

## COMUNE DI REGGELLO

### PROGETTO DI RESTAURO E RECUPERO FUNZIONALE DELLA FONTANA DELCROIX IN LOCALITA' SALTINO



#### **IL SINDACO**

Comune di Reggello

#### **PROF. ARCH. MASSIMO RICCI**

Consulente Scientifico

#### **DOTT. ARCH. LORENZO BANCHI**

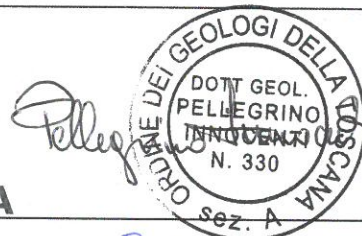
Progettista

#### **DOTT. GEOL. PELLEGRINO INNOCENTI**

S.T.G. Studio Tecnico Geologico - Geologo

#### **RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA**

**DATA 16 Febbraio 2016**



# ***S.T.G. studio tecnico geologico***

di Dr. Pellegrino Innocenti

Via Brunelleschi, 5 - 50065 Pontassieve

Tel. 055 8323113

cod. fisc. NNC PLG 52M24 H222W

part. IVA 03163370483

PROVINCIA DI FIRENZE

COMUNE DI REGGELLO

LOCALITÀ: Piazzale Roma - SALTINO

*Restauro, recupero funzionale e sistemazione della  
FONTANA DELCROIX e dell'area adiacente .*



COLLABORATORI: DOTT. GEOL MASINI SIMONE DOTT. GEOL INNOCENTI LORENZO	ELABORATO	RELAZIONE GEOLOGICA
---	-----------	---------------------

REVISIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	Gennaio 2016			INNOCENTI DOTT. P. Pellegrino Innocenti 03163370483 sezz. A

## INDICE

1. Premessa.....	2
2. Descrizione dell'opera o della proposta progettuale – vita nominale dell'opera. ....	3
3. Riferimenti alla normativa vigente. ....	5
4. Inquadramento geomorfologico e geologico.....	5
4.1 Geomorfologia.....	5
4.2 Geologia.....	7
5. Considerazioni idrogeologiche.....	8
6. Indagini geognostiche dirette e modello geologico del lotto in oggetto.....	10
6.1 Indagini.....	10
6.2 Modello geologico.....	11
7. Pericolosità geologica.....	11
7.1 Pericolosità e Fattibilità geologica da Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico vigente	11
7.2 Analisi cartografia Piano di Bacino.....	12
8. Azione sismica.....	12
8.1 Classificazione sismica.....	12
8.2 Risposta sismica locale.....	12
8.3) Categoria di sottosuolo.....	13
8.4) Condizioni tipografiche.....	13
8.5 Parametri sismici.....	13
8.3 Potenziale di liquefazione dei terreni.....	15
9. Caratterizzazione e modellazione geologico tecnica dei terreni dell'area in studio, valori nominali.....	15
9.1 determinazione dei parametri caratteristici.....	15
10. Conclusioni.....	17

## Indice delle figure

Figura 1: ubicazione dell'area in studio .....	4
Figura 2 : ubicazione attuale del monumento. Nella foto è visibile anche l'area oggi utilizzata come parcheggio auto.....	6
Figura 3 : Carta Geologica dell'area - estratto da CARG . Regione Toscana elemento n° 276070 ....	8
Figura 4: Ubicazione dei pozzi presenti in zona Saltino - Estratto dal catasto Pozzi e Derivazioni della Provincia di Firenze.....	9
Figura 5: Andamento della velocità Vs con la profondità.....	10
Figura 6: Pericolosità dell'area - estratto dal P.R.G. Comunale.....	12
Figura 7: l'area oggetto di intervento ricade in Classe di Fattibilità II - estratto dal R.U. vigente. Non è prevista per la zona in studio, per ovvi motivi, la classe di pericolosità idrogeologica.....	12



## 1. Premessa

La fontana “Delcroix” si trova in località Saltino, frazione del Comune di Reggello; monumento risalente al 1924 e foggiate dallo scultore, architetto, pittore ed urbanista Americano-Norvegese Hendrik Cristian Andersen (Bergen 1872 – Roma 1940) su progetto di massima dell’Ing. reggellese Mario Liccioli (a cui si devono Villa Formenti, i Villini Pratellesi e Gori e della terrazza Belvedere a Saltino), ha subito nel tempo delocalizzazioni (la prima risalente al 1948) e rifacimenti che lo hanno in parte deturpato e privato del suo originario riferimento storico che ne ispirò la realizzazione, cioè la commemorazione dell’“eroe” e mutilato della Grande Guerra Carlo Delcroix in rappresentanza di tutti i soldati italiani caduti o feriti nel conflitto del 1915-1918.

Nelle sottostanti foto sono visibili (foto 1 e 1bis) l’originaria forma del monumento e la sua posizione.



Foto 1: posizione originaria della monumentale fontana presso l'incrocio tra la strada principale Reggello Vallombrosa e l'accesso Hotel Savoia area oggi di fronte all'Ufficio Informazioni Turistiche

Nella seguente Fig. n°2 è evidente, congiuntamente alla posizione odierna dell’opera, l’alterazione apportata al monumento della Fontana.





Foto 2: attuale posizione della Fontana al bordo occidentale di P.le Roma, poco distante dal "Bar Saltino".

Oggi la "Amministrazione Comunale di Reggello", congiuntamente al "Comitato per la ricostruzione e restauro della fontana posta a Saltino intitolata all'On. Carlo Delcroix", volendo restituire alla Fontana l'originaria funzione monumentale, si propone, secondo quanto previsto nel Progetto di "RESTAURO, RECUPERO FUNZIONALE E SISTEMAZIONE DELLA FONTANA DELCROIX E DELL'AREA ADIACENTE" redatto dal Prof. Arch. Massimo Ricci, lo spostamento dell'opera in una posizione più centrale della stessa zona, più adatta alla sua funzione storico monumentale.

La presente nota espone i caratteri geologico tecnici dei terreni su cui tale opera tutt'oggi insiste in relazione alle modifiche progettuali previste dal Pr. M.Ricci, secondo quanto previsto dalle attuali Norme di Legge.

## ***2. Descrizione dell'opera o della proposta progettuale – vita nominale dell'opera.***

L'area dove oggi è collocata la fontana ha una forma pressoché triangolare ed è compresa tra il tracciato viario principale "Reggello - Vallombrosa" a est (in Saltino questa strada prende il nome di Via G. Carducci - P.le Roma) e la via "2 Giugno" (ex via della Chiesa) ad ovest: questa area oggi è desinata in parte a giardino ed in parte a parcheggio.

La sottostante corografia evidenzia la zona in studio nell'estratto cartografico in scala 1:5.000 della C.T.R. della Regione Toscana.

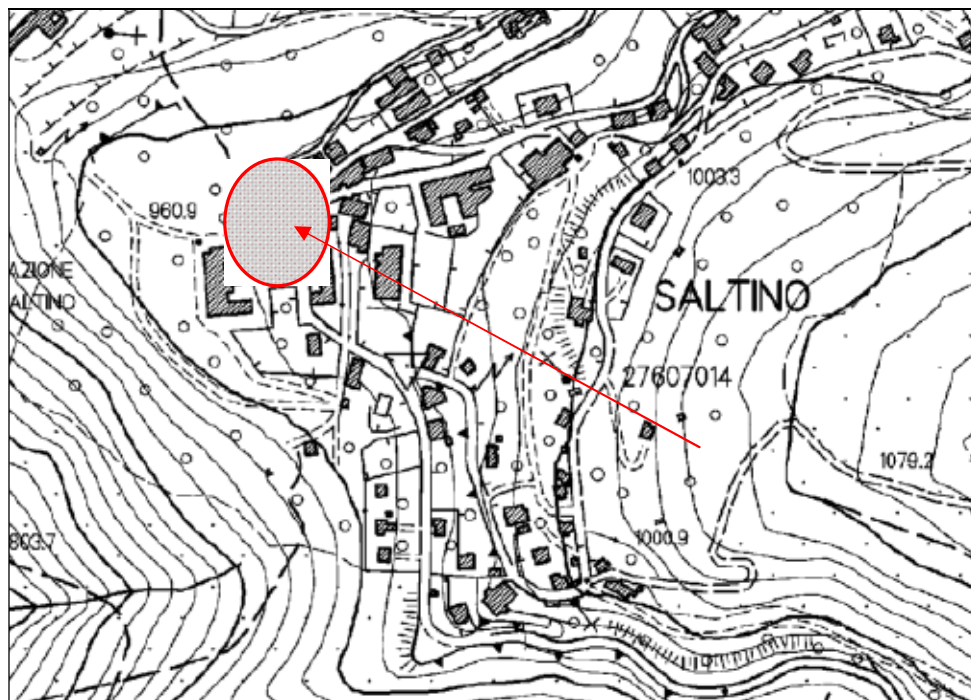


Figura 1: ubicazione dell'area in studio

Il progetto in oggetto prevede sia lo spostamento della fontana in una posizione più centrale dello stesso lotto di terreno sia l'adeguamento dello spazio a questa conterminare con la realizzazione di una area "attrezzata", "libera dalle auto" e restituita alla funzione pubblica di giardino.

Al di là dei riferimenti architettonici e paesaggistici che informano il progetto stesso e per la cui conoscenza si rimanda agli "ATTI RELATIVI AL PROGETTO DI RECUPERO – LA FONTANA DELCROIX", di recente pubblicazione (2013; a cura dell'Arch. Mina Tamborrino) e alla più circostanziata relazione di progetto, dal punto di vista geologico tecnico si tratta di analizzare quegli aspetti connessi ad una dislocazione di poco distante dall'attuale posizione ed alla sistemazione urbana del terreno a questa conterminare; sistemazione necessaria a rendere la zona fruibile al pubblico, adeguare l'accesso da via della Chiesa con una scala e razionalizzare una breve scarpata che costituirà il raccordo tra il piano su cui sorge la fontana e la stessa via della Chiesa. L'attuale sistemazione della zona che oggi ospita la fontana e quella di progetto sono trasmesse in allegato alla presente relazione.

2.2 La vita nominale  $V_N$  delle opere strutturali previste nell'area in studio, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e desunta dalla tipologia di opera riportata nella Tabella di Legge e precisata nei documenti di progetto; essa risulta avere un  $V_N$  pari almeno a 50 anni (*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute di importanza normale*).

2.3 La classe d'uso dell'opera, in presenza di un'azione sismica che possa generare conseguenze tali da arrecare una interruzione di operatività o un eventuale collasso, suddivisa secondo le classi d'uso definite dalla legge, risulta essere la Classe II – costruzioni con "Normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente"

2.4 Il periodo di riferimento dell'opera per le azioni sismiche  $V_R$  è pari al prodotto tra  $V_N * C_u$ , dove  $V_N$  è la vita nominale e  $C_u$  è il coefficiente d'uso, il cui valore si ricava dalla seguente tabella:

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente di uso  $C_u$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in oggetto  $V_R = 50 * 1 = 50$  anni

### 3. Riferimenti alla normativa vigente.

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla normativa vigente di seguito specificata:

- *D.P.C.M. 06/05/2005*  
*Piano di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.), Stralcio Assetto idrogeologico*
- *D.P.G.R. 36/R del 9/7/2009*
- *D.P.G.R. 48/R del 8/8/2003*  
*Regolamento Forestale della Toscana*
- *Decreto Ministeriale 14.01.2008*  
*Testo unitario- Norme tecniche per le Costruzioni*
- *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*  
*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*  
*Circolare 2 febbraio 2009*  
  
*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*  
  
*Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale Allegato al*  
*voto n.36 del 27.07.2007*
- *Eurocodice 8 (1998)*
- *Ord. P.C.M. n° 3274 del 20.03.03 e successive modifiche ed integrazioni*
- *Ord. P.C.M. n°431 del 19.06.06 ("Riclassificazione sismica del territorio regionale")*
- *D.P.C.M. 06/05/2005*  
*Piano di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.), Stralcio Assetto idrogeologico*
- *D.P.G.R. 36/R del 9/7/2009*

### 4. Inquadramento geomorfologico e geologico.

4.1 *Geomorfologia.* La zona oggetto di studio si trova nel centro urbano della frazione di Saltino laddove è presente un "largo" oggi in parte adibito a giardino pubblico ed in parte utilizzato come parcheggio auto.



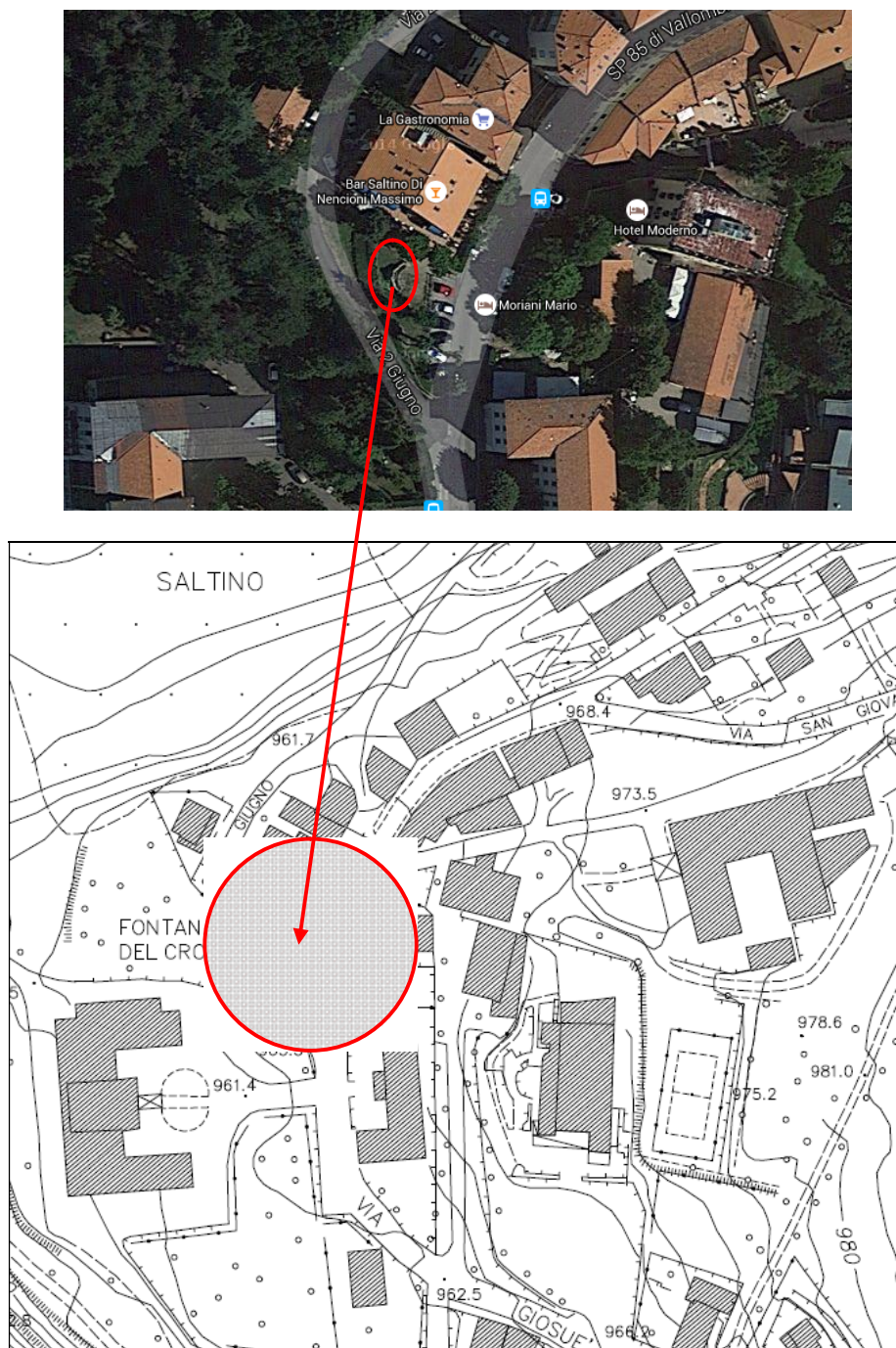


Figura 2 : ubicazione attuale del monumento. Nella foto è visibile anche l'area oggi utilizzata come parcheggio auto.

L'area in esame è posta ad una quota di circa 963 m.s.l.m., lungo il versante occidentale di una diramazione secondaria che discende dalla dorsale montuosa di Secchieta (1432 m.s.l.m.) – Pratomagno (1590 m.s.l.m.).

In quella zona l'acclive versante esposto a sud-ovest di Bocca Del Lupo – Monte Cuccuruzzo (1306 m.s.l.m. – contrafforte secondario del Monte Secchieta) si interrompe, brevemente, assumendo in quel tratto un assetto quasi pianeggiante, a modo di "terrazza", prima di scendere, nuovamente e rapidamente verso il fondovalle del Valdarno Superiore. In sostanza la morfologia naturale, in quell'area, viene a formare quasi un gradino naturale che, soprattutto nella parte che guarda verso Reggello, dove è presente un orlo dirupato di una scarpata, dà luogo ad una specie di "salto".

L'assetto morfologico generale della pendice, nella zona oggetto di studio, è però mascherato dalle reiterate modificazioni antropiche connesse alla realizzazione del nucleo turistico di Saltino: P.le Roma è compreso tra il Grand Hotel Vallombrosa ad ovest, ex Hotel Milton, l'Hotel Moderno ad est ed il centro commerciale di Saltino a settentrione. La modificazione più rilevante risale al secolo diciannovesimo quando in quella zona era presente il tracciato ferroviario S. Ellero – Saltino (il trenino a cremagliera) il cui percorso finale giungeva alla località turistica seguendo, grossomodo, la parte di via "2 giugno" prossima all'incrocio, prima di concludersi alla stazione di arrivo, oggi "Villa Rognetta". In seguito le modificazioni furono per lo più connesse alla urbanizzazione dell'area con più modesti spianamenti e riporti, utili solo a facilitare l'accesso ad una area di fruizione pubblica (giardino – parcheggio).

Nel sopralluogo effettuato nell'area, non sono state rilevate situazioni da ricollegare a fenomeni d'instabilità generale di versante, né si possono rilevare segni di dissesti locali se non quelli connessi al divagare delle acque meteoriche provenienti dalla strada e dalla zona di parcheggio a questa finitima.

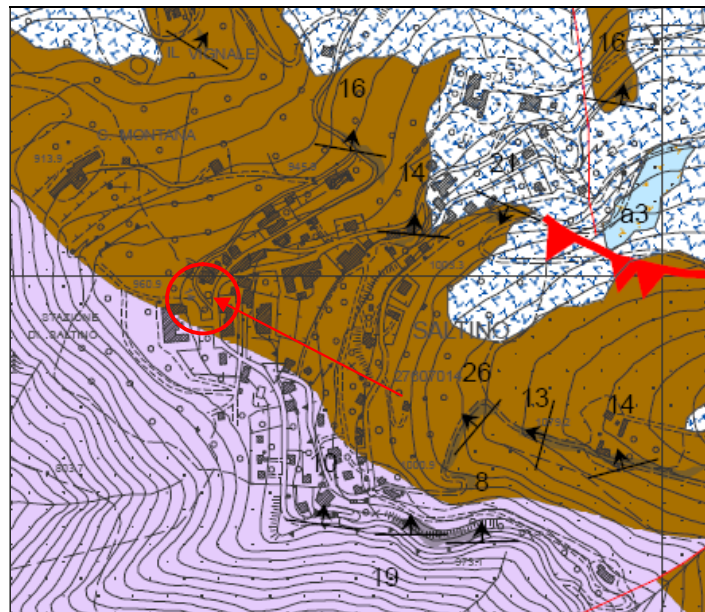
**4.2 Geologia.** Dal punto di vista geologico i terreni dell'area in oggetto sono essenzialmente costituiti da una coltre detritica, per lo più di esiguo spessore, che copre litologie appartenenti alla formazione flyscioide delle "Unità del Cervarola – Falterona; Membro di Montalto" (FAL3 - Vedi Carta Geologica seguente – fig. n°3; macigno nella Carta Geologica d'Italia F. 107). Quest'ultimo è definito costituito da un'alternanza d'arenarie quarzoso-feldspatiche a grana per lo più media o medio-grossolana in strati da decimetrici fino a qualche metro e con intercalazioni centimetriche – decimetriche di peliti siltose. Oltre all'alternanza flyscioide prima descritta, si ha anche una alternanza del sintema precedente con pacchi flysciodi metrici composti da strati sottili di arenarie fini e siltiti. Almeno il 50% degli strati torbiditici silicoclastici presenta Ta-c compreso tra il 30% ed il 70% dello spessore totale.

Gli affioramenti litologici che vengono a giorno lungo nei pressi di Villa Formenti, lungo la strada che discende a Reggello, sono per lo più del primo sintema e si presentano da poco a mediamente fratturate, con rare intercalazioni di livelli siltitici ed argillitici, più teneri. Lo spessore degli strati arenacei è variabile tra i 15-20 cm, nella parte più alta dell'affioramento, fino a 2.0-2.5 mt del livello "di base". Per contro gli interstrati siltitici ed argillitici sono sempre di limitato spessore (al massimo di qualche cm). L'ammasso, in sostanza, è prevalentemente arenaceo. Quelli più prossimi alla via della chiesa sono invece tipici del secondo sintema, cioè di starti arenacei "fini" e meno potenti con siltiti marnose ad aspetto scaglioso.





Gli affioramento analizzati, evidenziano la presenza di un orizzonte detritico superficiale di spessore variabile ma in genere inferiore al metro, poggiante direttamente sulle arenarie "rilassate" del macigno (cappellaccio) prima di passare, verso il basso, a bancate arenarie significativamente più "consistenti" e meno "rilassate". La disposizione dell'ammasso presenta una predominanza di inclinazione verso settentrione, oppure verso Nord – Ovest con valori compresi tra 10° e 25°.

Nella zona oggetto dell'attuale progetto, lo spessore "detritico" superficiale, sulla base delle osservazioni di campagna, è ipotizzabile inferiore al metro.

Figura 3 : Carta Geologica dell'area - estratto da CARG . Regione Toscana elemento n° 276070



### Legenda

-  Sovrascorrimento principale
-  Coperture detritiche indifferenziate –a3
-  Depositi eluvio colluviali –b2
-  Area oggetto di studio

Unità Cervarola Falterona

- FAL2** Membro di Camaldoli – arenarie turbiditiche quarzoso feldspatiche con grana da media a grossolana di colore grigio – verdastre. Locali intercalazioni di peliti siltose grigie- (oligocene medio-sup – Miocene inf.)
- FAL3** Membro di Montalto – Arenarie a granulometria per lo più media o medio-grossolana in starti da decimetrici fino a qualche metro e con intercalazioni centimetriche –decimetriche di peliti siltose alternate a pacchi metrici di strati sottili di arenarie fini e siltiti. Almeno il 50% degli strati torbiditici silicoclastici presenta Ta-c compreso tra il 30% ed il 70% dello spessore totale.

## 5. Considerazioni idrogeologiche.

5.1 I caratteri idrogeologici della zona sono quelli tipici delle litologie litoidi ivi affioranti e cioè:

le arenarie, in starti o banchi di spessore variabile, sono depositi di scarsa porosità primaria mentre le siltiti, anche se di spessore in genere ridotto, sono da considerare praticamente impermeabili.

La formazione, quindi, nel suo complesso è permeabile solo in corrispondenza di fasce di intensa fatturazione, per cui solo una circolazione idrica connessa con sistemi di fratture profonde può dar luogo ad emergenze – sorgenti – talora con portata non trascurabile. Nella zona oggetto di studio non è rilevabile una presenza di sorgenti di un qualche interesse e l'ammasso flyscioide non pare interessato da una fatturazione significativa.



A testimonianza di una sostanziale scarsità, nella zona in studio di emergenze naturali di acqua è la fontana monumentale stessa, inaugurata in occasione del compimento dell'acquedotto Vallombrosa Saltino, vista la cronica assenza della risorsa, nel periodo estivo, per gli alberghi presenti nella frazione "turistica".

In sostanza i terreni che formano il substrato del lotto oggetto dell'intervento e delle zone a queste contermini non paiono contenere una falda idrica di un qualche interesse in prossimità della superficie.

I pozzi esistenti in prossimità della zona, uno nel resede retrostante l'Hotel Croce di Savoia e nei pressi della chiesa parrocchiale (ad uso potabile - acquedottistico), così come emerge dal Catasto dei Pozzi della provincia di Firenze sfruttano una falda idrica molto profonda posta almeno oltre i 60 m dal piano di campagna. Nella figura sottostante Fig. n° , estratta dal "Catasto Pozzi e Derivazioni" della Provincia di Firenze, sono riportati i pozzi esistenti in zona.

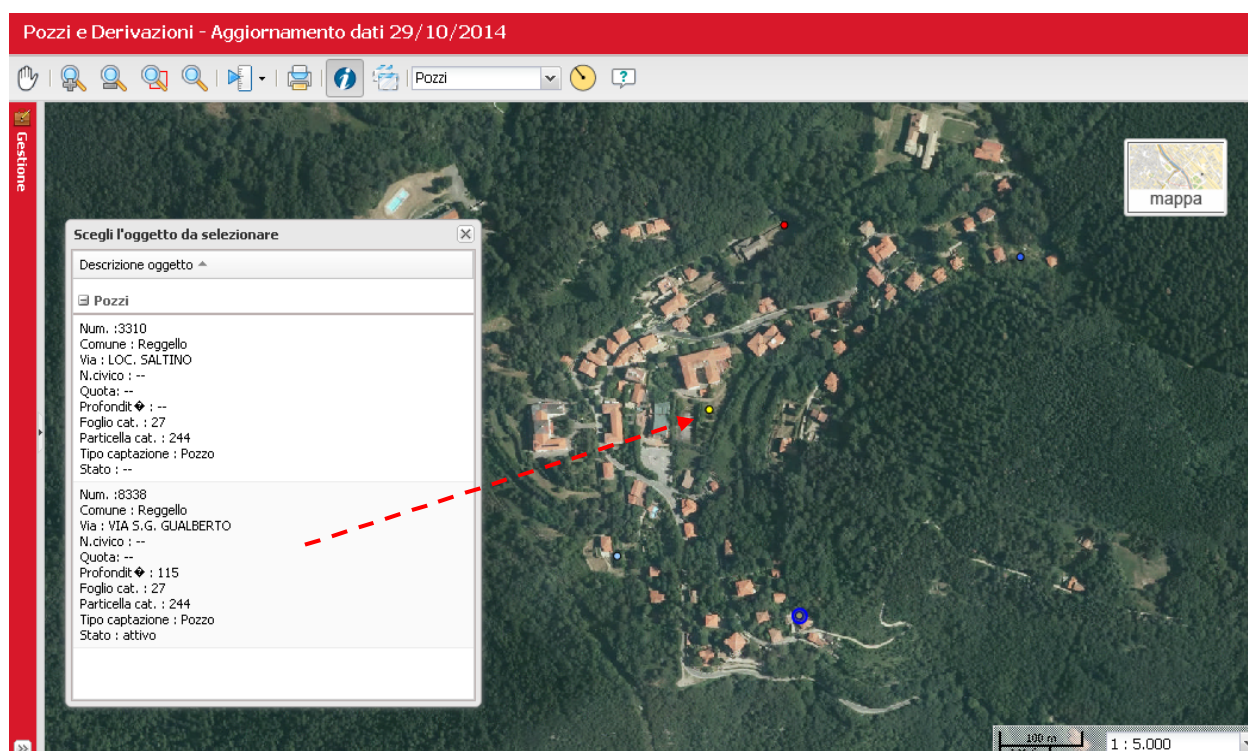


Figura 4: Ubicazione dei pozzi presenti in zona Saltino - Estratto dal catasto Pozzi e Derivazioni della Provincia di Firenze.

5.2. La circolazione superficiale è naturalmente connessa all'urbanizzazione del centro turistico e quindi con canalette di raccolta delle acque di pioggia che le dovrebbero convogliare nella locale rete fognaria. Di fatto dette opere non paiono essere oggetto di una corretta manutenzione cosicché, come sopra detto, l'unico aspetto morfologico che genera un certo disordine è proprio quello connesso allo scorrimento delle acque superficiali che scorrono lungo le strade che spesso finiscono con l'assumere esse stesse di fatto la via di scorrimento verso valle.

## 6. Indagini geognostiche dirette e modello geologico del lotto in oggetto.

### 6.1 Indagini.

Le considerazioni geologiche finora esposte e la finalità dello studio a supporto del progetto prima sommariamente descritto, fanno ritenere allo scrivente che non siano necessarie puntuali indagini di sottosuolo se non quelle ritenute necessarie alla determinazione dei caratteri sismici propri di quella zona. Gli affioramenti rilevabili a saltino, lungo la strada che collega la località con il capoluogo comunale, Reggello e in Via della Chiesa all’innesto con via “2 giugno”, presentano una esigua copertura, in genere inferiore al metro, per poi essere costituiti dai litotipi tipici, arenaceo – siltosi, del “Membro di Montalto”.

I due pozzi sopra menzionati non offrono differenti successioni litologiche nonostante la profondità da loro raggiunta, superiore ai 100 m.

Di recente nella zona in studio è stata eseguita un’indagine sismica mediante metodo MASW per la valutazione della velocità di propagazione delle onde Vs di taglio finalizzata alla definizione del tipo di suolo presente nell’area ai sensi di quanto previsto dalla vigente normativa. È stata inoltre condotta una misura dei microtremiti per la valutazione del rapporto H/V per valutare la presenza di fenomeni di risonanza

I risultati acquisiti sono evidenziati nella sottostante figura n° 5 dove si nota che al di sotto dei 1,5 – 2,0 metri di copertura, composta da suolo campale (limi, argilloso sabbiosi con ghiaie e resti vegetali poco addensati) si trova una fascia di materiali composti da “detriti” (in senso lato) derivanti dall’alterazione del substrato (cappellaccio della roccia in posto) fino alla profondità di circa 7 m dal piano di campagna; oltrepassato questo orizzonte si entra nella substrato che tende a divenire sempre più compatto all’aumentare della profondità.

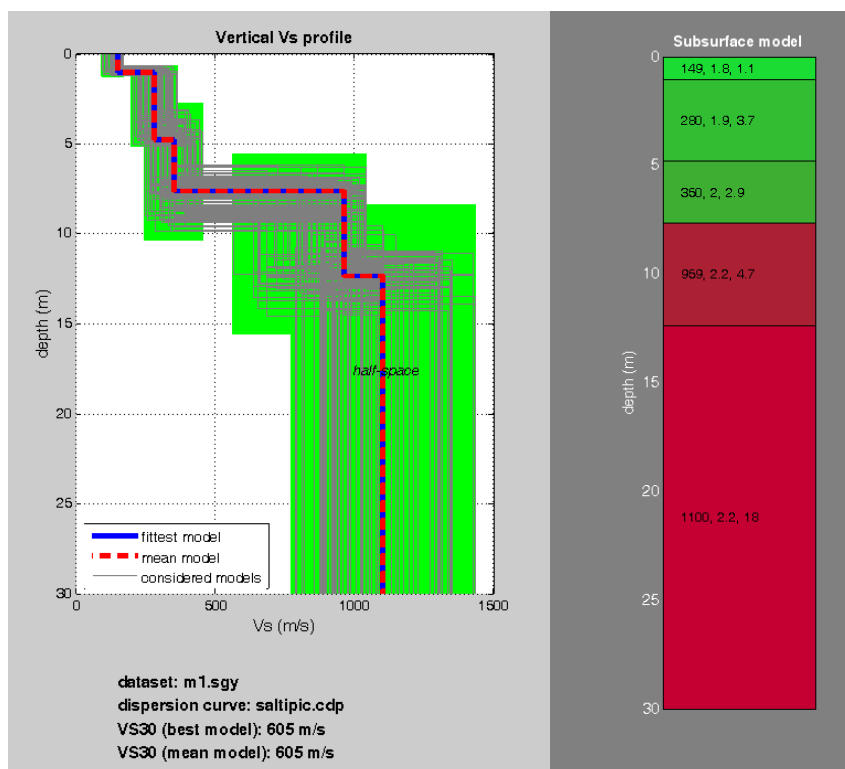


Figura 5: Andamento della velocità Vs con la profondità.

## 6.2 Modello geologico.

In sostanza il modello geologico atteso è rappresentato da una copertura detritica al massimo compresa tra 1,0 e 2,0 m soprastante il substrato composto da un flysc arenaceo siltoso continuo almeno fino a profondità maggiori di 100 m dal p.c. Da notare però che fino alla profondità di 7,0 – 10,0 m dal piano di campagna l'ammasso arenaceo presenta una certa fatturazione o, meglio, un "rilassamento" dei materiali litoidi più prossimi alla superficie, come evidenziato dai valori delle Vs inferiori ai 969 m/s fino a tale profondità.

## 7. Pericolosità geologica.

### 7.1 Pericolosità e Fattibilità geologica da Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico vigente

Come si evince dalle cartografie di pericolosità allegate al P.S. comunale il lotto in esame ricade nella seguente classe di pericolosità:

Classe G2, aree a pericolosità geologica bassa;

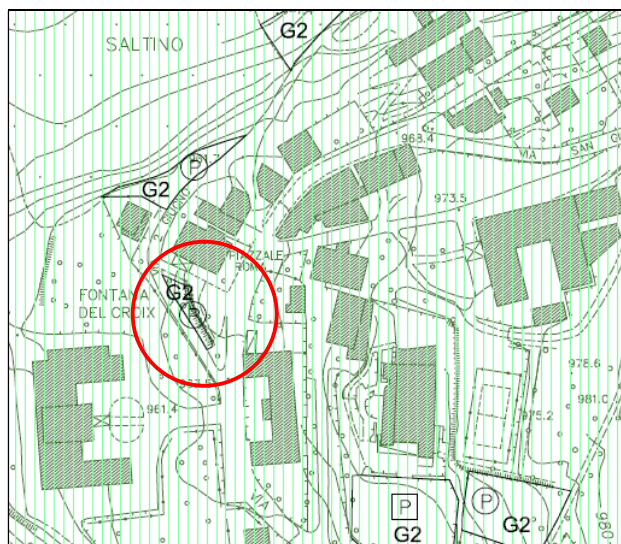




Figura 6: Pericolosità dell'area - estratto dal P.R.G. Comunale.



Figura 7: l'area oggetto di intervento ricade in Classe di Fattibilità II - estratto dal R.U. vigente. Non è prevista per la zona in studio, per ovvi motivi, la classe di pericolosità idraulica.

## 7.2 Analisi cartografia Piano di Bacino

Il sito in studio nella carta “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del F. Arno - livello di sintesi – stralcio 70” risulta classificata tra le aree a pericolosità moderata da processi geomorfologici di versante (P.F.1): aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti .

La stessa zona non risulta presente in alcuna perimetrazione delle carte predisposte per il piano di difesa da fenomeni alluvionali.

## 8. Azione sismica

### 8.1 Classificazione sismica

In data 26 maggio 2014 è stata pubblicato con Del. G.R.T. n°421, l’aggiornamento degli allegati 1 e 2 della Del. G.R.T. n°878 (aggiornamento della classificazione sismica regionale): il Comune di Reggello risulta classificato in “Zona sismica 3”.

### 8.2 Risposta sismica locale

Per definire l’azione sismica di progetto si valuta l’effetto della “risposta sismica locale” , definita come “l’azione sismica quale emerge in superficie a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido”.

Le modifiche sopra citate corrispondono a:

effetti stratigrafici legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche, alla geometria del contatto tra substrato rigido e terreni sovrastanti;

effetti topografici legati alla configurazione topografica del piano campagna.

### 8.3) Categoria di sottosuolo:

L'Ordinanza P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro VS30 che è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i) \quad (1)$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

In base a quanto emerso dall'indagine MASW, nei terreni sotto stanti la fontana monumentale è presente *“una velocità  $V_s$  30 pari a 586 m/s; per quanto concerne la velocità di propagazione delle onde di taglio è possibile classificare il terreno in esame come un suolo di categoria B che prevede velocità delle onde  $V_s$  comprese tra 360 e 800m/s. Vista, però, la prossimità del substrato sismico e la presenza di una copertura relativamente lenta e la presenza di un evidente picco di risonanza, il terreno in esame va considerato un suolo di tipo E”* (estratto dalla nota tecnica di commento ai risultati dell'indagine sismica – redattore Dott. Geol. A. Iotti).

I terreni posti al di sotto delle fondazioni del futuro manufatto rientrando pertanto nella **categoria di suolo E**.

### 8.4) Condizioni topografiche.

Alla luce della tabella 3.2 IV delle NTC 2008, l'area in esame rientra nella categoria T1 (superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ ).

### 8.5 Parametri sismici

Alla luce di quanto detto sopra, sono stati ricavati tramite il software della GEOSTRU, i parametri sismici del sito in oggetto:

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine:	43,730474	longitudine:	11,537764
Classe:	2	Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 20284	Lat: 43,7177	Lon: 11,4842	Distanza: 4534,130
Sito 2	ID: 20285	Lat: 43,7189	Lon: 11,5533	Distanza: 1794,526
Sito 3	ID: 20063	Lat: 43,7689	Lon: 11,5517	Distanza: 4411,595
Sito 4	ID: 20062	Lat: 43,7677	Lon: 11,4825	Distanza: 6068,024

## Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni Coefficiente cu: 1

### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30[anni]  
ag: 0,051 g  
Fo: 2,528  
Tc\*: 0,256[s]

### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475[anni]  
ag: 0,143 g  
Fo: 2,442  
Tc\*: 0,305[s]

### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50[anni]  
ag: 0,062 g  
Fo: 2,554  
Tc\*: 0,273[s]

### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975[anni]  
ag: 0,184 g  
Fo: 2,404  
Tc\*: 0,314[s]

## Coefficienti Sismici

### SLO:

Ss: 1,600  
Cc: 1,980  
St: 1,000  
Kh: 0,016  
Kv: 0,008  
Amax: 0,802  
Beta: 0,200

St: 1,000  
Kh: 0,020  
Kv: 0,010  
Amax: 0,970  
Beta: 0,200

### SLV:

Ss: 1,600  
Cc: 1,850  
St: 1,000  
Kh: 0,055  
Kv: 0,028

### SLD:

Ss: 1,600  
Cc: 1,930



Amax:	2,249	St:	1,000
Beta:	0,240	Kh:	0,067
SLC:		Kv:	0,033
Ss:	1,510	Amax:	2,720
Cc:	1,830		
Beta:	0,240		

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

Coordinate WGS84      latitudine: 43.729518      longitudine: 11.536788

### *8.3 Potenziale di liquefazione dei terreni*

Ai sensi del punto 7.11.3.4.1 delle Norme 2008, per **liquefazione** si intendono quei “fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o all’accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate”. Al punto successivo, la norma elenca alcune circostanze che consentono l’esclusione dalla verifica a liquefazione. Nel nostro caso, essendo presenti nelle coperture e nel substrato una prevalenza significativa di materiali lapidei, anche se fratturati, tale verifica viene omessa.

## **9. Caratterizzazione e modellazione geologico tecnica dei terreni dell’area in studio, valori nominali.**

### *9.1 determinazione dei parametri caratteristici*

Per valore caratteristico dei un parametro geotecnico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

Nel caso di fondazioni superficiali, quali quelle in progetto, poiché nello stato limite considerato viene coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità si ritiene corretta la scelta di adottare i

valori caratteristici = valori medi

I valori caratteristici indicati nei valori “medi” dell’ammasso arenaceo sono anche indicati dal fatto che la ricollocazione del monumento avverrà con la realizzazione di una platea posta al disotto dell’attuale piano di campagna al di là dei materiali di copertura più superficiali che contengono anche una frazione non insignificante dei resti vegetali: inoltre, poiché le caratteristiche geotecniche del suolo sono fortemente ed ovviamente variabili in relazione a fattori locali e non costituirebbero un buono strato dove appoggiare le

future fondazioni, si rende necessario impostare le fondazioni almeno al di sotto di 0,8 – 1,5 m di profondità dal piano campagna dove inizia la fascia detritica del cappellaccio del flysch arenaceo.

Dal punto di vista geologico tecnico il substrato, facendo riferimento alla classificazione A.G.I. per le formazioni complesse, è un ammasso roccioso che può essere riferito alla classe AP e AP-PA (Arenaceous-Pelitic Associations ed Arenaceous-Pelitic and Pelitic-Arenaceous Associations) per la componente litologica, mentre per quanto concerne le caratteristiche geostretturali ricade nella classe B1 (arenarie ben cementate di alta resistenza che prima dello scavo è priva di discontinuità significative). L'arenaria in questione (peso di volume  $\gamma = 2.45-2.55 \text{ kN/dm}^3$ ) è una roccia di media resistenza (resistenza alla compressione monoassiale dell'ammasso  $8 \div 9 \text{ MPa}$ ); le siltiti e gli argilloscisti possono essere assimilati ad argille "molto dure", le cui proprietà meccaniche dipendono dal loro stato di fratturazione ed alterazione (D'Elia ed altri, 1986).

La resistenza al taglio minima si ha al contatto arenarie-argilloscisti o nell'ambito dei livelli argilloscistosi che presentano superfici lucide e striate. Lungo questi livelli i parametri di resistenza al taglio possono essere stimati:  $\phi' = 15 - 18^\circ$  e  $c' = 100 \text{ kPa}$  (D'Elia ed altri, 1986).

Nelle zone in cui la roccia è interamente fratturata e distorta, con stratificazione poco evidente e per bassi livelli di sollecitazione, all'ammasso può essere attribuito un angolo d'attrito  $\phi'$  variabile tra  $30^\circ$  e  $40^\circ$  - a seconda della percentuale relativa della frazione argillosa - ed una coesione praticamente nulla.

Come già detto i litotipi della formazione risultano ricoperti da un orizzonte detritico costituito da frammenti e grossi blocchi di arenaria in matrice sabbioso-limosa, debolmente argillosa, addensata. Lo spessore di detto orizzonte è assai variabile lungo la pendice, ma non pare mai superare i tre m. Dal punto di vista meccanico, questi materiali, che presentano frammenti e blocchi di varia pezzatura a spigoli "vivi" immersi in materiale costituito da sabbie limoso-argillose, sono assimilabili ad un deposito ghiaioso immerso localmente in una matrice di equivalente granulometria. Considerando che i caratteri più scadenti sono quelli attribuibili alla matrice stessa si ritiene cautelativo attribuire a questi materiali i seguenti valori:  $\gamma = 19-21 \text{ kN/m}^3$ ,  $\phi' = 18-22^\circ$ ,  $c' = 0 - 3 \text{ kPa}$ .

In sostanza i valori **caratteristici** di riferimento possono essere così sintetizzati.

Copertura detritica – cappellaccio da 1,5/2,0 – 7,0/8,0 m

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3,$$

$$\phi' = 22^\circ,$$

$$c' = 3 \text{ kPa}$$

Substrato arenaceo siltoso oltre i 7,0/8,0 m di profondità

$$\gamma = 24 \text{ kN/m}^3,$$

$$\phi' = 33^\circ,$$

$$c' = 100 \text{ kPa}$$

## **10. Conclusioni**

Da quanto su esposto si può concludere che l'area in oggetto risulta avere caratteri geologico-tecnici non contrastanti con la destinazione di progetto. L'opera in progetto, non prevede inoltre sostanziali modifiche all'attuale andamento del versante e non costituisce una rilevante incidenza sul terreno risultando pertanto fattibile.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque superficiali si consiglia di considerare e curare anche la sistemazione idraulica al contorno dell'area di intervento, riattivando e adeguando o potenziando i recapiti al fine di rimuovere il disordine idraulico superficiale che oggi si osserva nella zona.

Allegati:

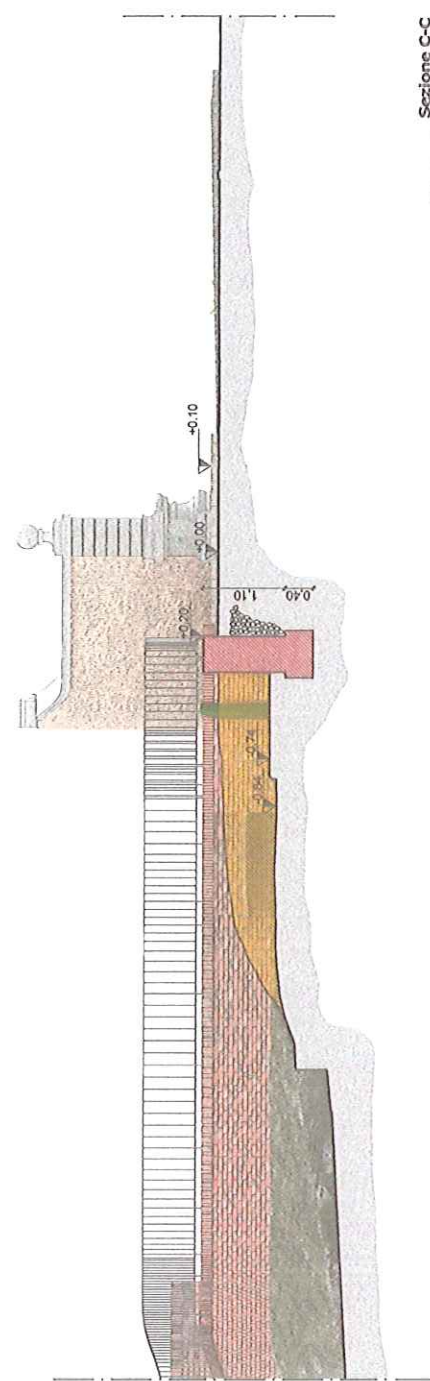
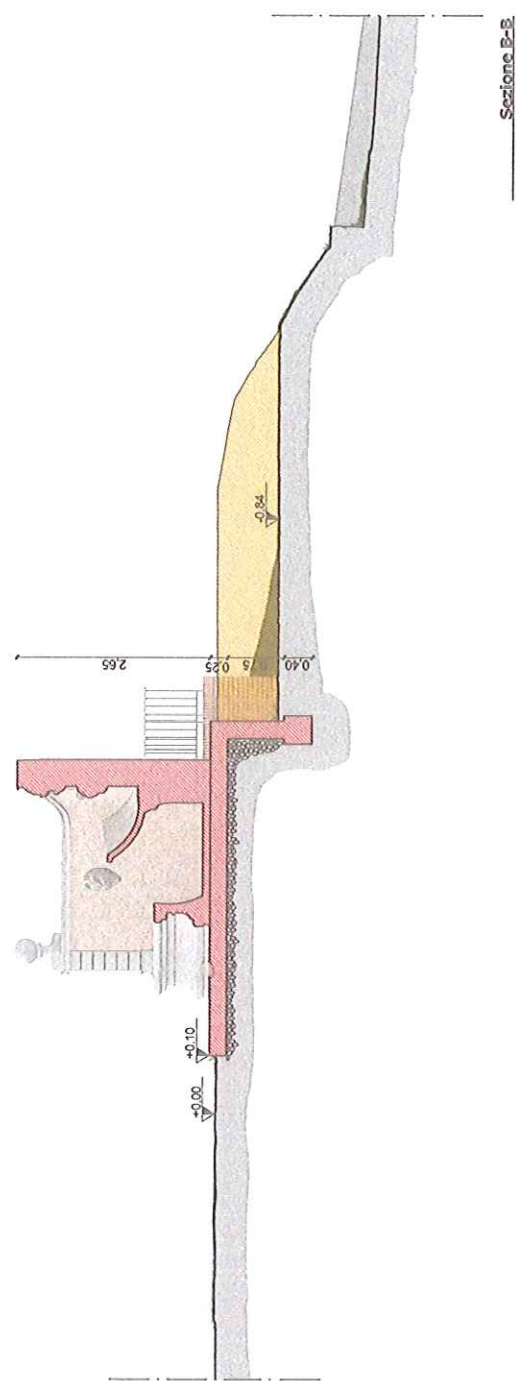
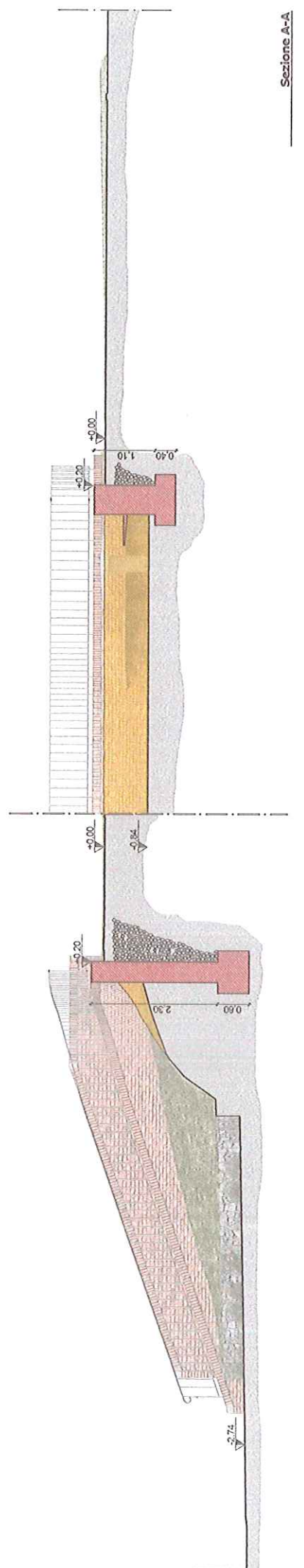
Tavole Progettuali ;

Indagine masw;

Individuazione sismica da Geostru Soft.

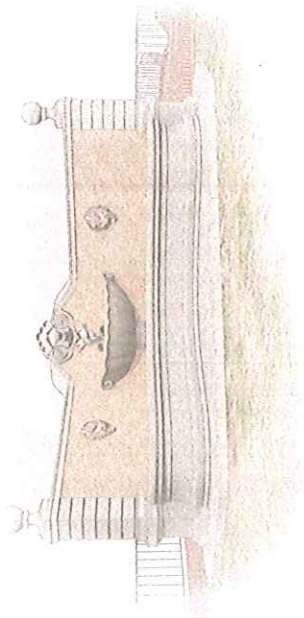






# COMUNE DI REGGELLO

RESTAURO, RECUPERO FUNZIONALE E SISTEMAZIONE DELLA FONTANA DEL CROIX E DELL'AREA ADIACENTE. LOCALITA' SALTINO



COMMITTENTE \_\_\_\_\_

PROGETTISTA \_\_\_\_\_

STATO DELLE MODIFICHE \_\_\_\_\_

SEZIONI 1:50 \_\_\_\_\_

TAV 4

DATA \_\_\_\_\_

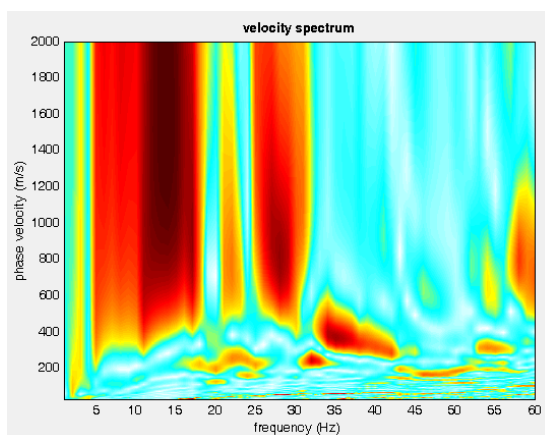
**Dott. Geol. Alberto Iotti – n° 1438 - OdG Regione Toscana**  
Località Castiglioni 56      50068 Rufina (FI)  
Tel. 055/8397218      Fax: 055/8397218

**C.F. TTI LRT 67 S04 F 704I**

**PART.IVA 02574710964**

**Comune di Reggello**

**Località Saltino**



**Indagine MASW**

**Misura HVSR**



**Committente:**

**STG Pontassieve**

**Gennaio 2016**

**PREMESSA**

Su incarico dello studio STG di Pontassieve è stata condotta un'indagine sismica mediante metodo MASW per la valutazione della velocità di propagazione delle onde Vs di taglio finalizzata alla definizione del tipo di suolo presente nell'area ai sensi di quanto previsto dalla vigente normativa. È stata inoltre condotta una misura dei microtremori per la valutazione del rapporto H/V per valutare la presenza di fenomeni di risonanza. Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi svolta.

**1.1 Indagine MASW**

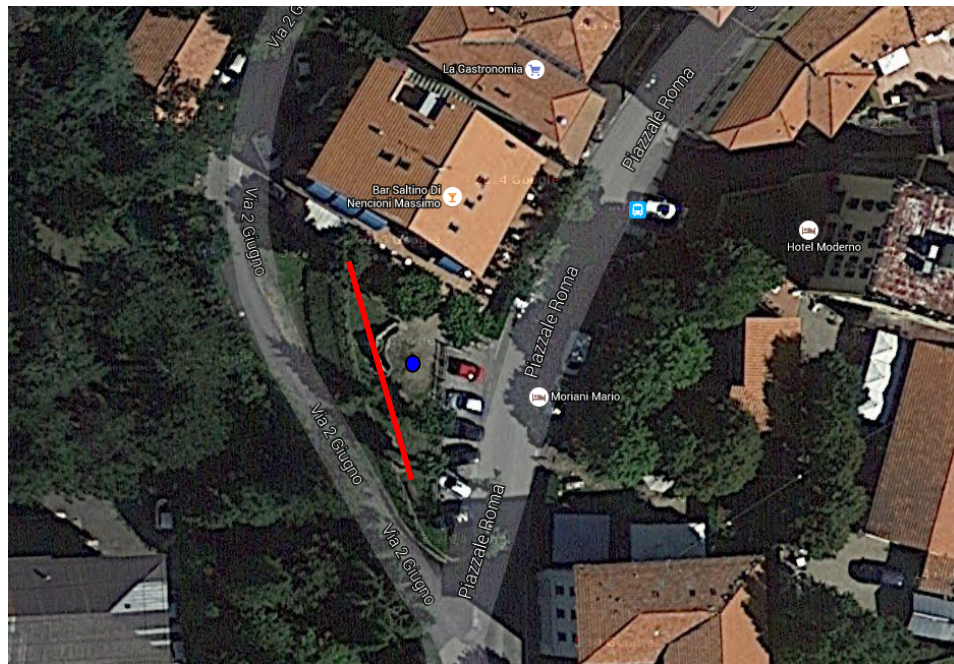
È stato eseguito uno stendimento per l'acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m Vs30. È stato impiegato il metodo *attivo* che consente in genere di ottenere una velocità di fase (quindi una curva di dispersione) sperimentale apparente nell'intervallo di frequenza compreso tra 5 e 70 Hz che da quindi informazioni sulla fascia più superficiale di terreno.

Le fasi previste del procedimento applicato prevedono:

1. calcolo della velocità di fase e ricostruzione della curva di dispersione
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali vs per interazione e confronto con i dati sperimentali fino ad una sovrapposizione ottimale
4. calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità
5. Riconoscimento della categoria sismica del suolo secondo la normativa sismica OPCM 3274 e le NTC 2008.

**1.1.1 Ubicazione dell'area in esame**

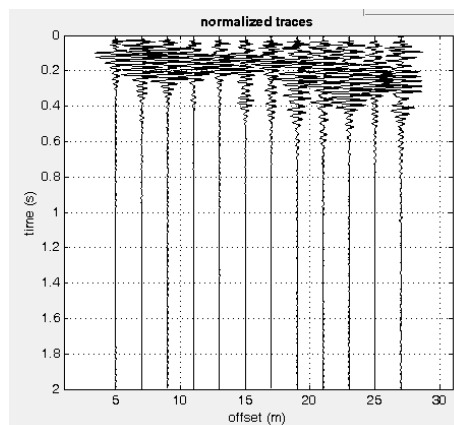
L'area in esame si trova nel Comune di Reggello località Saltino. La Figura 1 riporta un'immagine dello stendimento realizzato.



*Fig- 1 – Ubicazione dello stendimento realizzato*

### 1.1.2 Acquisizione dei dati

I dati sono stati acquisiti con un sismografo Daq Link III della Seismic Source 24 bit 24 canali lungo una linea sismica con interasse geofonico pari a 1 m intervallo di campionamento di 2 ms e finestra di campionamento pari a 2 s. La Figura 2 riporta le tracce registrate dei dati acquisiti.



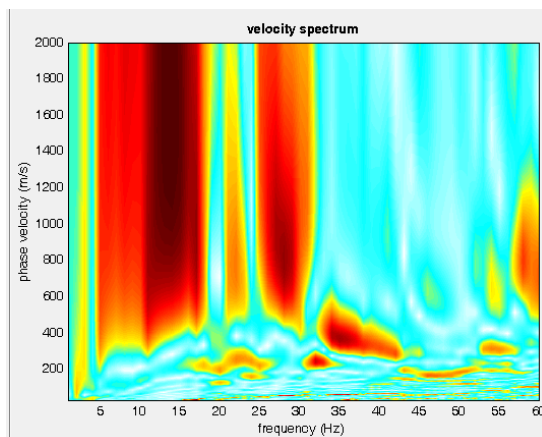
*Figura 2 - Tracce dei dati acquisiti*

### 1.1.3 Ricostruzione della curva di dispersione

A partire dalla rappresentazione delle velocità verticali dell'intero campo di moto nel dominio frequenza numero d'onda (Figura 3) viene estratta la curva di dispersione



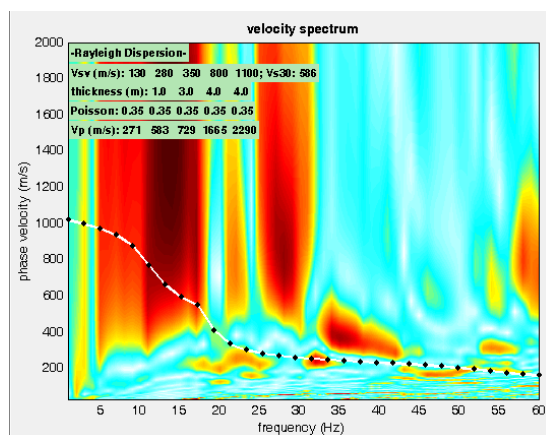
apparente sperimentale nell'intervallo di frequenza compreso tra 2 e 70 Hz che come detto caratterizza gli strati più superficiali (30 m).



*Figura 3 - Spettro delle velocità dell'intero campo di moto*

#### 1.1.4 Confronto tra la curva sperimentale e quelle calcolata

Una volta ricostruita e discretizzata la curva di dispersione sperimentale ne viene generata una calcolata e sovrapposta a quella sperimentale modificando la curva calcolata fino ad avere una buona sovrapposizione con quella sperimentale (Figura 5).



*Figura 5 - Confronto tra la curva sperimentale e quella calcolata*

È a questo punto possibile passare a definire un profilo di velocità del substrato sul quale calcolare la Vs 30 (Figura 6).

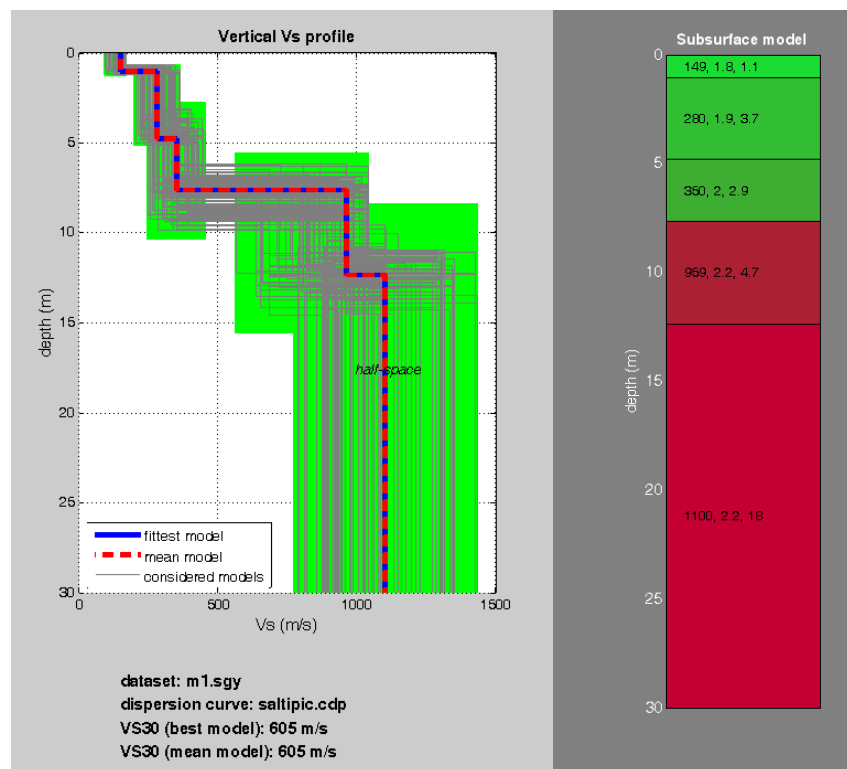


Figura 6 – Andamento della velocità Vs con la profondità

## 1.2 Misure HVSR

### 1.2.1 Rumore sismico ambientale

Il rumore sismico ambientale è conosciuto anche con il termine microtremore, dato che si manifesta con oscillazioni di piccola ampiezza (1~10  $\mu\text{m}$ ) e nettamente inferiori rispetto a quelle presenti nel campo prossimo all'epicentro di un terremoto. È costituito in piccola parte da onde di volume (P o S) e per lo più da onde superficiali (in particolare onde di Rayleigh) prodotte da interferenza delle prime e con velocità prossime alle onde S. La sua permanente presenza sull'intera superficie terrestre è dovuta a fenomeni atmosferici, ad attività antropica, ad attività dinamica terrestre.

L'acquisizione dei microtremori viene effettuata con strumenti a metodologia passiva, in quanto agiscono direttamente come sorgente di eccitazione e non richiedono pertanto l'utilizzo di battute o esplosioni classiche della sismica attiva.

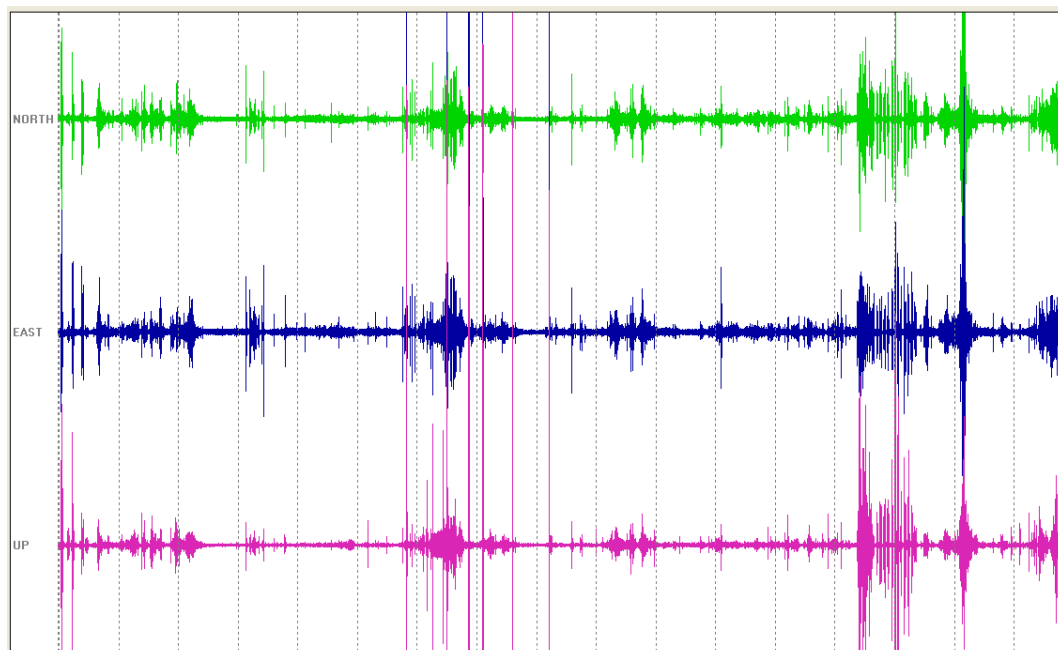
La tecnica maggiormente sfruttata per lo studio dei microtremori è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale e conosciuta come HVSR

(Horizontal to Vertical Spectral Ratio). È opinione accettata in letteratura che le singole componenti del rumore ambientale possono presentare ampie variazioni in funzione dei disturbi naturali ed antropici, mentre il rapporto delle componenti orizzontali e della componente verticale tende a rimanere costante conservando così il picco della frequenza di risonanza fondamentale. Le registrazioni dei microtremori sono un supporto per ricavare indicazioni in merito alle variazioni litostratigrafiche e per la determinazione della velocità delle onde di taglio, in considerazione di ciò sono utilizzate anche per il calcolo del parametro VS30. È stata eseguita una misura di rumore ubicata alla metà dello stendimento MASW.

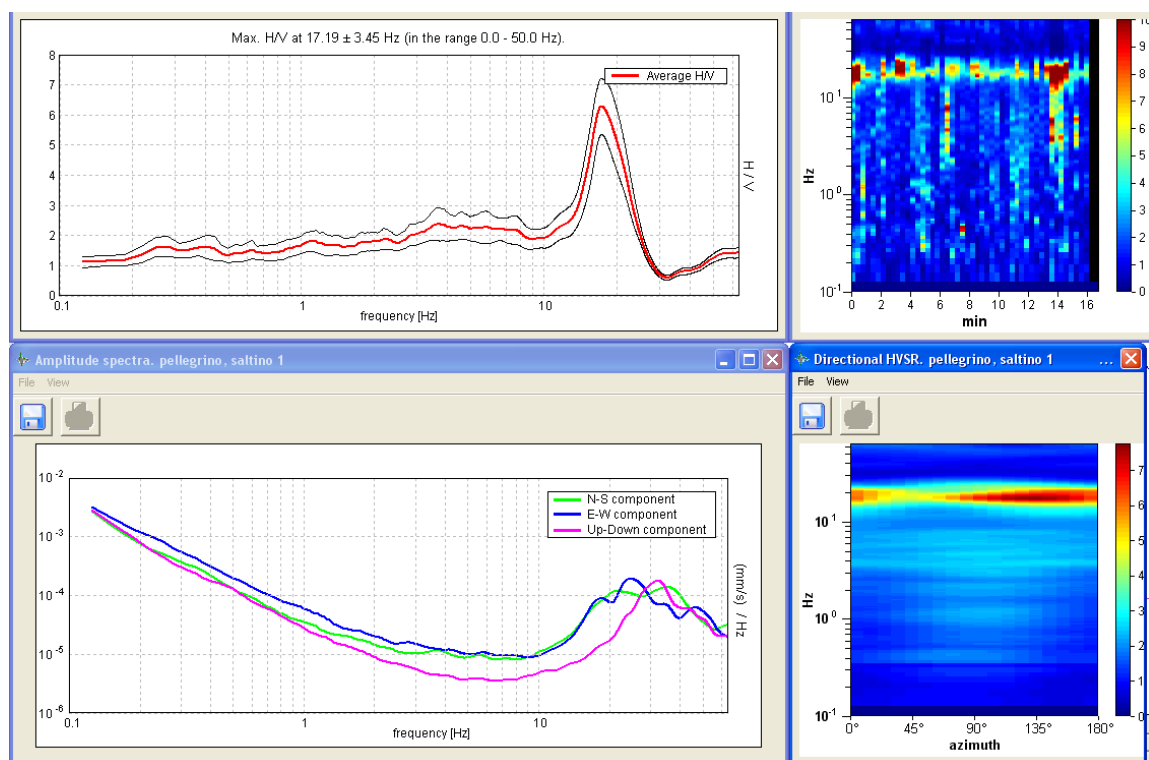
### **1.2.2 Interpretazione dei risultati**

Dal segnale misurato è possibile per ogni componente ottenere lo spettro di risposta frequenza contro velocità su frequenza, sintetizzato per le tre componenti (in senso orario figura 4). Osservando gli spettri delle singole componenti è possibile notare, dall'andamento uniforme delle tre linee, come le misure siano state eseguite correttamente, effettuando un buon accoppiamento tra strumento e terreno. Dall'analisi degli spettri è possibile ottenere per le varie frequenze il rapporto H/V che indica la presenza di fenomeni di risonanza (in senso orario figura 1). È inoltre possibile verificare la stabilità e la direzionalità del segnale per valutare la significatività dei picchi registrati (in senso orario figura 2 e 3) e quindi riconoscere eventuali influenze esterne sulla misura.

Per il punto di indagine viene riportato il digrammi relativo, nel dettaglio la figura 9 riportano le registrazioni dei dati, la figure 10 riporta invece l'analisi dei dati.



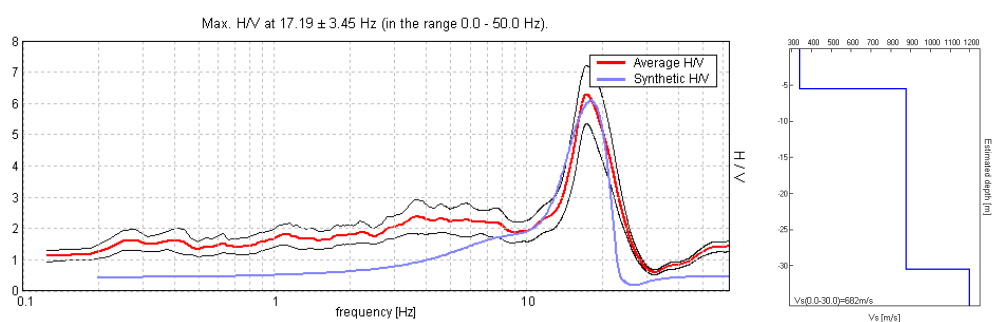
**Figura 9 - Diagrammi relativi alla registrazione dei dati punto di misura HVSR1**



**Figura 10 - Diagrammi relativi alla interpretazione misure punto di misura HVSR 1**

Nel sito in esame si ha un evidente picco di ampiezza superiore a 2 con frequenza 17.58 Hz. e ampiezza 6.27. Una ipotesi di inversione sulla curva H/V è riportata in figura 11, il modello utilizzato è in accordo con i dati derivati dall'analisi MASW.





**Figura 11 – Confronto tra la curva sperimentale e quella relativa alla stratigrafia ipotizzata**

### 1.2.3 Riconoscimento della Vs 30 e del profilo di appartenenza

La velocità Vs 30 per il terreno in esame è pari a 586 m/s; per quanto concerne la velocità di propagazione delle onde di taglio è possibile classificare il terreno in esame come un suolo di categoria B che prevede velocità delle onde Vs comprese tra 360 e 800m/s. vista la prossimità del substrato sismico e la presenza di una copertura relativamente lenta e la presenza di un evidente picco di risonanza, il terreno in esame va considerato un suolo di tipo E.

Firenze gennaio '16



Via  n°

Comune  Cap

Provincia

**WGS84 (°)**

Latitudine

Longitudine

Isole



☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
(2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

(1)\* Coordinate WGS84 (°)  
Latitudine  Longitudine

(1)\* Coordinate ED50 (°)  
Latitudine  Longitudine

Classe dell'edificio

**$C_u = 1$**

Vita nominale (Opere provvisorie  $\leq 10$ , Opere ordinarie  $\geq 50$ , Grandi opere  $\geq 100$ )

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,051	2,528	0,256
Danno (SLD)	50	0,062	2,554	0,273
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,143	2,442	0,305
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,184	2,404	0,314
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

#### CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

<b>Ss *</b> Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,60"/>	<input type="text" value="1,60"/>	<input type="text" value="1,60"/>	<input type="text" value="1,51"/>
<b>Cc *</b> Coeff. funz categoria	<input type="text" value="1,98"/>	<input type="text" value="1,93"/>	<input type="text" value="1,85"/>	<input type="text" value="1,83"/>
<b>St *</b> Amplificazione topografica	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,020	0,055	0,067
kv	0,008	0,010	0,028	0,033
Amax [m/s²]	0,802	0,970	2,249	2,720
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

\* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.