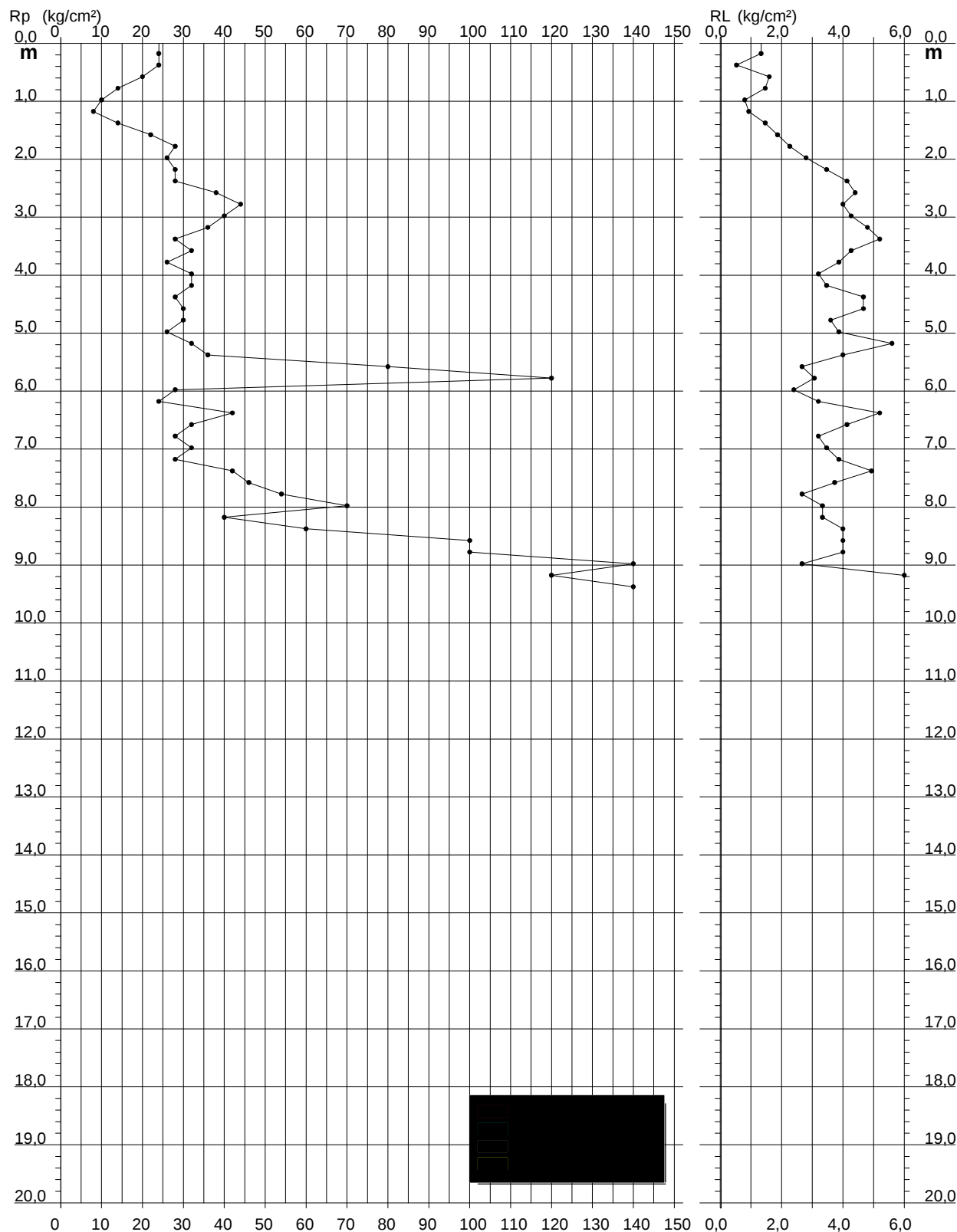
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 02

2.010496-115

- committente : noor heravi
- lavoro : geognostica
- località : Fratticciola di cortona ar

- data : 01/04/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



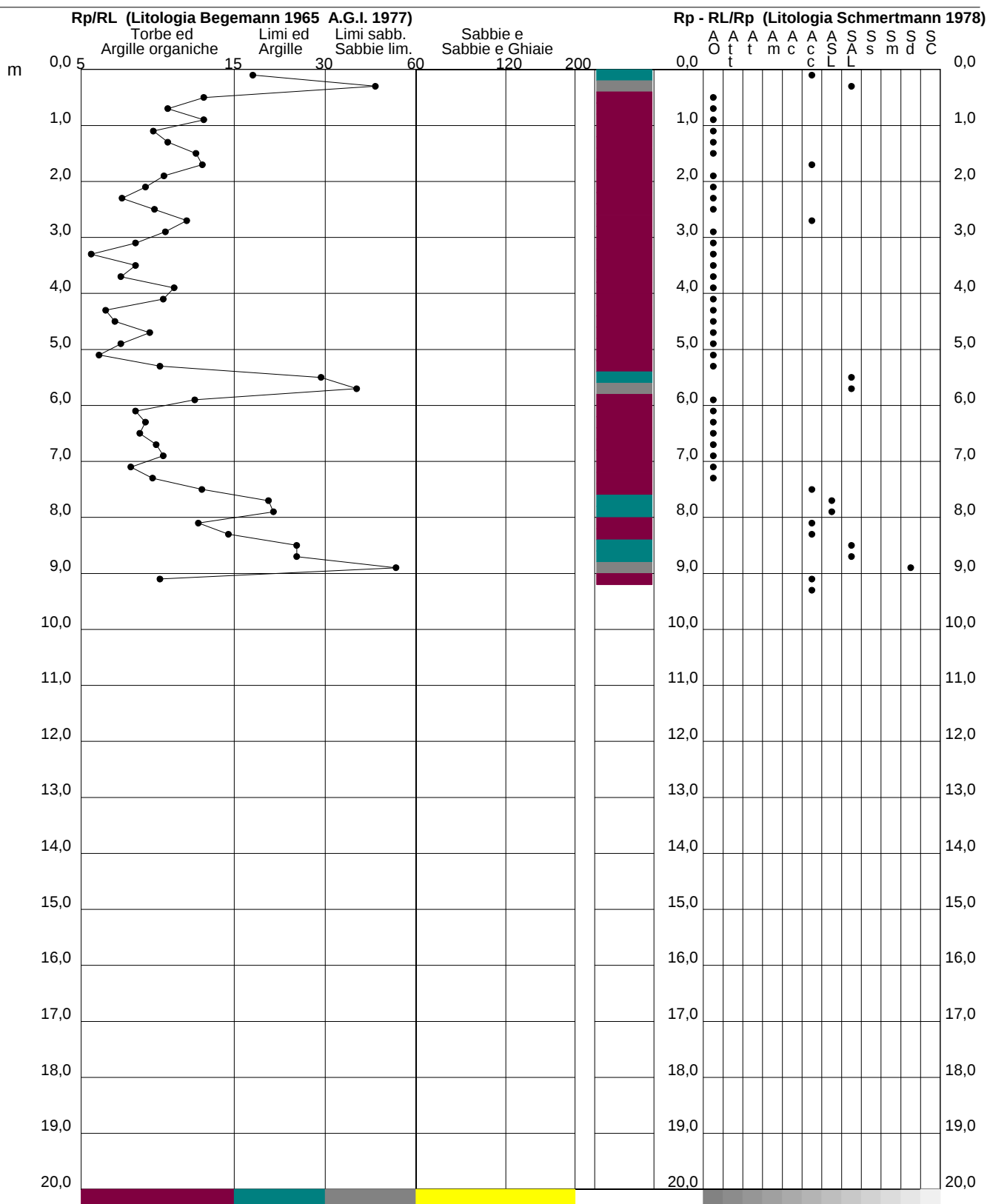
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 02

2.010496-115

- committente : noor heravi
- lavoro : geognostica
- località : Fratticciola di cortona ar
- note :

- data : 01/04/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 02

2.010496-115

- committente : noor heravi
 - lavoro : geognostica
 - località : Fratticiola di cortona ar
 - note :

- data : 01/04/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	24	18	4/./.	1,85	0,04	0,89	99,9	151	227	72	100	42	43	45	46	45	28	0,258	40	60	72
0,40	24	45	3/:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	42	28	0,211	40	60	72
0,60	20	12	4/./.	1,85	0,11	0,80	74,1	136	204	60	70	38	40	42	44	40	27	0,160	33	50	60
0,80	14	10	2/III/	1,85	0,15	0,64	38,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	10	12	2/III/	1,85	0,19	0,50	21,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	8	9	2/III/	1,85	0,22	0,40	13,1	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	10	2/III/	1,85	0,26	0,64	19,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	22	12	4/./.	1,85	0,30	0,85	23,3	144	216	66	50	35	37	40	42	35	28	0,103	37	55	66
1,80	28	12	4/./.	1,85	0,33	0,97	23,8	164	246	84	55	36	38	40	42	36	28	0,117	47	70	84
2,00	26	9	4/./.	1,85	0,37	0,93	19,8	158	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0,104	43	65	78
2,20	28	8	4/./.	1,85	0,41	0,97	18,5	164	246	84	50	35	37	40	42	35	28	0,104	47	70	84
2,40	28	7	4/./.	1,85	0,44	0,97	16,6	164	246	84	48	35	37	39	42	34	28	0,099	47	70	84
2,60	38	9	4/./.	1,85	0,48	1,27	21,1	215	323	114	57	36	38	40	43	36	30	0,121	63	95	114
2,80	44	11	4/./.	1,85	0,52	1,47	23,1	249	374	132	60	36	38	41	43	36	31	0,130	73	110	132
3,00	40	9	4/./.	1,85	0,55	1,33	18,8	227	340	120	55	36	38	40	42	35	30	0,117	67	100	120
3,20	36	7	4/./.	1,85	0,59	1,20	15,2	204	306	108	50	35	37	40	42	34	30	0,103	60	90	108
3,40	28	5	4/./.	1,85	0,63	0,97	10,7	164	246	84	40	34	36	38	41	32	28	0,079	47	70	84
3,60	32	7	4/./.	1,85	0,67	1,07	11,3	181	272	96	43	34	36	39	41	33	29	0,086	53	80	96
3,80	26	7	4/./.	1,85	0,70	0,93	8,9	167	250	78	34	33	35	38	41	31	28	0,067	43	65	78
4,00	32	10	4/./.	1,85	0,74	1,07	9,9	182	272	96	40	34	36	39	41	32	29	0,080	53	80	96
4,20	32	9	4/./.	1,85	0,78	1,07	9,3	185	278	96	39	33	36	38	41	32	29	0,077	53	80	96
4,40	28	6	4/./.	1,85	0,81	0,97	7,8	197	296	84	33	33	35	38	41	31	28	0,065	47	70	84
4,60	30	6	4/./.	1,85	0,85	1,00	7,7	207	310	90	35	33	35	38	41	31	29	0,068	50	75	90
4,80	30	8	4/./.	1,85	0,89	1,00	7,3	220	329	90	34	33	35	38	41	31	29	0,065	50	75	90
5,00	26	7	4/./.	1,85	0,93	0,93	6,3	241	361	78	28	32	35	37	40	30	28	0,053	43	65	78
5,20	32	6	4/./.	1,85	0,96	1,07	7,1	240	359	96	34	33	35	38	41	31	29	0,066	53	80	96
5,40	36	9	4/./.	1,85	1,00	1,20	7,9	241	361	108	37	33	36	38	41	31	30	0,073	60	90	108
5,60	80	30	4/./.	1,85	1,04	2,67	20,5	453	680	240	63	37	39	41	43	36	33	0,140	133	200	240
5,80	120	39	3/:::	1,85	1,07	--	--	--	--	--	77	39	40	42	44	38	35	0,179	200	300	360
6,00	28	12	4/./.	1,85	1,11	0,97	5,3	304	455	84	26	32	34	37	40	29	28	0,049	47	70	84
6,20	24	7	4/./.	1,85	1,15	0,89	4,6	320	479	72	20	31	34	36	40	28	28	0,037	40	60	72
6,40	42	8	4/./.	1,85	1,18	1,40	7,7	287	430	126	38	33	36	38	41	31	30	0,075	70	105	126
6,60	32	8	4/./.	1,85	1,22	1,07	5,3	334	500	96	28	32	35	37	40	29	29	0,054	53	80	96
6,80	28	9	4/./.	1,85	1,26	0,97	4,5	351	526	84	23	31	34	37	40	29	28	0,043	47	70	84
7,00	32	9	4/./.	1,85	1,30	1,07	4,9	358	537	96	27	32	34	37	40	29	29	0,051	53	80	96
7,20	28	7	4/./.	1,85	1,33	0,97	4,2	372	558	84	21	31	34	37	40	28	28	0,040	47	70	84
7,40	42	9	4/./.	1,85	1,37	1,40	6,5	354	531	126	35	33	35	38	41	30	30	0,067	70	105	126
7,60	46	12	4/./.	1,85	1,41	1,53	7,0	353	529	138	37	33	36	38	41	31	31	0,073	77	115	138
7,80	54	20	4/./.	1,85	1,44	1,80	8,3	344	516	162	42	34	36	39	41	31	31	0,084	90	135	162
8,00	70	21	4/./.	1,85	1,48	2,33	11,1	397	595	210	50	35	37	40	42	33	32	0,104	117	175	210
8,20	40	12	4/./.	1,85	1,52	1,33	5,3	414	621	120	30	32	35	38	40	30	30	0,058	67	100	120
8,40	60	15	4/./.	1,85	1,55	2,00	8,6	368	553	180	44	34	36	39	41	32	32	0,088	100	150	180
8,60	100	25	4/./.	1,85	1,59	3,33	15,8	567	850	300	61	36	39	41	43	34	34	0,132	167	250	300
8,80	100	25	4/./.	1,85	1,63	3,33	15,4	567	850	300	60	36	38	41	43	34	34	0,131	167	250	300
9,00	140	52	3/:::	1,85	1,66	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	36	36	0,162	233	350	420
9,20	120	9	4/./.	1,85	1,70	4,00	18,3	680	1020	360	65	37	39	41	43	35	35	0,145	200	300	360
9,40	140	--	3/:::	1,85	1,74	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	36	0,159	233	350	420

Committente: Noor Heravy
Località. Fratticciola - Comune di Cortona (AR)
Sondaggio n° 1



10.00 m – 12.00 m



5.00 m – 10.00 m



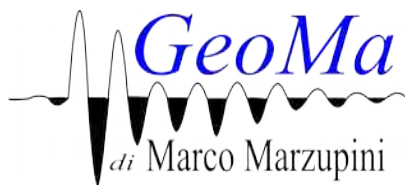
0.00 m – 5.00 m

Committente: Sig. Noor Heravi	Sondaggio: S1
Riferimento: Realizzazione fabbricato abitativo in località Fratticciola Cortona(AR)	Data: 17/02/2017
Coordinate: N1735616 - E4793782	Quota: 272 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :75		STRATIGRAFIA			Pagina 1/1			
metri	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Cass.	Campioni	R v	RP	A	
1		Terreno vegetale sabbioso - limoso	1	1) She < 3,50 4,00				
		Limi argillosi debolmente sabbiosi di colore ocra						
		Argille limose di colore grigio verde con piccole concrezioni calcaree e carboniose					2 2.4 2.5 2.2 3	
2		Limi argillo - sabbiosi di colore ocra						
		Sabbie fini limose di colore ocra						
3		Argille limose e limo sabbiose di colore ocra e grigio con piccole concrezioni calcaree e carboniose					2.8 2.5 2.9 3.2	
		Sabbie fini limose di colore ocra					2.8 3.3 3.6 2 3	
5		Limi argillosi grigi e ocra con concrezioni calcaree			2			3.5 3.5 4
		Limi argillosi grigi ad ocra con abbondanti concrezioni calcaree						
6		Limi argillosi di colore da ocra a grigio						
		Limi sabbioso - argillosi di colore ocra						
7		Sabbie fini di colore ocra						
		Argille limose grigie e ocra con concrezioni calcaree						
8		Sabbie limose e limo argillose di colore ocra						
		Sabbie limose ocra						
10		Sabbie di colore ocra e bruno con intervalli cementati	3					
		Sabbie di colore ocra e bruno con intervalli cementati						
11		Sabbie di colore ocra e bruno con intervalli cementati						
12		Sabbie di colore ocra e bruno con intervalli cementati						

Ditta di perforazione: Sondeos di Cocchi Guglielmo

2015



www.Geoma.it

Cell: 328-7255608

Fax: +391782206474

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Piac. Via Brancoleta 1/E
52048 Monte S. Savino (AR)
Cell. 328-7255608 / marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

REPORT

SISMICA A RIFRAZIONE (Onde P e SH)

LOCALITÀ:	FRATTICCIOLA	ID:	7742170515123R69	DATA:	17/04/15
-----------	--------------	-----	------------------	-------	----------

PREMESSA

In località *Fratticciola (AR)* in data 17/04/2015 (Illustrazione 1) è stata eseguita un'indagine sismica a rifrazione per l'acquisizione delle onde P e Sh, con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche.



Illustrazione 1: Ubicazione indagine sismica (non in scala)

UBICAZIONE



Illustrazione 2: Scala 1:600

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 questa 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 3), 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 $2h \cos i_c / V_1$

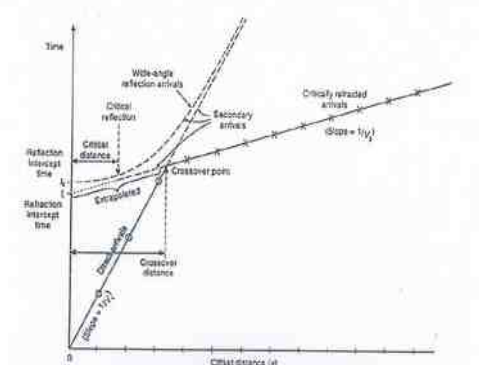


Illustrazione 3: Dromocrone

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

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

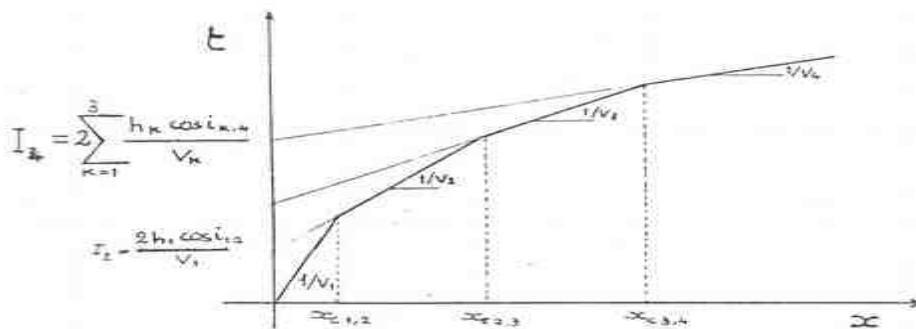
Per $x < x_c$ arriverà ai ricevitori prima l'onda diretta e poi l'onda rifratta mentre per $x > x_c$ giungerà prima l'onda rifratta. Se il terreno presenterà più di due strati Illustrazione 4 (la maggior parte dei casi) si adopererà la formula :

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

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 4: 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

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.

INDAGINE E STRUMENTAZIONE ADOTTATA

Per il conseguimento di questa indagine geofisica a rifrazione per l'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 5).



Illustrazione 5: Stendimento

L'adozione di queste dimensioni è stata quella ritenuta con il miglior compromesso: qualità del segnale – spazio che nel punto di massima lunghezza è risultato di 89 m compresi gli scoppi esterni .

Lo stendimento è stato coperto per mezzo di 24 geofoni verticali con distanza intergeofonica di 3 m per l'acquisizione delle onde P, successivamente da 24 geofoni orizzontali con distanza intergeofonica di 3 m per l'acquisizione delle onde Sh .

Sono stati utilizzati otto punti di energizzazione per l'acquisizione delle onde P e SH disposti nel seguente modo:

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	01 (1).dat
-1.50	0.00	01 (2).dat
16.50	0.00	01 (3).dat
34.50	0.00	01 (4).dat
52.50	-.45	01 (5).dat
70.50	-1.20	01 (6).dat
79.00	-1.50	01 (7).dat

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.

STRUMENTAZIONE

- Un sistema di energizzazione per le onde P : 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 4k Ω).
- 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 24 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

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:

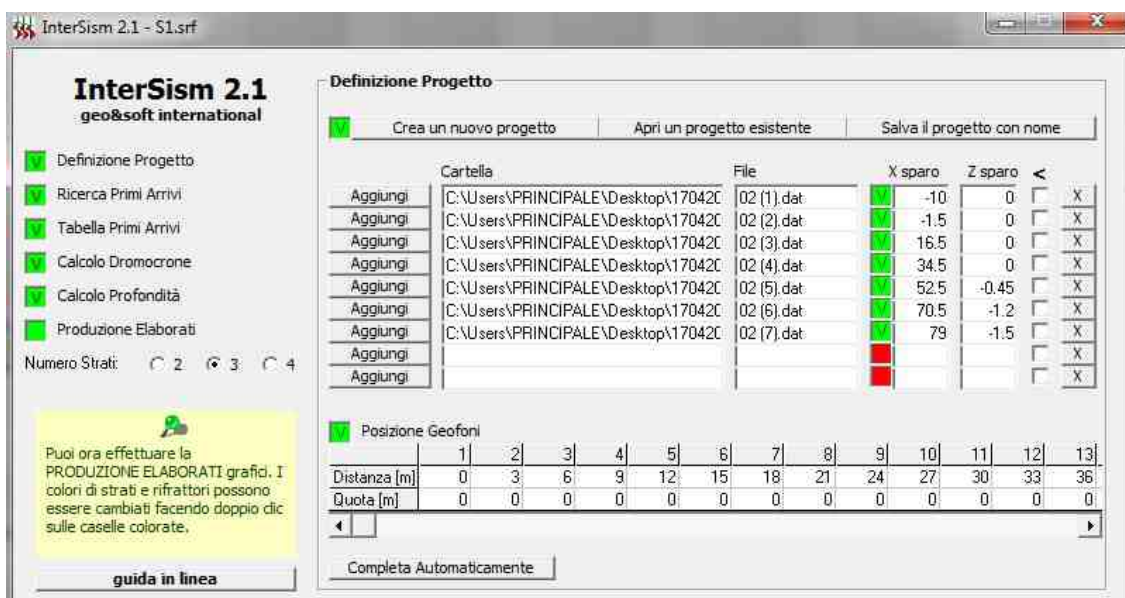


Illustrazione 6: Database

1. Aggiornamento delle headers e creazione dei database (Illustrazione 6). In questa fase vengono caricati i sismogrammi e impostate le caratteristiche dello stendimento: quote, offset ecc. . Questo stadio è uguale sia per lo studio delle onde P che per le onde S essendo identico lo stendimento.
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 7 Illustrazione 8.

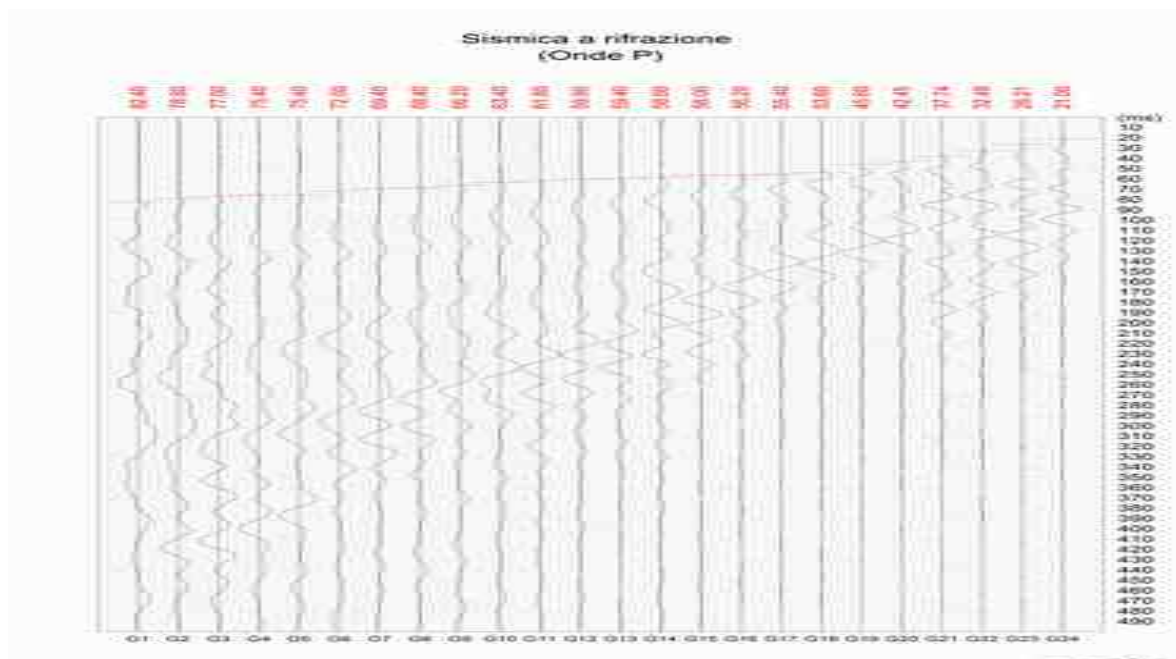


Illustrazione 7: Scoppio onde P (ascissa tempi di picking, ordinata tempi)

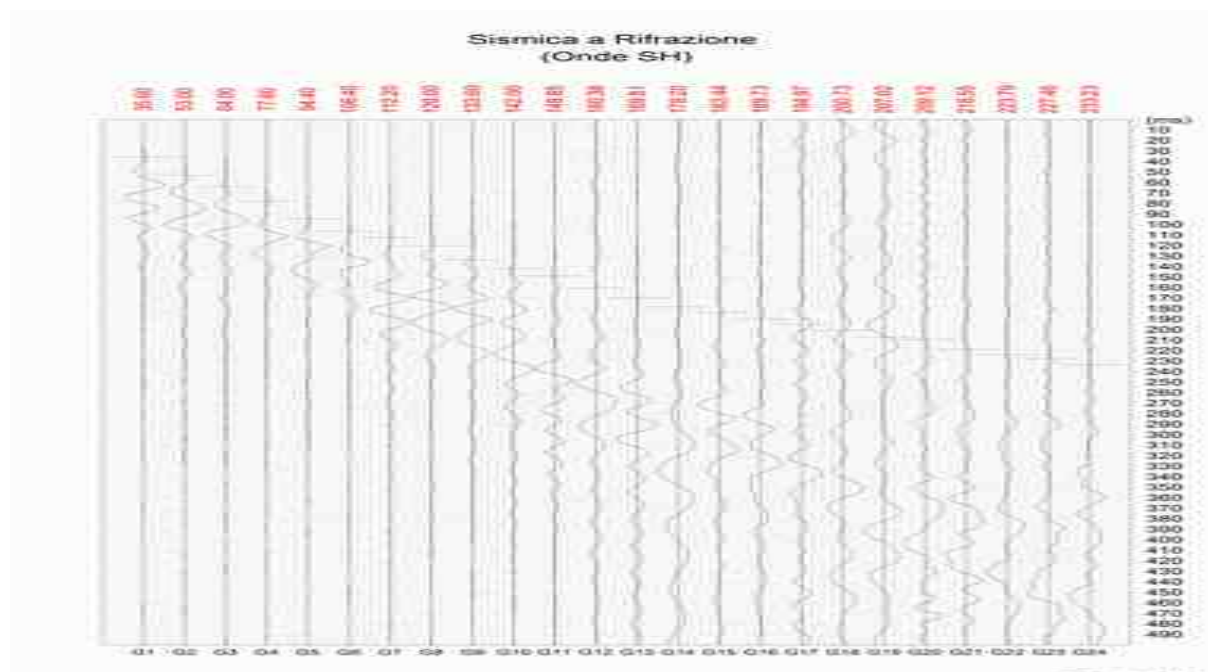


Illustrazione 8: Scoppio onde Sh (ascissa tempi di picking, ordinata tempi)

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.

Ottenuti i profili di entrambi tipi di onda dopo la quarta fase di elaborazione, è stata effettuata una e sovrapposizione delle due sezioni per verificare che i limiti individuati siano simili e, nel caso di grosse variazioni, di modificarli e integrarli fino a ottenere una sezione univoca coerente.

Di seguito si riportano le sezioni sismiche delle onde P e di quelle Sh (Illustrazione 9 Illustrazione 10):

Qui di seguito vengono riportati vari valori calcolati durante l'elaborazione: velocità, profondità delle onde P :

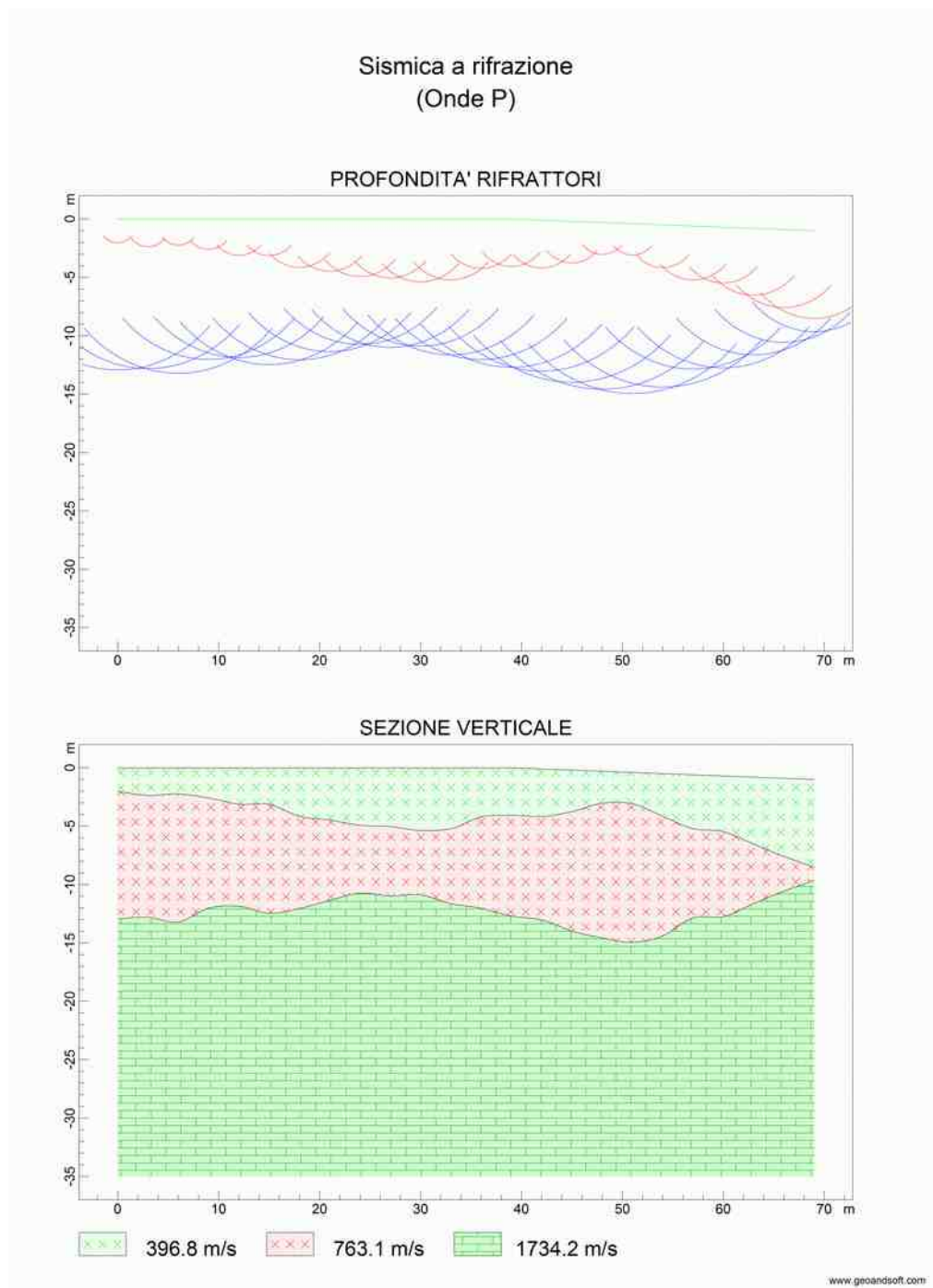


Illustrazione 9: Profilo sismico onde P

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [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 79 [ms]
1	0.00	0.00	23.75	3.67	31.55	54.51	73.80	79.45	82.40
2	3.00	0.00	32.60	13.63	26.20	50.84	69.30	75.30	78.80
3	6.00	0.00	36.10	20.44	24.10	47.69	68.20	74.40	77.00
4	9.00	0.00	39.40	24.40	20.70	44.55	67.50	74.45	75.40
5	12.00	0.00	43.05	28.40	17.07	40.88	67.30	73.00	75.40
6	15.00	0.00	48.25	33.60	9.50	38.78	64.95	69.65	72.00
7	18.00	0.00	52.25	36.40	4.19	31.97	62.20	67.40	69.40
8	21.00	0.00	56.80	44.03	12.05	23.58	60.35	65.65	68.40
9	24.00	0.00	59.75	47.17	19.00	16.77	57.00	62.25	66.20
10	27.00	0.00	62.15	51.89	22.00	13.63	53.70	61.60	63.40
11	30.00	0.00	65.00	53.46	29.87	8.20	50.05	58.65	61.80
12	33.00	0.00	67.05	57.13	34.07	1.40	38.65	59.25	59.80
13	36.00	0.00	70.30	59.22	37.21	2.10	36.00	57.75	59.40
14	39.00	0.00	72.60	66.04	44.03	7.86	32.30	57.20	58.00
15	42.00	-.10	73.75	65.51	46.12	13.10	27.25	55.35	56.00
16	45.00	-.20	75.65	68.13	50.31	19.60	20.80	53.70	56.20
17	48.00	-.30	77.50	70.23	53.46	23.60	14.38	51.00	55.40
18	51.00	-.40	79.50	72.33	57.65	29.20	7.20	43.50	53.60
19	54.00	-.50	81.15	72.85	62.37	34.80	3.55	37.80	45.60
20	57.00	-.60	82.50	74.42	64.40	43.80	9.97	28.25	42.45
21	60.00	-.70	84.40	77.57	65.20	49.20	15.95	21.90	37.74
22	63.00	-.80	85.90	78.09	66.00	52.20	23.15	16.15	32.49
23	66.00	-.90	86.95	81.24	67.40	54.60	30.60	11.93	26.21
24	69.00	-1.00	88.35	82.81	69.20	56.60	38.10	9.10	21.00

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	2.0	12.9
2	2.4	12.8
3	2.2	13.2
4	2.6	12.0
5	3.1	11.9
6	3.1	12.5
7	4.2	12.1
8	4.5	11.4

9	4.9	10.7
10	5.0	11.0
11	5.4	10.9
12	5.2	11.6
13	4.2	12.0
14	4.1	12.7
15	4.1	12.9
16	3.6	13.8
17	2.7	14.3
18	2.7	14.5
19	3.7	13.9
20	4.6	12.3
21	4.8	12.0
22	5.7	10.8
23	6.7	9.7
24	7.5	8.6

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	396.8
2	763.1
3	1734.2

Qui di seguito vengono riportati vari valori calcolati durante l'elaborazione: velocità, profondità delle onde Sh:

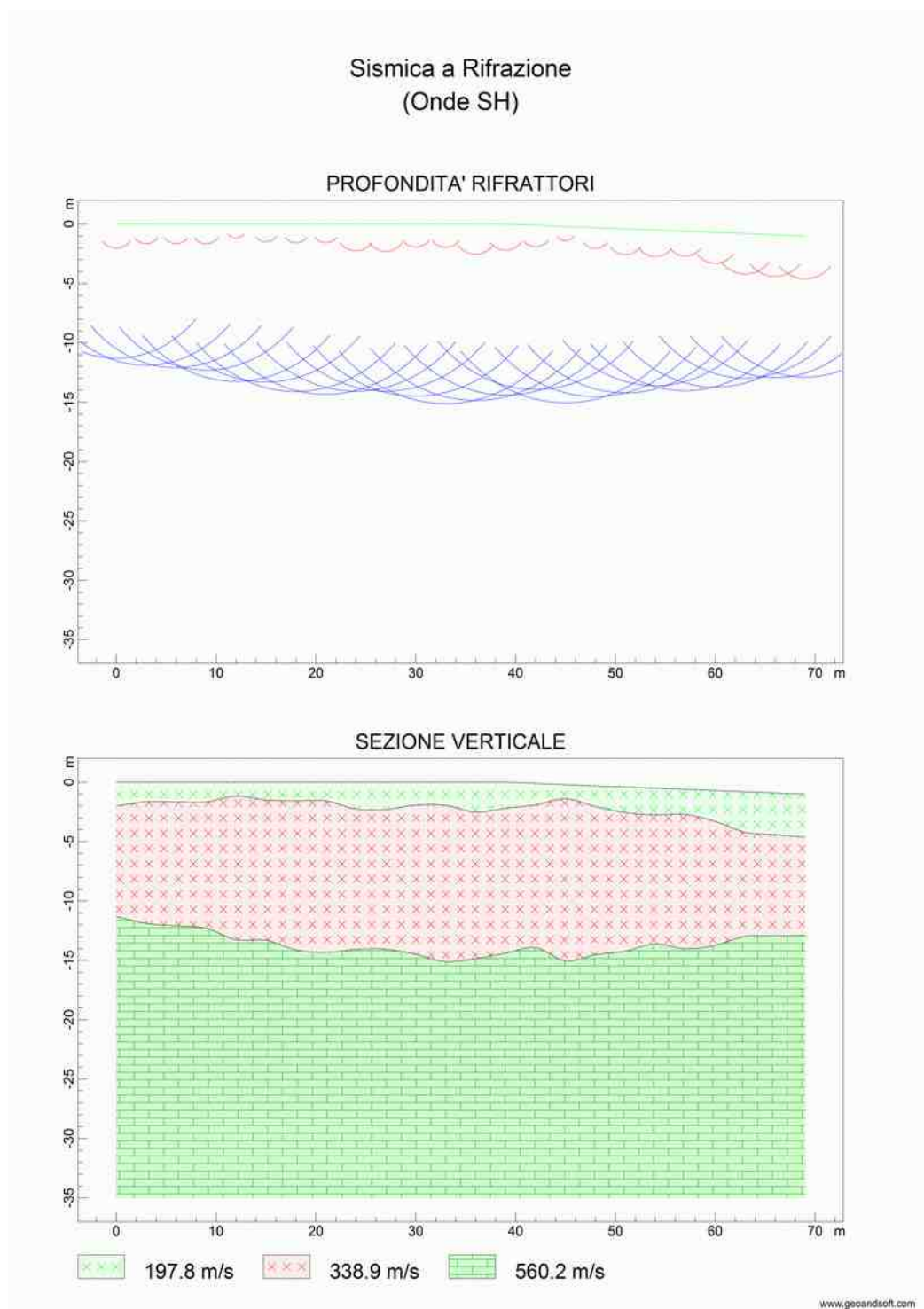


Illustrazione 10: Profilo sismico onde Sh

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [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 79 [ms]
1	0.00	0.00	35.60	9.40	82.81	120.55	165.09	184.00	194.44
2	3.00	0.00	53.00	24.20	69.18	116.35	159.33	180.20	191.80
3	6.00	0.00	64.00	31.40	58.70	108.49	155.14	177.20	189.20
4	9.00	0.00	77.60	43.00	48.22	106.92	151.99	174.60	188.20
5	12.00	0.00	94.40	56.60	33.54	99.06	148.85	167.20	186.00
6	15.00	0.00	106.40	68.20	18.34	89.10	141.51	162.40	182.40
7	18.00	0.00	112.20	82.20	8.40	83.33	136.27	157.20	174.60
8	21.00	0.00	120.00	90.60	28.30	65.51	129.98	151.40	168.80
9	24.00	0.00	133.60	102.80	38.26	52.80	126.31	147.80	163.00
10	27.00	0.00	142.00	110.60	58.70	27.78	121.07	142.00	155.20
11	30.00	0.00	148.85	122.20	73.38	15.72	108.49	139.40	149.80
12	33.00	0.00	160.38	132.60	88.57	2.10	98.01	130.00	141.00
13	36.00	0.00	169.81	137.32	98.53	6.60	85.43	125.80	136.20
14	39.00	0.00	178.20	145.18	110.59	12.58	70.23	112.60	133.20
15	42.00	-.10	183.44	151.99	116.35	20.44	45.60	107.00	121.80
16	45.00	-.20	189.73	156.71	124.21	39.83	31.97	100.20	113.40
17	48.00	-.30	194.97	164.05	127.36	56.60	20.44	94.80	114.60
18	51.00	-.40	200.73	173.48	131.55	73.90	11.01	88.00	109.80
19	54.00	-.50	207.02	182.91	136.27	85.43	10.48	83.40	97.00
20	57.00	-.60	209.12	187.11	142.03	92.77	25.68	71.20	90.40
21	60.00	-.70	218.55	191.82	146.23	99.06	38.78	58.80	80.60
22	63.00	-.80	223.79	196.02	149.37	104.30	54.51	42.40	71.40
23	66.00	-.90	227.46	200.21	153.56	111.11	66.56	29.40	58.40
24	69.00	-1.00	233.23	204.93	160.38	113.73	78.09	12.20	50.00

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	2.0	11.3
2	1.6	11.9
3	1.7	12.1
4	1.7	12.3
5	1.2	13.3
6	1.5	13.3
7	1.6	14.1
8	1.6	14.3
9	2.3	14.1
10	2.3	14.1
11	1.9	14.5
12	2.0	15.1
13	2.5	14.9
14	2.2	14.4
15	1.8	13.8
16	1.2	14.8
17	1.7	14.2
18	2.2	13.8
19	2.2	13.1
20	2.1	13.4
21	2.6	13.0
22	3.4	12.2
23	3.5	12.0
24	3.6	11.9

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	197.8
2	338.9
3	560.2

CONCLUSIONI

L'analisi delle onde Sh ha consentito di determinare il profilo sismico verticale (gli spessori sono calcolati facendo la media dei strati nel profilo):

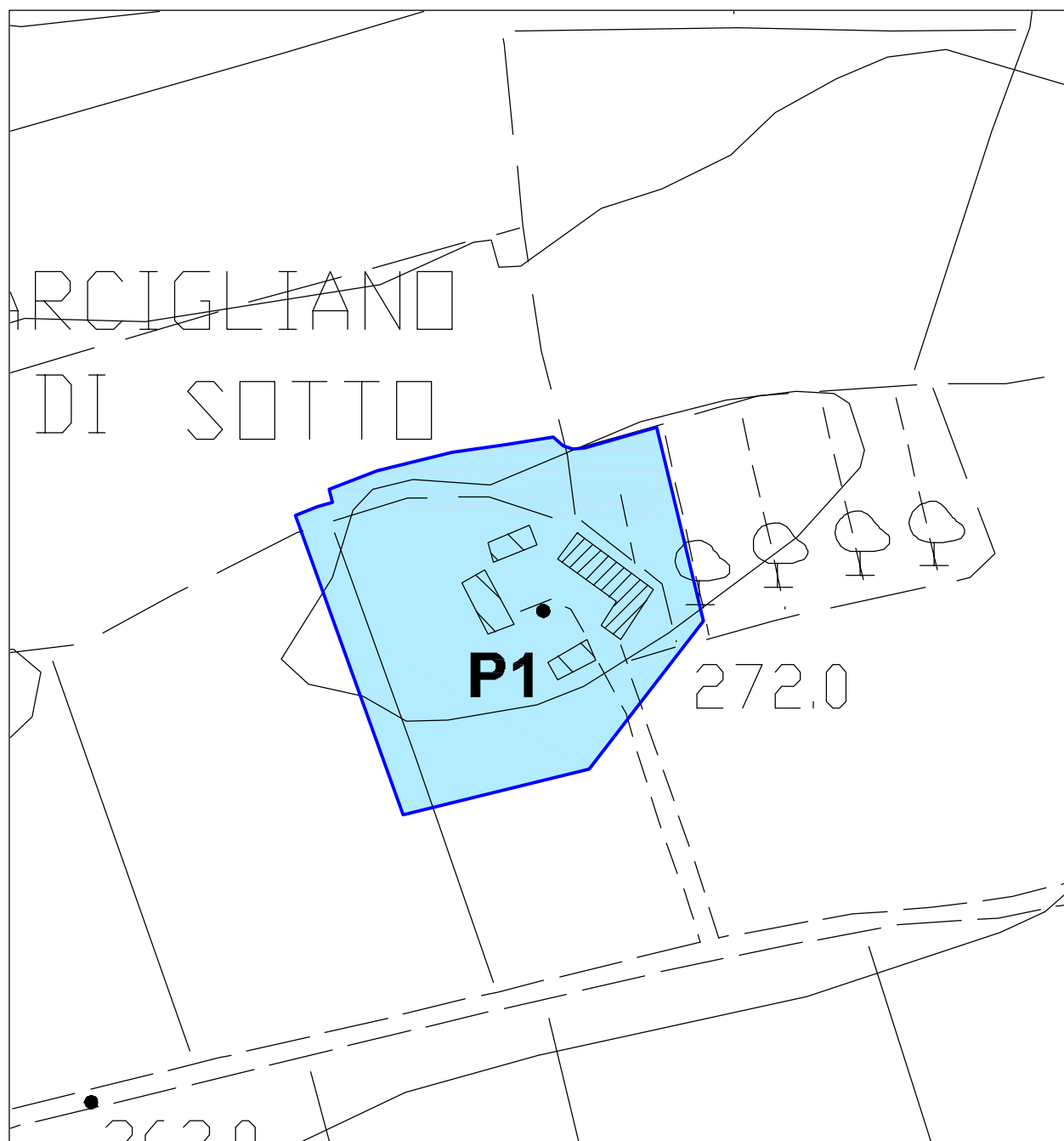
- Un primo livello con velocità 197 m/s e spessore 2,1 m
- Un secondo livello con velocità 338 m/s e spessore 13,41 m
- La sezione ottenuta mostra dai 15,51 m di profondità una velocità delle onde S di circa 560 m/s fino alla profondità di circa 30 m

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI

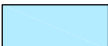
VS e PARAMETRI ELASTICI				
		Spessore ONDE S (m)		
Strato	Vs (m/s)		da	a
	SH			
1	197	2,1	0	-2,1
2	338	13,41	-2,1	-15,51
3	560	14,49	-15,51	30

17/04/15	Dott Marco Marzupini
	Id: 7742170515123R69

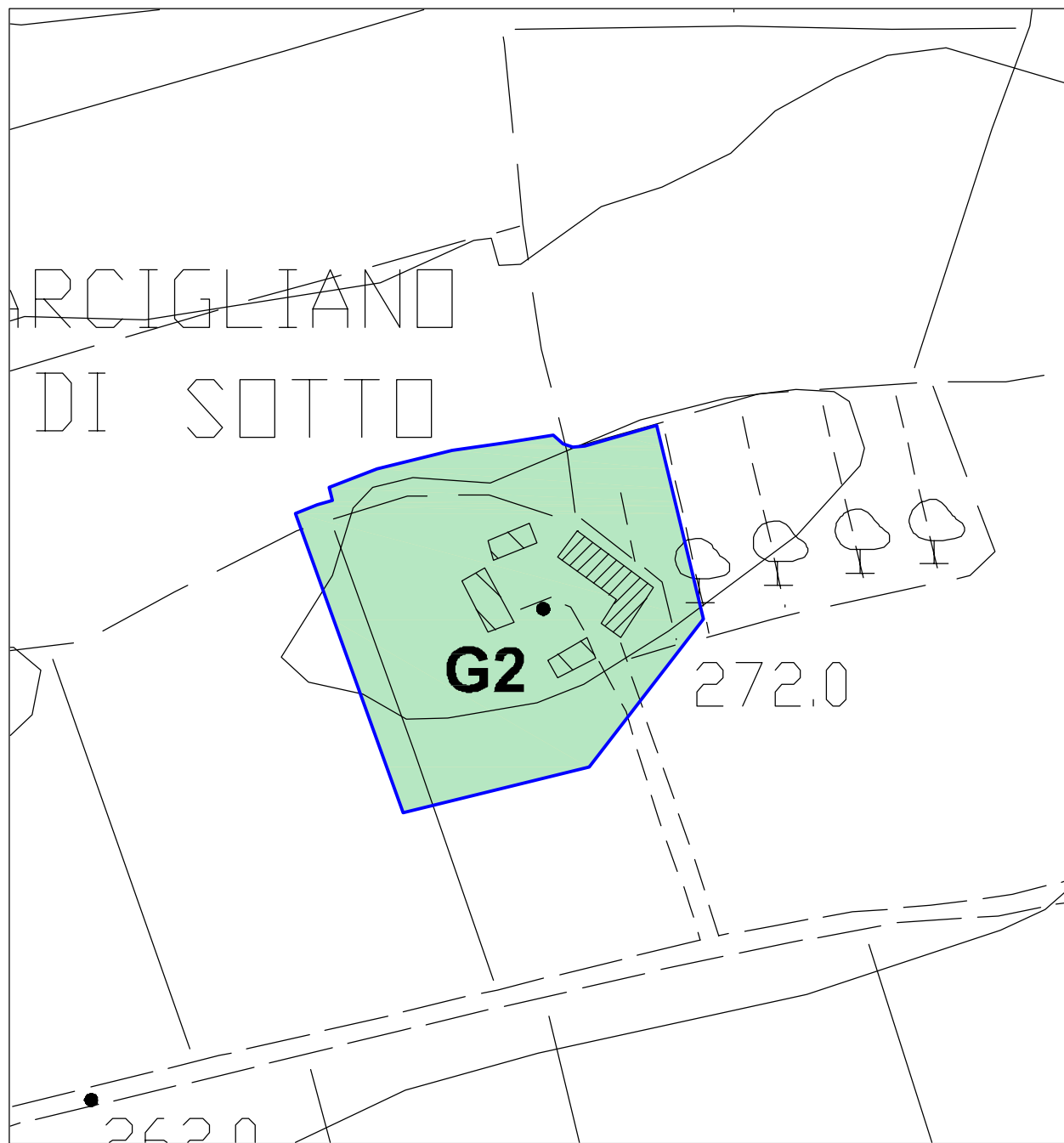


CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONI

scala 1:2.000

 Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità P1

 Limite Piano di Recupero



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

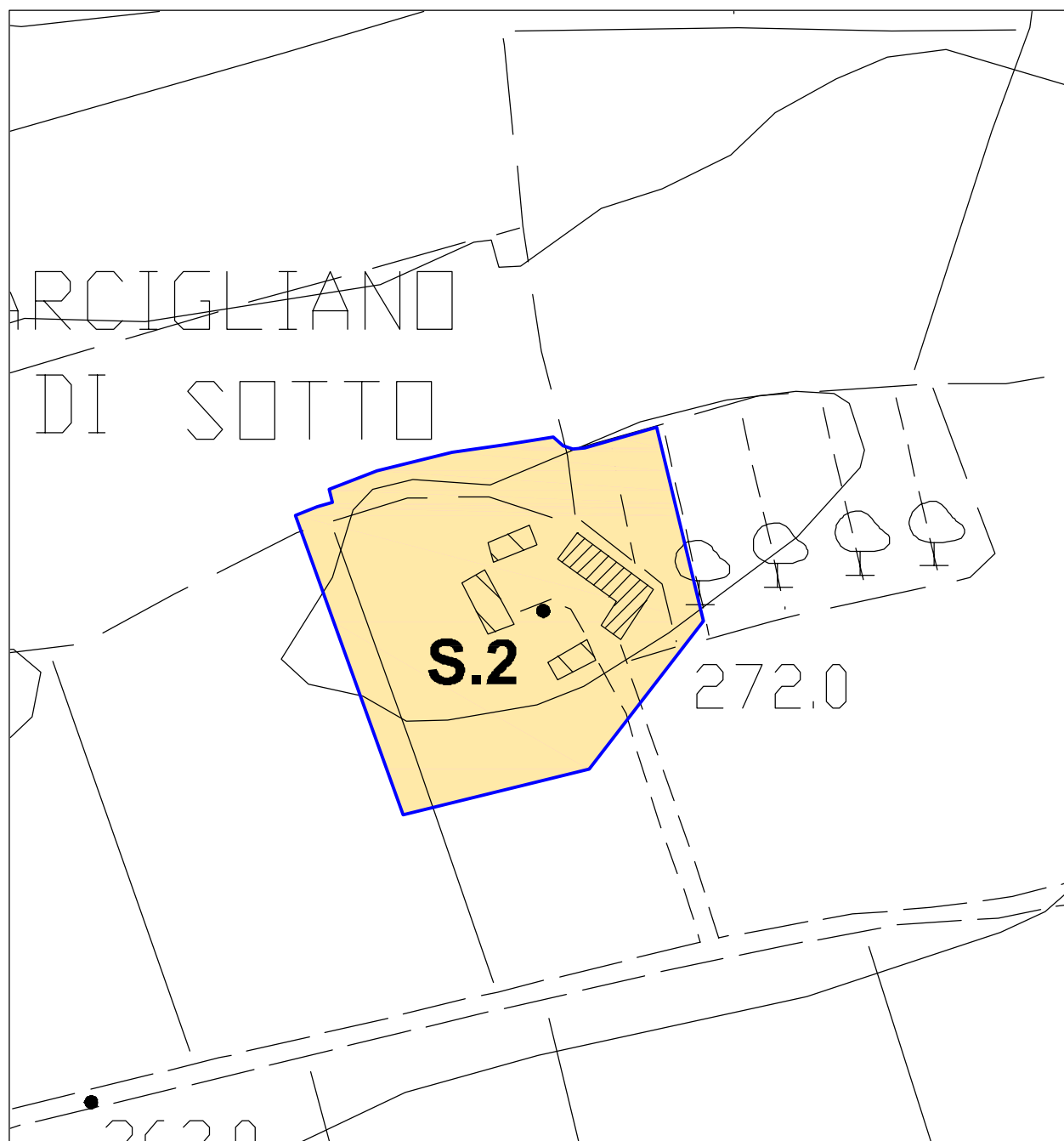
scala 1:2.000

**Pericolosità Geologica Media (G.2)**

Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto



Limite Piano di Recupero



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

scala 1:2.000

 **Pericolosità sismica locale media (S.2)**
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali non rientranti
tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3

 Limite Piano di Recupero