

**Committente:**

**Comune di Reggello**

**Oggetto:**

**RELAZIONE GEOLOGICA RIGUARDO ALLA SCUOLA PRIMARIA COMUNALE DI CASCIA -  
REGGELLO, NEL QUADRO DELLE INDAGINI PROPEDEUTICHE ALLE VERIFICHE DI  
VULNERABILITA' SISMICA, LOC. CASCIA, IN COMUNE DI REGGELLO (FI).**

(ai sensi del N.T.C 2018)

22 Gennaio 2022

Dott. Geol. Carlo Staderini



## **1. PREMESSA**

Su incarico affidatoci dalla Committenza è stata redatta una relazione geologica riguardo alla Scuola Primaria Comunale di Cascia - Reggello, nel quadro delle indagini propedeutiche alle verifiche di vulnerabilità sismica, Loc. Cascia, Reggello (FI) (Tav. 1).

Lo studio in oggetto è stato condotto in ottemperanza alle normative vigenti ed in particolare “Norme tecniche sulle costruzioni” di cui al NTC 2018.

## **2. METODOLOGIA E FINALITA'**

La metodologia d'indagine è stata articolata nelle seguenti fasi:

- a) rilievi geologici, geomorfologici ed idrogeologici di superficie;
- b) osservazione di foto aeree stereoscopiche dell'area in esame;
- c) riferimento a **prova penetrometrica dinamica**;
- d) riferimento ad **indagini tipo MASW**; effettuate in prossimità dello Stadio di Reggello
- i) valutazioni geotecniche
- l) considerazioni conclusive.

Il presente lavoro è finalizzato alla caratterizzazione dei terreni di fondazione, sotto il profilo geologico, geomorfologico e litostratigrafico.

## **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

Dal punto di vista geologico, l'area in esame è caratterizzata in superficie dai depositi della formazione dei **Limi di Pian di Tegna (IPT)** rappresentati da sabbie e sabbie limose giallognole che costituiscono la copertura superficiale dei sottostanti “**Ciottolami di Loro Ciuffenna**”, depositi di origine fluvio-lacustre dell'ultima fase di colmamento delle conoidi, costituiti da ciottolami ad elementi arenacei, anche di grandi dimensioni, immersi in matrice sabbiosa grossolana prevalente.

In particolare, come rilevato da indagini geognostiche limitrofe, l'area di intervento è caratterizzata nello strato più superficiale da limi sabbiosi e sabbie limose (**copertura**), mentre in profondità sono presenti limi sabbiosi e ciottoli in matrice sabbiosa leggermente cementata molto consistenti (che risultano ampiamente visibili in zona essendo i materiali che costituiscono le Balze del Valdarno).

### **3.1 MODELLO GEOLOGICO (Modello stratigrafico locale):**

Dalle indagini effettuate dallo scrivente in area limitrofa caratterizzata dallo stesso contesto geologico, e da indagini presenti nei dati di base allegati al PS del Comune di Reggello, si riporta il modello stratigrafico:

1. Terreni di copertura e pedogenizzati (di circa 1,0 mt)
2. Sabbie limose e Ciottolami appartenenti alla formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna

#### **4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

Dal punto di vista morfologico, la zona di intervento, ubicata nell'abitato di Cascia di Reggello, è posta su un pianoro ad una quota di 353 mt. s.l.m. al margine della zona di colmamento del bacino fluvio-lacustre del Valdarno.

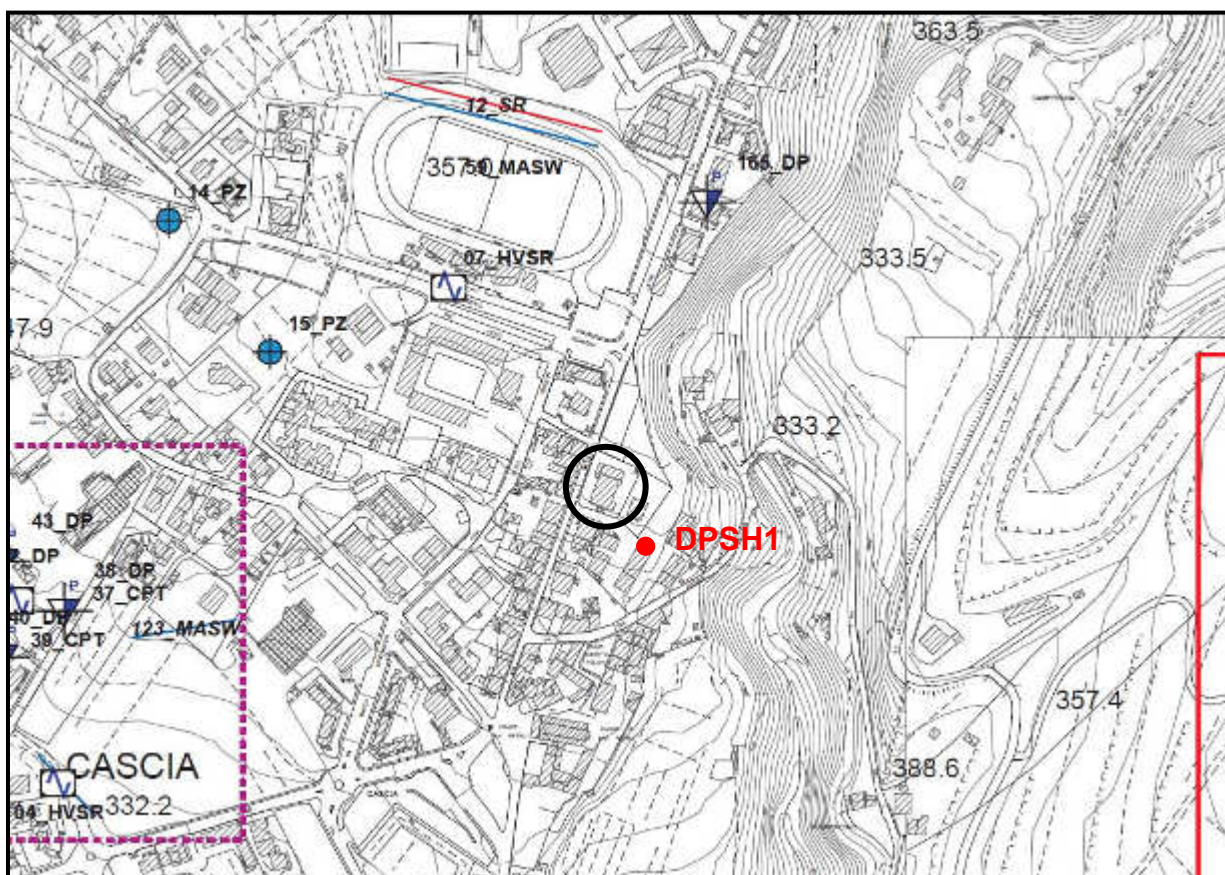
Sotto il profilo geomorfologico, dall'analisi di foto aeree e dal rilievo a terra e come riportato anche nella carta geomorfologica allegata al P.S. del comune di Reggello, non sono presenti dissesti di tipo gravitativo. L'area risulta geomorfologicamente stabile. Il versante presente ad una distanza di circa 35 mt sul lato Est dell'area presenta elevate pendenze e caratterizzato dalla morfologia delle Balze del Valdarno.

#### **5. IDROGEOLOGIA**

La regimazione delle acque superficiali è regolata dai drenaggi dell'abitato di Cascia essendo l'area completamente urbanizzata, e da fossi campestri che regimano le acque verso valle.

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi della Formazione dei **Ciottolami di Loro Ciuffenna**, presentano una permeabilità per porosità media per la presenza della componente limosa nelle sabbie e nei conglomerati. Durante periodi di prolungate precipitazioni, i terreni più superficiali (suoli e riporti) tendono a saturarsi per imbibizione.

## 6. DATI DI BASE ALLEGATI AL PS DEL COMUNE DI REGGELLO



Estratto Dati di Base del PS del Comune di Reggello e ubicazione prova penetrometrica limitrofa

## 7. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Nell'area di studio, per la definizione della Categoria Sismica dei terreni di fondazione e per la definizione della velocità delle onde sismiche di taglio "s" nei primi 30 mt. di profondità ( $V_{s_{eq}}$ ), è stato fatto riferimento ad n.2 stendimenti di sismica per l'acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m. (allegato 2) (Stadio di Reggello);

Dalle risultanze delle Prove MASW, si può assegnare all'area in oggetto uno **Suolo di tipo B** (anche se nell'indagine MASW allegata ai Dati di Base del Comune di Reggello risulta essere stata evidenziata la presenza di substrato sismico, la velocità dei terreni soprastanti risulta sempre nella tipologia B con  $360 < V_s < 800$  m/s).

## 8. IPOTESI DI REAZIONE SISMICA DEI TERRENI

La Regione Toscana ha provveduto, con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, ad effettuare una nuova classificazione dell'intero territorio regionale. In base a quanto sopra il territorio comunale di Reggello risulta inserito in **zona 3**.

## 9. AZIONE SISMICA LOCALE

Nella Tabella seguente si schematizzano i principali fattori da considerare in riferimento alle NTC2018 e alla Delib. GRT 421/14.

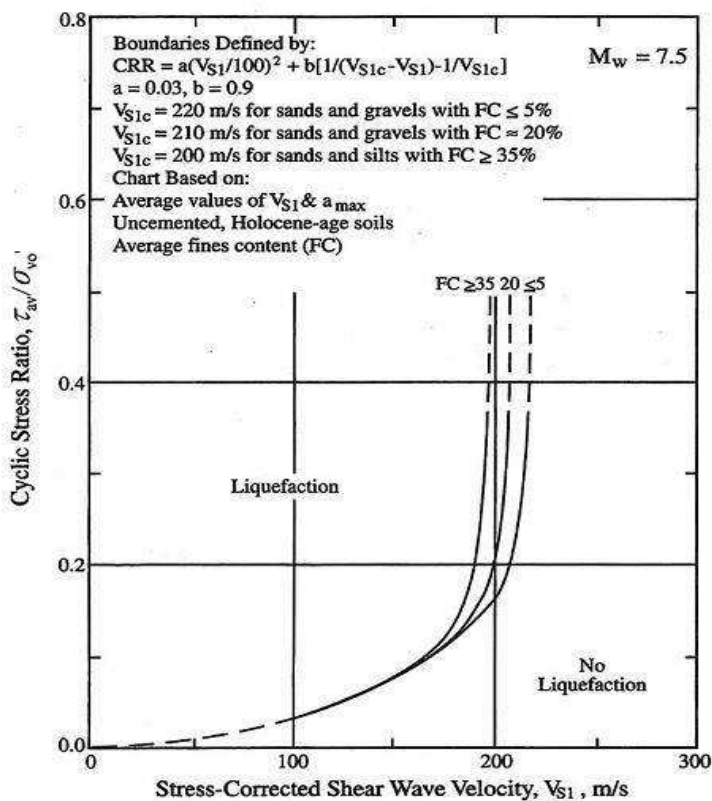
Sottozona sismica regionale	Zona 3 (Delib. GRT 421/14)
Accelerazione orizzontale max regionale	0.15 g (Delib. GRT 421/14)
Categoria Sismica terreno di fondazione	B ( $360 < V_s < 800$ )
Classe d'uso dell'opera di progetto <i>(dato fornito dal progettista)</i>	IV
Coefficiente amplificazione stratigrafica (Ss)	1.20 Cat. Suolo Tipo B
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00 (T1)

## 10. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Non è presente una falda prossima alla superficie e non sono presenti strati o lenti di sabbie sciolte, quindi non si ritiene che ci sia una propensione dell'area ai fenomeni di liquefazione.

I pozzi presenti nell'intorno sono profondi circa 50/80 mt con indicazione delle falde rilevate a profondità di circa 50 mt dal p.c. (livelli statici indicati posti circa a 25 mt dal p.c sono dovuti principalmente da presenza di livelletti con umidità)

Si è verificato inoltre la non predisposizione alla liquefazione dei terreni presenti con uno dei principali metodi quantitativi semplificati, che mette in correlazione la liquefazione con le velocità delle onde sismiche di taglio del terreno  $V_s$  Normalizzata:



è evidente dal grafico riportato come il terreno in studio che ha sempre valore di  $V_{s_{norm}} > 245$  m/s non è soggetto a liquefazione.

il terreno di fondazione non risulta quindi essere liquefacibile.

## 11. INDAGINI GEOGNOSTICHE

per caratterizzare i terreni di fondazione sotto il profilo litostratigrafico e geomeccanico, è stato fatto riferimento ad una **prova penetrometrica** effettuata nell'intorno dell'area in oggetto.

**La stratigrafia rilevata dalle indagini, mostra un primo livello di copertura, costituito sia da terreni di riporto, sia da terreni pedogenizzati, rilevati fino ad una profondità di circa 1.0 mt. Al di sotto di tale strato sono presenti terreni maggiormente consistenti (Sabbie e sabbie limose leggermente cementate con ciottoli.):**

**Prova penetrometrica (DPSH1)** quota 352.0 mt.

a) 0.00 - 1.00 mt. – limi sabbiosi e sabbie

b<sub>1</sub>) 1.00 - 1.60 ed oltre - sabbie leggermente cementate e ciottolami ad elementi arenacei

### **Parametri geotecnici caratteristici rilevati dalla prova penetrometrica**

#### **DPSH 1**

Livello	N <sub>DPSH</sub>	N <sub>SPT</sub>	Dr (%)	$\phi'$ (°)	Cu (Kg/cmq)	Eed (Kg/cmq)	$\gamma$ (T/mc)
a <sub>0</sub> )	2	3	--	22	--	50	1.7
b <sub>1</sub> )	15	22.5	72	30	--	250	1.9

*Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito.*

Considerando l'ottima omogeneità spaziale dei terreni, nonché le buone caratteristiche geotecniche, la stima dei parametri caratteristici è stata effettuata considerando i valori prossimi ai valori medi.

## 12. PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ

L'area in oggetto ricade in Classe G2 di pericolosità Geomorfologica (TAV 4), in Classe S3 di pericolosità Sismica (TAV 5) ed esterna a perimetrazioni di carattere idraulico.

Viene pertanto attribuita all'intervento di progetto una **Classe II di Fattibilità Geomorfologica**; una **Classe III di Fattibilità Sismica** ed una **Classe I di Fattibilità Idraulica**.



### 13. VALUTAZIONI GEOTECNICHE

Come evidenziato nei precedenti paragrafi, la stratigrafia dell'area è caratterizzata, al di sotto di un primo strato di terreni di riporto e/o vegetali, dalla presenza di limi sabbiosi e sabbie da mediamente addensate a addensate, con livelli di ciottolami. La stratigrafia risulta essere spazialmente uniforme nell'area. Da un punto di vista geologico e geotecnico, le prescrizioni riguardano la verifica della profondità di imposta fondazionale della struttura esistente; tutte le fondazioni dovranno infatti poggiare sul livello b<sub>1</sub> che presenta buone caratteristiche geotecniche.

### 14. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella presente sono esposti i risultati dell'indagine geologica eseguita riguardo le indagini propedeutiche di VS del Palazzo Comunale di Reggello (FI).

Nel rimandare ai singoli paragrafi per gli aspetti specifici, di seguito sono riassunti i punti principali:

- dalle indagini eseguite in prossimità dell'area possono essere evidenziati n. 3 orizzonti sismici, anche se l'incremento delle velocità non risulta netto, ma graduale, con un valore della  $V_{eq}$  approssimabile a 500 m/s (suolo di tipo B);
- i terreni sono costituiti da sabbie, sabbie limose e ciottolami mediamente consistenti;
- dal punto di vista geomorfologico l'area in esame si mostra stabile;
- l'area di studio è caratterizzata da morfologia pressoché sub-orizzontale (sul lato est, ad una distanza di circa 35 mt è presente una scarpata con pendenze elevate ma con altezza < 30 m);
- il territorio comunale di Reggello risulta inserito in **zona 3**
- l'area di studio è caratterizzata da una categoria topografica T1;
- Eventuali interventi di Miglioramento e/o adeguamento sismico dovranno essere preceduti da una campagna geognostica tale da rispondere alla normativa DPGR 36/R 2009, in riferimento alla Classe di Indagine dell'edificio (Edificio Strategico) ed alla normativa DPGR 5R 2020.

Geol. Carlo Staderini

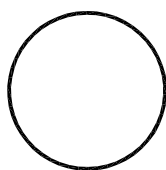






## CARTA DI UBICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

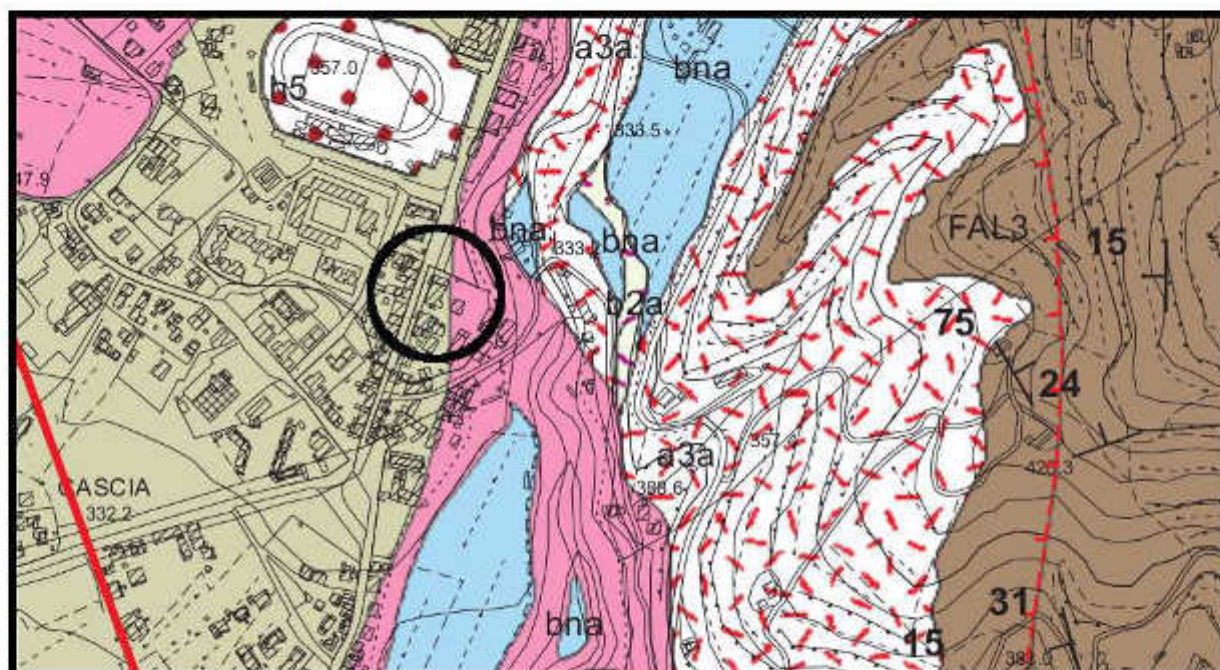
## Legenda



## Area di studio

Scala 1:10.000

## CARTA GEOLOGICA REGGELLO

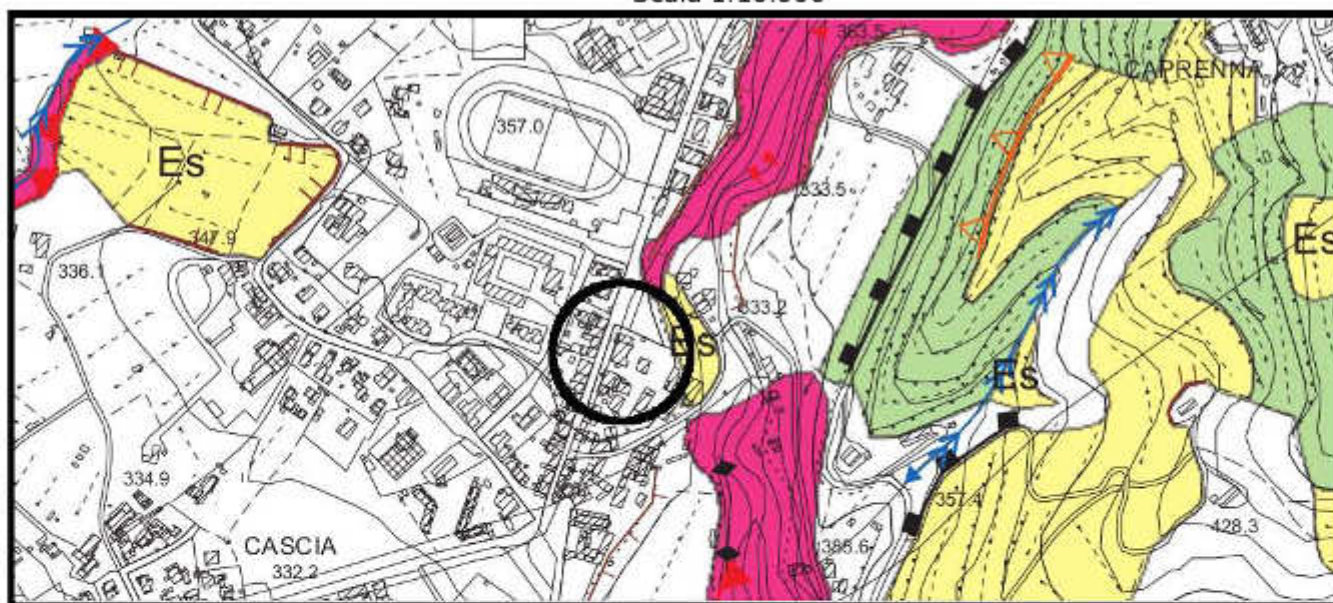


- DEPOSITI ANTROPICI**
- h5 Terreni di riporto, bonifica per colmata
- CORPI DI FRANA**
- F Corpi di frana
- DEPOSITI QUATERNARI**
- a3a Falde di detrito (Olocene)
- aa Depositi di versante (Olocene)
- b Depositi alluvionali attuali (Olocene)
- bna Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (Olocene)
- b2a Depositi eluvio-colluviali (Olocene)
- LAT** Limi di Laterale e di Pian di Tegna - Limi sabbioso-argillosi, bruno giallastri e rossi, di regola pedogenizzati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose e di ciottolami ad elementi arenacei. (Pleistocene medio)
- STA** Sabbie del Tasso - Sabbie quarzoso-feldspatiche, mai classate e di colore da bruno-giallastro a grigio-giallastro, ma talvolta ocracee per alterazione. Locali intercalazioni lentiformi di ciottolami minuti ad elementi ad elementi arenacei e di limi e argille talora torbide. (Pleistocene medio)
- LOC** Sabbie di La Loccaia - Sabbie e ghiaie con clasti prevalentemente arenacei con intercalazioni di limi sabbiosi bruno-rossastri spesso pedogenizzati. (Pleistocene medio)
- SLE** Sabbie di Lavane - Sabbie fluviali quarzoso-feldspatiche di colore giallo chiaro o grigiastre e ciottolotti silicei talora arenacei ed intercalazioni di livelli limosi. (Pleistocene inferiore)
- CLO** Ciottolami di Loro Ciuffenna-Ciottolami ad elementi arenacei di colore da giallo-rossastro a bruno con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante. (Pleistocene medio)
- FAL3** Arenarie del Monte Fallerona - Membro di Montalto - Arenarie, marna, argilliti e siltiti con  $1/4 < A/P < 2$ . Stratificazione da molto sottile a molto spessa, talora in banchi. Si alternano pacchi decametrici di strati sottili con peliti prevalenti a banchi o strati molto spessi ravvicinati. Sono presenti, specialmente verso la base, numerosi livelli calcarenitici, in strati da medi a molto spessi. Nella parte alta del membro prevalenti peliti con rari banchi arenacei. All'interno del Membro di Montalto si rinviene una litofacies siltoso arenacea (FAL3c) costituita da prevalenti livelli siltitici arenacei color grigio in strati da fini e medi, talora grossolani. (Oligocene Superiore - Miocene Inferiore)
- FAL2** Arenarie del Monte Fallerona - Membro di Camaldoli - Arenarie grigio chiare e grigio verdi in strati dallo spessore di 0.5-2 metri o peliti subordinate,  $2 < A/P < 10$ , arenarie sono sempre molto grossolane e con quasi totale assenza di componenti carbonatici (né clasti, né cemento), si presentano in pacchi di 7-10 strati di arenaria con assenza di pelite, alternati a livelli dello spessore di un paio di metri di siltiti e argilliti scure con poche marna. Sono presenti livelli calcarenitici in strati da medi a spessi. (Oligocene Superiore)



## CARTA GEOMORFOLOGICA REGGELLO

Scala 1:10.000

**Legenda****1 FORME E PROCESSI DI EROSIONE IDRICA E DEL PENDIO**

- Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo
- Orlo di scarpata in erosione
- Orlo di scarpata quiescente
- Creste
- Orlo rimodellato di scarpata o debole rottura di pendio
- E** Area soggetta ad erosione profonda
- Ar** Affioramento roccioso
- Es** Area soggetta ad erosione superficiale
- Idem di limitata estensione
- Alveo con tendenza all'approfondimento
- Erosione laterale di sponda

**2 FORME E PROCESSI DOVUTI A GRAVITA'****2.1 Forme di denudazione**

- Orlo attivo di scarpata di frana
- Orlo non attivo di scarpata di frana
- Traccia di scarpata di frana
- Frana di limitata estensione
- Fd** Area molto instabile per franosità diffusa
- i** Area instabile per soliflusso generalizzato
- ds** Area interessata da deformazioni superficiali lente
- Soliflusso di limitata estensione

**2.2 Forme di accumulo e relativi depositi**

- F** Corpo di frana attiva
- Fq** Corpo di frana quiescente
- Fs** Corpo di frana stabilizzata

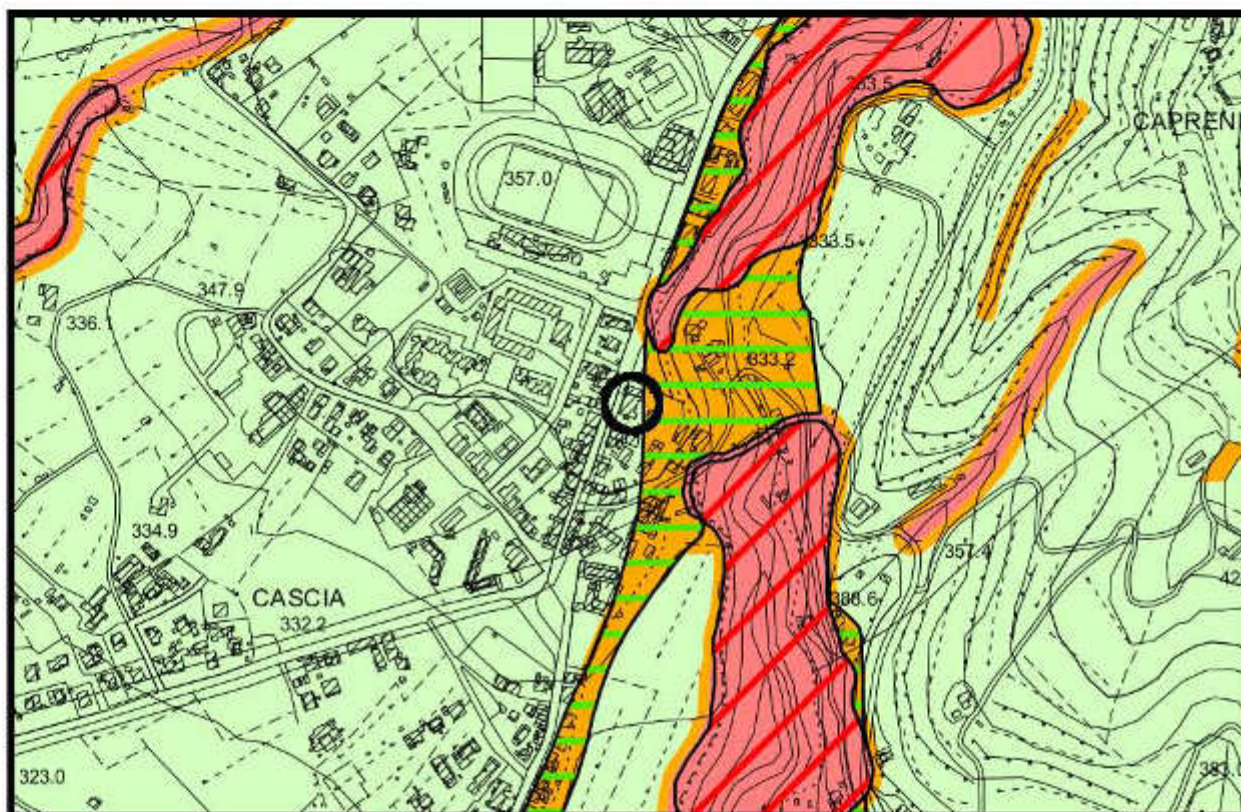
**3 FORME ARTIFICIALI (ANTROPICHE)**

- Orlo di scarpata di origine antropica
- Cava attiva
- Cava inattiva
- w** Corpo d'acqua
- Diga in terra
- T** Terrazzamento
- Rilevato stradale, terrapieno
- Area intensamente modellata da interventi umani



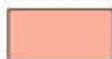
## CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA REGGELLO

Scala 1:10.000



## Legenda

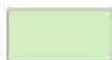
## Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)



Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione; aree interessate da soliflussi. Comprendono le aree P.F.4. (pericolosità molto elevata da frana) del Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del Fiume Arno.



Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versante con pendenze superiori al 25%. Comprendono le aree P.F.3 (pericolosità elevata da frana) del Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del Fiume Arno.



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



Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

## Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico (A.d.B. Arno)



P.F.3 - Aree a pericolosità geomorfologica elevata



P.F.4 - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata

## Perimetrazione delle aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica da Piano Assetto Idrogeologico (A. d. B. Arno Distretto Appennino Settentrionale) Adottato con D.C.I.P. n. 20 del 20.12.2019 pubblicato su G.U. n.9 del 13.01.2020

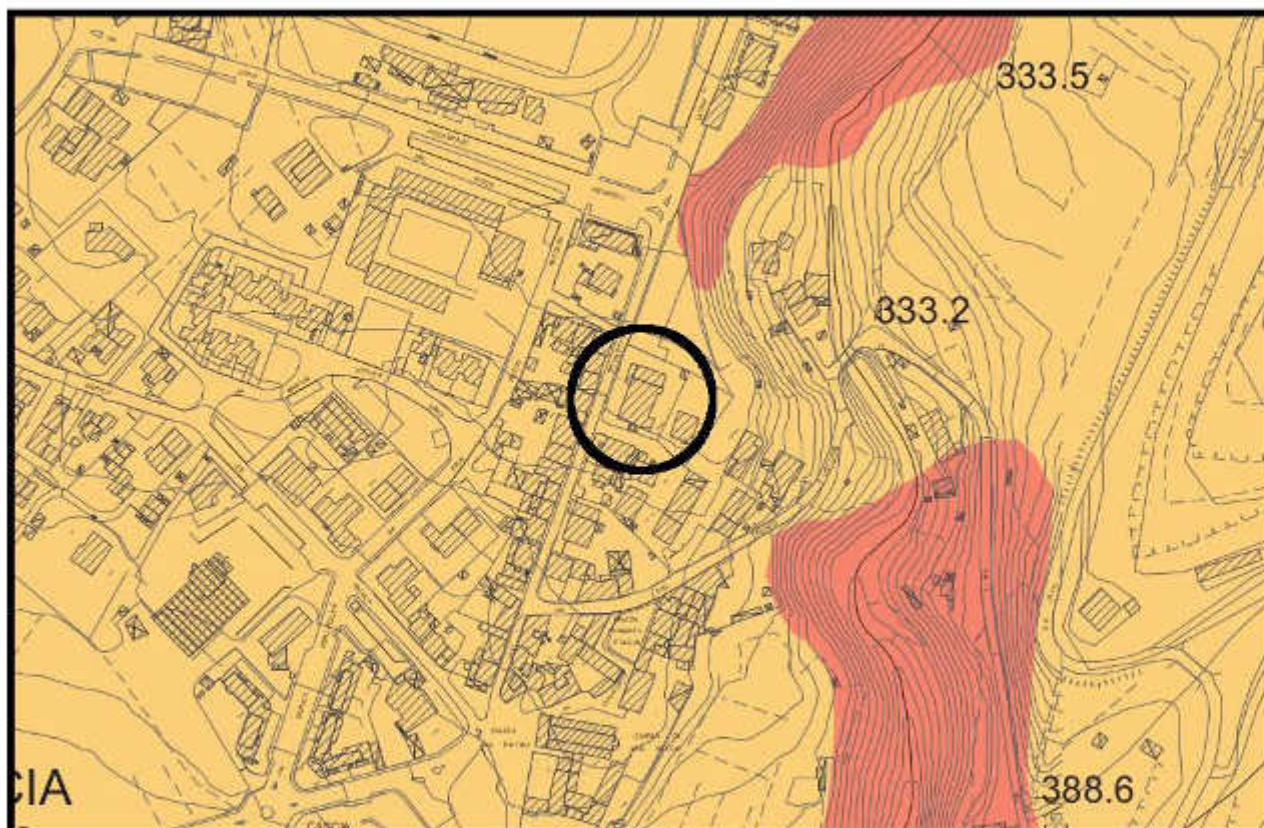


P.3b - Aree a pericolosità elevata - Aree interessate da possibili instabilità di tipo gravitativo che determinano elevata possibilità di propensione al dissesto.



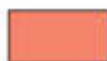
## CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA REGGELLO

Scala 1:5.000



## LEGENDA

Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)**

Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3)**

Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dare luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contenuto di impedenza sismica atteso fra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

**Pericolosità sismica locale media (S.2)**

Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1)**

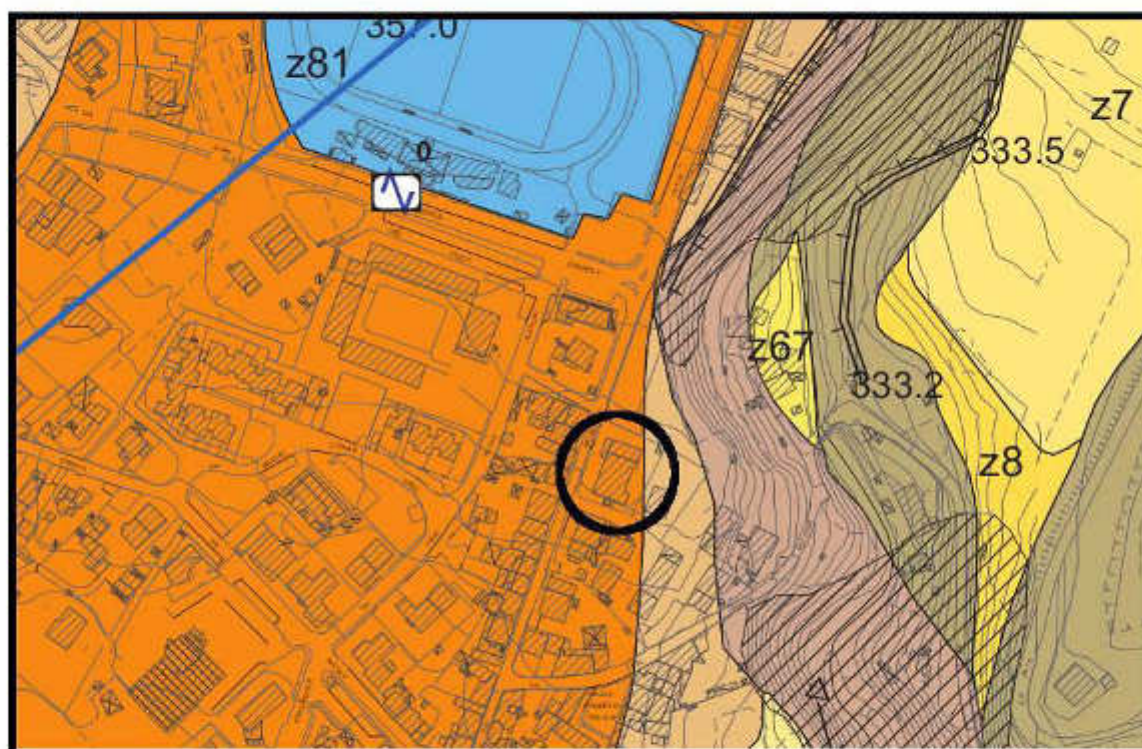
Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.



Limite aree oggetto di approfondimento



## CARTA DELLE MOPS



**Z60**

Zona 60

Dep. pleistocenici  
sabbioso limosi e  
ghiaioso limosi

Substrato lapideo  
stratificato



2-10 m

5-50 m

Dep. pleistocenici  
sabbioso limosi e  
ghiaioso limosi

Zona di attenzione per Faglie Attive e Capaci



Ghiaia limosa



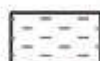
Sabbia ghiaiosa



Limo argilloso



Calcari e Arenarie



Sabbia limosa



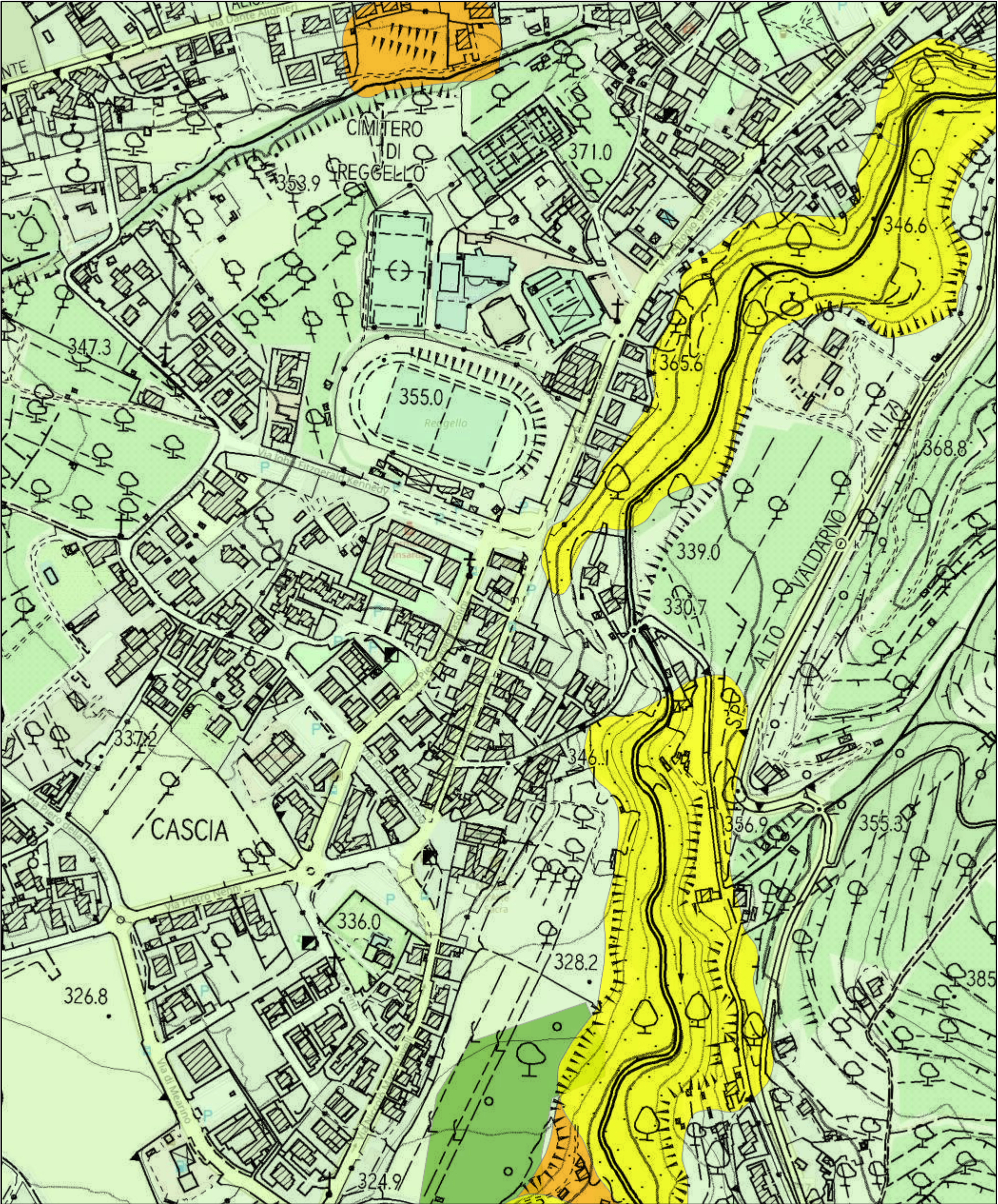
Argilla limosa



Argilliti e Marne



# Mappa "PAI frane nel bacino dell'Arno"



20/1/2022, 17:21:05

comuni

Aree con propensione al dissesto

PF1 - bassa

PF2 - media

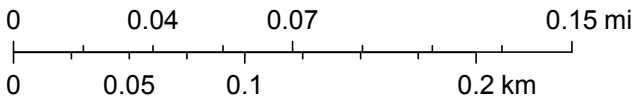
Aree con pericolosità da frana

PF2 - media

PF3 - elevata

PF4 - molto elevata

1:4,514

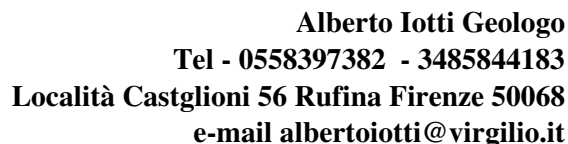


© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale



## **ALLEGATO 1**

Prova Penetrometrica DPSH



## 1

Diametro punta 51 mm angolo apicale 60°  
Peso maglio 63.5 kg  
Altezza di caduta 75 cm

## Parametri geotecnici

Strumentazione impiegata - Penetrometro Pagani TG 63/200

Correl. SPT	1.5
-------------	-----

Livello freatico (m) da p.c.	n-p-
------------------------------	------

n fattore di cor. 0.5

Gamma	0.18
-------	------

Camp. | N SPT\*

| Sigma |

Cn

 $\Phi$ 

Cu kg/cm2

[illegible]

**Campagna:** Dati rilevati al momento della prova --**N SPT\***: Numero di colpi corretto per il peso del maglio differente dalla prova SPT e per la differente lunghezza di misura --**Depth:** Profondità di misura --**Sigma:** Tensione verticale nel punto in kg/cm<sup>2</sup> --**Cn:** Fattore di correzione per la normalizzazione del valore di resistenza alla tensione di confinamento di 1kg/cm<sup>2</sup> (Liao & Whitman, 1985) --**N SPT:** Valore di SPT corretto per la tensione di confinamento -- **Dr%:** Valore di densità relativa valido per terreno granulari -- **φ:** Relazioni per la valutazione dell'angolo di attrito in materiali granulari (Schmertmann J.H., 1977) — (1: Sabbia fine uniforme; 2 Sabbia media uniforme - fine ben gradata; 3 Sabbia grossa uniforme - media ben gradata; 4: Sabbia e ghiaia - ghiaietto uniforme. **Cu:** Relazioni per la valutazione della coesione non drenata in materiali coesivi (Sanglerat G., 1965): .a: Argilla; b: Argilla limosa; c: Argilla sabbiosa.



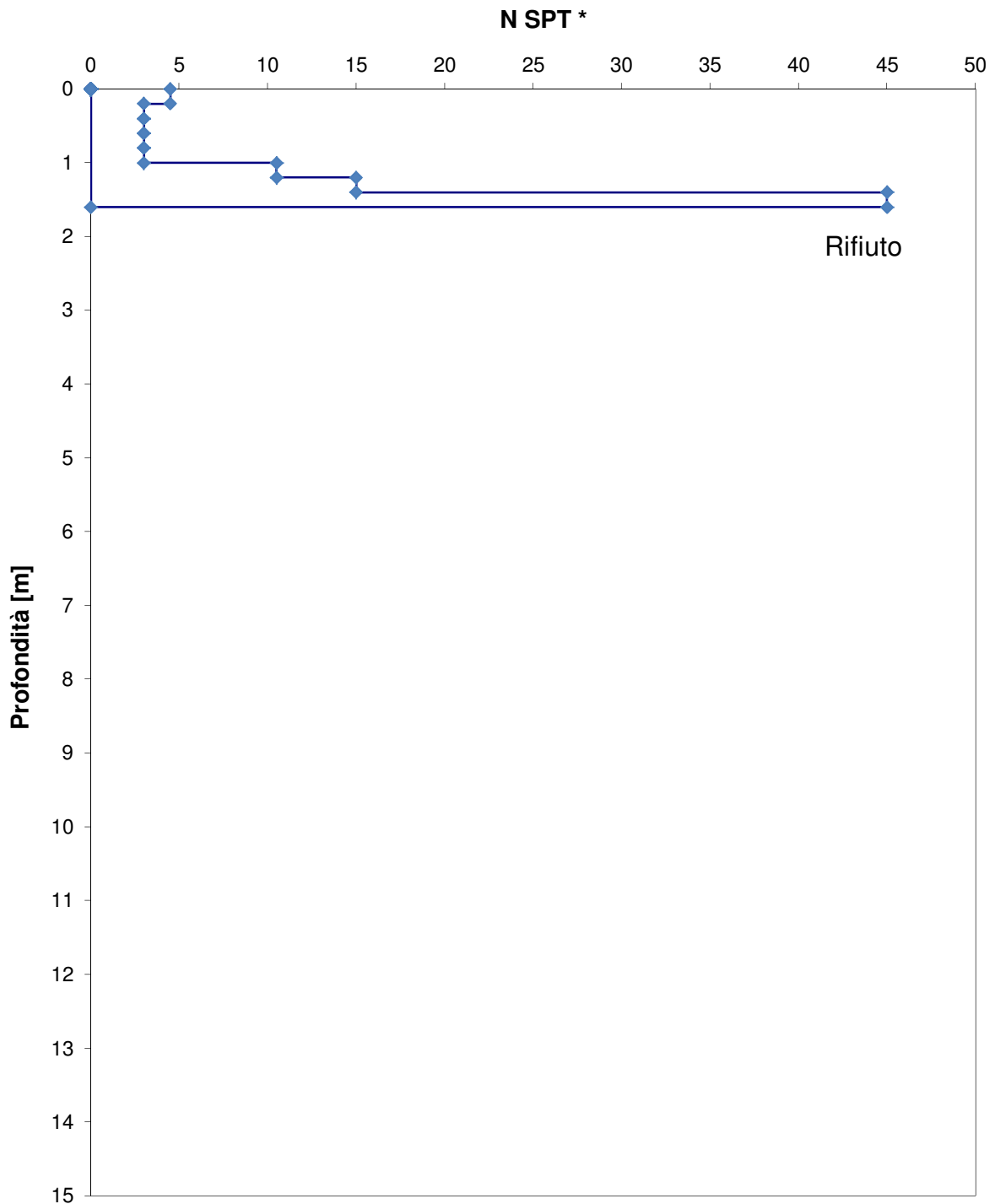
Alberto Iotti Geologo  
Tel - 0558397218 - 3485844183  
Località Castglioni 56 Rufina Firenze 50068  
e-mail albertoiotti@virgilio.it

## Prova Penetrometrica dinamica

1

Resistenza alla penetrazione [N spt] - Profondità [m]

Committente	Dott. Carlo Staderini	Data	18/1/19
località	Reggello (Fi)	Certificato n°	0
Intervento	Cascia - Reggello		



## **ALLEGATO 2**

Indagini SISMICHE

**XIV. ALLEGATO GRAFICO: 59 ANALISI MASW ZVF + THF CONGIUNTE -  
SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI  
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO  $V_s$**

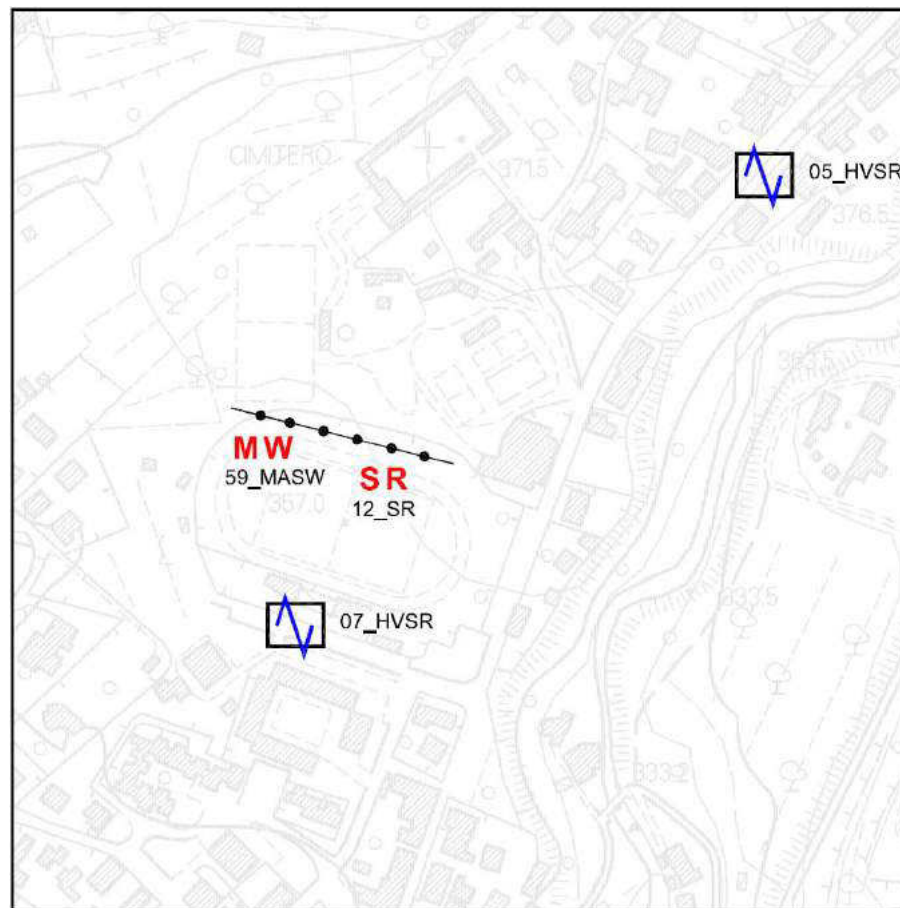


Fig. XIV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

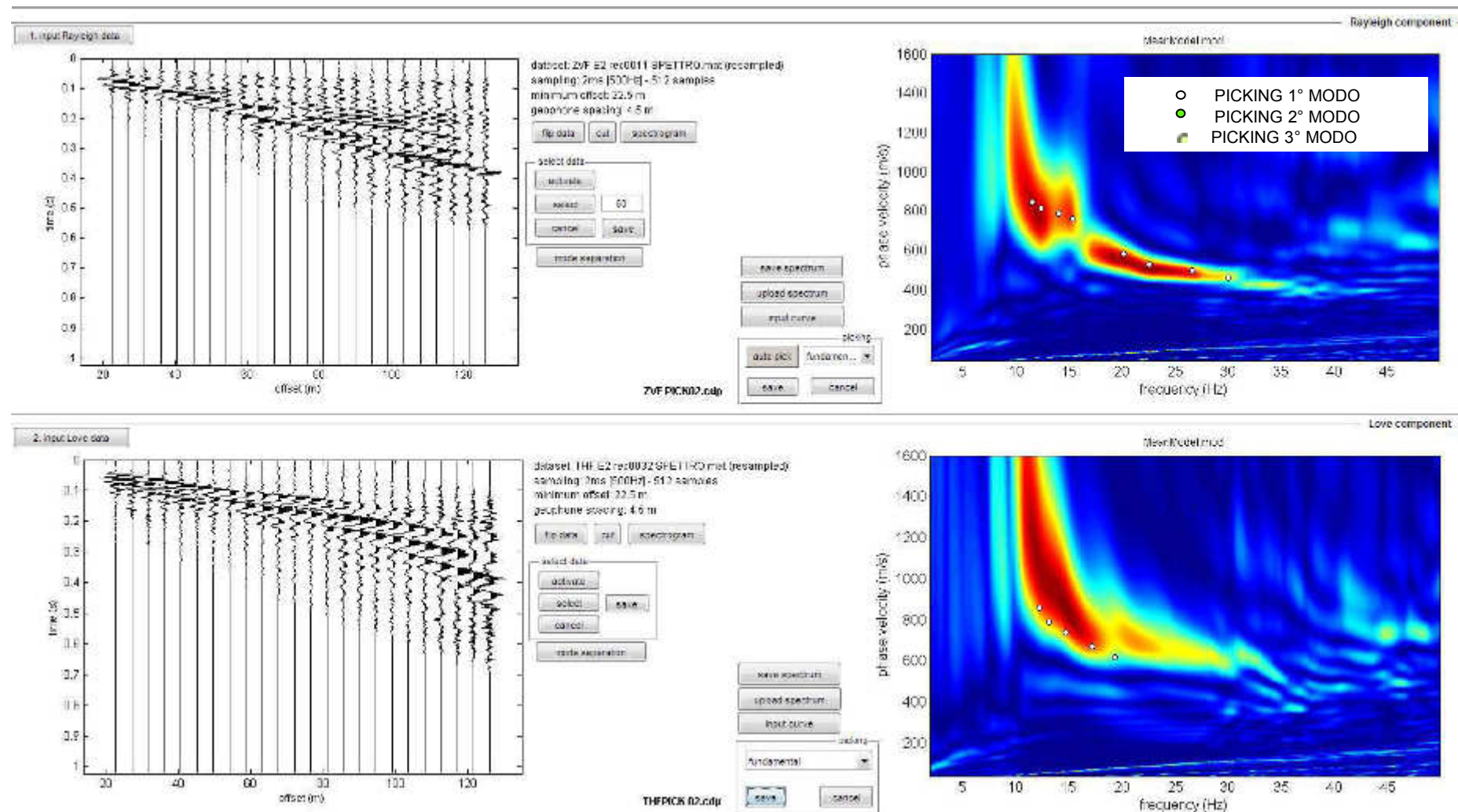


Fig. XIV-2: 59 – Analisi MASW ZVF+THF congiunte – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking



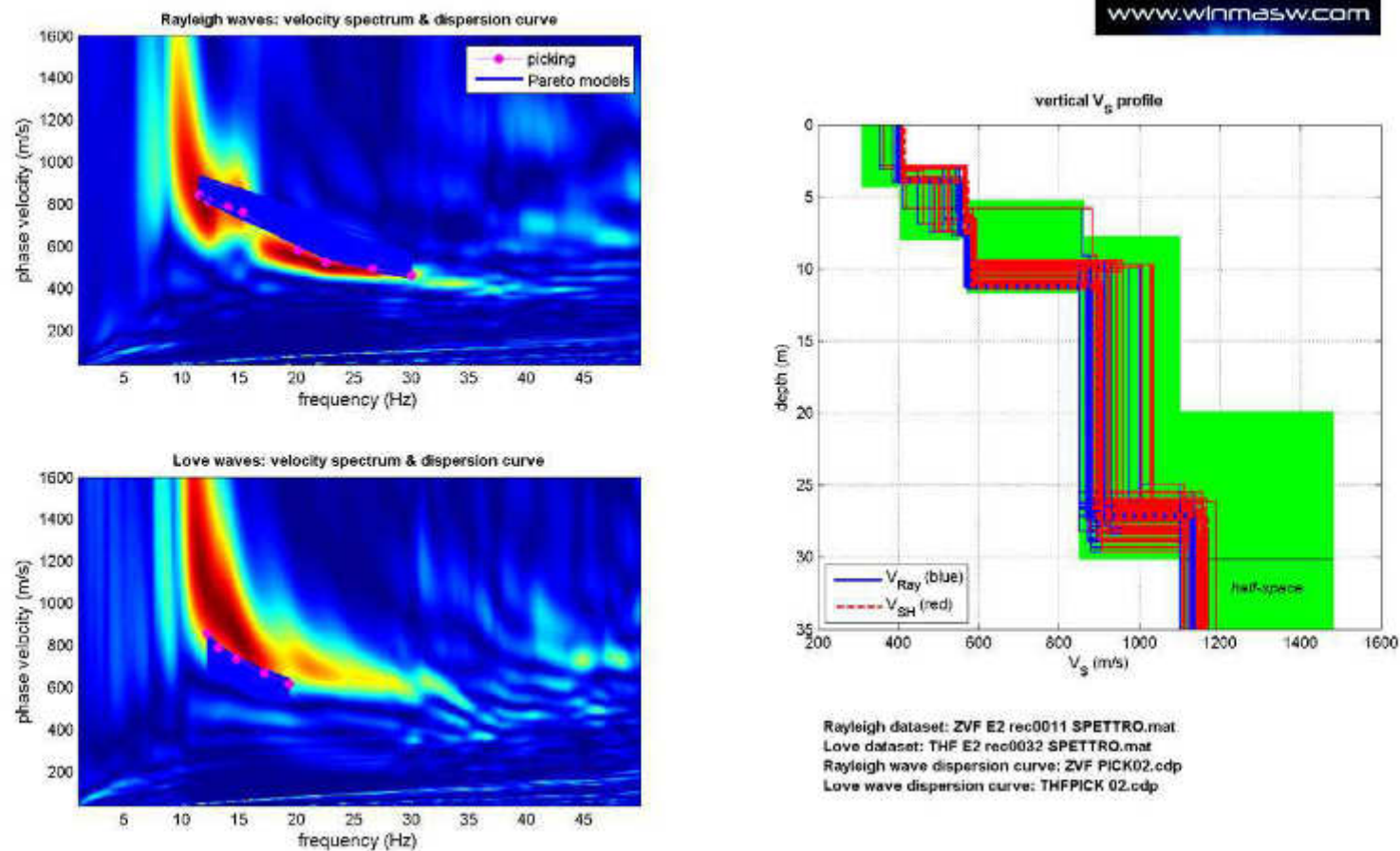


Fig. XIV-3: 59 – Analisi MASW ZVF+THF congiunte – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	V <sub>sv</sub> (m/s)	V <sub>sh</sub> (m/s)	V <sub>p</sub> (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
3.21	3.21	398	409	859	2020	0.36
6.85	3.64	544	560	1168	2090	0.36
10.3	3.45	572	590	1209	2100	0.36
27.21	16.91	888	915	1836	2200	0.35
-	-	1119	1141	2361	2260	0.36
	V <sub>s30</sub>	709	729			

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO **B**

**V<sub>SV</sub> 30 = 709 m/s**

**V<sub>SH</sub> 30 = 729 m/s**

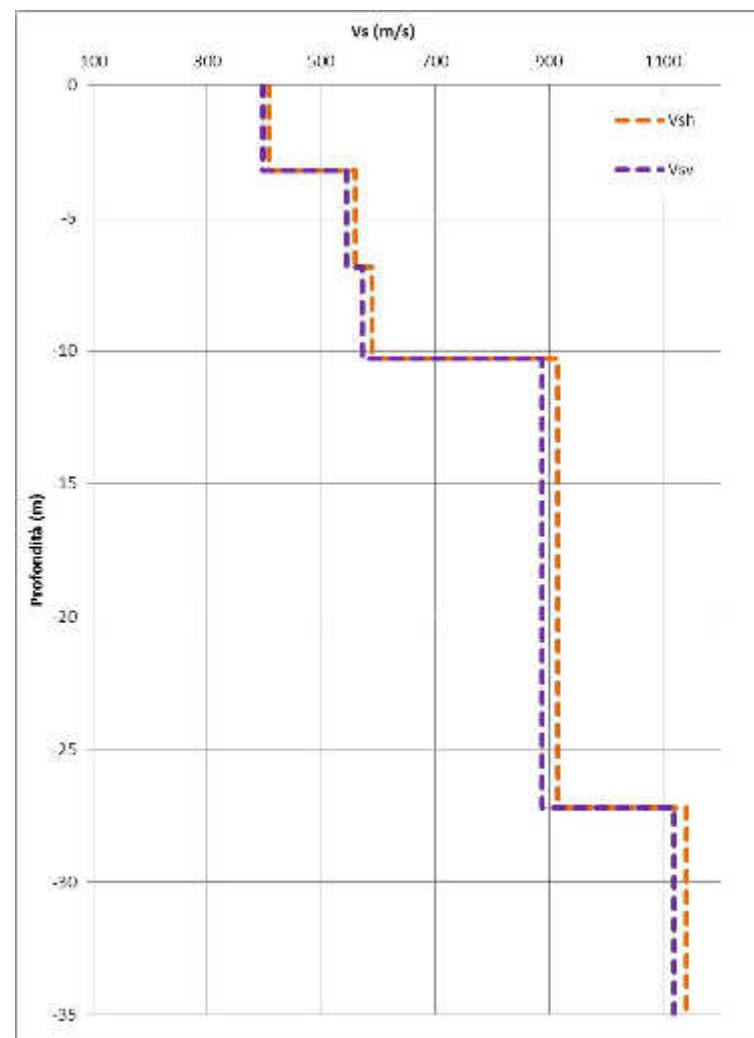
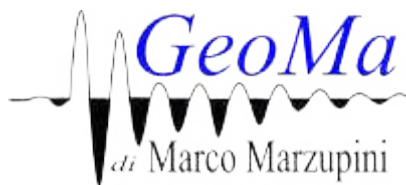


Fig. XIV-4: 59 Analisi MASW ZVF+THF congiunte - Profili di velocità (Mean Model)

# 2015



[www.Geoma.it](http://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. Fisc. Via Brancoleta 1/E  
52048 Monte S. Savino (AR)  
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com  
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

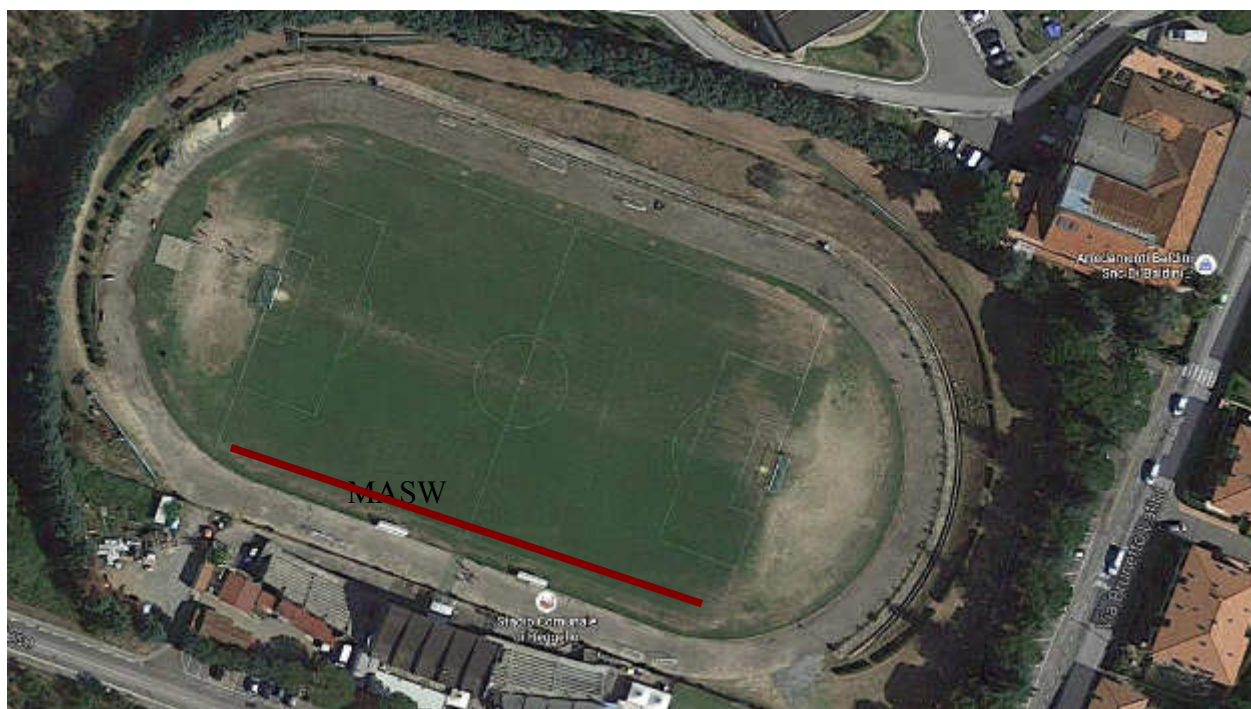
## ***REPORT***

### **M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)**

<b>LOCALITÀ:</b>	<b>REGGELLO</b>	<b>ID:</b>	<b>9783260615333M46</b>	<b>DATA:</b>	<b>26/06/15</b>
------------------	-----------------	------------	-------------------------	--------------	-----------------

## PREMESSA

In località Reggello (FI) in data 26/06/2015 (Illustrazione 1) è stata eseguita un'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves), con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche.



*Illustrazione 1: Ubicazione dello stendimento (stendimento non in scala)*

**GEOMA** di Marco Marzupini  
Res. Fisc. Via Brancoletta 1/E  
52048 Monte S. Savino (AR)  
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com  
C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

## TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh e Love (in questo studio verranno utilizzate solamente le prime). Il metodo mira ad una caratterizzazione sismica del sottosuolo basandosi sull'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie. Le onde superficiali si creano quando il fronte d'onda nel terreno incontra una discontinuità fisica, che può essere sia la superficie terreno-atmosfera (il nostro caso), sia il passaggio areato-consolidato (Thorne L & Wallace T.C, 1995., *Modern Global Seismology*). Nella discontinuità, la somma del moto delle onde riflesse e rifratte, dà origine alle onde superficiali.

### ONDE DI RAYLEIGH

L'interazione delle onde P e SV sulla superficie libera dà origine alle onde di Rayleigh (Illustrazione 2) che si muovono con un movimento ellittico delle particelle nello strato superficiale avente un asse dell'ellisse parallelo alla direzione dell'onda e l'altro ortogonale alla superficie libera.

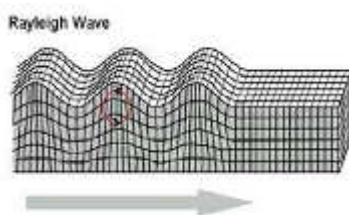


Illustrazione 2: Onde di Rayleigh

### ONDE DI LOVE

La riflessione totale delle onde SH dà origine alle onde di Love (Illustrazione 3), che si muovono con moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione, ma polarizzato nel piano orizzontale.

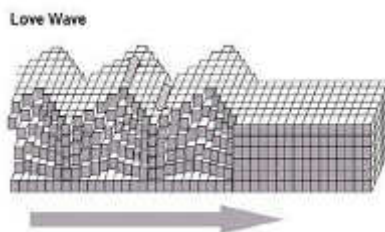


Illustrazione 3: Onde di Love

Le onde superficiali, a differenza di quelle di volume (P ed S), hanno le seguenti proprietà:

Sono dispersive in mezzi non omogenei (perché variano la propria velocità a seconda della frequenza). La velocità di propagazione è lievemente più bassa rispetto alle onde S. La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Love e Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_s$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Un'ulteriore proprietà importante è la diminuzione dell'ampiezza che diminuisce con radice quadrata della distanza dalla sorgente. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

## ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE

L'analisi M.A.S.W. viene condotta in due fasi principali:

### ***PRIMA FASE***

La prima fase avviene in campagna con l'acquisizione multicanale dei segnali sismici, mediante il sismografo DoReMi a 24 canali della SARA electronic instruments s.r.l..

L'acquisizione viene effettuata mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 2 m per una lunghezza totale dello stendimento di 46 metri.

Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, vengono effettuate con offset (dal primo geofono) di -2 -6 -9 m e +3 +6 m. L'indagine geofisica viene eseguita sul livello di campagna, ma il valore della velocità verrà calcolato dalla quota delle fondazioni dell'infrastruttura che verrà posta a -2 dal livello di campagna.





*Illustrazione 4: Stendimento*

## **SECONDA FASE**

La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software WinMASW 5,0 ACADEMY della EliaSoft.

Il programma, dopo il calcolo dello spettro di velocità, richiede il picking della curva di dispersione che poi mediante inversioni e modellizzazioni permetterà la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde s nel terreno.

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati, ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito.

Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Illustrazione 5 e Illustrazione 6):





## CONCLUSIONI

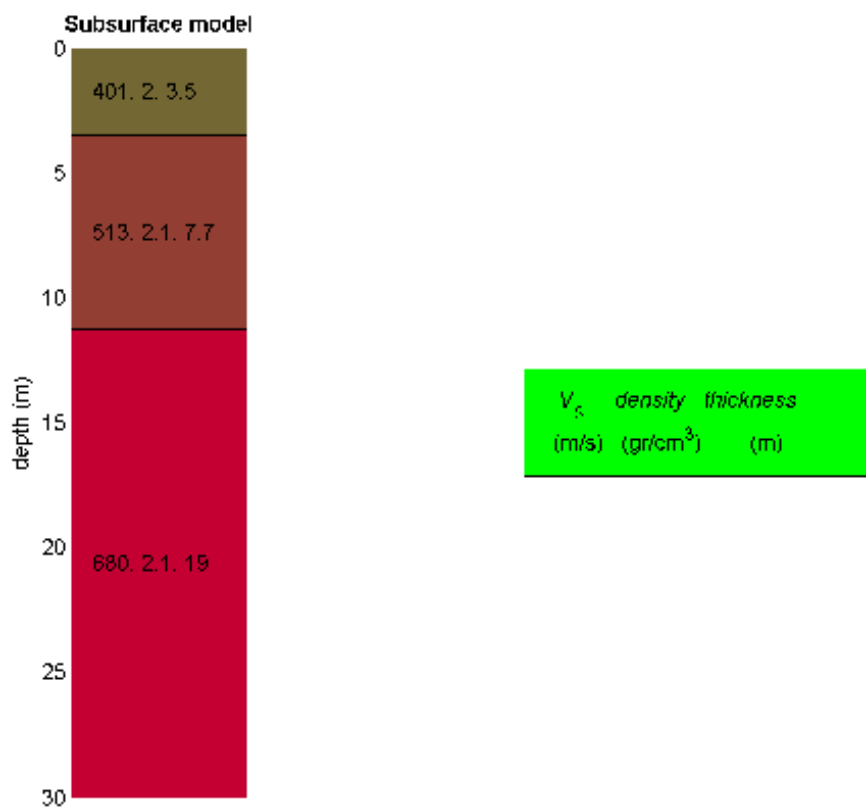
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS

- Un primo sismo strato con velocità 401 m/se spessore di 1,5 m
- Un secondo sismo strato con velocità 513 m/se spessore di 7,7 m
- La sezione sismo-stratigrafica evidenzia al di sotto dei 9,2 m una velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) che aumentano fino a circa 680 m/s alla profondità di 30 m.

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

*Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI*

VS e PARAMETRI ELASTICI						
Profondità livello fondazione		2	Profondità livello campagna	0	Profondità (m) liv fond	
Strato	$V_s$ (m/s)	$V_p$ (m/s)	Rapporto ( $V_p/V_s$ )	Spessore (m)	da	a
1	401	982	2,45	3,5	0	-1,5
2	513	1068	2,08	7,7	-1,5	-9,2
3	680	1416	2,08	18,8	-9,2	-30
Strato	Poisson $\nu$	Densità ( $g/cm^3$ )	Shear $G$ (kPa)	Bulk $E_v$ (kPa)	Young $E$ (kPa)	
1	0,4	2,05	329642,05	1537341,47	922958,19	
2	0,35	2,07	544759,83	1634745,24	1470893,45	
3	0,35	2,14	989536	2971438,51	2672001,73	



*Illustrazione 7: Sismo-stratigramma dal livello fondazione*

26/06/15	<b>Dott. Marco Marzupini</b>
	<i>Id 9783260615333M46</i>

**GEOMA** di Marco Marzupini  
 Res. Fisca: Via Brancoleto 1/E  
 52048 Monte S. Savino (AR)  
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com  
 C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

## **ALLEGATO 3**

Parametri Sismici

## Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

### Sito in esame.

latitudine: 43,677690 [°]

longitudine: 11,531213 [°]

Classe d'uso: IV. Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	20506	43,667720	11,485780	3818,5
Sito 2	20507	43,668880	11,554880	2140,7
Sito 3	20285	43,718860	11,553270	4909,3
Sito 4	20284	43,717700	11,484180	5838,6

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente cu: 2

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	60	0,062	2,581	0,276
Danno (SLD)	63	101	0,074	2,586	0,285
Salvaguardia della vita (SLV)	10	949	0,170	2,398	0,313

Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1950	0,211	2,416	0,319
--------------------------------------	---	------	-------	-------	-------

### Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,200	1,420	1,000	0,015	0,007	0,729	0,200
SLD	1,200	1,410	1,000	0,018	0,009	0,876	0,200
SLV	1,200	1,390	1,000	0,049	0,024	1,996	0,240
SLC	1,200	1,380	1,000	0,071	0,035	2,478	0,280

Geostru