

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DAL FIUME SIEVE DENOMINATO "SCOPETI"

PROGETTO ESECUTIVO - AUTORIZZAZIONE UNICA

TAVOLA

B.01

B - RELAZIONE GEOLOGICA

INDAGINE GEOGNOSTICA, RELAZIONE GEOLOGICA,
MODELLAZIONE SISMICA E MODELLAZIONE GEOTECNICA DI
SUPPORTO AL PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:

RE Partner srl
P.IVA 01971820467
Sede Legale: Viale Giusti n.133, Lucca (LU)
Sede Operativa: Via Pisana n.314/B, Scandicci (FI)

PROGETTAZIONE GENERALE - ARCHITETTONICA - IDRAULICA - PAESAGGISTICA



HydroGeo Ingegneria s.r.l.

Via Cardinal Latino, 20 - 50126 Firenze
Tel 055 6587050 - Fax 055 0676043
e-mail info@studiohydrogeo.it

DIRETTORE TECNICO:

ING. TIZIANO STAIANO

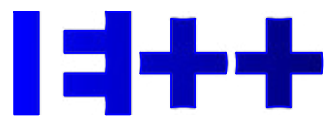
PROGETTISTI:

ING. TIZIANO STAIANO

ING. GIACOMO GAZZINI

ARCH. MARIA CHIARA LUPI

OPERE MECCANICHE E ELETTRICHE



E++ Srl - Via Ceirano 9, 12100 Cuneo (CN)
Ph. +39 0171 413963 - Fax +39 0171 414981
www.eplusplus.net - info@eplusplus.net

ELETTRODOTTI



TECNOENGINEERING S.r.l.

Società di Ingegneria SERVIZI E PRESTAZIONI TECNICHE

Sede Legale e Operativa:
Via Arrigo da Settignano, 22 - 50135 FIRENZE - Tel. 055/600495-606269
Fax 055/619535 - e-mail: studio@tecnoengineering.com



Azienda certificata
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO CSQ N° 9175 TE 16

Sede Operativa di Arezzo:
Via Fiorentina, 63 - 52014 Poppi (AR) - Tel. 0575/536369
Fax. 0575/500804 - e-mail: studiodue@tecnoengineering.com

Sito internet: <http://www.tecnoengineering.com> - P. IVA 04499500488

OPERE STRUTTURALI



Studio di Ingegneria Ing. Massimiliano Del Bino
Via di Sottopoggio, n° 12/A - 55012 Guano - Capannori (LU)
Tel./Fax: 0583-947513, Cell.: 348-7307847

ASPETTI GEOLOGICI



Lung'Arno Guido Reni 55
52027 - San Giovanni Valdaro (FI)
Tel 055 9155832

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Marzo 2017

L.Pagliazzi

T.Staiano

A.Tonelli

INDICE

1 PREMESSA.....	3
2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO DI INTERVENTO	5
3.1 DESCRIZIONE DEI LUOGHI	5
3.2 GEOMORFOLOGIA	5
3.3 GEOLOGIA	5
3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	6
3.5 STUDI DI SUPPORTO A S.U.G: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA	6
4 INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI	8
4.1 CRITERI DI INDAGINE	8
4.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICO-STRATIGRAFICHE.....	8
4.3 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI.....	10
4.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	11
5 MODELLAZIONE SISMICA.....	12
6 VINCOLO IDROGEOLOGICO (D.P.G.R. N.48/R DEL 08/08/2003)	15

Indice delle figure

Figura 1 – stratigrafia ricavata dai saggi s3 ed s4	9
Figura 2: Ubicazione dell'impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio BLU) su estratto da Google earth	17
Figura 3: Ubicazione dell'impianto in progetto denominato "Scopeti" su estratto CTR (scala 1:10.000).	18
Figura 4: Ubicazione dell'impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu) su estratto DB_geologico Regione Toscana.	20
Figura 5: Estratto della Carta geologica (scala 1:10.000): impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu)	22
Figura 6: Estratto della Carta geomorfologica (scala 1:10.000): impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu).....	23
Figura 7: Estratto della Carta della pericolosità geomorfologica (scala 1:10.000): impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu)	24
Figura 8: Estratto della Carta della pericolosità idraulica: impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu)	25
Figura 9: Estratto della Carta geolitologica: impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu).....	27
Figura 10: Estratto della Carta geomorfologica (Piano Assetto Idrogeologico Comune di Rufina). impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu).	28
Figura 11: Estratto della Carta della pericolosità (dal Sito del Sistema Informativo Territoriale del Valdarno e Valdisieve). impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu).....	29
Figura 12: Estratto Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) – scala originale 1:10.000. Impianto in progetto denominato "Scopeti" (cerchio rosso) ed area interessata dalla realizzazione delle opere accessorie (tralicci, centralina e cavidotto) (cerchio blu)	31
Figura 13: ubicazioni indagini	33
Figura 14 – ubicazioni saggi	35

Indice delle tabelle

Tabella 1: valori caratteristici opera briglia "scopeti"	10
Tabella 2: valori caratteristici opere accessorie (tralicci, cabina elettrica e cavidotto).....	11
Tabella 3: Categorie di sottosuolo - Tabella 3.2.II (NTC).....	12
Tabella 4: dati relativi alla costruzione.....	13

1 Premessa

Per incarico della Società RE Partner S.r.l. vengono esposti e commentati i risultati dell'indagine geologica e geologico-tecnica di supporto al progetto esecutivo di realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile dal Fiume Sieve, denominato "Scopeti", posto in corrispondenza di una briglia esistente, a cavallo dei Comuni di Pontassieve e Rufina (FI).

Il progetto esecutivo prevede l'installazione di una:

- Turbina Kaplan TK4 Biregolante, con portata massima di 8 mc/s, salto netto 3,0 m, diametro girante di 1600 mm, numero di giri 167 rpm e una potenza dell'asse della turbina di 209 kW;
- Generatore asincrono con potenza di 270 kW e numero di giri 1000 rpm;
- Moltiplicatore con numero albero lento di 167 rpm, numero albero veloce di 1000 rpm ed un rapporto di moltiplicazione 6.

L'intervento prevede inoltre la realizzazione delle seguenti opere accessorie:

- nuovo tratto di linea elettrica di media tensione con la posa in opera di due nuovi tralicci;
- cabina elettrica di trasformazione;
- nuovo cavidotto tra la cabina e l'impianto idroelettrico in corrispondenza della briglia "Scopeti".

Per i dettagli del progetto si rimanda agli elaborati tecnici a cura dei tecnici progettisti.

Tale elaborato è stato redatto ai sensi del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", della Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 2 febbraio 2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008" e del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 luglio 2009 n. 36/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle "modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico" ed è finalizzato alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito in cui verrà realizzato il nuovo impianto. In particolare l'elaborato è finalizzato alla definizione del "Modello geologico" dell'area in esame e del "Modello geotecnico" del sottosuolo e alla definizione dei parametri geotecnici caratteristici del terreno ed il comportamento geomeccanico del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato dall'intervento in progetto ("volume significativo").

Per l'intervento in progetto si ritiene che non sia applicabile la classe d'indagine geologica, geofisica e geotecnica, così come definita all'art. 7 comma 3 del D.P.G.R. n. 36/R del 09/07/2009.

L'area è soggetta a vincolo idrogeologico dato che gli argini del Fiume Sieve ricadono in aree boscate ai sensi dell'art.42 comma 5 L.R. n.39/2000 e s.m.i. e del Regolamento Forestale della Toscana n.48/R del 08/08/03 e s.m.i.

2 Quadro normativo di riferimento

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

- Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.

- Consiglio Superiore Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008 – Circolare n.617 del 2 febbraio 2009.

- Consiglio Superiore 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)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: fondazioni, strutture, di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

- Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali - UNI

- Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI

- Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito - UNI

- D.P.G.R. 09/07/2009 N.36/R

Regolamento di Attuazione dell'art.117, commi 1 e 2 della L.R. 1/2005 – Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.

- D.P.C.M. 06/05/2005

Piano di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.) - Stralcio Assetto Idrogeologico.

- Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico comunale

- R.D. 3267/1923 e L.R. 39/00 e relativo regolamento D.P.G.R. 08/08/2003 n 48/R e s.m.i.

3 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito di intervento

3.1 DESCRIZIONE DEI LUOGHI

L'impianto idroelettrico su briglia in esame è posta lungo il corso del Fiume Sieve, poco a monte dell'abitato di Scopeti, subito a valle della confluenza con il Torrente degli Uscioli. Nelle immediate vicinanze dell'intervento sono state progettate inoltre le opere accessorie che includono la realizzazione di: nuovo tratto di linea elettrica di media tensione con la posa in opera di due nuovi tralicci; cabina elettrica di trasformazione e nuovo cavidotto tra la cabina e l'impianto idroelettrico su briglia "Scopeti", localizzati a nord del Borro delle Casoraie, ad est del borgo Giro di Sotto (Allegato 1).

3.2 GEOMORFOLOGIA

Sulla base delle cartografie del Piano Strutturale del Comune di Pontassieve (Allegato 2), del Comune di Rufina (Allegato 3) e della Carta Geologica Regionale è stato effettuato un rilievo speditivo di campagna di una zona ampia nell'intorno delle sponde della briglia e nell'area dove saranno realizzate le opere accessorie.

La zona che risulta mediamente pianeggiante (pendenze inferiori al 10%), si trova all'interno del letto fluviale della Sieve ed è caratterizzata dalla presenza, al di sotto di alcuni decimetri di suolo, di depositi alluvionali recenti e attuali accumulati dal corso d'acqua stesso.

Il rilievo geomorfologico ha evidenziato l'assenza, di fenomeni gravitativi che interessino le sponde del corso d'acqua, a conferma di quanto evidenziato nelle carte geomorfologiche dei Piani Strutturali (Allegati 2 e 3).

Le uniche forme presenti sono quelle legate alla dinamica fluviale, come le scarpate di origine fluviale.

Non si sono rilevati fenomeni morfogenetici di natura gravitativa attivi e/o quiescenti che possano compromettere la realizzazione degli interventi in progetto.

3.3 GEOLOGIA

L'area su cui è impostata la briglia in esame, posta al centro della pianura alluvionale del Fiume Sieve, è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti e attuali.

Questi sono caratterizzati dalla presenza di ghiaie, sabbie e limi organizzati in corpi lentiformi e tabulari variamente interdigitati tra loro.

Tali depositi si rilevano in tutta la zona pianeggiante dell'area indagata ed in particolare nella totalità del comparto in esame s.s..

Sia in destra che in sinistra idrografica i depositi alluvionali e le coltri eluvio-colluviali sormontano L'Unità Cervarola-Falterona, in particolare le Arenarie del Monte Cervarola (Cev) – (Aquitano-Langhiano superiore). La formazione è costituita da una regolare alternanza di siltiti, arenarie fini e marne argillose; le arenarie sono generalmente di esiguo spessore (3 - 4 cm), ma possono raggiungere spessori anche di 20 - 30 cm. Sono frequentemente laminate e presentano controimpronte alla base tipo "groove casts". Talvolta si ritrovano fra gli strati arenacei delle intercalazioni di calcari marnosi con liste e noduli di selce; altre intercalazioni sono costituite da scisti nerastri e lenti marnose. Durante le osservazioni in campagna si è potuta rilevare la presenza di tre facies prevalenti:

- siltiti: caratterizzate da un'alternanza molto regolare di siltiti e marne fogliettate. Talvolta la stratificazione non è del tutto evidente, poiché i tipi litologici sopra indicati sfumano impercettibilmente l'uno nell'altro;

- siltiti con intercalazioni di arenarie grossolane: anche questa facies è costituita da alternanze di siltiti e marne fogliettate. Oltre ad un aumento di spessore di quest'ultime, vi sono anche intercalazioni di arenarie grossolane, gradate, torbiditiche, con spessori che variano da 0,15 a circa 3,0 metri;

- arenarie con intercalazioni marnose: la facies è costituita da strati arenacei molto fini, o siltiti, ma talvolta sono presenti strati più grossolani che si alternano ad interstrati marnosi piuttosto frequenti.

Le Arenarie del Cervarola si distinguono dalle Arenarie del Falterona oltre che per il colore (distinzione non sempre certa), per il basso rapporto arenaria/pelite, per la frequenza di strati torbiditici calcarei ed infine per il loro contenuto in dolomite.

L'area sulla quale saranno realizzate le opere accessorie (tralicci, cabina elettrica e cavidotto) è caratterizzata invece da depositi di conoide, come visualizzabile in Allegato 2.

3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto concerne le caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nell'area d'interesse, si rileva che i depositi alluvionali presentano una permeabilità, primaria per porosità in genere elevata (granulometrie medio grossolane come sabbie e ghiaie); i corpi limoso argillosi presenti all'interno dei depositi alluvionali presentano invece una permeabilità, primaria per porosità medio bassa.

Il livello della falda è strettamente correlato, vista la prossimità alla Sieve, al livello idrico del fiume.

Si ritiene comunque che per la realizzazione delle opere accessorie, impostando le fondazioni sia della cabina elettrica che dei tralicci a profondità di circa -2,5 m da p.c., la falda non interferisca con i terreni di fondazione. Non si esclude comunque che nei periodi di massimo livello della falda, le fondazioni in progetto vengano in contatto con le acque di sottosuolo.

Tali interventi, non interferendo direttamente con falde permanenti e non apportando modifiche sostanziali al buon regime delle acque superficiali, non produrranno alterazioni dell'attuale regime idrogeologico dell'area (in ottemperanza con quanto stabilito dall'art. 75 comma 5 del D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i. – Regolamento Forestale della Toscana).

3.5 STUDI DI SUPPORTO A S.U.G: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA

Per la realizzazione dell'impianto idroelettrico briglia "Scopeti" si rileva quanto segue

L'area in destra idrografica (Comune di Pontassieve) ricade in pericolosità geomorfologica elevata – classe G.3 e pericolosità idraulica 4 definita ai sensi della ex Delibera 12/2000 (Allegato 2) mentre quella in sinistra (Comune di Rufina) ricade in pericolosità molto elevata per motivi idraulici – classe 4i definita ai sensi della ex Delibera 12/2000 (Allegato 3).

Come da normativa vigente, sono stati presi in considerazione gli elaborati cartografici redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ai sensi del DPCM del 06/05/05 (Piano Stralcio Assetto Idrogeologico - P.A.I.). Da tali elaborati (Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – Livello di sintesi e di dettaglio – scala 1/25.000 e 1:10.000) l'area d'intervento risulta esclusa dalla classificazione di pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante.

La consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (P.G.R.A.) – Autorità di Bacino del fiume Arno ha evidenziato che l'area è inserita in classe di pericolosità idraulica elevata (P3), si precisa comunque che l'intervento risulta fattibile ai sensi dell'art. 7 della Disciplina di Piano (Allegato 4).

CLASSE P3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

In detta classe rientrano le aree inondabili da eventi con $Tr \leq 30$ anni.

Le pericolosità dell'area sono correlate essenzialmente alla presenza del corso d'acqua ed alla sua evoluzione, mentre sono totalmente assenti, vista la morfologia e le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni, problematiche connesse a fenomeni geomorfologici di versante (Allegati 2, 3 e 4).

In relazione a quanto suddetto ed alle caratteristiche progettuali, lo studio di fattibilità ha individuato, per l'intervento in progetto, la seguente categoria di fattibilità:

CATEGORIA F2: FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI

Si precisa che dal punto di vista idraulico non ci sono condizionamenti in quanto si tratta di un'opera idraulica.

Si precisa inoltre che anche dal punto di vista geologico/geomorfologico non sussistono condizionamenti perché l'opera si appoggia sulla traversa esistente e non comporta aumenti di carico degni di nota.

In considerazione della pericolosità del sito e delle destinazioni d'uso suddette sono state realizzate indagini di dettaglio a livello di area complessiva. L'intervento in oggetto fa comunque seguito ad una progettazione supportata da indagini geognostiche tendenti a valutare la stabilità del complesso terreno-fondazione. Per l'intervento in progetto si raccomanda inoltre di seguire con attenzione quanto indicato nei capitoli successivi relativamente alla corretta gestione delle terre e rocce di scavo ai sensi della vigente normativa in materia (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Per la realizzazione delle opere accessorie (tralicci, cabina elettrica e cavidotto) si rileva quanto segue

Le opere accessorie saranno realizzati in destra idrografica, nel Comune di Pontassieve.

L'area ricade in pericolosità geomorfologica bassa – classe G.1 *"area in cui non ci sono fattori predisponenti per il verificarsi di movimenti di massa"* e pericolosità idraulica 3 e 4 definita ai sensi della ex Delibera 12/2000 (Allegato 2).

Come da normativa vigente, sono stati presi in considerazione gli elaborati cartografici redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ai sensi del DPCM del 06/05/05 (Piano Stralcio Assetto Idrogeologico - P.A.I.). Da tali elaborati (Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – Livello di sintesi e di dettaglio – scala 1/25.000 e 1:10.000) l'area d'intervento risulta esclusa dalla classificazione di pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante.

La consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (P.G.R.A.) – Autorità di Bacino del fiume Arno ha evidenziato che l'area è inserita in classe di pericolosità idraulica bassa (P.1) e media (P.2).

Si specifica che la realizzazione della cabina elettrica ricade in classe di pericolosità idraulica P.1. (Tr > 200 anni).

Gli interventi risultano fattibili ai sensi degli articoli 9 e 11 della Disciplina di Piano e non sono indicate particolari prescrizioni di carattere idraulico.

CLASSE P.1 - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA

In detta classe rientrano le aree esondabili per Tr superiore 200 anni.

CLASSE P.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA

In detta classe rientrano le aree esondabili per Tr compreso tra 30 e 200 anni.

Le pericolosità dell'area sono correlate essenzialmente alla presenza del corso d'acqua ed alla sua evoluzione, mentre sono totalmente assenti, vista la morfologia e le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni, problematiche connesse a fenomeni geomorfologici di versante (Allegati 2, 3 e 4).

In relazione a quanto suddetto ed alle caratteristiche progettuali, lo studio di fattibilità ha individuato, per l'intervento in progetto, la seguente categoria di fattibilità:

CATEGORIA F2: FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI

4 Indagini geognostiche e caratterizzazione dei terreni

4.1 CRITERI DI INDAGINE

Al fine di caratterizzare, sia dal punto di vista litostratigrafico che geotecnico i terreni in esame, oltre che per definire la categoria di suolo di fondazione, in corrispondenza della briglia in esame sono state condotte per il presente studio numerose ed approfondite indagini geognostiche.

In particolare nell'ottobre 2014 è stata condotta, in riva destra del corso d'acqua, una approfondita indagine geognostica così strutturata:

- n. 1 prova penetrometrica dinamica superpesante
- n. 1 indagine sismica con metodologia MASW
- n. 2 misure di rumore HVSR
- n. 2 tomografie elettriche

In sinistra idrografica, visto l'affioramento dei litotipi siltitico arenacei, non sono state condotte indagini.

L'ubicazione delle indagini, insieme ai diagrammi delle indagini stesse e alle relazioni, è riportata nell'allegato 5.

Per quanto riguarda la realizzazione delle opere accessorie (tralicci, cabina elettrica e cavidotto), al fine di caratterizzare dal punto di vista litostratigrafico i terreni in esame, sono stati presi a riferimento i risultati ottenuti dalla realizzazione di due saggi geognostici (denominati S3 ed S4), realizzati con escavatore idraulico in prossimità del comprato d'intervento, ed eseguiti a supporto al progetto delle casse di espansione (Allegato 6).

4.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICO-STRATIGRAFICHE

Sulla base dei dati bibliografici, dei dati di archivio e delle risultanze della campagna geognostica è stato ricavato il modello geologico dell'area in esame. Nello specifico:

Per la realizzazione dell'impianto idroelettrico briglia "Scopeti" si rileva quanto segue.

Ad esclusione dell'incisione del Fiume Sieve dove affiorano le arenarie siltitiche riferibili al Falterona, siamo in presenza di depositi alluvionali recenti e attuali originati dal corso d'acqua, aventi uno spessore variabile tra 7,0 e 10,0 metri poggianti su di un substrato arenaceo siltitico.

Superficialmente sono presenti limi e sabbie fini per uno spessore variabile da 2,0 m a circa 4 metri, cui seguono depositi a granulometria media, essenzialmente sabbie con livelli sporadici di ghiaie di spessore metrico.

In sintesi nell'area in esame, viste le caratteristiche meccaniche determinate, si possono individuare i seguenti orizzonti principali, basati sulla sintesi delle prove penetrometriche dinamiche, della sismica a rifrazione e MASW e della tomografia elettrica:

1 – depositi alluvionali dotati di medio-basse caratteristiche geotecniche _ limi sabbiosi (spessore di 2,0/4,0 metri);

2 – depositi alluvionali dotati di medie caratteristiche geotecniche _ sabbia (terreni alluvionali che si spingono fino al substrato, presente a profondità variabili: 7/10 metri);

3 – substrato arenaceo siltitico riferibile alle Arenarie del Cervarola (substrato arenaceo siltitico presente sotto i depositi alluvionali dalla profondità di 7/10 metri ma anche direttamente in affioramento in corrispondenza dell'incisione della Sieve sulla sponda sinistra).

Per la realizzazione delle opere accessorie (tralicci, cabina elettrica e cavidotto), si specifica quanto segue.

La realizzazione di due saggi (S3 e S4) tramite l'utilizzo di un escavatore meccanico, spinti fino a profondità di -3,00/-3,50 m da p.c., con conseguente prelievo di campioni semidisturbati alla profondità compresa tra -0,40 m e -3,0 m dal p.c., ha consentito la ricostruzione dei terreni che caratterizzano il sottosuolo.

La situazione tipo rinvenuta in corrispondenza dei due saggi è infatti caratterizzata da un sottile orizzonte di terreno vegetale costituito da sabbia limosa disseccata (spessore di 0,40 m), cui seguono delle sabbie sciolte (potenza 0,40-0,60 m). Infine alla base di detti terreni e fino alle massime profondità raggiunte dalle operazioni di scavo (-3,00/-3,50 m dai rispettivi p.c.) sono stati nuovamente messi in luce depositi grossolani costituiti da ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa (Figura 1).

Si specifica che il saggio S3 risulta il più vicino al sito d'interesse per la realizzazione delle opere accessorie.

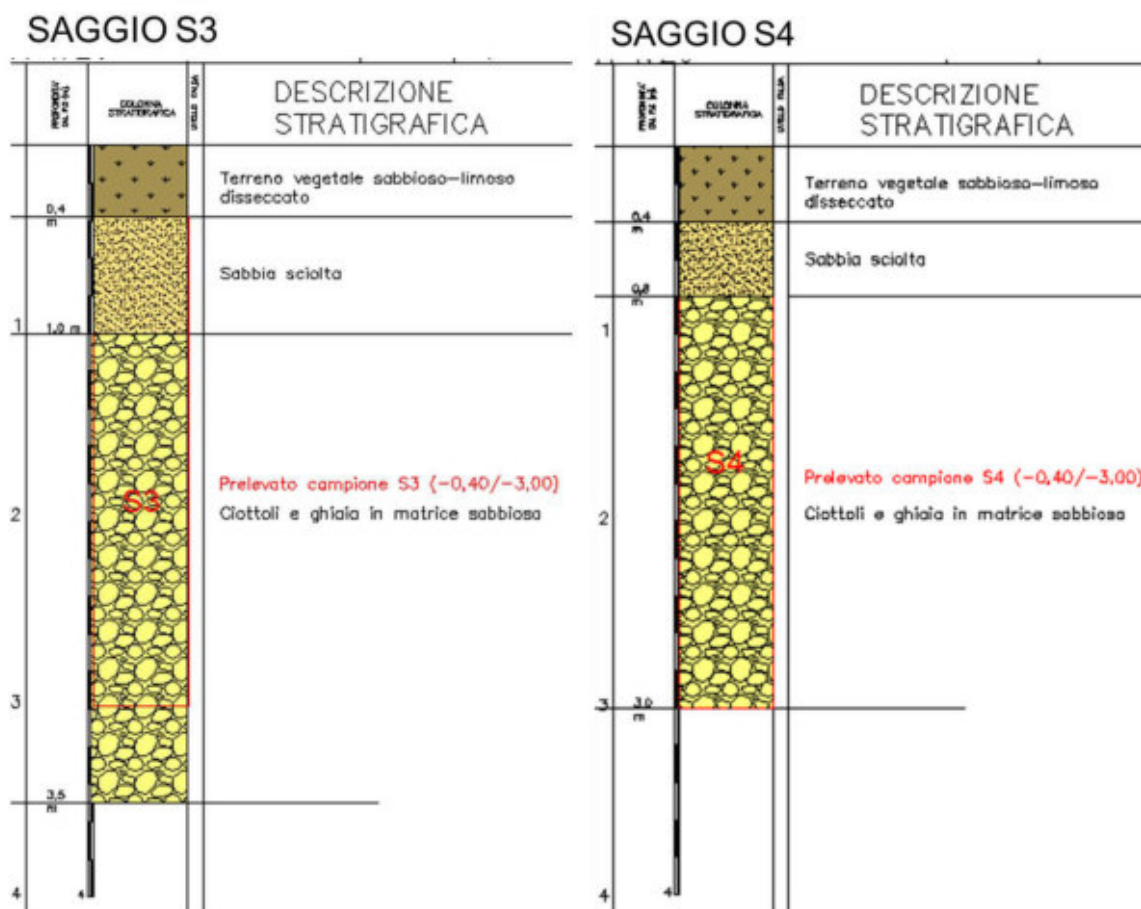


FIGURA 1 – STRATIGRAFIA RICAVATA DAI SAGGI S3 ED S4

I campioni semidisturbati di terreno prelevati durante le operazioni di scavo, S3 e S4 come i saggi corrispondenti, sono stati impiegati per ottenere un'adeguata parametrizzazione geotecnica degli orizzonti superficiali presenti nell'area, costituiti prevalentemente da litotipi a comportamento sostanzialmente attritivo, che serviranno per la realizzazione dei nuovi tratti di argine in progetto.

I campioni sono stati sottoposti alle determinazioni analitiche: limiti di Atterberg e analisi granulometriche.

Limiti di Atterberg e limite di ritiro

Per quanto riguarda il campione S3 l'indice di plasticità (1,5 %) classifica il terreno nel campo non plastico. Lo stato di consistenza è efficacemente rappresentato dall'indice di consistenza (11,16 %) che colloca il terreno

in oggetto in uno stato semisolido. Il limite liquido è pari a 21,1 %. Il limite di ritiro risulta essere pari a 17,5 %, molto superiore al contenuto d'acqua naturale del campione (4,90%).

Per quanto riguarda il campione S4 l'indice di plasticità (5,8 %) classifica il terreno nel campo poco plastico. Lo stato di consistenza, rappresentato dall'indice di consistenza (3,81 %), colloca il terreno in oggetto in uno stato molle plastico. Il limite liquido è pari a 24,4 % mentre il limite di ritiro risulta essere pari a 16,3 %, di molto superiore al contenuto d'acqua naturale del campione (2,42 %).

Campione	Umidità Naturale	LL	LP	IP	IC	WR	Classificazione Carta di Casagrande
S3	4,90	21,1	19,7	1,5	11,16	17,5	ML-CL
S4	2,42	24,4	18,6	5,8	3,81	16,3	ML-CL

Come emerge chiaramente dalla tabella sopra riportata, i campioni di terreno S3 e S4 analizzati sono classificabili come "suolo privo di coesione".

Dal punto di vista dello stato di consistenza i terreni in esame risultano in genere classificabili come "semisolidi", "plastici" o "molli plastici".

Maggiore è il limite di ritiro tanto maggiori possono essere i cedimenti del terreno di fondazione sotto carico, in caso di diminuzione dell'umidità naturale al di sotto del limite di ritiro per fenomeni di disseccamento.

Analisi granulometrica

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni analizzati hanno messo una generale predominanza di ghiaie (55,7-59,5%) e sabbie (20,9-21,2%) rispetto ad una modesta componente limosa che varia mediamente tra 16,6 e 20,2%.

Campione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Classificazione A.G.I.
S3	59,5	21,2	16,6	2,6	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
S4	55,7	20,9	20,2	3,2	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa

4.3 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI

Per la realizzazione dell'impianto idroelettrico briglia "Scopeti" si rileva quanto segue.

Le indagini eseguite in situ hanno permesso di attribuire i seguenti parametri geotecnici agli orizzonti sopra definiti, in termini di valori caratteristici come indicato nelle nuove NTC (6.2.2).

Orizzonte	Litologia	PROFONDITA' (m)	ϕ (°)	Cu (kPa)	c' (kPa)	E' (kPa)	γ (kN/mc)
1	Depositi alluvionali dotati di medio-basse caratteristiche geotecniche _ limi sabbiosi	0,0 ÷ 2,0/4,0	24°	(20)	5	3.000	18,5
2	Depositi alluvionali dotati di medie caratteristiche geotecniche _ sabbia	2,0/4,0 ÷ 7,0/10,0	27°	0	0	5.800	18,5
3	Substrato arenaceo siltitico riferibile alle Arenarie del Cervarola	Oltre 7,0/10,0	30°	200	40	35.000	20,0

TABELLA 1: VALORI CARATTERISTICI OPERA BRIGLIA "SCOPETI"

dove:

ϕ' = angolo di attrito

c'= coesione in condizioni drenate

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

γ = peso di volume del terreno

Per la realizzazione delle opere accessorie (tralicci, cabina elettrica e cavidotto), si specifica quanto segue.

Le indagini eseguite in prossimità del sito di interesse di supporto al progetto delle casse di espansione, hanno permesso di attribuire i seguenti parametri geotecnici agli orizzonti sopra definiti, in termini di valori caratteristici come indicato nelle nuove NTC (6.2.2).

Orizzonte	Litologia (S3)	PROFONDITA' (m)	ϕ (°)	Cu (kPa)	c' (kPa)	E' (kPa)	γ (kN/mc)
1	terreno vegetale costituito da sabbia limosa disseccata	0,0 ÷ 0,40	24°	(20)	5	3.000	18,5
2	Sabbie sciolte	0,40 ÷ 0,60	27°	0	0	5.800	18,5
3	depositi grossolani costituiti da ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa	0,60 ÷ 3,5	33°	0	0	25.000	18,5

TABELLA 2: VALORI CARATTERISTICI OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CABINA ELETTRICA E CAVIDOTTO)

In relazioni alle condizioni stratigrafiche e litotecniche rilevate dalle indagini disponibili, si suggerisce di impostare le fondazioni dei manufatti (cabina elettrica e tralicci) ad una profondità di circa -2,5 m da p.c..

4.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per la determinazione della categoria di suolo di fondazione sono state utilizzate alcune indagini geofisiche condotte su aree aventi caratteristiche analoghe sia dal punto di vista litostratigrafico che della risposta sismica; queste sono poste, come quella in oggetto, in corrispondenza di sedimenti alluvionali poggianti su un substrato litoide.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del sottosuolo, mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E più altri due speciali: S1 e S2), da individuare attraverso la stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio mediate, ovvero sul numero di colpi N_{spt} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, ovvero sulla coesione non drenata media C_u . Dal punto di vista strettamente normativo si fa riferimento al punto 3.2.2 del D.M. 14/01/2008 (Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche).

In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti Categorie di Sottosuolo:

categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 \text{ kPa} < C_{u30} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)</i>

D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine)</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s).</i>
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 \text{ kPa} < Cu_{30} < 20 \text{ kPa}$), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

TABELLA 3: CATEGORIE DI SOTTOSUOLO - TABELLA 3.2.II (NTC)

I risultati dell'indagine sismica con il metodo MASW condotta nell'ottobre 2014, portata a termine in corrispondenza del comparto in esame (depositi alluvionali), indicano una V_{s30} pari a 407 m/sec.

Sulla base delle condizioni litostratigrafiche dell'area il sito in esame può essere riconosciuto come un sottosuolo di categoria "B":

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Inoltre è bene sottolineare che i depositi alluvionali presenti nell'area, a granulometria eterogenea, poco addensati, suscettibili di densificazione, possono dar luogo a fenomeni di cedimenti e cedimenti differenziali.

5 Modellazione sismica

Con la Delibera della Giunta Regionale Toscana 8 ottobre 2012 n. 878 per la riclassificazione sismica della Toscana, il territorio del Comune di Pontassieve è passato in zona 3 e quello di Rufina è passato in zona 2, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi tra 0.05 e 0.15 g.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/08, la stima della pericolosità sismica viene inoltre definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale per la determinazione dell'azione sismica.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale del valore dell'accelerazione massima a_g al sito e dei parametri (F_0 e T_c^*), che permettono di definire gli spettri di risposta elastici per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR.

È necessario pertanto determinare i parametri spettrali relativi al sito di intervento utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tab. 1 dell'allegato B del suddetto decreto.

Lo scuotimento al suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie:

Categoria di sottosuolo B

Coefficiente di amplificazione stratigrafica $SS = 1,20$ (tabella 3.2.V -NTC)

Coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1,10$ (tabella 3.2.VI -NTC per categoria topografica T1 in tabella 3.2.IV)

Partendo dunque dai seguenti dati relativi alla costruzione in oggetto:

Tipo di costruzione	2
Vita nominale VN	≥ 50 anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso Cu	1,0
Vita o periodo di riferimento VR=VN x Cu	≥ 50 anni

TABELLA 4: DATI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE

per il sito di interesse sono stati ricavati, mediante l'utilizzo del programma di calcolo della GeoStru, i seguenti parametri sismici:

Sito in esame.

latitudine: 43,8478145795136

longitudine: 11,4990485969969

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 19618 Lat: 43,8677Lon: 11,4792 Distanza: 2721,171

Sito 2 ID: 19619 Lat: 43,8688Lon: 11,5485 Distanza: 4603,801

Sito 3 ID: 19841 Lat: 43,8188Lon: 11,5501 Distanza: 5209,779

Sito 4 ID: 19840 Lat: 43,8177Lon: 11,4808 Distanza: 3655,290

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,058 g

Fo: 2,488

Tc*: 0,260 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,073 g

Fo: 2,461

Tc*: 0,270 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,180 g
 Fo: 2,387
 Tc*: 0,291 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,229 g
 Fo: 2,377
 Tc*: 0,304 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200
 Cc: 1,440
 St: 1,000
 Kh: 0,014
 Kv: 0,007
 Amax: 0,682
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
 Cc: 1,430
 St: 1,000
 Kh: 0,018
 Kv: 0,009
 Amax: 0,861
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
 Cc: 1,410
 St: 1,000
 Kh: 0,052
 Kv: 0,026
 Amax: 2,118
 Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,180
 Cc: 1,400
 St: 1,000
 Kh: 0,076
 Kv: 0,038
 Amax: 2,653
 Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 43.846861

longitudine: 11.498070

6 Vincolo idrogeologico (d.p.g.r. n.48/r del 08/08/2003)

Ad oggi, non si rilevano dissesti geomorfologici che interessano direttamente i comparti d'intervento e che possano compromettere la realizzazione delle opere in progetto.

In seguito agli approfondimenti realizzati in questa fase di studio relativamente alle caratteristiche geomorfologiche, geologiche e litotecniche dei terreni d'interesse, si ritiene che, operando a regola d'arte, la realizzazione delle opere non comprometta e/o alteri la stabilità dei terreni in oggetto, né l'assetto idrogeologico dell'area (art. 75 comma 5 del D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i.).

Per quanto concerne i terreni di risulta degli scavi (seppur minimi), si raccomanda di evitarne il posizionamento all'interno di fossi campestri e/o di impluvi esistenti (artt. 76 e 77 del D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i. - Regolamento di attuazione della L.R. n. 39 del 21/03/2000 "Legge Forestale della Toscana").

La gestione degli stessi dovrà essere effettuata nel rispetto della normativa ambientale vigente (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

San Giovanni Valdarno, febbraio 2017



Il Tecnico Responsabile
Dott. Geol. Luca Pagliazzi



ALLEGATO 1
UBICAZIONE AREA

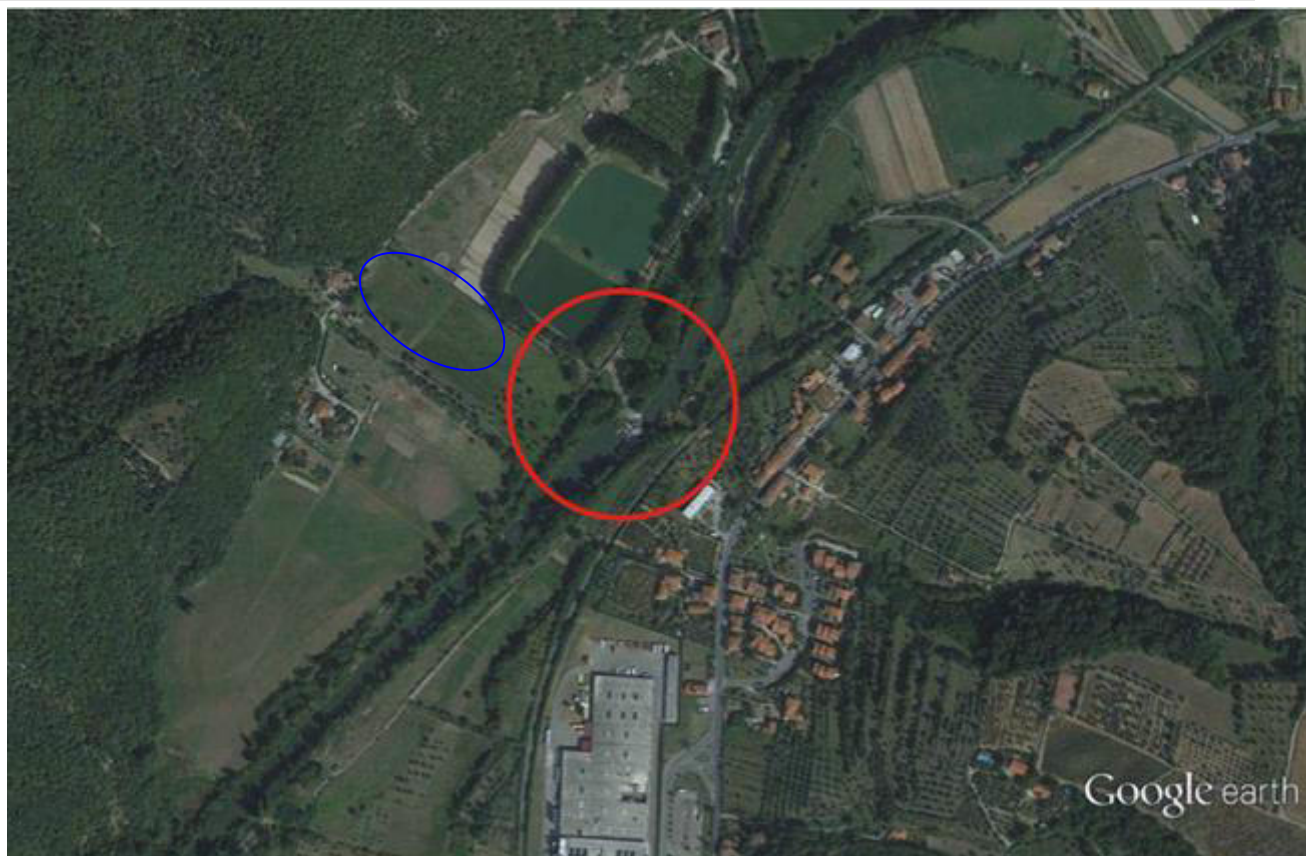
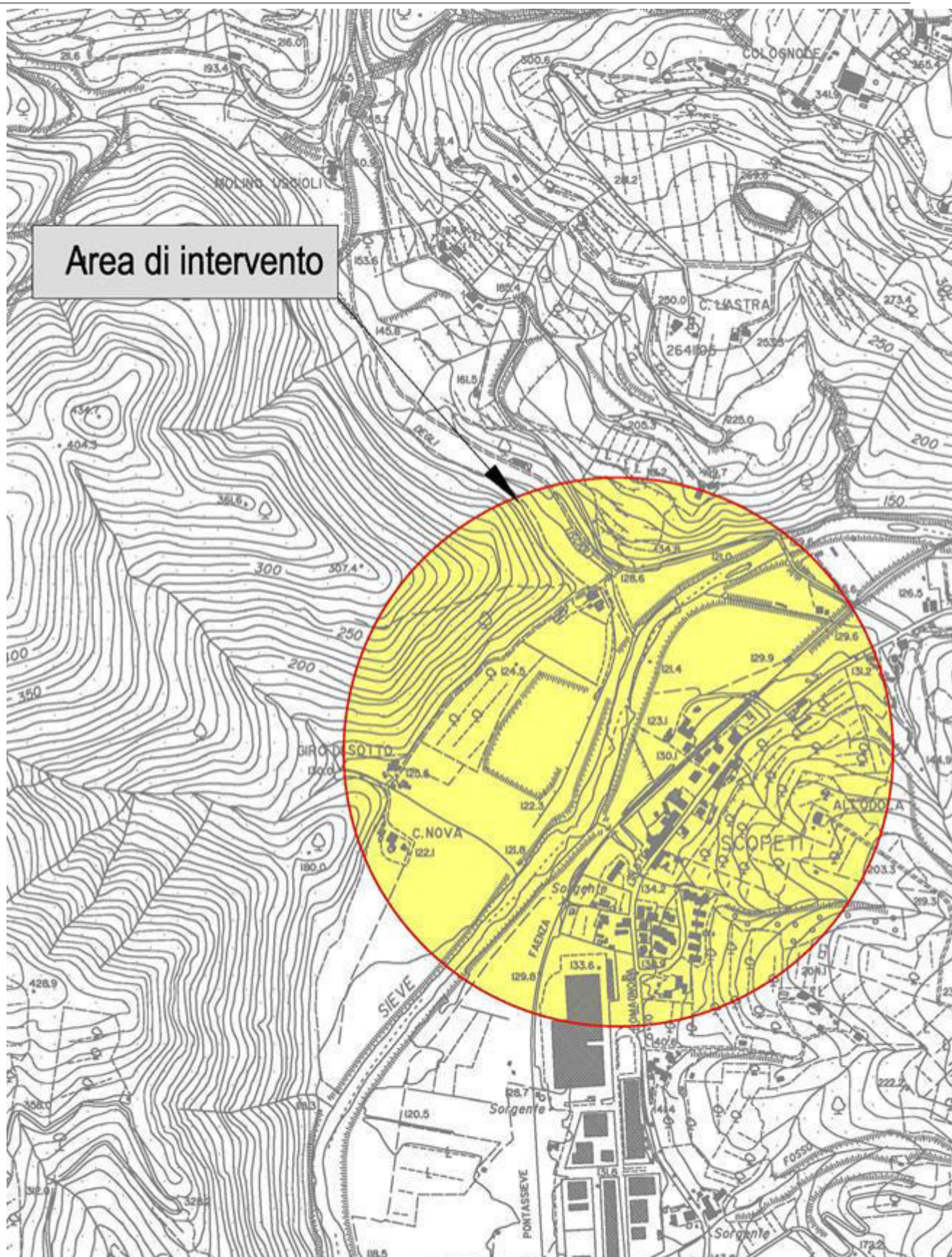


FIGURA 2: UBICAZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU) SU ESTRATTO DA GOOGLE EARTH



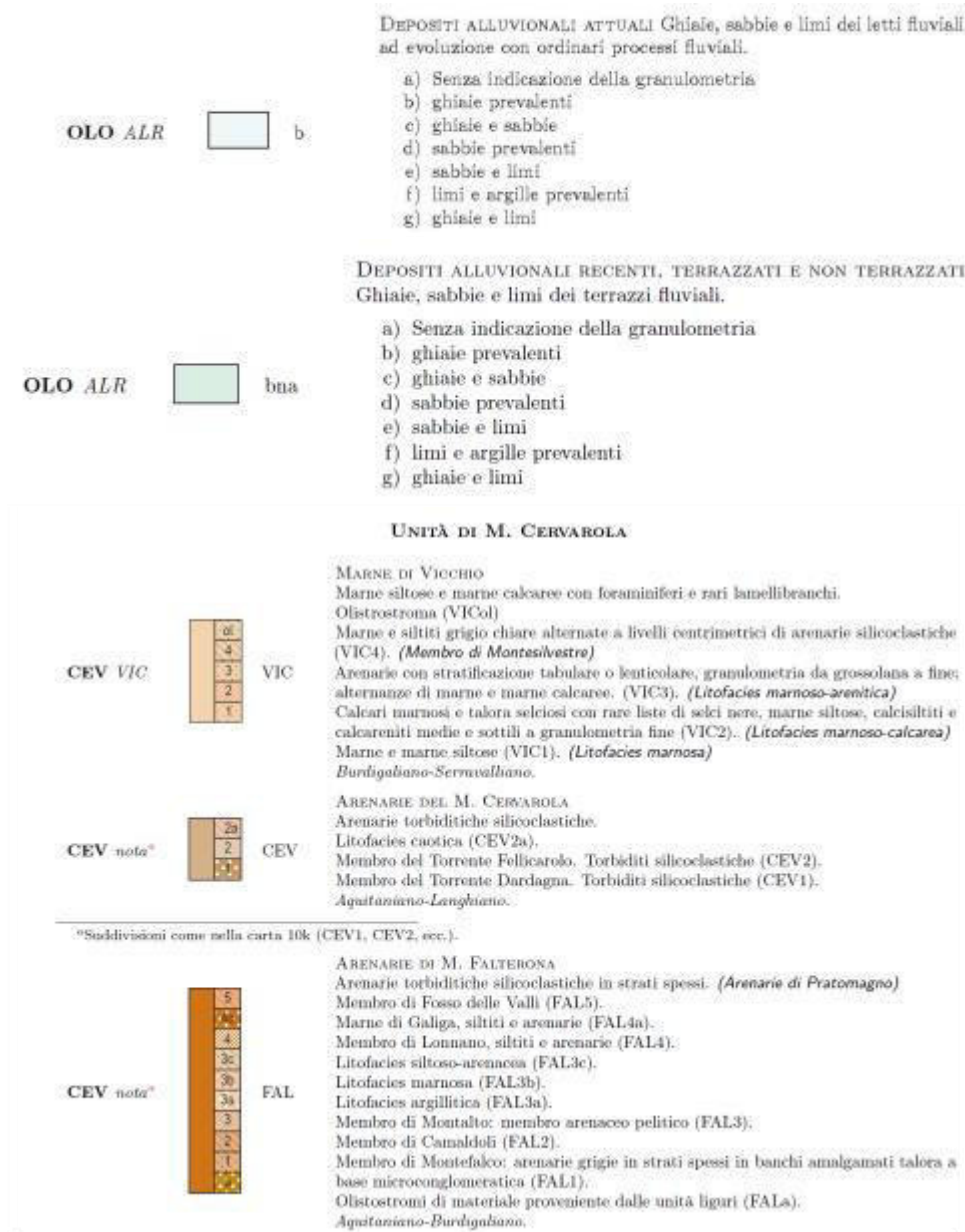


FIGURA 4: UBICAZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU) SU ESTRATTO DB_GEOLOGICO REGIONE TOSCANA.

ALLEGATO 2
ESTRATTI S.U.G.C. VIGENTE
COMUNE DI PONTASSIEVE

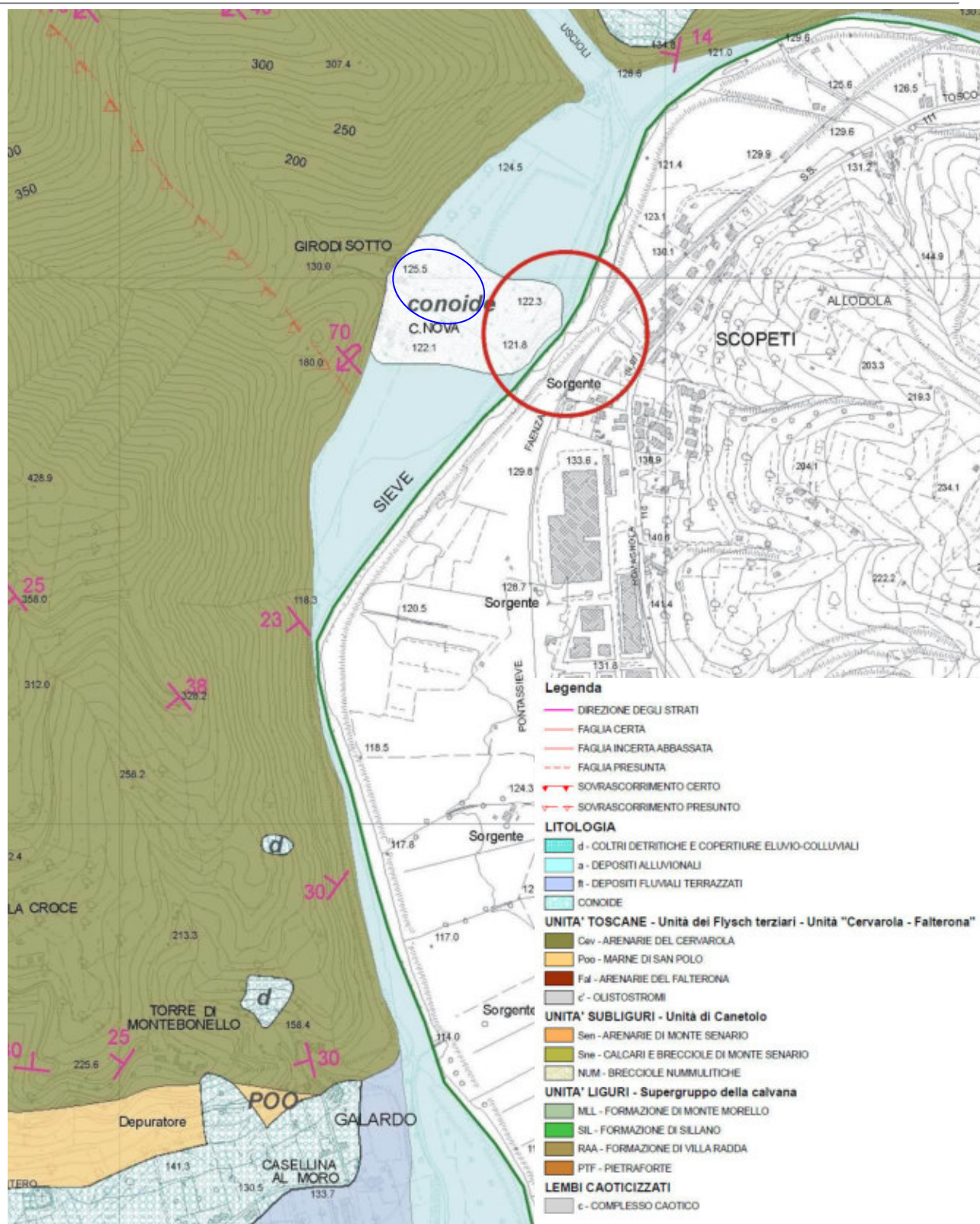


FIGURA 5: ESTRATTO DELLA CARTA GEOLOGICA (SCALA 1:10.000): IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU)

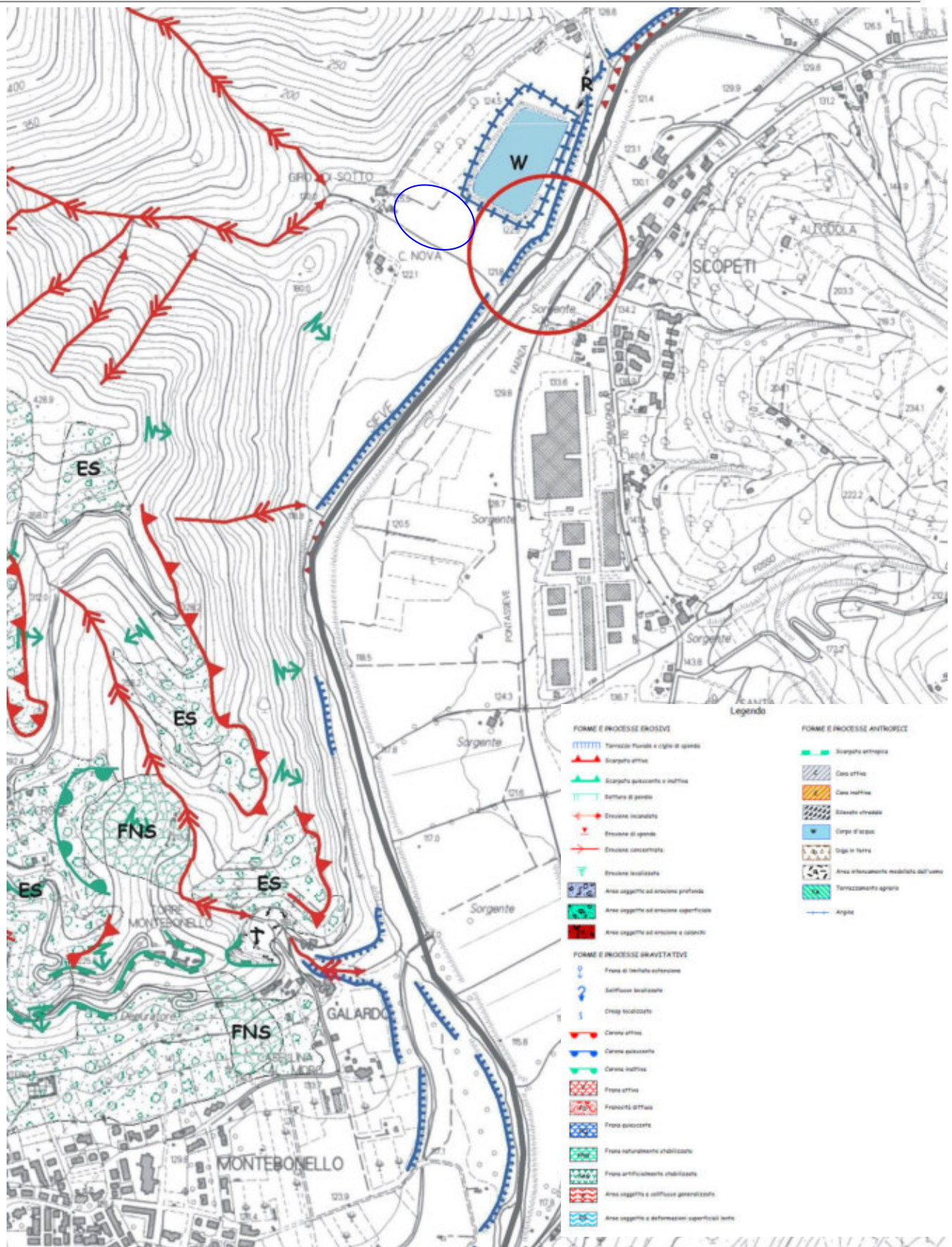


FIGURA 6: ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA (SCALA 1:10.000): IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU)

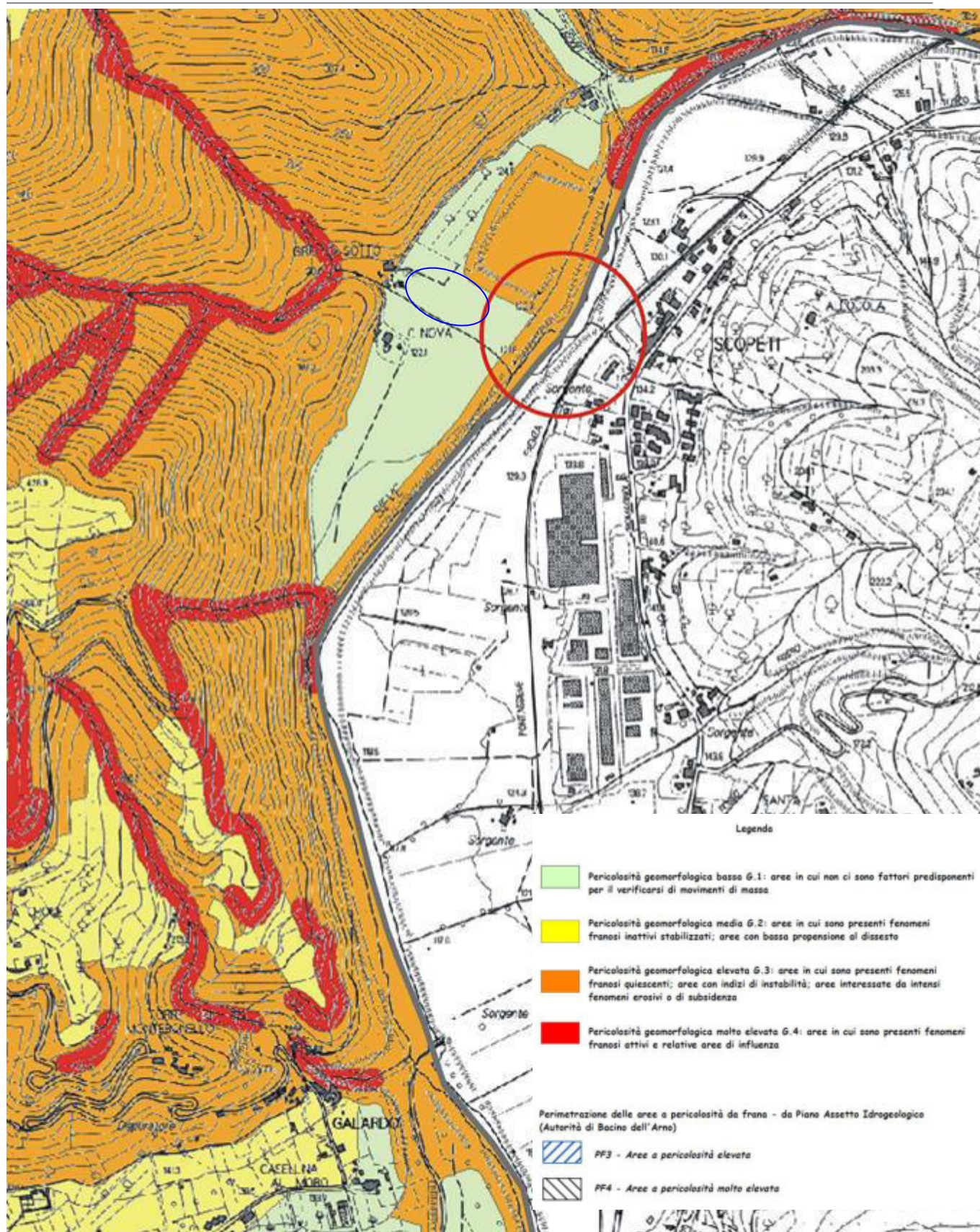


FIGURA 7: ESTRATTO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (SCALA 1:10.000): IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU)

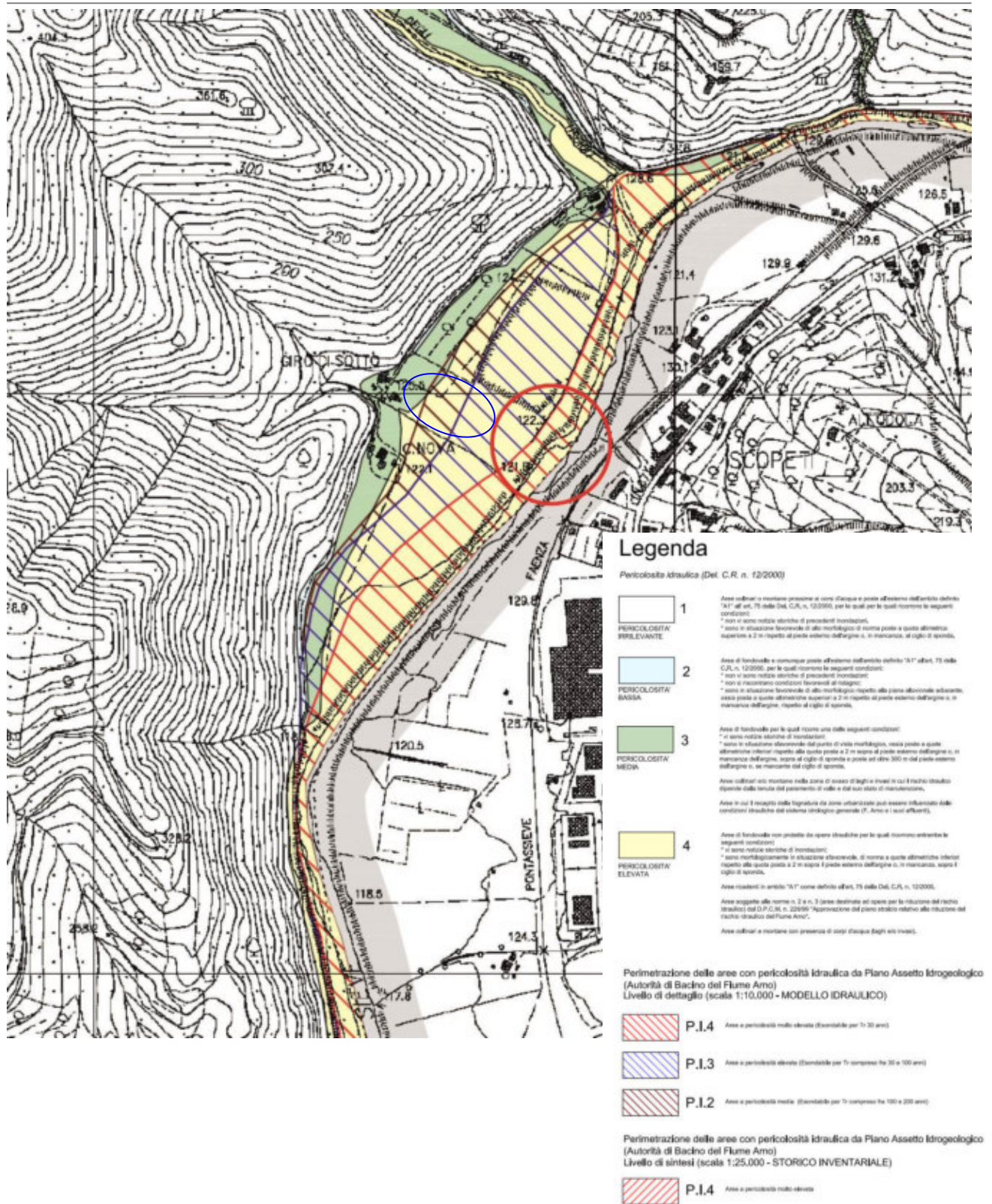


FIGURA 8: ESTRATTO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA: IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU)

ALLEGATO 3
ESTRATTI S.U.G.C. VIGENTE
COMUNE DI RUFINA

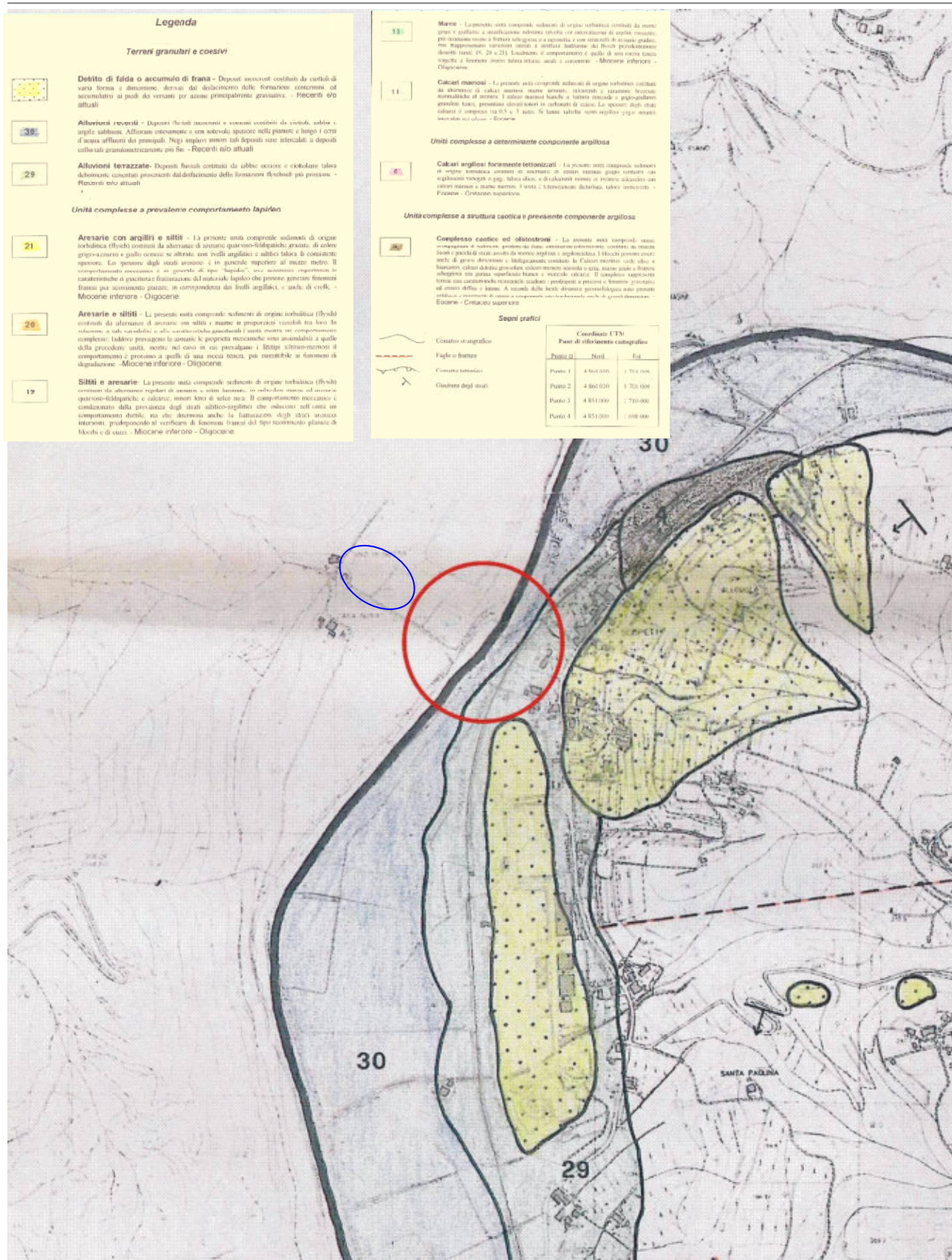


FIGURA 9: ESTRATTO DELLA CARTA GEOLITOLOGICA: IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU)

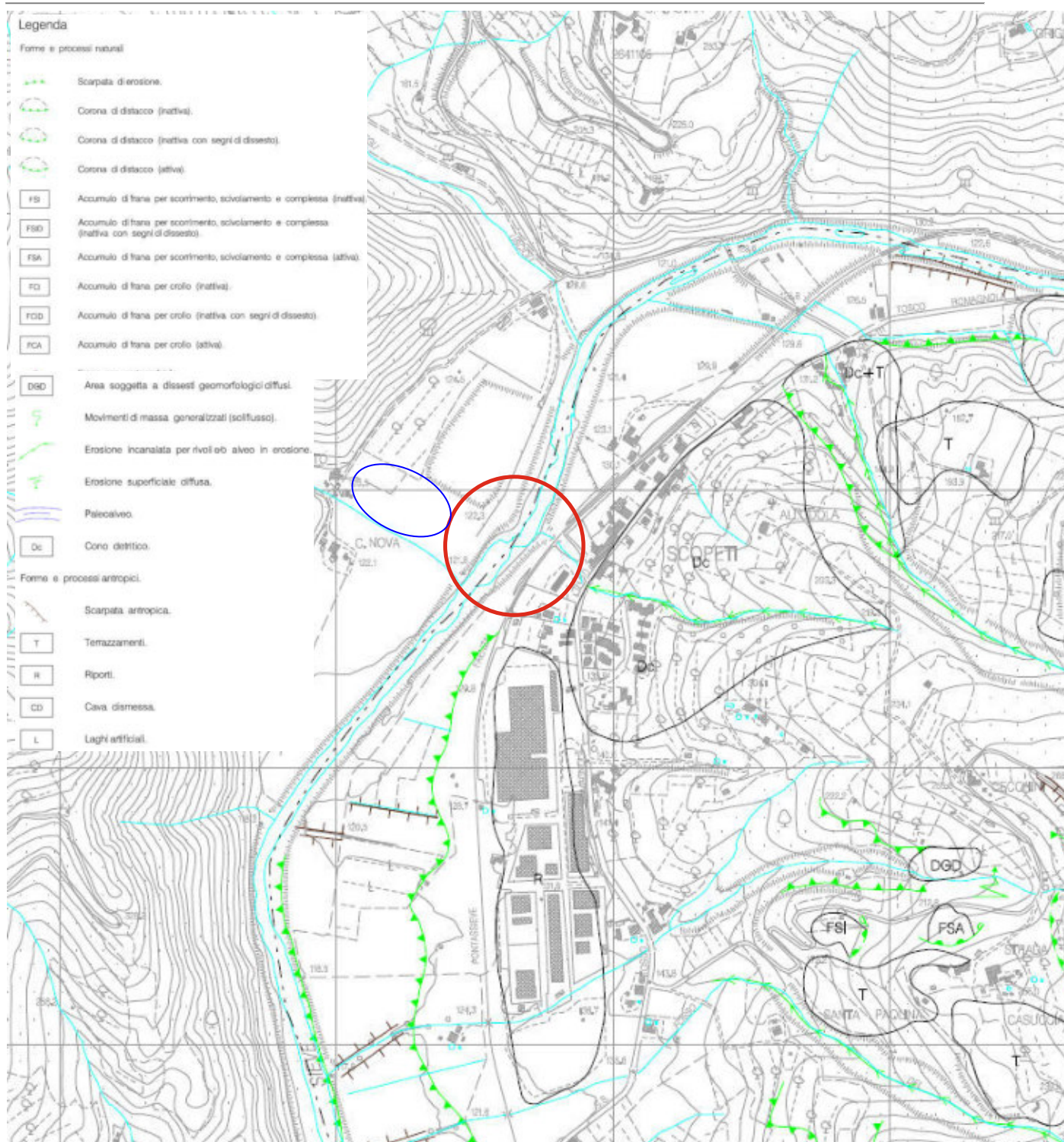


FIGURA 10: ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO COMUNE DI RUFINA). IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU).

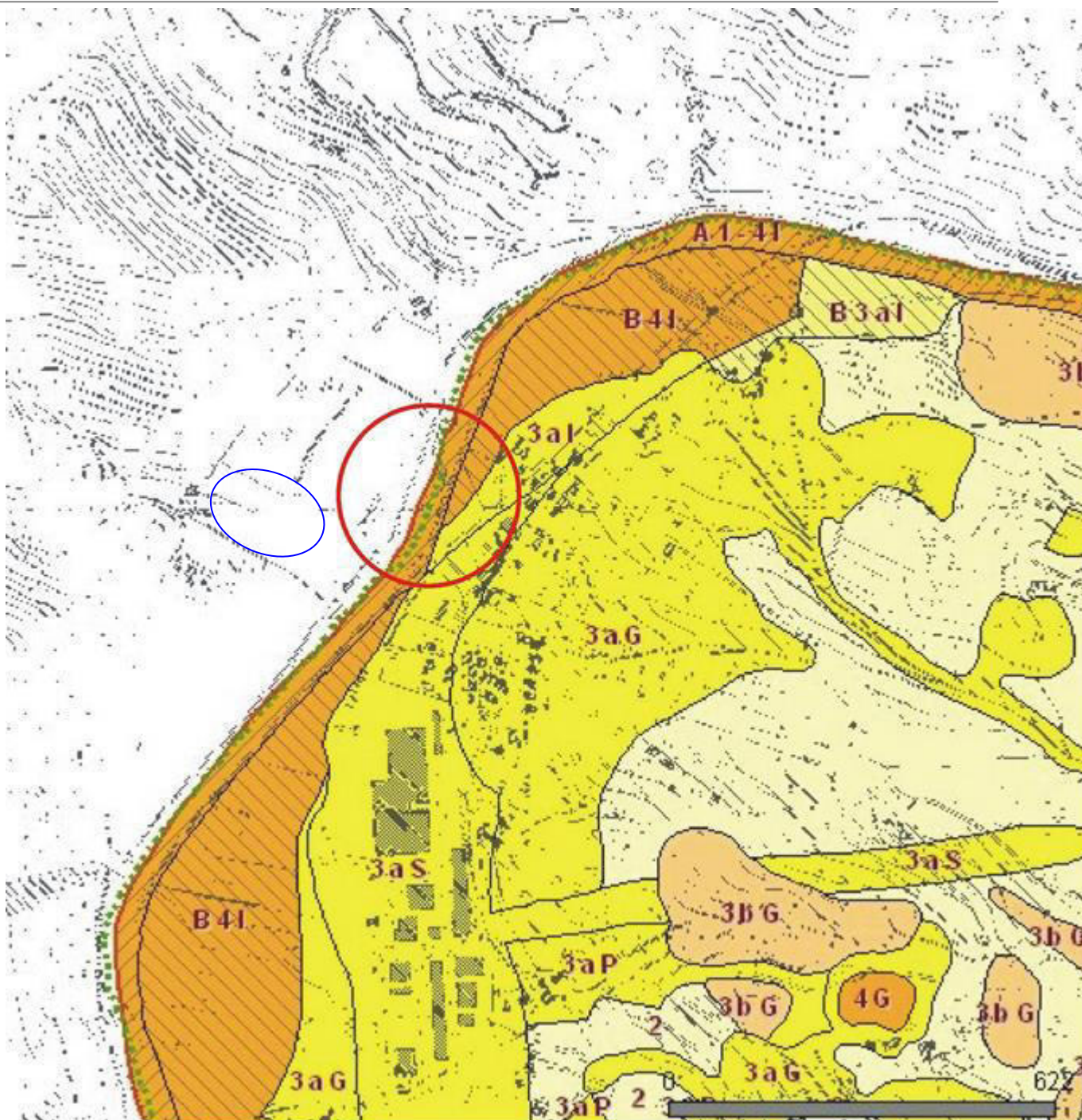


FIGURA 11: ESTRATTO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ (DAL SITO DEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE DEL VALDARNO E VALDISIEVE). IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU)

ALLEGATO 4

**PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE (P.G.R.A.)
AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO**

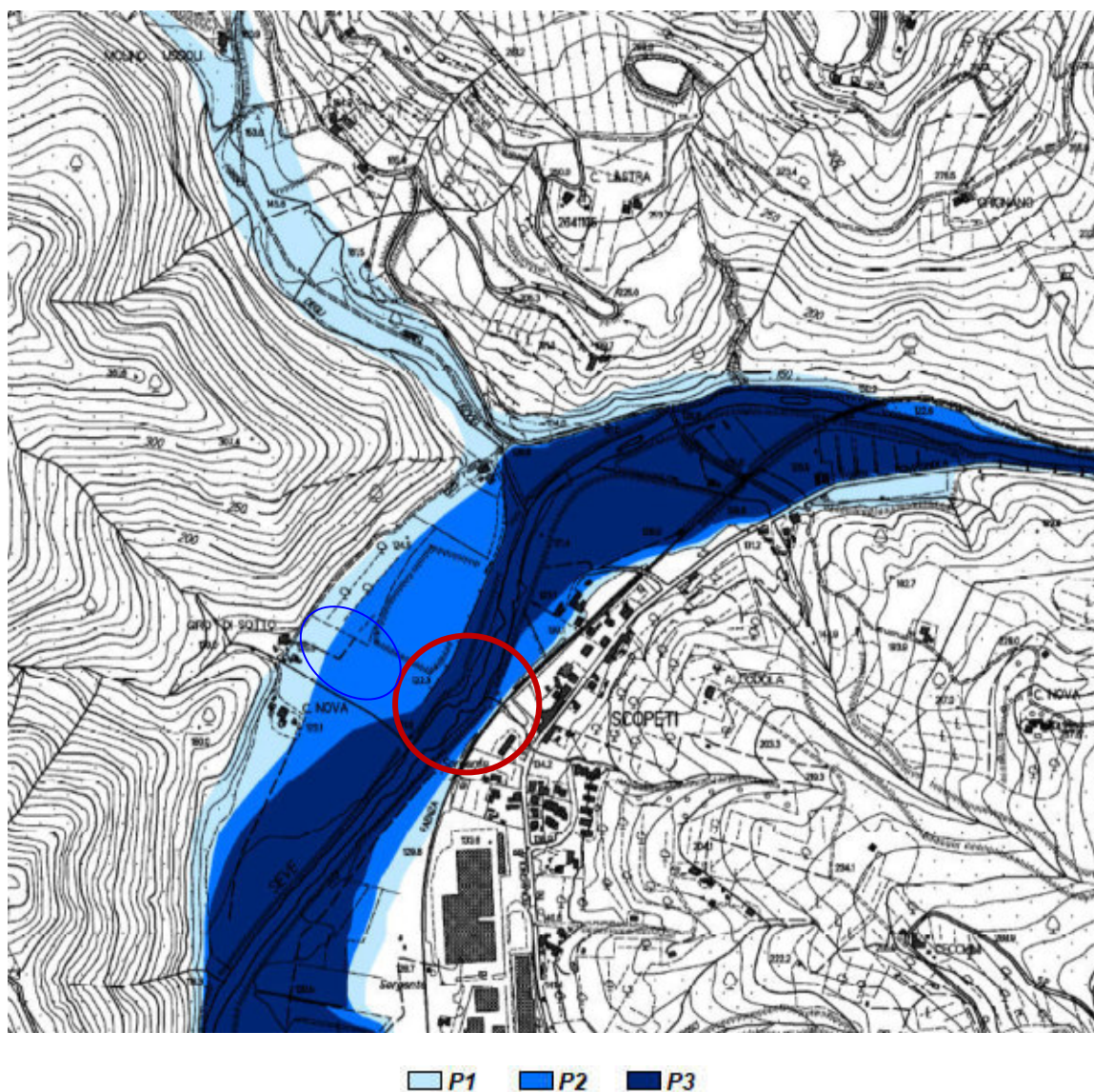
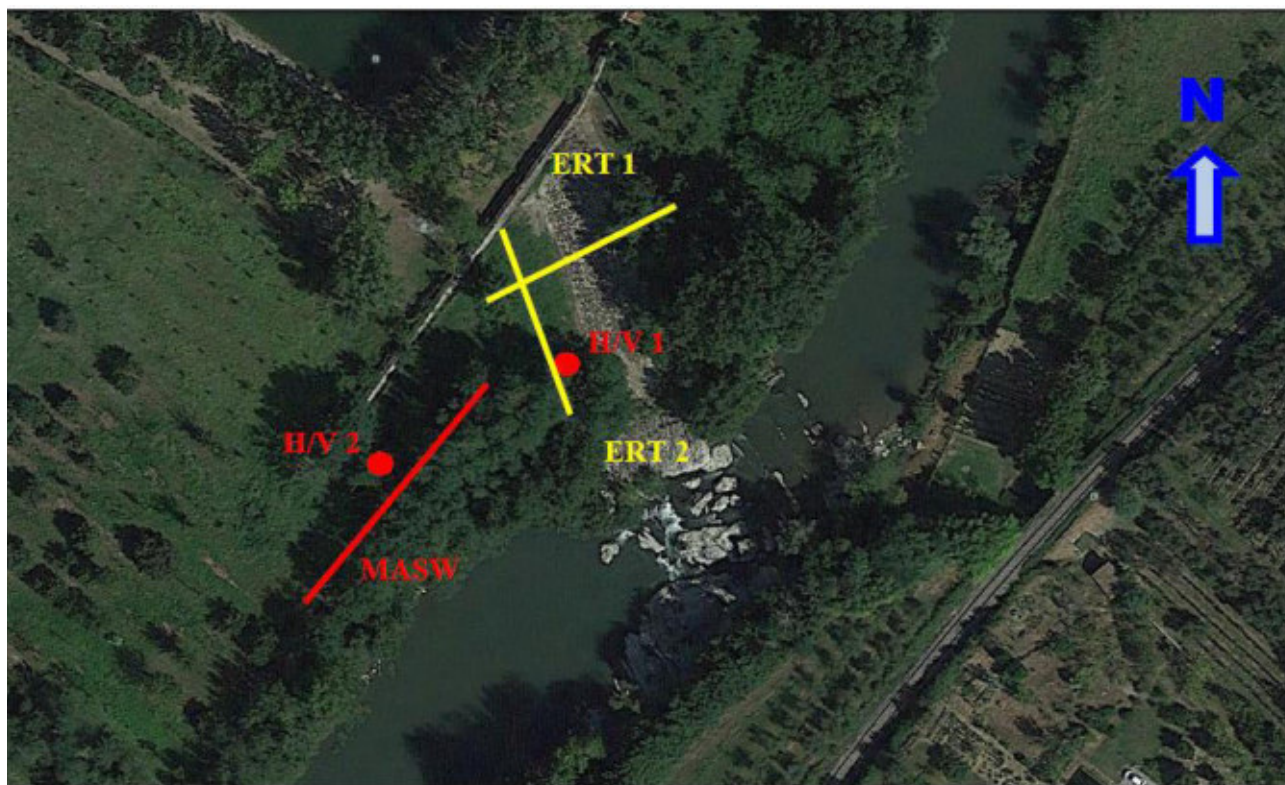


FIGURA 12: ESTRATTO PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.) – SCALA ORIGINALE 1:10.000. IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "SCOPETI" (CERCHIO ROSSO) ED AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE (TRALICCI, CENTRALINA E CAVIDOTTO) (CERCHIO BLU)

ALLEGATO 5
CERTIFICATI PROVA PENETROMETRICA
INDAGINE GEOFISICA E GEOELETTRICA



Ubicazione delle indagini

FIGURA 13: UBICAZIONI INDAGINI

P: Prova penetrometrica dinamica
ERT: Tomografia elettrica
MASW: Stendimento sismico MASW

H/V: MISURA A STAZIONE SINGOLA H/V

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Re Partner S.r.l.	Indagine: VA-178-14 Certificato: 415-14 Prova n° 6
Località: Traversa Scopeti in dx	in data: 24/10/14
Note sulla committenza: ==	
Note relative alla prova: ==	
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	3	2	29,27
40	1	2	9,76
60	2	2	19,51
80	3	2	29,27
100	4	2	39,02
120	4	3	35,79
140	5	3	44,74
160	4	3	35,79
180	4	3	35,79
200	5	3	44,74
220	6	4	49,58
240	13	4	107,42
260	15	4	123,94
280	14	4	115,68
300	18	4	148,73
320	15	5	115,13
340	9	5	69,08
360	8	5	61,40
380	9	5	69,08
400	8	5	61,40
420	10	6	71,66
440	10	6	71,66
460	36	6	257,99
480	21	6	150,49
500	14	6	100,33
520	19	7	127,69
540	15	7	100,81
560	12	7	80,64
580	12	7	80,64
600	9	7	60,48
620	11	8	69,59
640	29	8	183,47
660	34	8	215,11
680	34	8	215,11
700	32	8	202,45
720	24	9	143,44
740	100	9	597,66

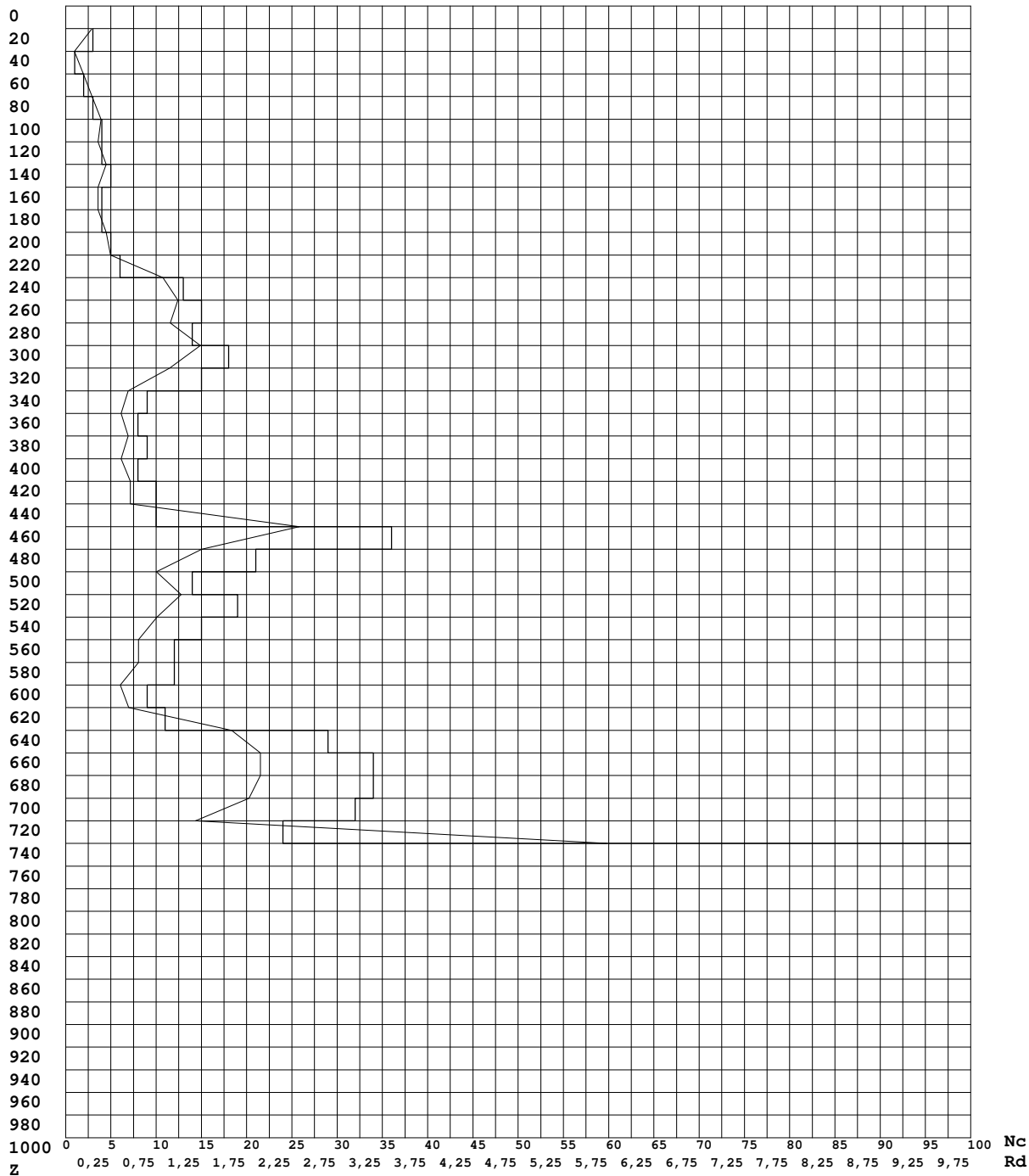
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm2) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) - Rd (N)

Committente :Re Partner S.r.l.
Note :==
Indagine :VA-178-14 - Certificato di prova : 415-14
Località :Traversa Scopeti in dx
Numero prova :6
Data prova :24/10/14
Note operative :==
Profondità falda :== (cm)
Num. aste inizio :2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

**INDAGINE GEOFISICA
DI TOMOGRAFIA ELETTRICA 2D
E SISMICA ATTIVA CON METODOLOGIA MASW
E MISURA A STAZIONE SINGOLA H/V**

**Committente:
Re Partner s.r.l.**

**Direzione lavori:
Dr. Geol. Simone Fiaschi**

**Ubicazione: Loc. Scopeti, Loc. Alessandri, Loc. Ponte a Vico, Loc.
San Francesco - Comune di Rufina**

Poggibonsi 20/11/2014

Relazione Tecnica

1 - Premessa

Nel periodo dal 27/10/2014 al 11/11/2014 su incarico della Re Partner s.r.l. e per conto del Dr. Geol. Simone Fiaschi, e nell'ambito del progetto di realizzazione di quattro centrali idroelettriche su briglie esistenti lungo il F. Sieve in Comune di Rufina (FI) nelle località denominate Scopeti, Alessandri, Ponte a Vico e San Francesco (tav. 1), per ogni briglia sono state eseguite due indagini geofisiche di tomografia elettrica 2D per la ricostruzione del modello stratigrafico del sottosuolo e dell'ingombro della struttura, una indagine di sismica attiva con tecnica masw per la definizione dell'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio nei primi trenta metri di profondità per stabilire la categoria di suolo di fondazione ai fini sismici, e due misure di sismica passiva con tecnica a "stazione singola" HVSR per determinare la frequenza di risonanza del sito.

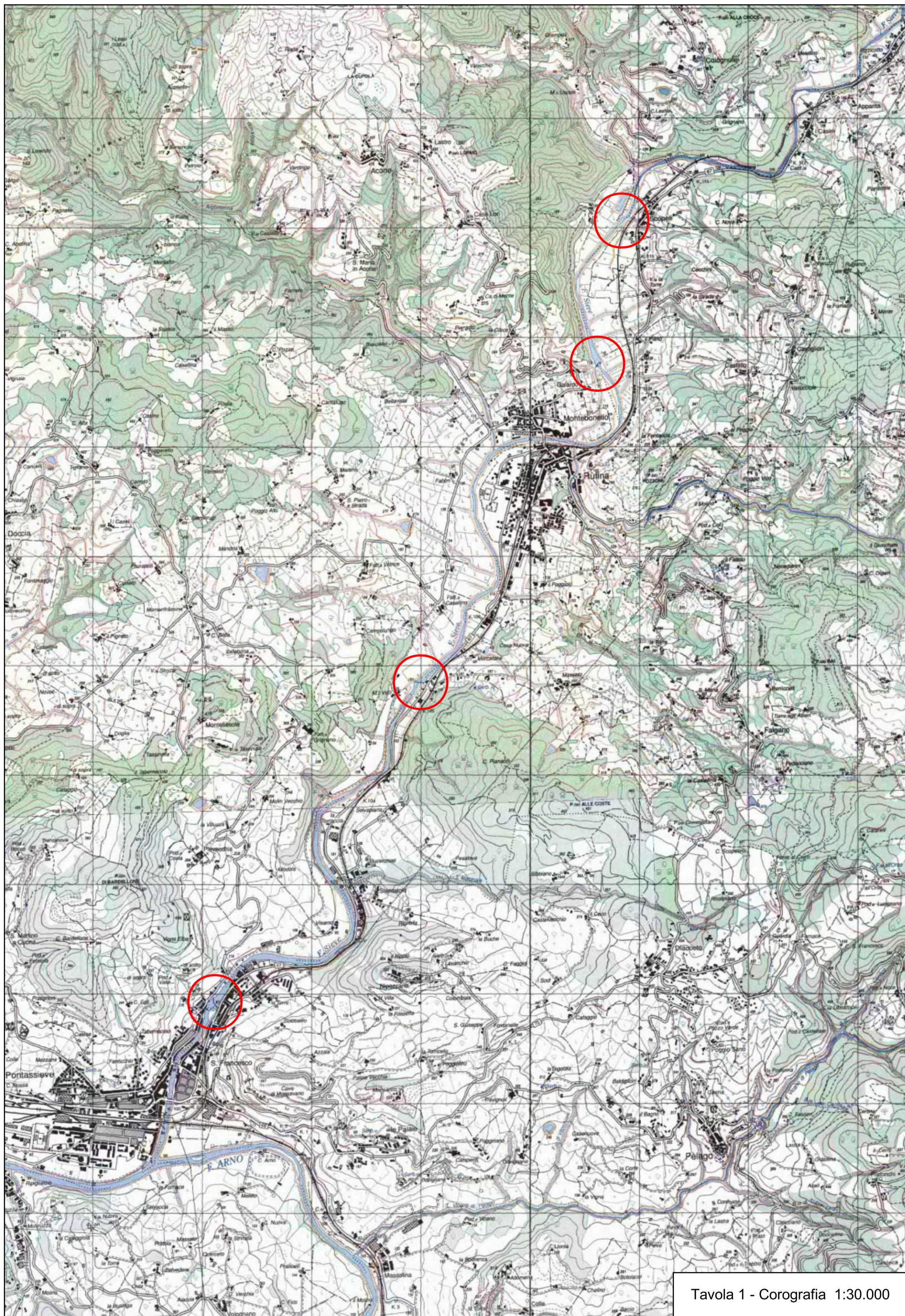


Tavola 1 - Corografia 1:30.000

Principi generali e modalità esecutive

INDAGINE SISMICA MASW

Il modello sismico monodimensionale costituisce l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica). Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni del sito (D.M. 14.01.2008).

L'indagine MASW per l'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica della prospezione sismica a rifrazione disponendo sul terreno 24 geofoni secondo un array lineare con spaziatura pari a 2.5 m. Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, sono stati utilizzati geofoni da 4.5 Hz.

Come sistema di energizzazione una mazza di 8 Kg battente su piattello metallico.

Per aumentare il rapporto segnale/rumore è stata eseguita la somma di più energizzazioni (processo di stacking). **Sono state fatte 4 acquisizioni, 2 per ogni lato della linea. Successivamente si è provveduto ad elaborare tutte e 4 le misurazioni valutando la coerenza dei risultati e la loro qualità.**

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche della strumentazione utilizzata ed i criteri di acquisizione della prova MASW attiva:

PRINCIPI TEORICI DELL'INDAGINE MASW

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW è un "metodo attivo", le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

Il metodo consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 4.5 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidità del suolo).

APPARECCHIATURA UTILIZZATA

- 1 Unità di acquisizione sismografo Echo 12/24
- 24 Geofoni verticali "con $f = 4.5$ Hz

- 1 Cavo sismico $L = 60$ m
- 1 Sorgente Mazza battente su piattello metallico
- Spaziatura tra i geofoni 2.5 m
- Distanza sorgente geofono 10 m
- Tempo di registrazione 1.0 s

ELABORAZIONE DEI DATI ACQUISITI

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (Swan).

Tale programma permette di elaborare i dati acquisiti sia con il metodo attivo che con quello passivo.

L'analisi delle onde S con tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale.

In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P o propagazione in aria. L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente passa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

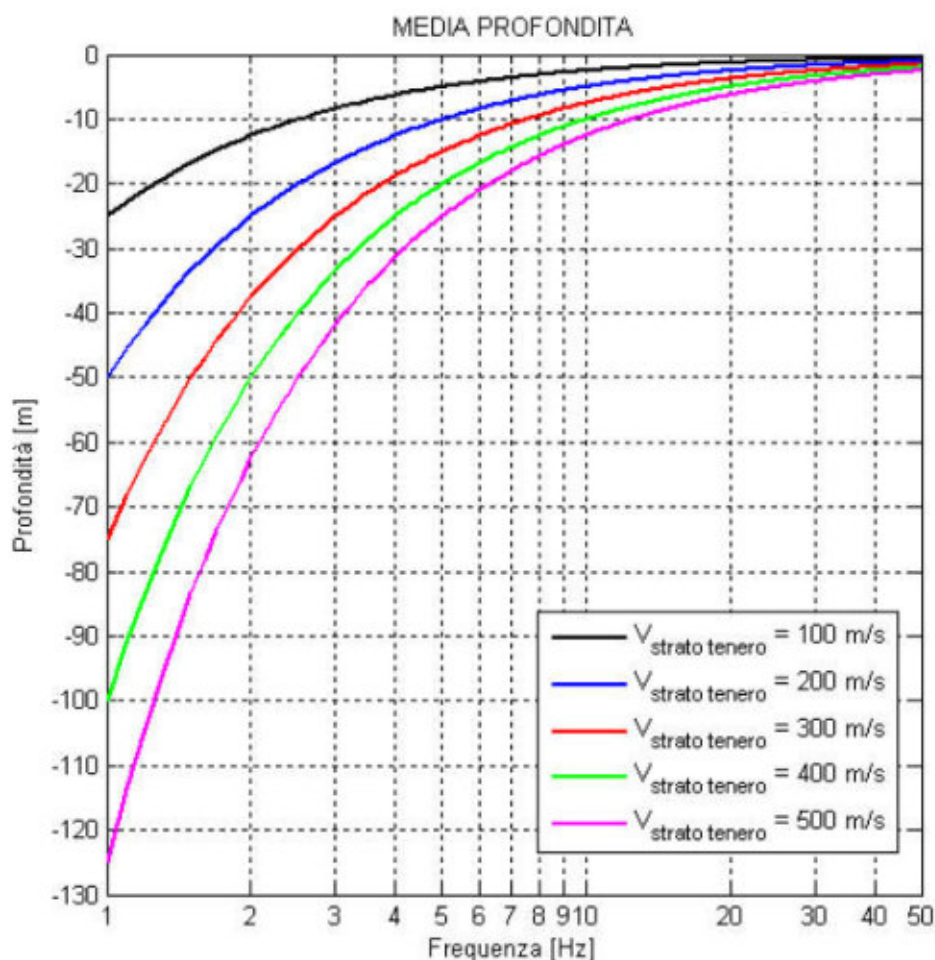
A questo punto la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione teorica coincidente con la curva sperimentale.

Dall'inversione della curva di dispersione si ottiene il seguente modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, rappresentativo dell'area investigata (stendimento complessivo di circa 57.5 m).

MISURA CON METODOLOGIA A STAZIONE SINGOLA (HVSr)

Accanto alle tecniche basate sull'impiego di array sismico esistono altre tecniche basate sull'uso di una singola stazione di misura. In questo caso vengono misurate le vibrazioni ambientali nelle tre direzioni dello spazio attraverso un unico sensore tridirezionale posto sulla superficie del terreno. In particolare viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (metodo HVSr ovvero "Horizontal to Vertical Spectral Ratios") [Bard., 1998]. Analizzando misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno. In particolare è possibile individuare la frequenza f di questa vibrazione definita di "Risonanza". Sapendo che in generale esiste una relazione semplice fra f , lo spessore della parte più soffice del terreno e la velocità media delle onde sismiche nel sottosuolo (ricavata per esempio dai metodi passivi ad antenna, o attivi come Masw e Rifrazione), attraverso le misure HVSr è possibile risalire allo spessore di questo strato.

Relazione tipica frequenza - Vs - profondità



TOMOGRAFIA ELETTRICA

Le linee di tomografia elettrica, sono state realizzate mediante un gruppo di 48 elettrodi spaziati tra loro di 5.0 m., ottenendo un grado di risoluzione dell'indagine di circa 2.5 m.

Le misure lungo lo stendimento sono state registrate con due diverse sequenze di acquisizione: Wenner e Dipolo–Dipolo. I due set di misure sono poi stati elaborati unitamente.

La lunghezza della linea (235.0 m.) ha permesso di indagare fino ad una profondità di circa 40.0 m. dal p.c.

Prima di procedere alla descrizione del sondaggio e all'analisi dei dati, si riportano alcuni cenni sulla apparecchiatura utilizzata.

PRINCIPI TEORICI DELL'INDAGINE GEOELETTRICA

La tomografia elettrica di superficie si basa sull'acquisizione di un elevato numero di misure elettriche, effettuate su un gruppo di elettrodi posizionati sul terreno, secondo una determinata geometria.

La ricostruzione tomografica della sezione indagata, viene effettuata tramite un apposito software di elaborazione che utilizza il Metodo agli Elementi Finiti.

Il terreno al di sotto degli elettrodi viene così suddiviso idealmente in un numero finito di maglie o celle (cosiddetti “elementi finiti”), ciascuna di resistività omogenea ed incognita.

La forma degli elementi è generalmente quadrata o rettangolare e le loro dimensioni sono determinate in base alla spaziatura tra gli elettrodi (metà spaziatura tra due elettrodi adiacenti). Nella ricostruzione tomografica l'incognita è rappresentata dalla distribuzione della resistività nel terreno, mentre le misure elettriche effettuate sul terreno rappresentano i termini noti.

L'apparecchiatura utilizzata è costituita da una serie di elettrodi che vengono spaziati regolarmente secondo una determinata geometria e da un energizzatore che produce corrente da immettere nel terreno. Sia gli elettrodi che l'energizzatore sono collegati ad una centrale di acquisizione dati.

Dal punto di vista operativo il metodo consiste nell'immettere corrente nel terreno attraverso un dipolo energizzante (AB) e di misurare tramite un dipolo di lettura (MN) la differenza di potenziale indotta dal campo elettrico creato nel terreno.

Una volta fissata l'equidistanza dipolare, le misure vengono registrate spostando alternativamente (con metodo automatico) il dipolo di corrente e quello di tensione, al fine di ottenere una maglia di punti di lettura disposti nello spazio sottostante la linea.

Conoscendo in diversi punti la d.d.p. e l'intensità di corrente I , si ricava la resistività apparente in ogni punto applicando le formule relative alla teoria dei dipoli infinitesimali.

APPARECCHIATURA UTILIZZATA

Per l'acquisizione di campagna ci siamo avvalsi di un georesistivimetro SYSCAL-PRO a 48 elettrodi, un sistema di acquisizione multielettrodo automatico gestito da microprocessore della Iris Instruments.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO STRUMENTO :

Specifiche di Output

Controllo automatico degli elettrodi tramite microprocessore.

Corrente:	fino a 2.5 A
Voltaggio	fino a 1000 V
Potenza	fino a 250 W
Durata dell'impulso:	0.2 , 0.25 , 0.5 , 1 , 2 , 4 o 8 s
Precisione misure di corrente	0.2%
Voltaggio di uscita	fino 800 V

Specifiche di Input

Impedenza di ingresso	100 mΩ
Voltaggio d'ingresso	15 V Protezione fino a 1000V
Precisione misure di voltaggio	0.2%
Risoluzione misure di voltaggio	1 μV
Riduzione del rumore	numero di stacking automatico
SP compensazione	correzione automatica di moto lineare
Polarizzazione indotta	misurata sopra 20, automatica o definita dall'utente

RESISTIVITA' DEI TERRENI

Tra i parametri che caratterizzano un corpo qualsiasi, la resistività è quello che viene preso in considerazione nelle prospezioni elettriche.

In geofisica l'unità di resistività misurata è $\text{ohm} \cdot \text{m}$ (la conducibilità è l'inverso), tutte le rocce conducono elettricità.

La conducibilità di certi giacimenti minerali è della stessa natura di quella dei metalli, (galena, pirite, grafite) con resistività dell'ordine di $0.01 \text{ ohm} \cdot \text{m}$.

La maggior parte delle rocce però, conduce elettricità grazie all'acqua più o meno salata presente nei pori o fessure (conducibilità elettrolitica).

Inoltre la resistività delle rocce dipende dalla direzione della corrente che le attraversa perpendicolare alla stratificazione.

A titolo indicativo si forniscono nella seguente tabella alcuni valori tipici di resistività.

Tabella 1. Parametri di resistività di alcune rocce, minerali e metalli

Rocce sedimentarie		Rocce ignee e metamorfiche	
Calcare	100 – 5000	Basalto	10 – 10 ⁵
Argilla	1 – 100	Granito	100- 10 ⁵
Ghiaia	100 – 5000	Marmo	100 – 10 ⁶
Sabbia	100 – 10 ³	Scisto	10 – 10 ⁴
Arenaria	100 -10 ⁴	Gabbro	103 – 10 ⁶
Marna	1 - 100	Ardesia	100 – 10 ⁶
Quarzite	5000 – 10 ⁵		

Minerali e metalli		Acque	
Pirite	0,0001 – 10	Di mare	< 0,2
Argento	10 ⁻⁷	Pura	100 – 10 ³
Grafite	0,001 – 1	Naturale	1 - 100
Quarzo	10 ⁵	Con 20% di sale (NaCl)	0,001
Salgemma	10 – 109		
Bauxite	200 – 6000		
Galena	0,01 – 200		

Come si nota la stessa tipologia di roccia può avere range di valori molto ampi.

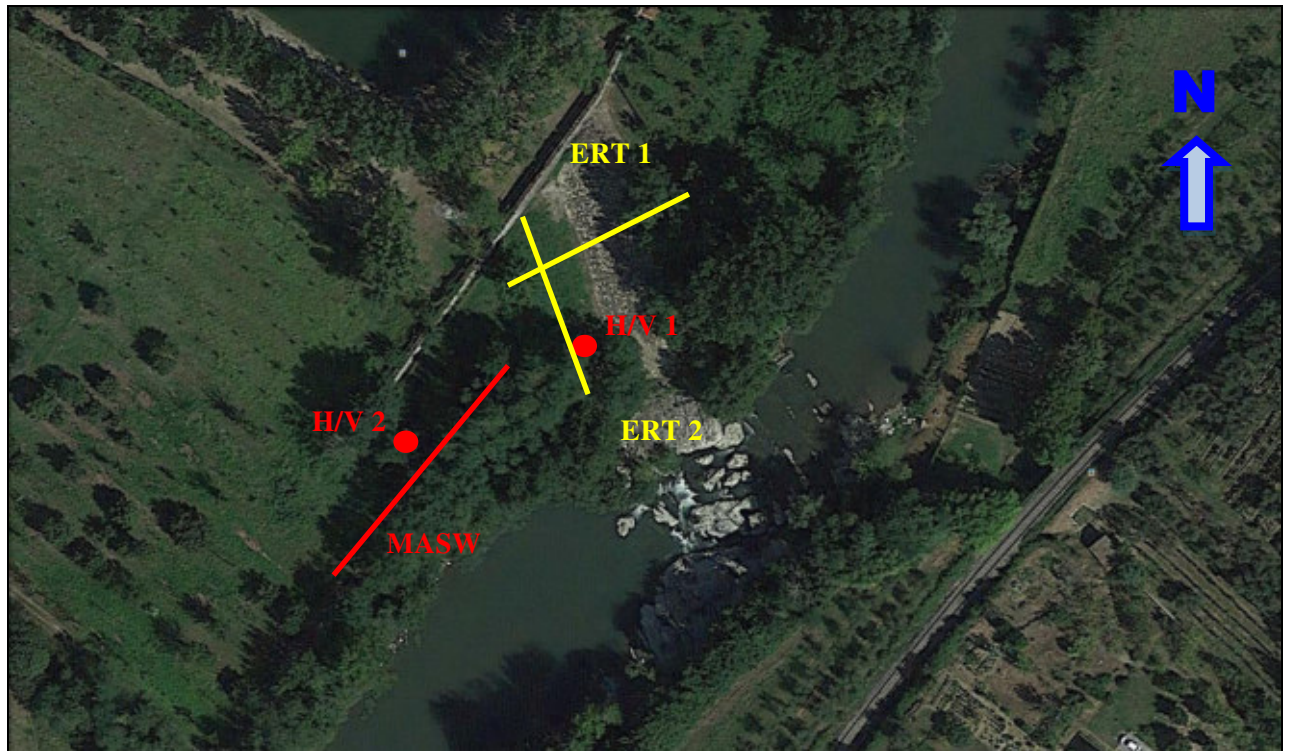
Il processo di inversione inoltre introduce altre incertezze che si ripercuotono sul modello di resistività. Le tomografie ottenute pertanto richiedono un'interpretazione sulla base del contesto geologico, geomorfologico dell'area

ELABORAZIONE DEI DATI ACQUISITI

I valori di resistività apparente acquisiti in campagna sulle due linee, sono stati elaborati unitamente ai dati topografici con software di inversione Tomolab, che ha restituito un modello bidimensionale delle proprietà elettriche dei terreni indagati.

Risultati delle indagini

Briglia in loc. Scopeti

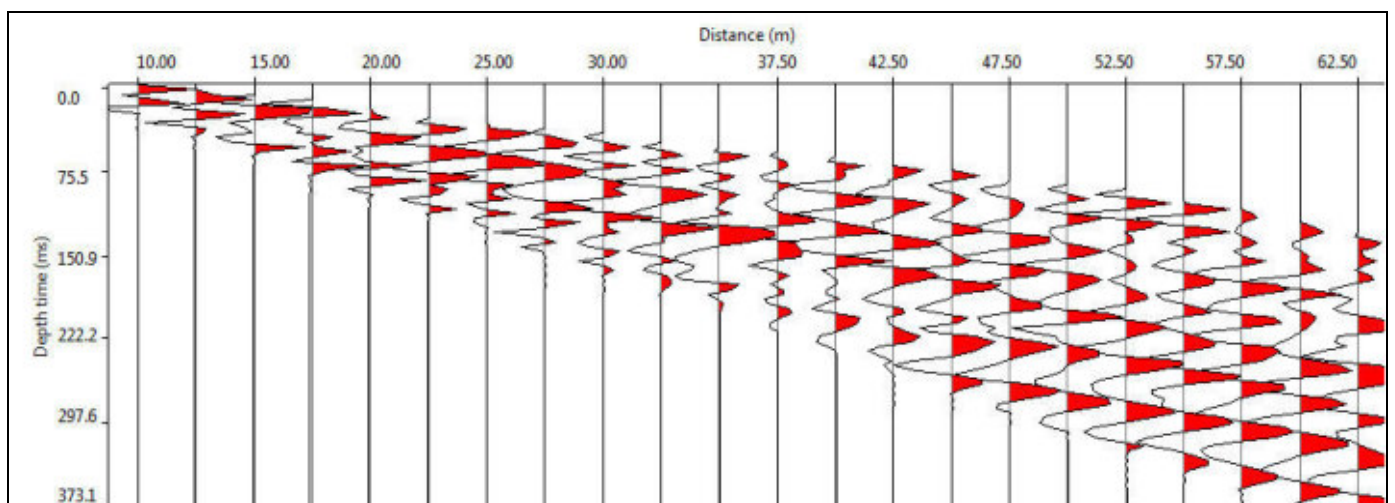


Ubicazione delle indagini

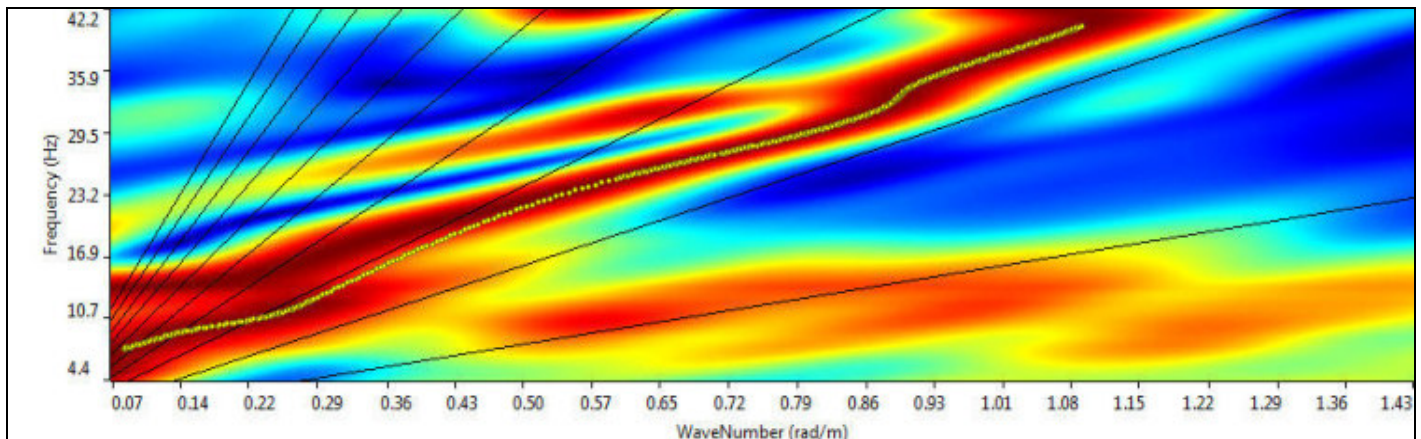
INDAGINE MASW

ELABORATI GRAFICI PROVA MASW

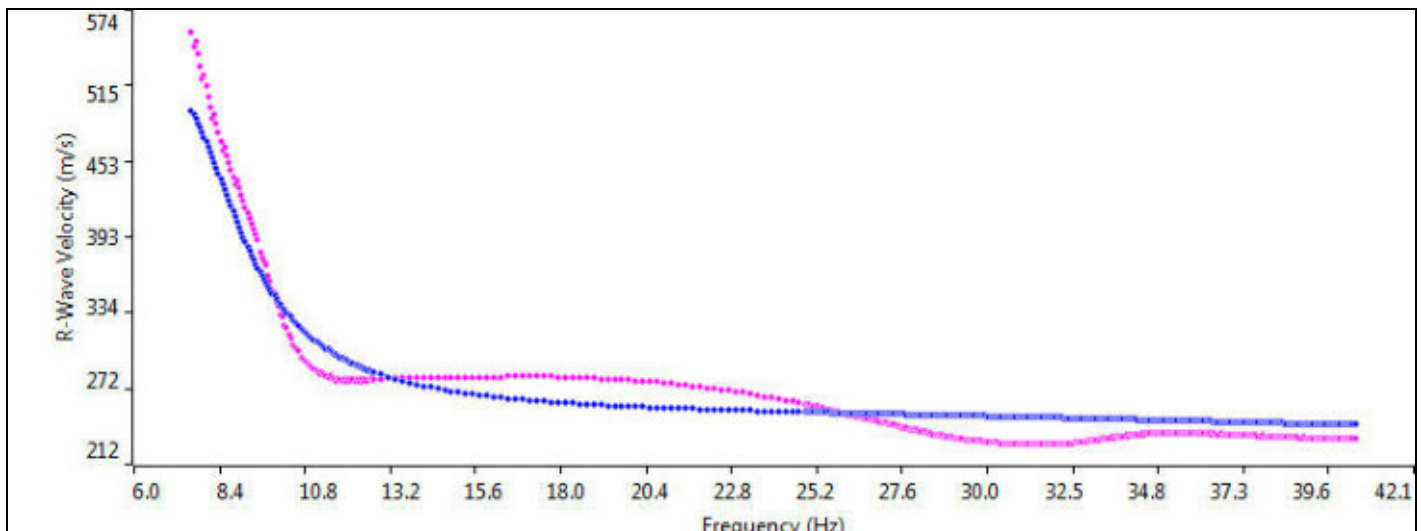
Sismogramma



Spettro F –K

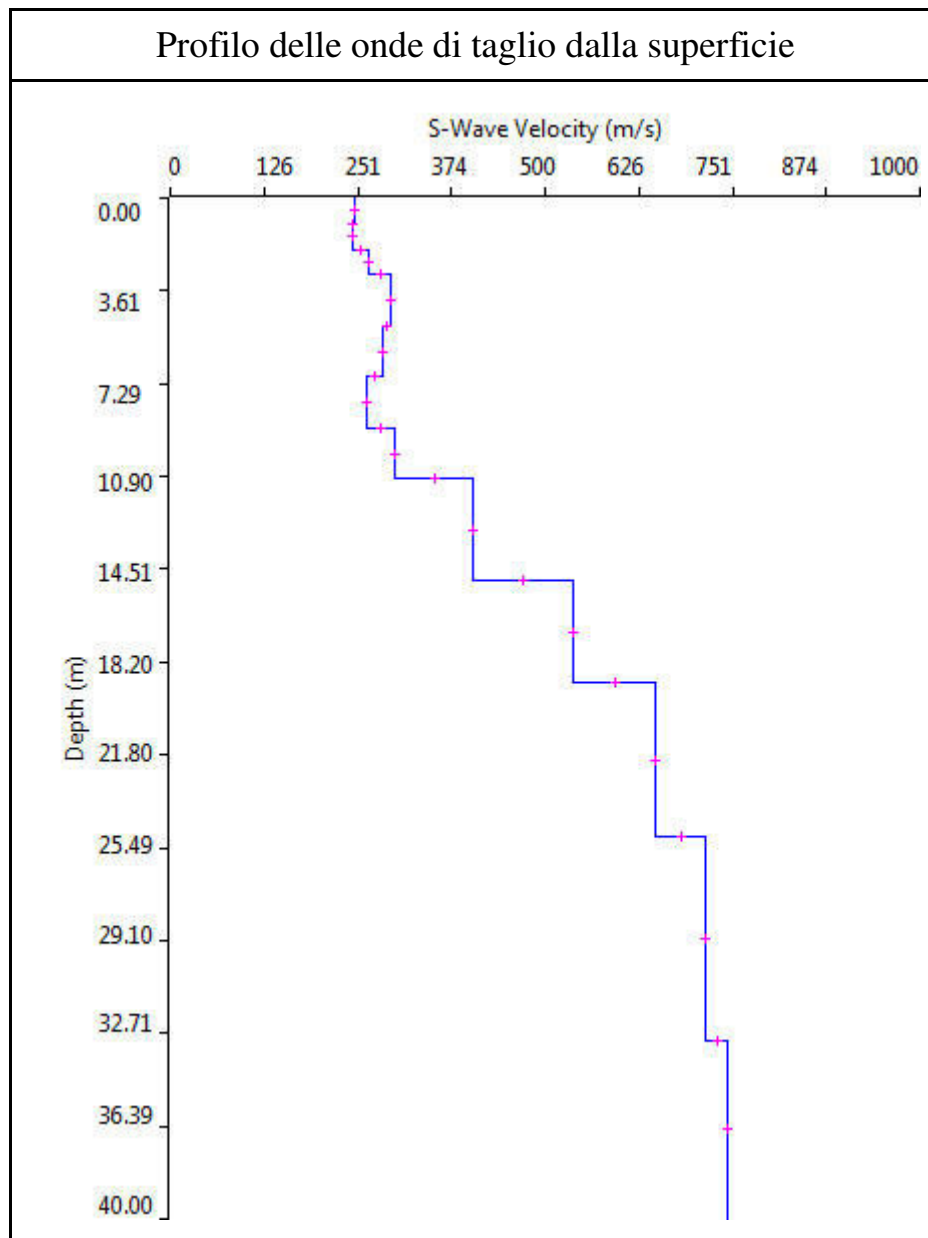


Match Curva di dispersione sperimentale – teorica



Thickness	Depth	Vs	Vp	Poisson	Density
1	0	245	490	0.333	1.8
1	1	243	486	0.333	1.8
1	2	265	530	0.333	1.8
2	3	294	588	0.333	1.8
2	5	283	566	0.333	1.8
2	7	261	522	0.333	1.8
2	9	300	600	0.333	1.8
4	11	404	807	0.333	1.8
4	15	537	1073	0.333	1.8
6	19	648	1295	0.333	1.8
8	25	715	1429	0.333	1.8
	33	743	1485	0.333	1.8

Tabella velocità-spessori: modello sismico monodimensionale.



Calcolo della V_{s30}

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato, è possibile calcolare il valore delle V_{s30} , che rappresenta la velocità di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle V_{s30} si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n H_i / V_i}$$

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


Utilizzando la formula sopra riportata, considerando la quota della fondazione a partire dal piano campagna attuale, si ottiene il seguente valore **Vs30 = 407 m/s** a cui corrisponde la categoria di suolo di fondazione di tipo **B** (si veda la tabella seguente).

Tabella : Categorie di suolo di fondazione(D.M. 14-09-2005; D.M. 14-01-2008)

CAT.	DESCRIZIONE PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		Vs 30 m/sec.	N spt	Cu (Kpa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.	> 800	-	-
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180-360	<50	70-250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180	<15	<70
E	E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).			

Il Tecnico:.

GeoEcho s.n.c.



MISURA HVSR 1

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 27/10/14 12:12:38 Fine registrazione: 27/10/14 12:32:07

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h19'24".

Analizzato 71% tracciato (selezione manuale)

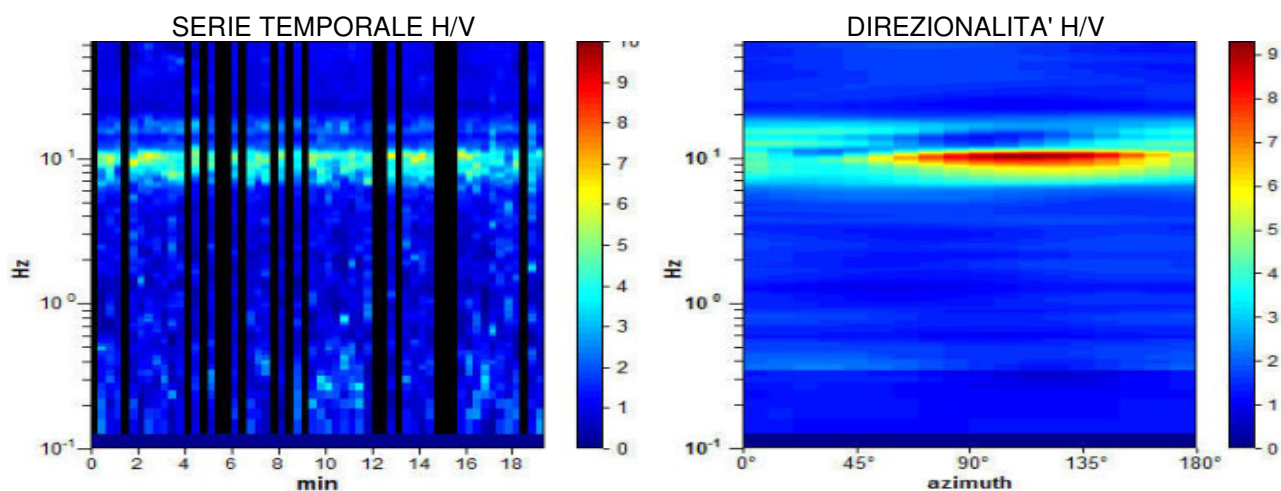
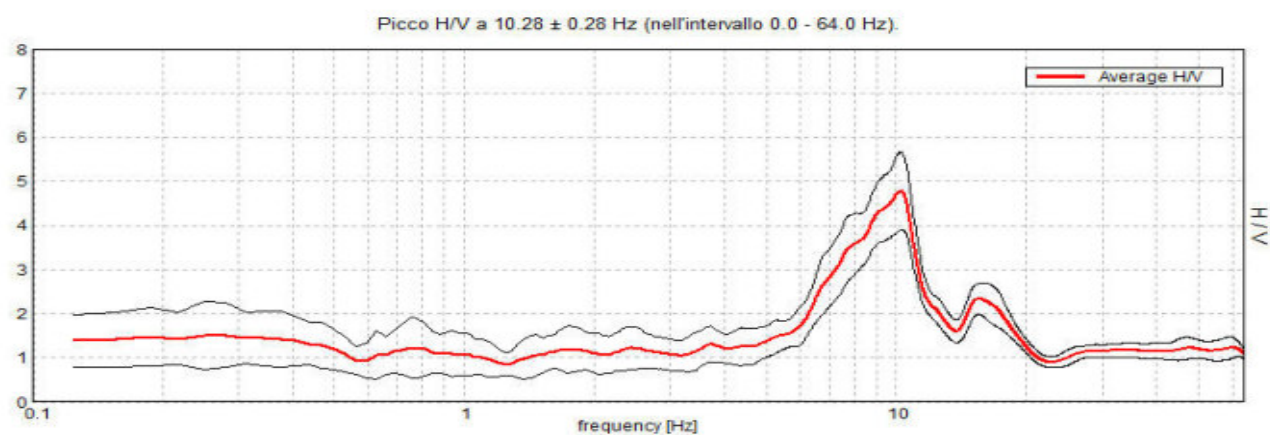
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

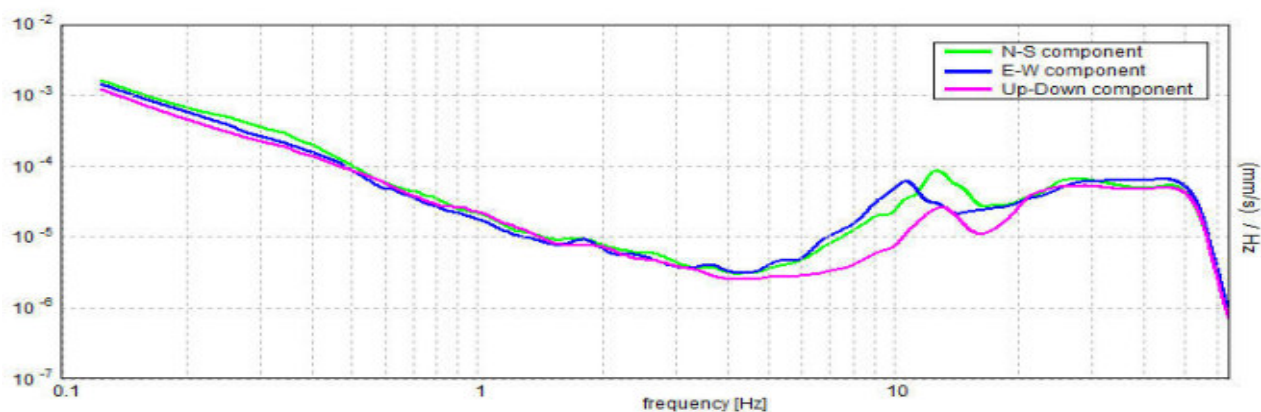
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 10.28 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$8430.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 494	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.531 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.79 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02693 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.2769 < 0.51406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8803 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MISURA HVSR 2

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 11/11/14 11:37:15 Fine registrazione: 11/11/14 11:57:15

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

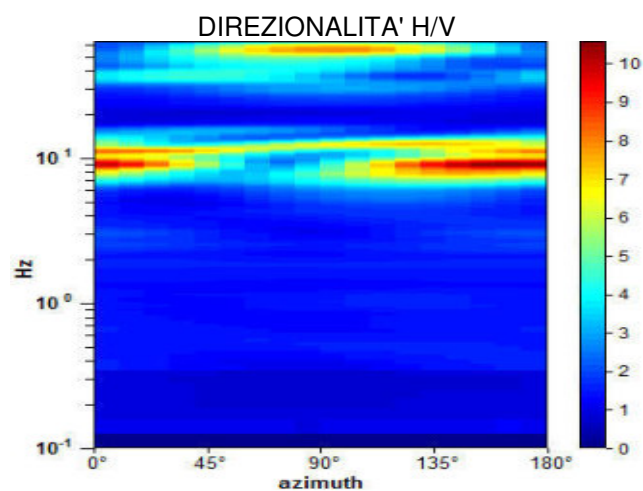
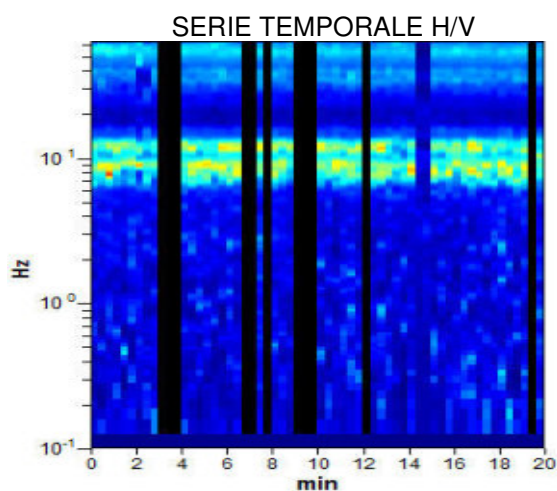
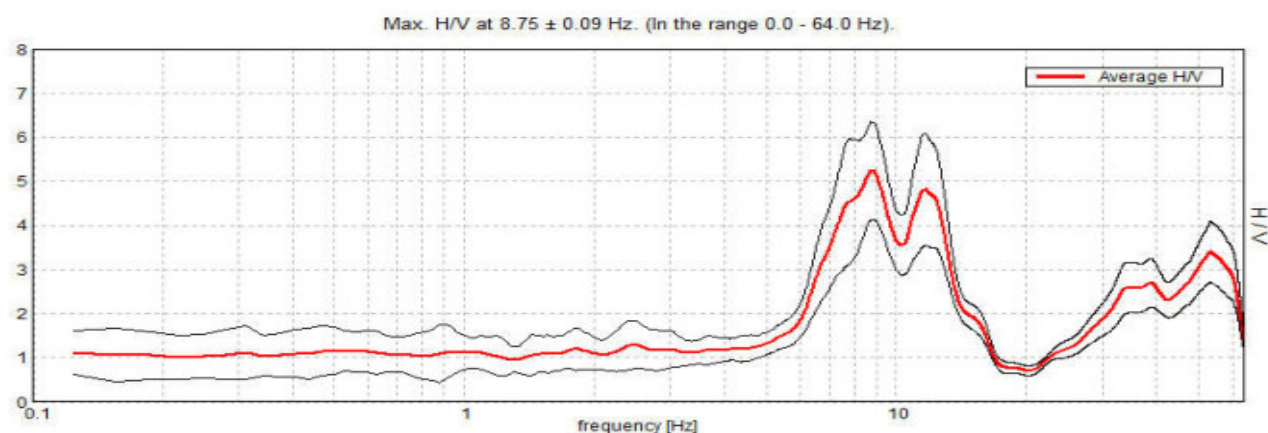
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

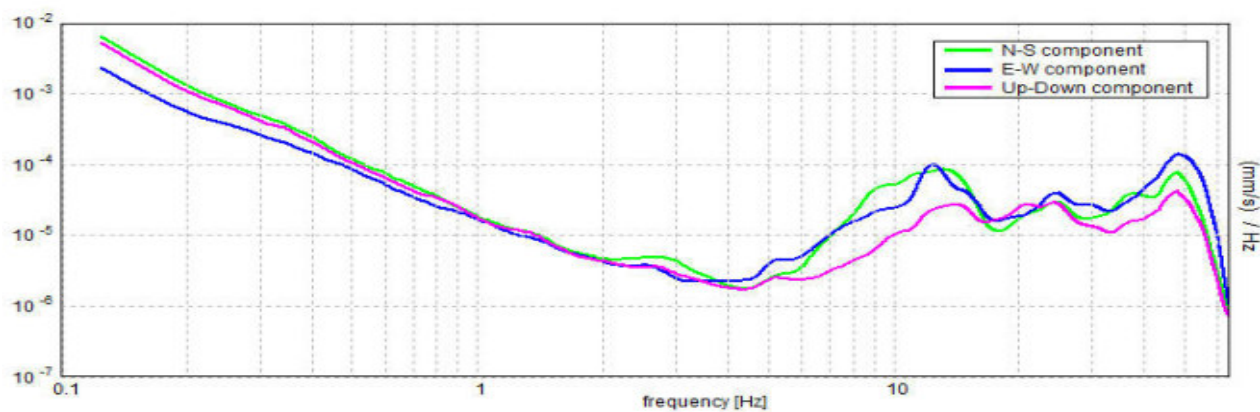
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 8.75 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$8.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$8575.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 421	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.406 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.24 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01047 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0916 < 0.4375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.1097 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Risultati e conclusioni

Le misure H/V realizzate sono servite a definire la frequenza di risonanza del sottosuolo in maniera tale da prevenire, al verificarsi di un evento sismico, possibili interferenze risonanti, tra il suolo e le strutture da realizzare.

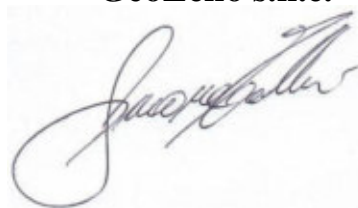
Le curve ricavate evidenziano picchi di risonanza alle frequenze di circa 10,3 Hz con ampiezza pari a circa 4,8 per la misura n. 1 e di circa 8,75 Hz con ampiezza pari a circa 5,2 per la misura n. 2.

Questi valori di frequenza ricadono al limite superiore dell'intervallo di interesse ingegneristico (1 – 10 Hz) e sono relativi a contrasti profondi dell'ordine dei 10 metri, segnando probabilmente il passaggio dai depositi alluvionali al substrato roccioso.

Sfruttando la relazione fra la frequenza (f), lo spessore (h) e la velocità media (V_s) della parte di materiali sovrastante lo strato rigido ($f = V_s/4h$), si può definire con maggiore precisione lo spessore della copertura.

Il Tecnico:.

GeoEcho s.n.c.



TOMOGRAFIA ELETTRICA

Analisi degli elaborati

La qualità delle misure è stata buona ed ha permesso la ricostruzione di modelli tomografici fino alla profondità di circa 10 metri.

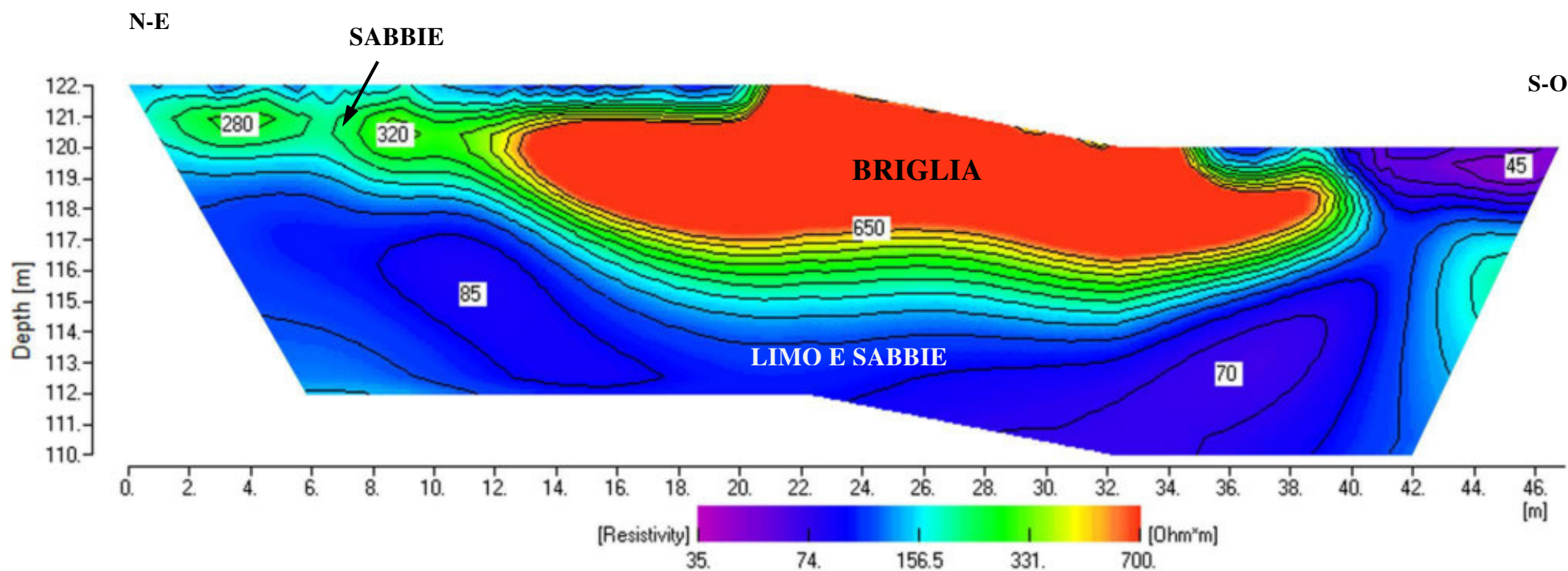
ERT 1

Il forte contrasto di resistività mostra chiaramente il volume della struttura muraria e la profondità d'impasto. Il terreno sottostante si può considerare sabbioso-limoso.

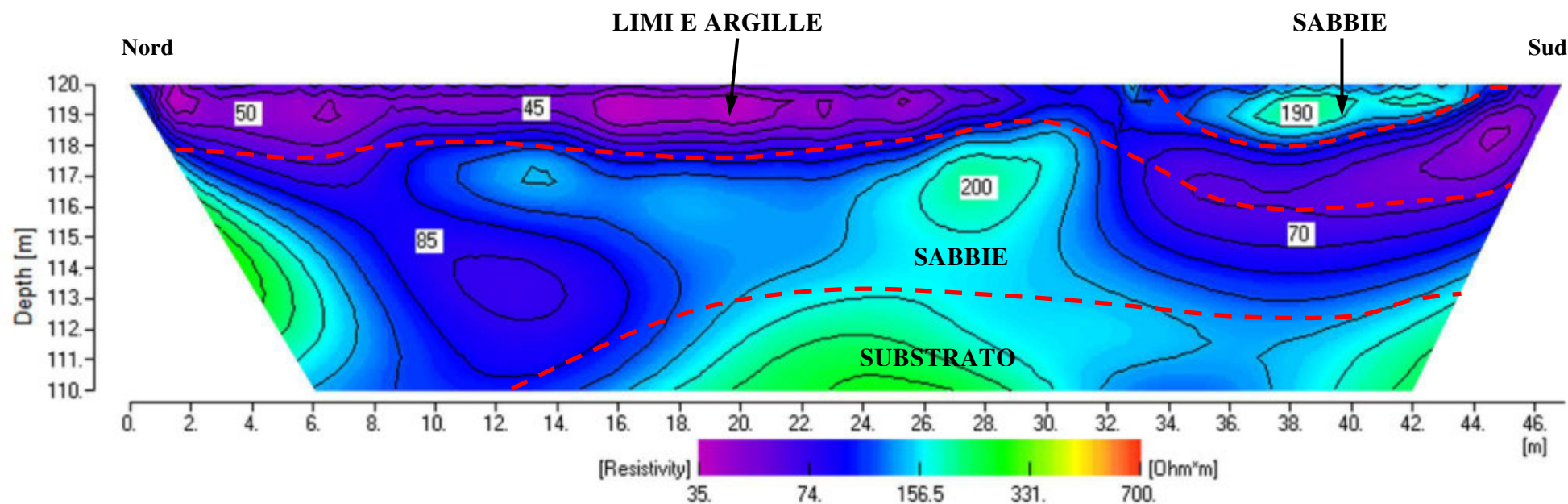
ERT 2

La sezione è caratterizzata da un orizzonte superficiale costituito prevalentemente da limi e argille. Più in profondità la resistività aumenta denotando il passaggio a terreni più granulari fino a raggiungere valori riconducibili a substrato roccioso più o meno alterato.

ERT 1



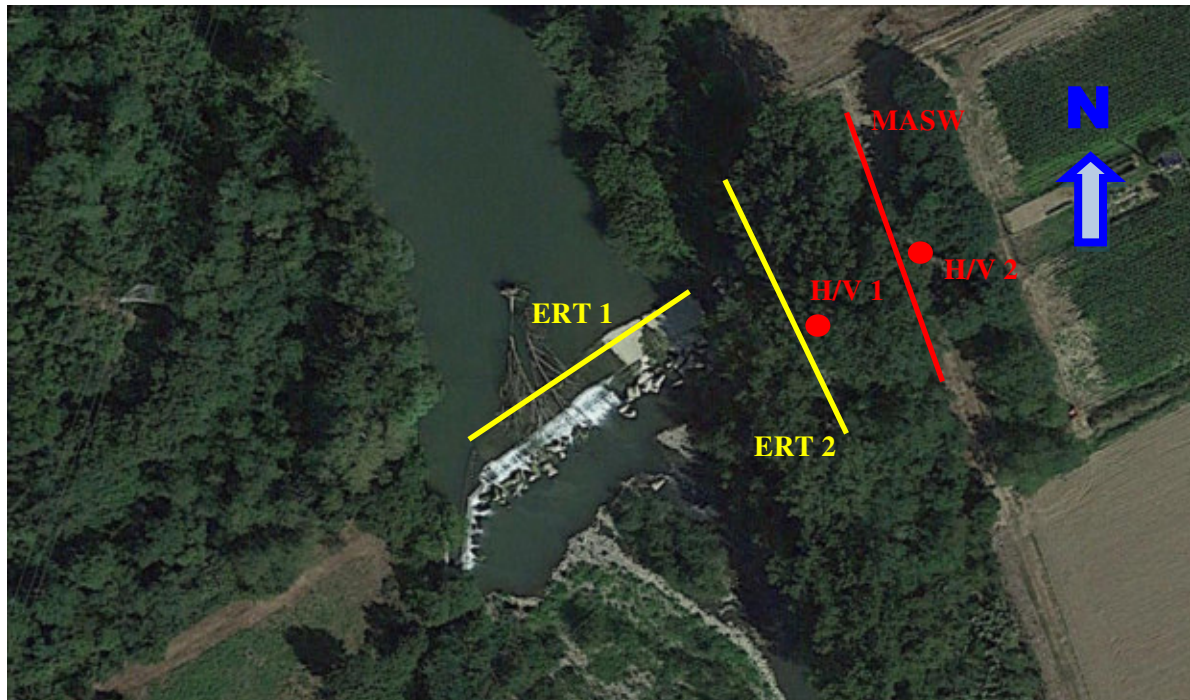
ERT 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Briglia in loc. Alessandri

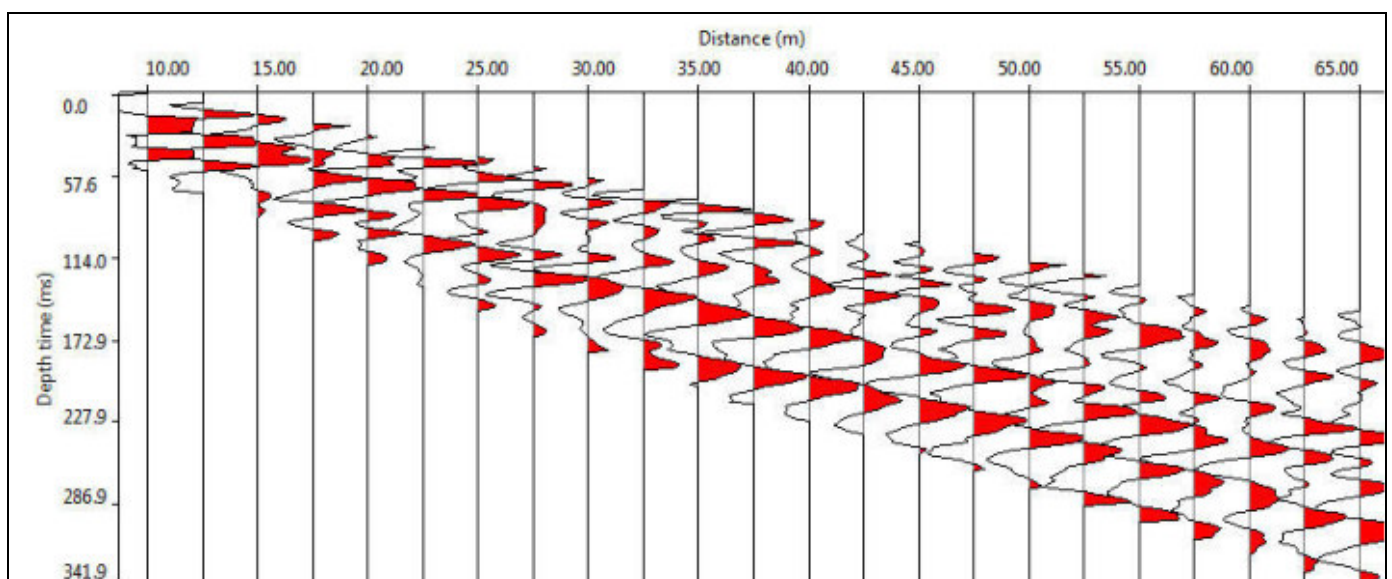


Ubicazione delle indagini

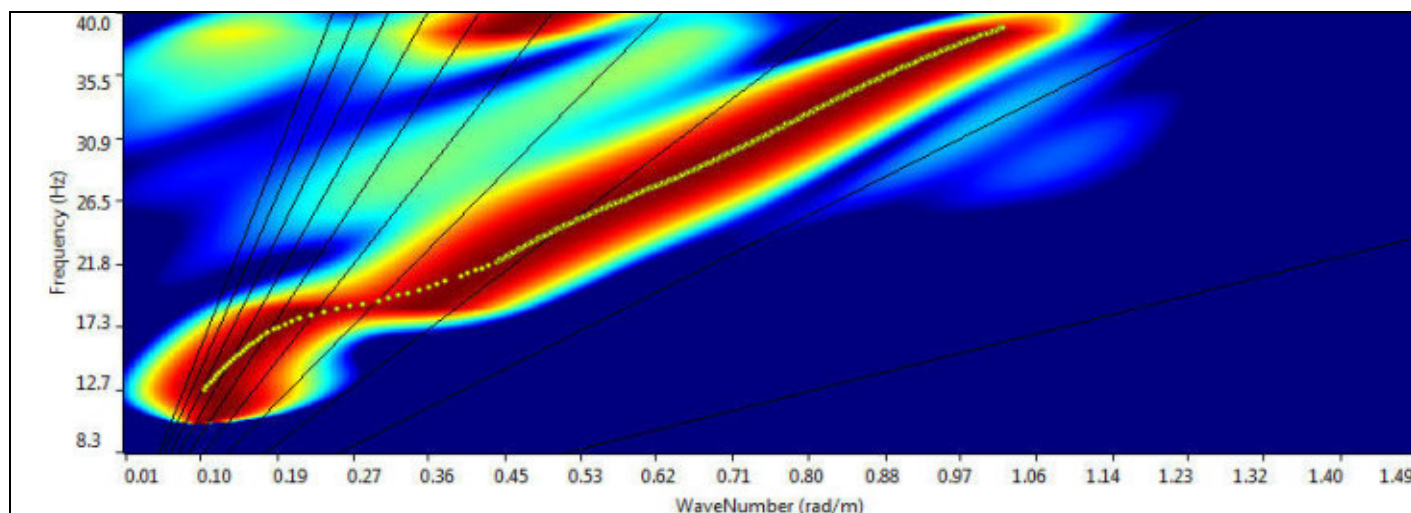
INDAGINE MASW

ELABORATI GRAFICI PROVA MASW

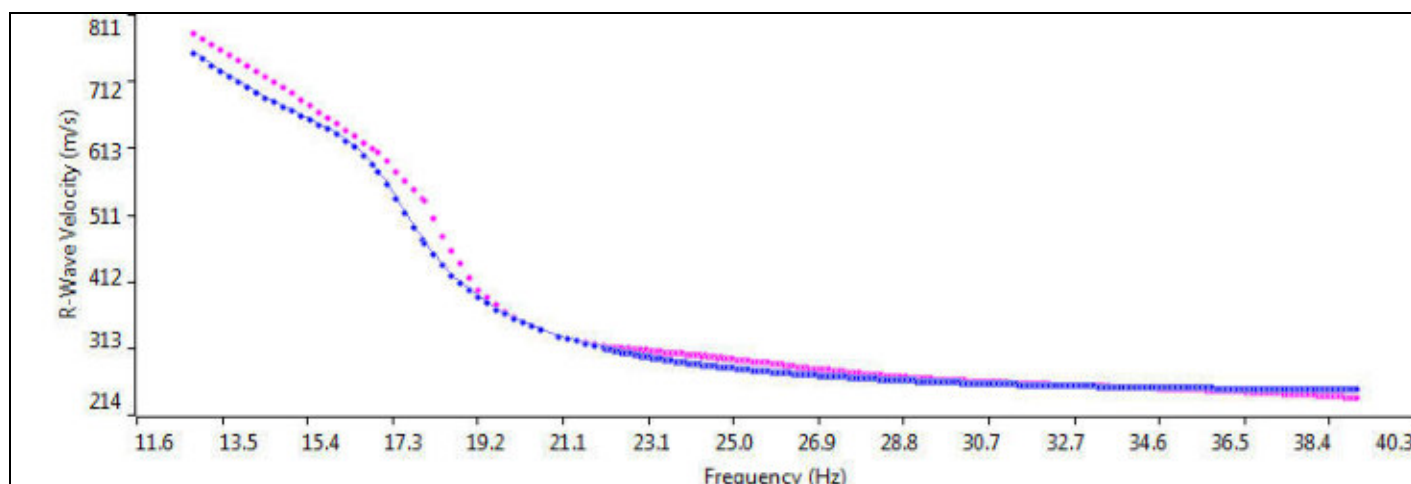
Sismogramma



Spettro F –K

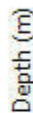


Match Curva di dispersione sperimentale – teorica



Thickness	Depth	Vs	Vp	Poisson	Density
1	0	412	823	0.333	1.8
1	1	205	410	0.333	1.8
1	2	244	488	0.333	1.8
2	3	276	552	0.333	1.8
2	5	363	725	0.333	1.8
2	7	582	1163	0.333	1.8
2	9	818	1635	0.333	1.8
4	11	1034	2066	0.333	1.8
4	15	1207	2412	0.333	1.8
6	19	1340	2678	0.333	1.8
8	25	1418	2834	0.333	1.8
	33	1447	2892	0.333	1.8

Tabella velocità-spessori: modello sismico monodimensionale.



Calcolo della V_{s30}

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato, è possibile calcolare il valore delle Vs30, che rappresenta la velocità di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle Vs30 si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n H_i / V_i}$$

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

Dal profilo ricavato con la prova masw si osserva un evidente contrasto di velocità tra la copertura alluvionale (con spessore di circa 5-7 m. e $v_s < 360$ m/s) e il substrato roccioso con $v_s > 800$ m/s.

Questo assetto classifica il suolo di fondazione in categoria **E** (si veda la tabella seguente).

Tabella : Categorie di suolo di fondazione(D.M. 14-09-2005; D.M. 14-01-2008)

CAT.	DESCRIZIONE PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		Vs 30 m/sec.	N spt	Cu (Kpa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.	> 800	-	-
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180-360	<50	70-250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180	<15	<70
E	E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).			

Il Tecnico.:

GeoEcho s.n.c.



MISURA HVSR 1

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 03/11/14 13:45:27 Fine registrazione: 03/11/14 14:05:27

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

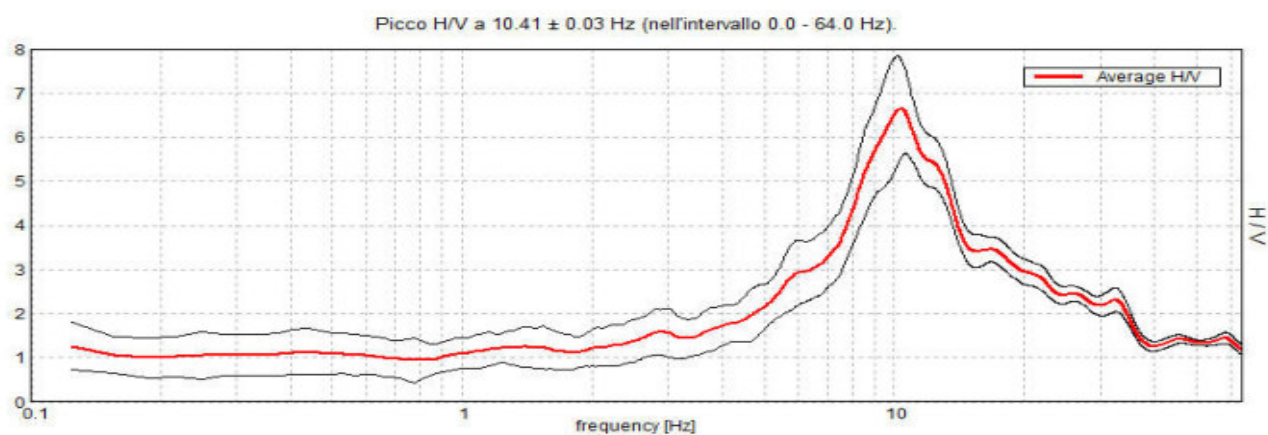
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

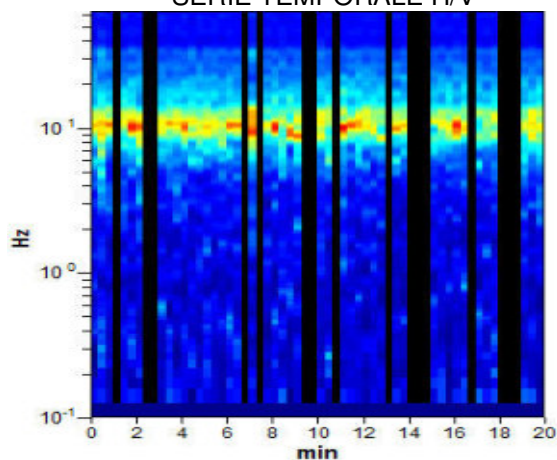
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 12%

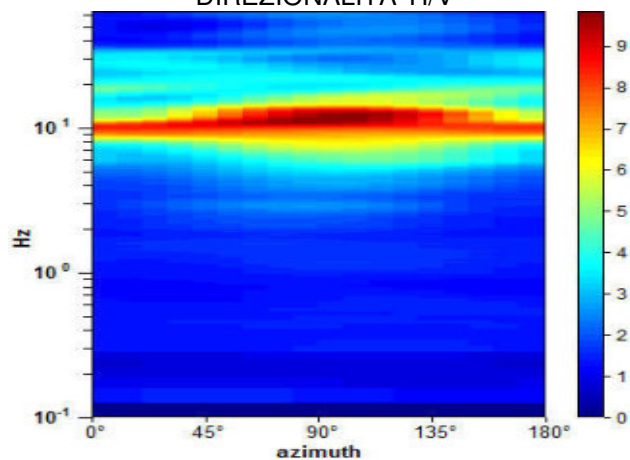
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



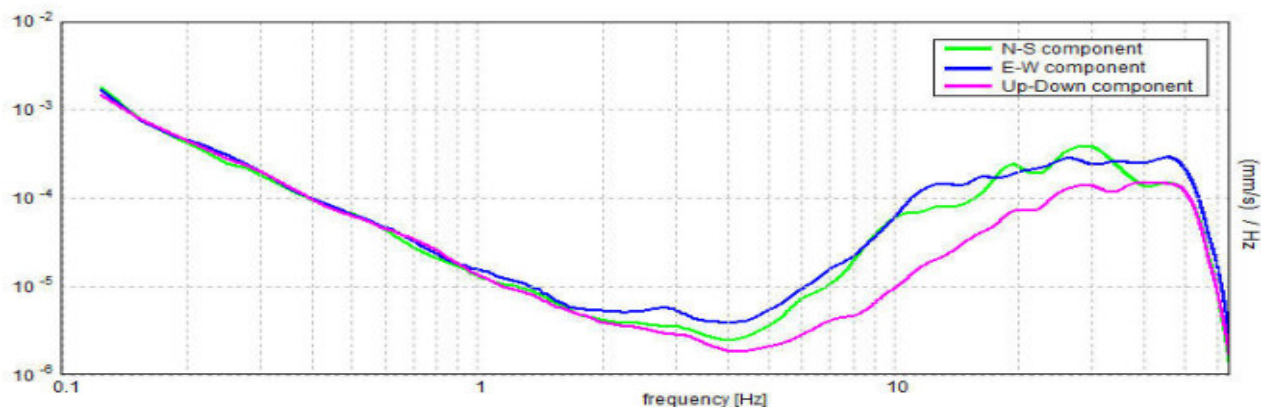
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 10.41 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.41 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$9157.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 500	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.063 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	17.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.65 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00286 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0298 < 0.52031$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.0917 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MISURA HVSR 2

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 11/11/14 10:51:15 Fine registrazione: 11/11/14 11:11:15

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

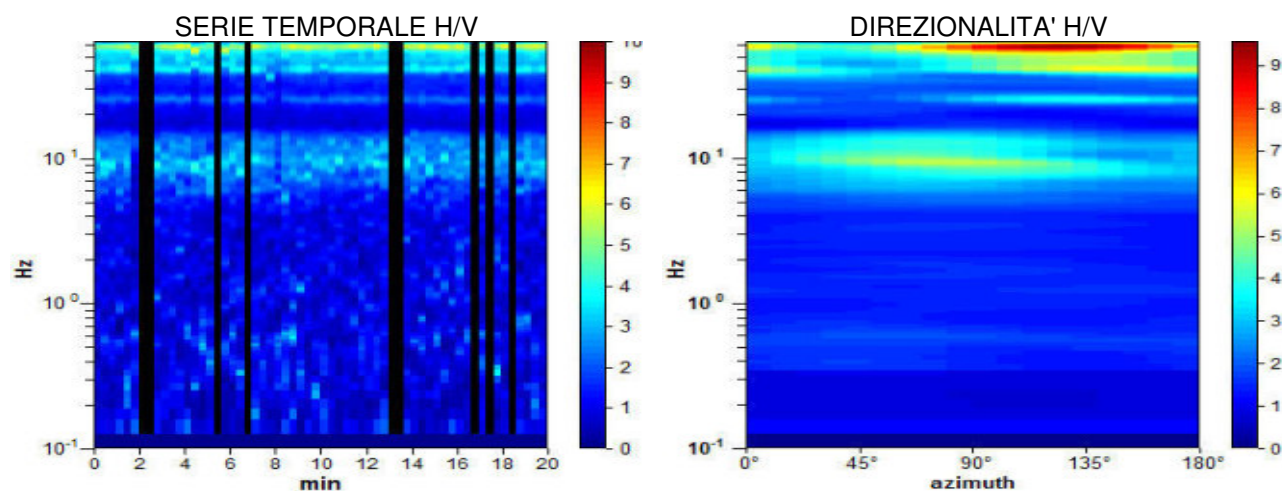
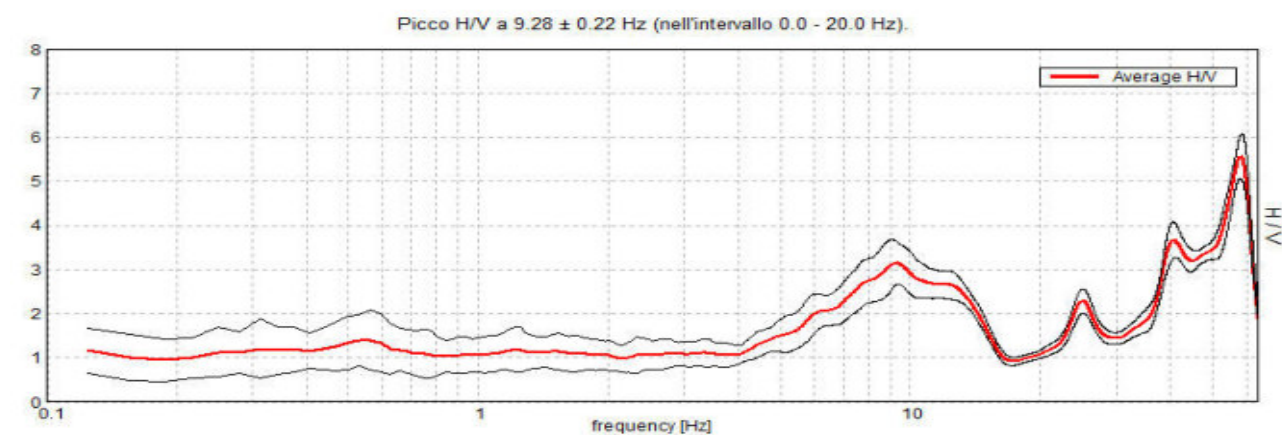
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

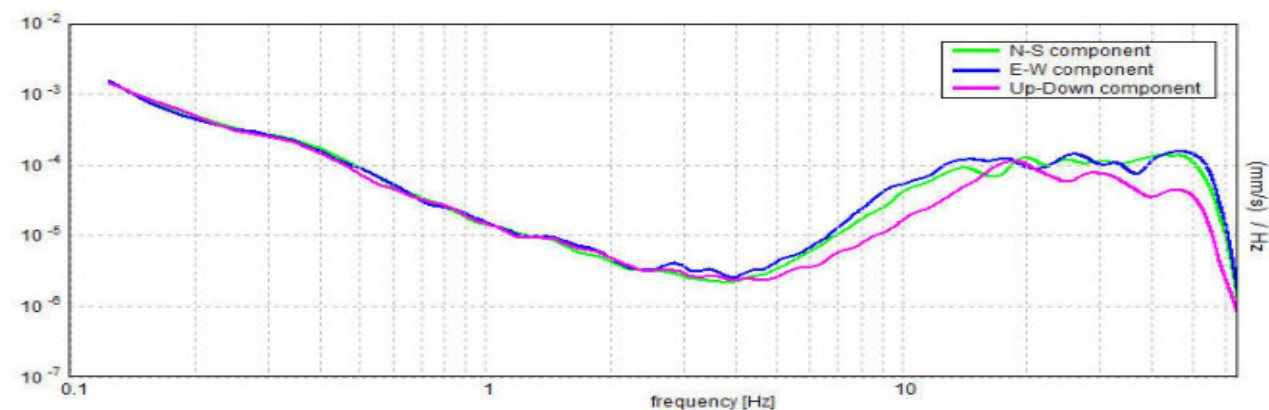
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 9.28 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$9.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$9466.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 446	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	15.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.15 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02347 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.21779 < 0.46406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4916 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Risultati e conclusioni

Le misure H/V realizzate sono servite a definire la frequenza di risonanza del sottosuolo in maniera tale da prevenire, al verificarsi di un evento sismico, possibili interferenze risonanti, tra il suolo e le strutture da realizzare.

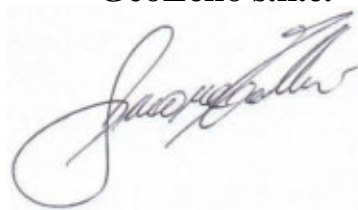
Le curve ricavate evidenziano picchi di risonanza alle frequenze di circa 10,4 Hz con ampiezza pari a circa 6,5 per la misura n. 1 e di circa 9,3 Hz con ampiezza pari a circa 3 per la misura n. 2.

Questi valori di frequenza ricadono al limite superiore dell'intervallo di interesse ingegneristico (1 – 10 Hz) e sono relativi a contrasti profondi dell'ordine dei 10 metri, segnando probabilmente il passaggio dai depositi alluvionali al substrato roccioso.

Sfruttando la relazione fra la frequenza (f), lo spessore (h) e la velocità media (V_s) della parte di materiali sovrastante lo strato rigido ($f = V_s/4h$), si può definire con maggiore precisione lo spessore della copertura.

Il Tecnico:.

GeoEcho s.n.c.



TOMOGRAFIA ELETTRICA

Analisi degli elaborati

La qualità delle misure è stata buona ed ha permesso la ricostruzione di modelli tomografici fino alla profondità di circa 10 metri.

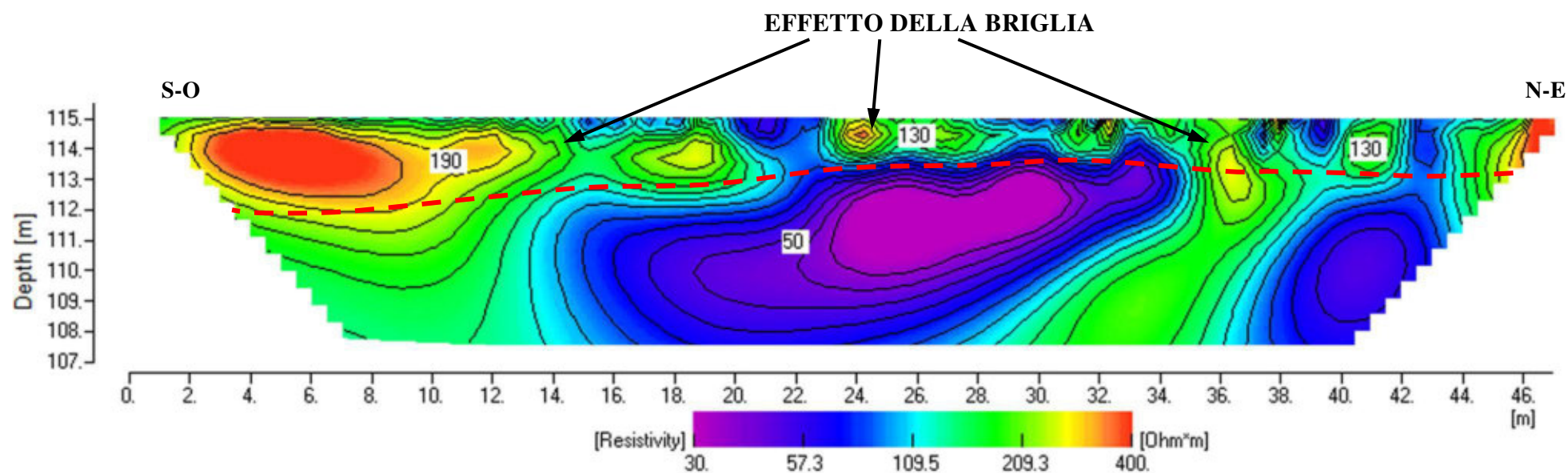
ERT 1

Il livello fortemente resistivo superficiale è imputabile all'effetto della briglia. I forti contrasti laterali a partire dalla profondità di 2-3 m. sono di difficile interpretazione se non dovute a marcate disomogeneità della natura del substrato.

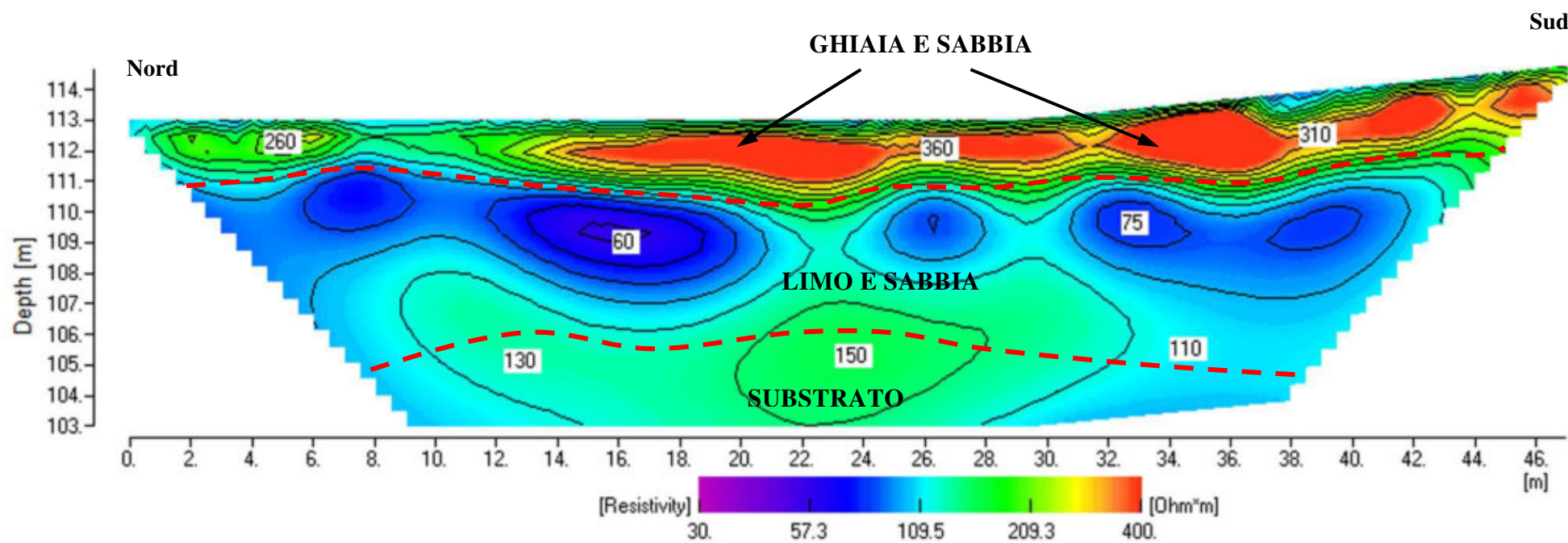
ERT 2

La sezione è caratterizzata da un orizzonte superficiale costituito prevalentemente da ghiaia e sabbia. Più in profondità la resistività diminuisce per la presumibile presenza di terreni più fini (limi e sabbie) che poggiano sul substrato roccioso più o meno alterato.

ERT 1



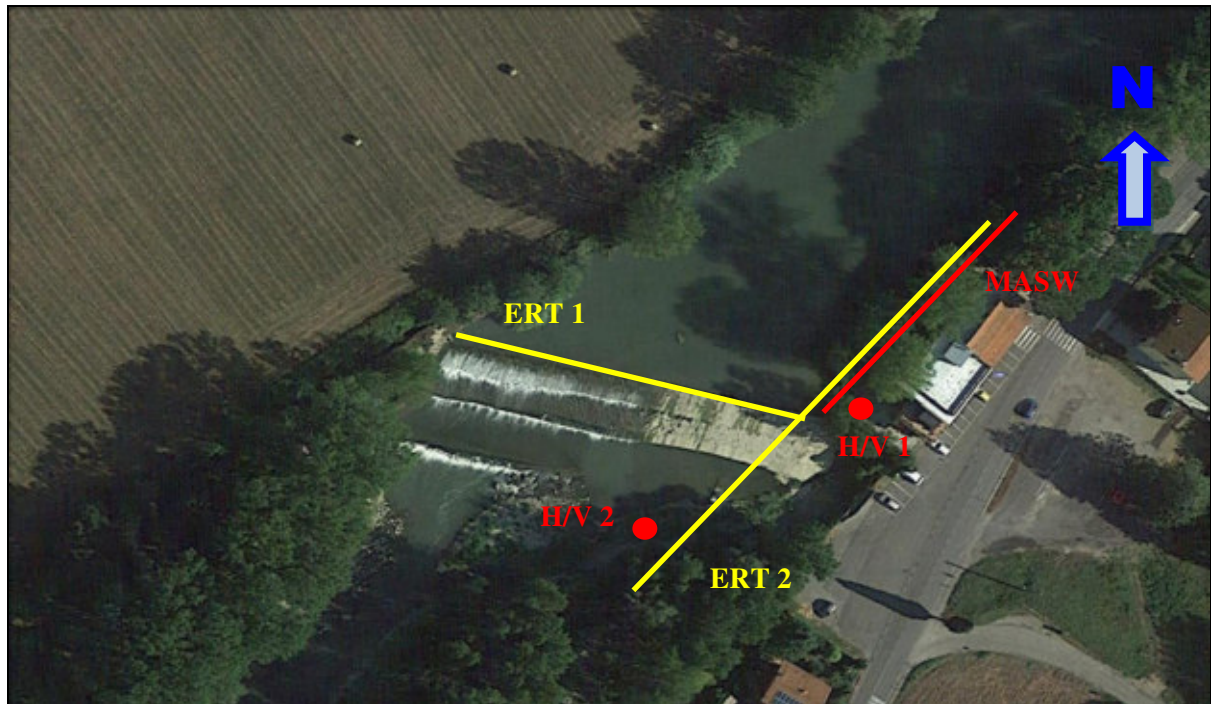
ERT 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Briglia in loc. Ponte a Vico

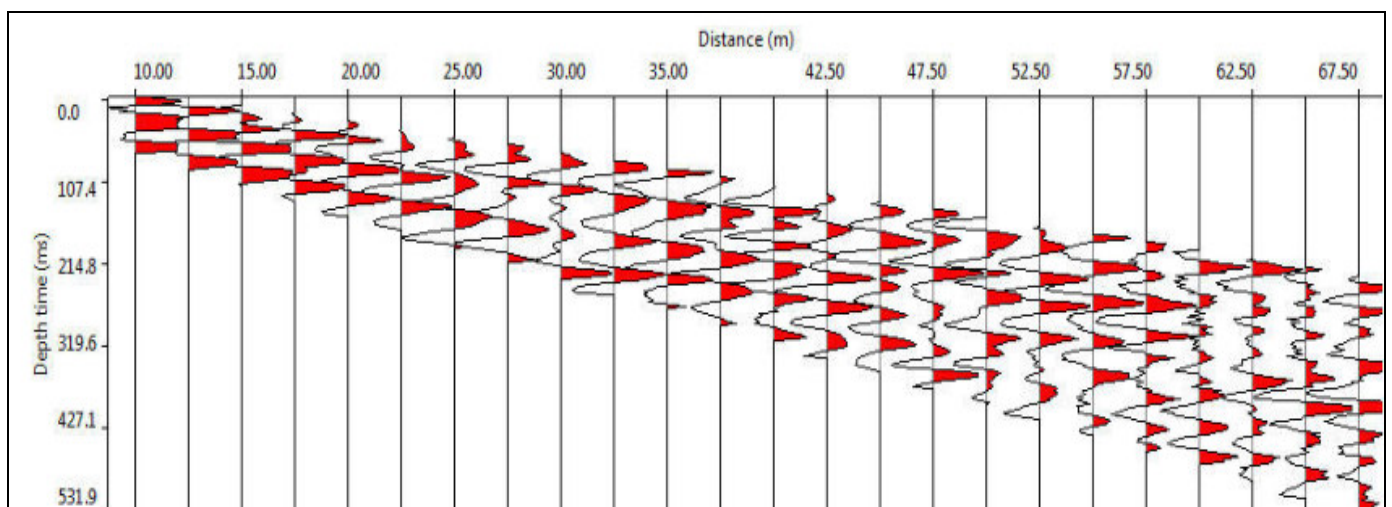


Ubicazione delle indagini

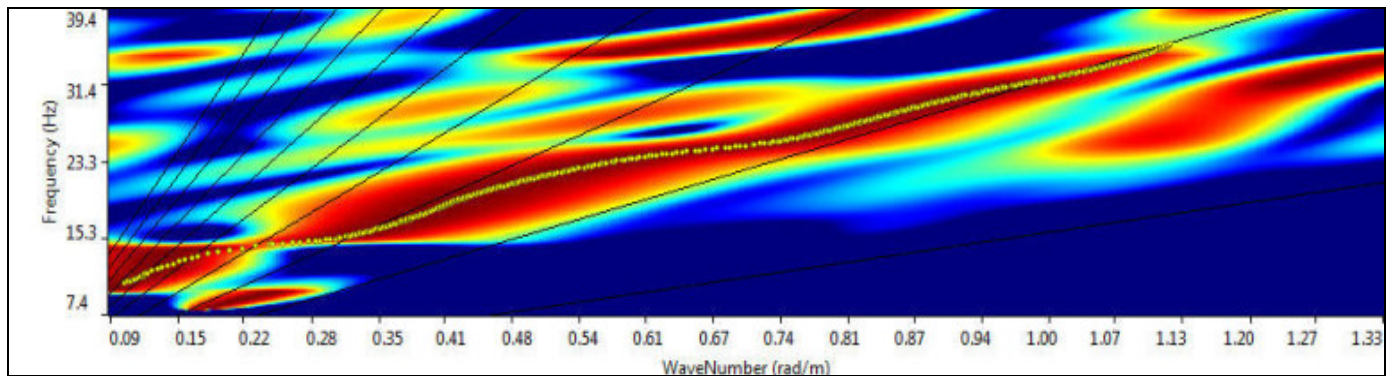
INDAGINE MASW

ELABORATI GRAFICI PROVA MASW

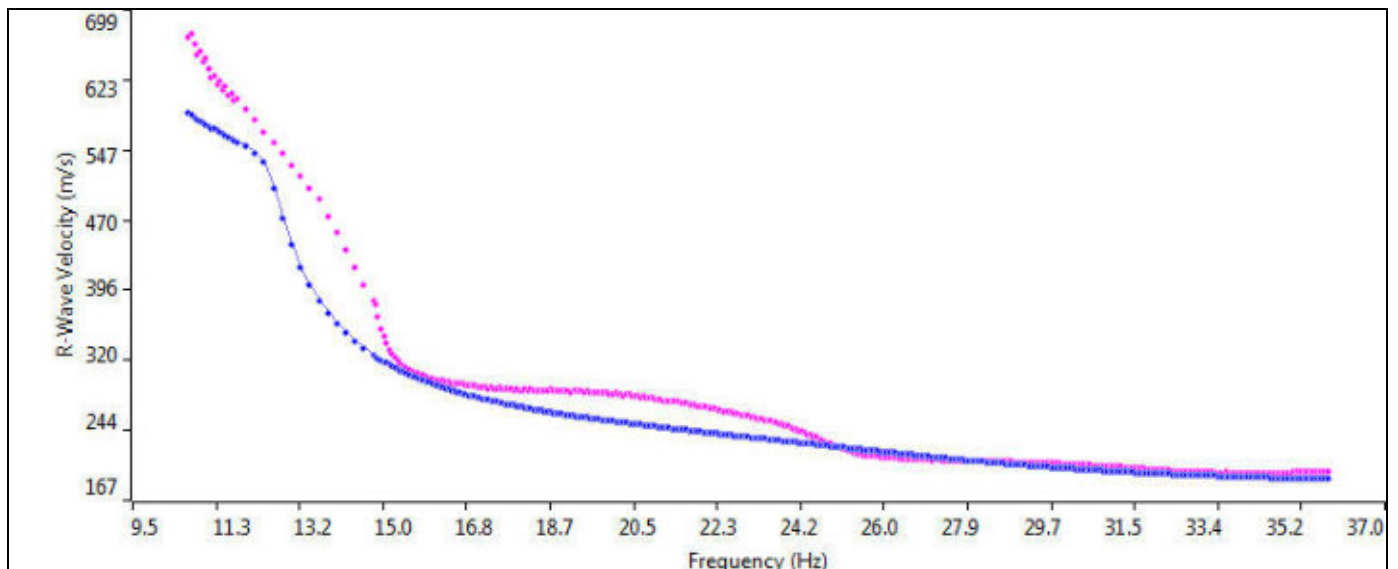
Sismogramma



Spettro F –K

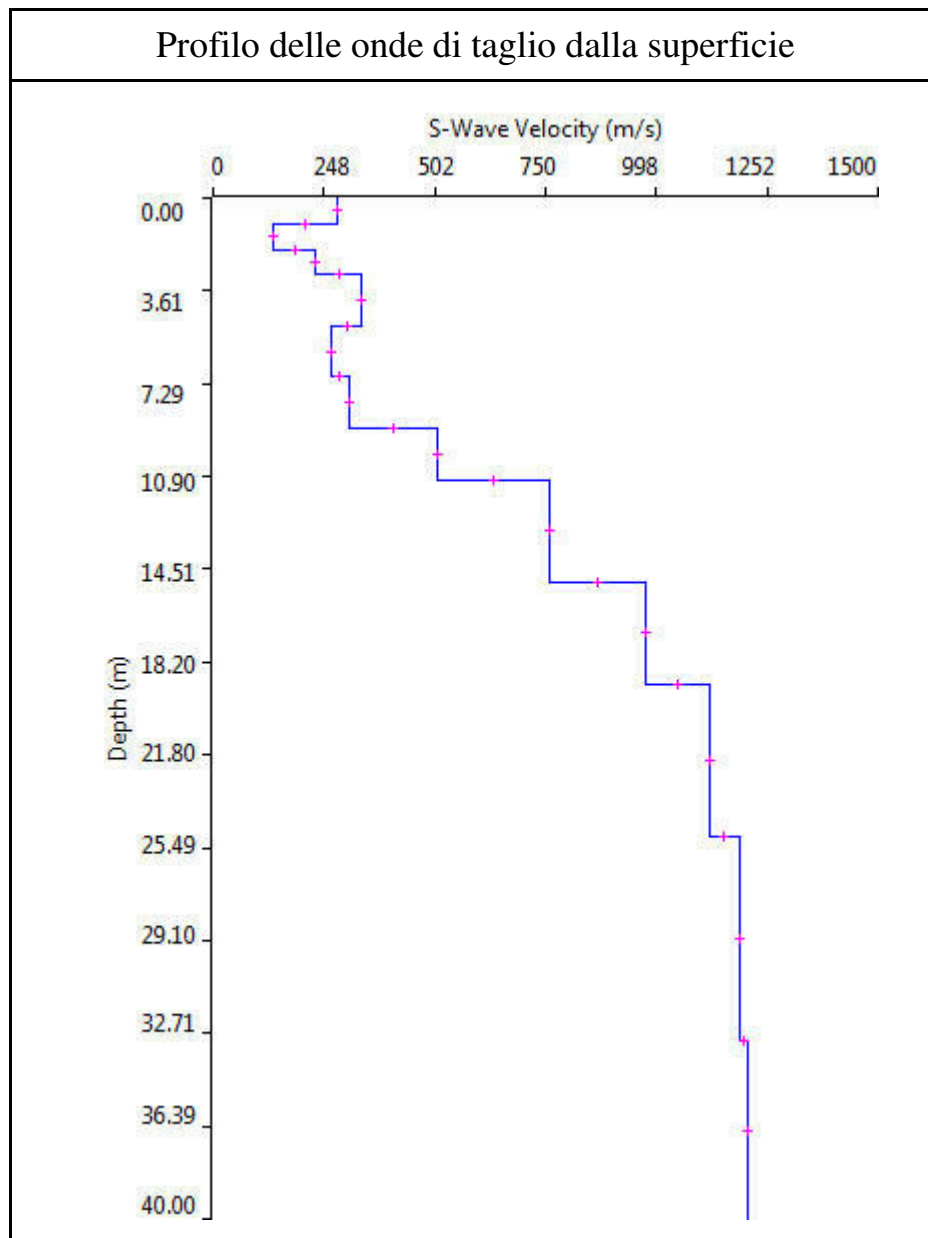


Match Curva di dispersione sperimentale – teorica



Thickness	Depth	Vs	Vp	Poisson	Density
1	0	278	556	0.333	1.8
1	1	136	272	0.333	1.8
1	2	232	464	0.333	1.8
2	3	335	669	0.333	1.8
2	5	266	532	0.333	1.8
2	7	305	610	0.333	1.8
2	9	505	1009	0.333	1.8
4	11	758	1515	0.333	1.8
4	15	974	1947	0.333	1.8
6	19	1119	2236	0.333	1.8
8	25	1186	2370	0.333	1.8
	33	1207	2412	0.333	1.8

Tabella velocità-spessori: modello sismico monodimensionale.



Calcolo della V_{s30}

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato, è possibile calcolare il valore delle V_{s30} , che rappresenta la velocità di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle V_{s30} si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n H_i / V_i}$$

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

Dal profilo ricavato con la prova masw si osserva un evidente contrasto di velocità tra la copertura alluvionale (con spessore di circa 7-9 m. e $v_s < 360$ m/s) e il substrato roccioso con $v_s > 800$ m/s.

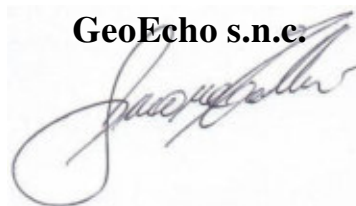
Questo assetto classifica il suolo di fondazione in categoria **E** (si veda la tabella seguente).

Tabella : Categorie di suolo di fondazione(D.M. 14-09-2005; D.M. 14-01-2008)

CAT.	DESCRIZIONE PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		Vs 30 m/sec.	N spt	Cu (Kpa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.	> 800	-	-
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180-360	<50	70-250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180	<15	<70
E	E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).			

Il Tecnico:.

GeoEcho s.n.c.



MISURA HVSR 1

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 11/11/14 12:19:18 Fine registrazione: 11/11/14 12:39:18

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 53% tracciato (selezione manuale)

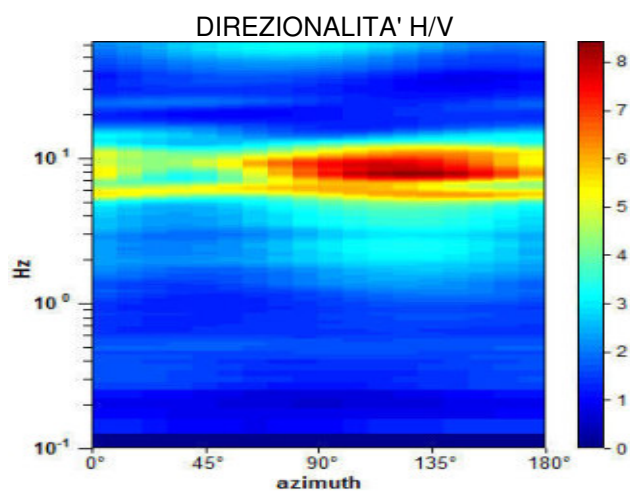
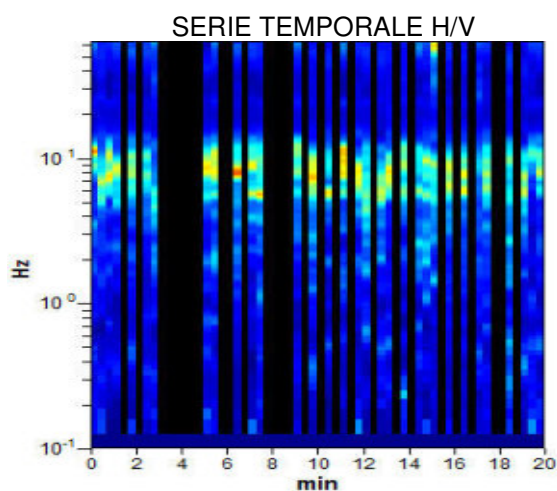
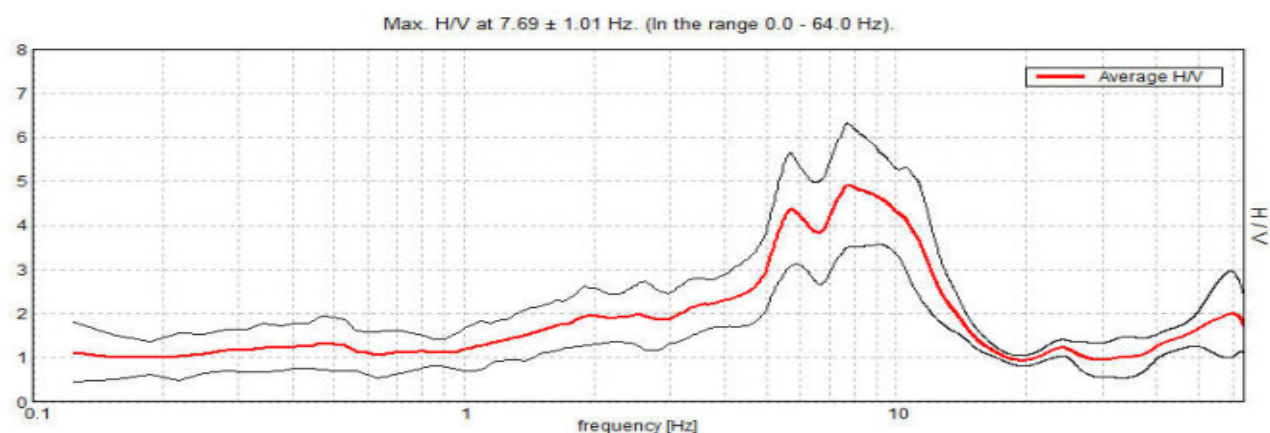
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

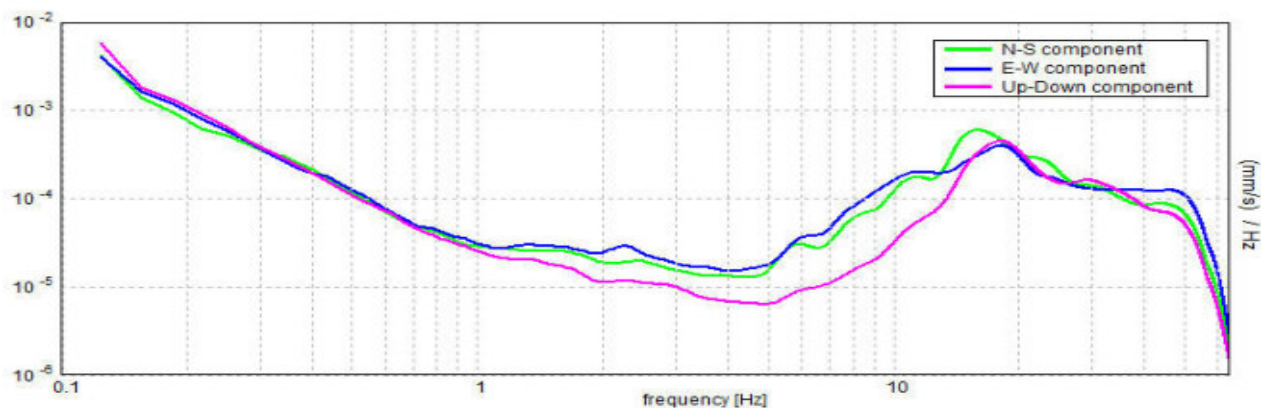
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 13%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 7.69 ± 1.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.69 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4920.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 370	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.91 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13143 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.0104 < 0.38438$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.4143 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MISURA HVSR 2

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 11/11/14 12:46:57 Fine registrazione: 11/11/14 13:06:57

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 50% tracciato (selezione manuale)

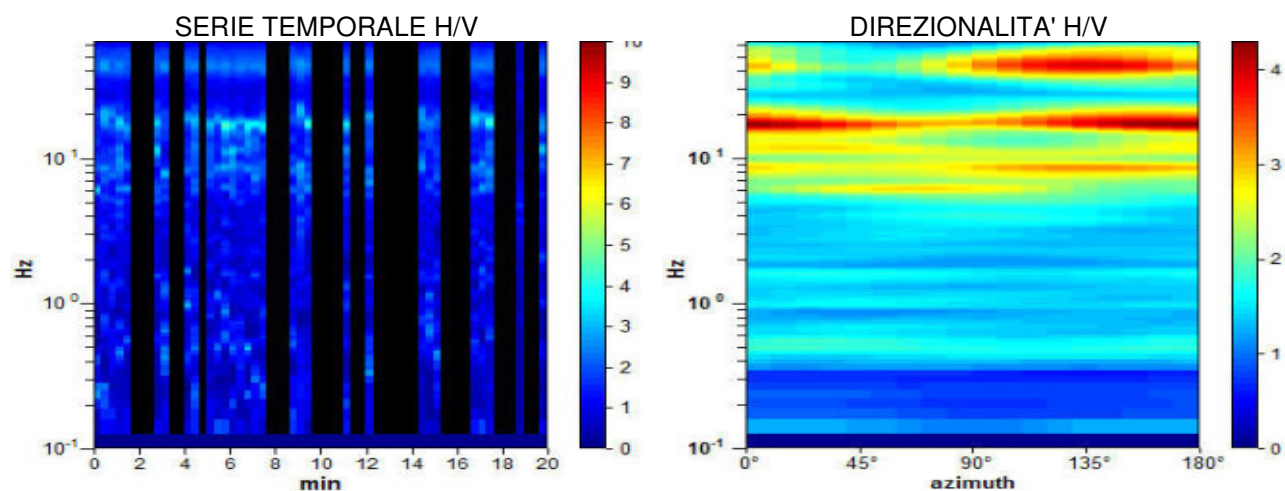
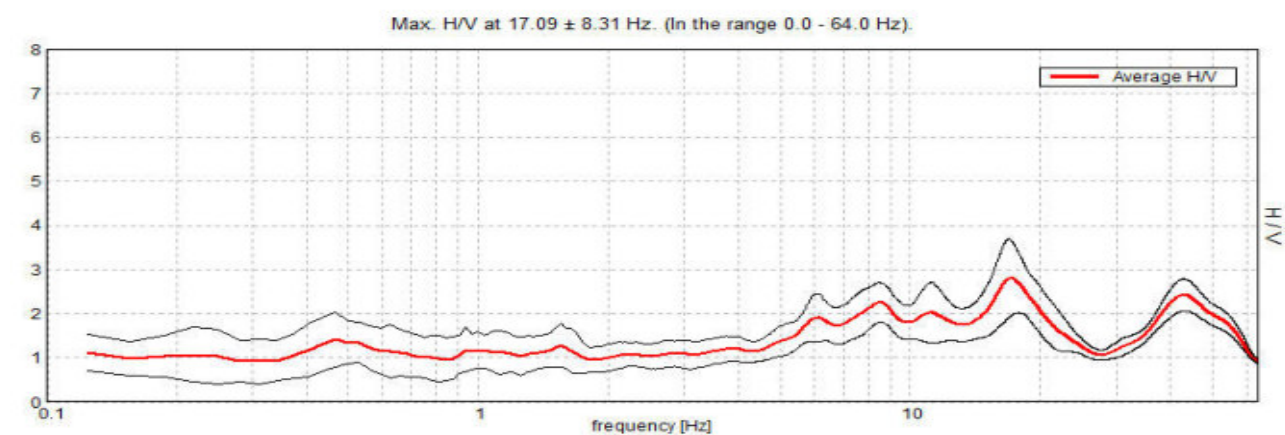
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

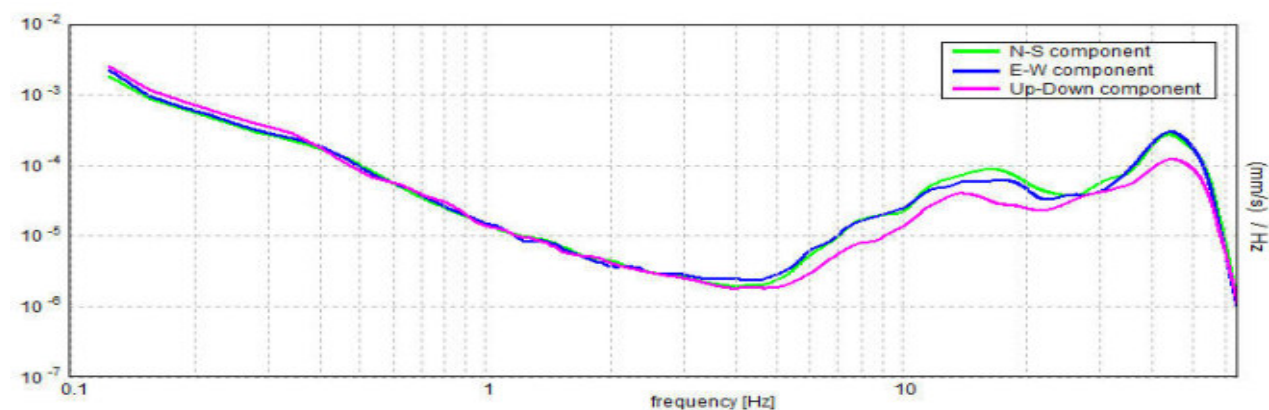
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 17.09 ± 8.31 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$17.09 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10256.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 822	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.125 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	23.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.81 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.48586 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$8.30514 < 0.85469$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.857 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Risultati e conclusioni

Le misure H/V realizzate sono servite a definire la frequenza di risonanza del sottosuolo in maniera tale da prevenire, al verificarsi di un evento sismico, possibili interferenze risonanti, tra il suolo e le strutture da realizzare.

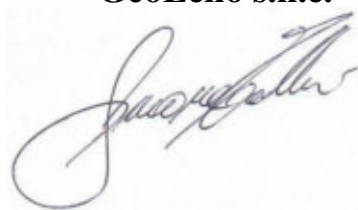
Le curve ricavate evidenziano picchi di risonanza alle frequenze di circa 7,7 Hz con ampiezza pari a circa 5 per la misura n. 1 e di circa 17,1 Hz con ampiezza pari a circa 2,9 per la misura n. 2.

Solo il picco della misura n. 1 ricade nell'intervallo di frequenza di interesse ingegneristico (1 – 10 Hz) ed è relativo a contrasti profondi dell'ordine dei 10 metri.

Sfruttando la relazione fra la frequenza (f), lo spessore (h) e la velocità media (V_s) della parte di materiali sovrastante lo strato rigido ($f = V_s/4h$), si può definire con maggiore precisione lo spessore della copertura.

Il Tecnico:.

GeoEcho s.n.c.



TOMOGRAFIA ELETTRICA

Analisi degli elaborati

La qualità delle misure è stata buona ed ha permesso la ricostruzione di modelli tomografici fino alla profondità di circa 20 metri.

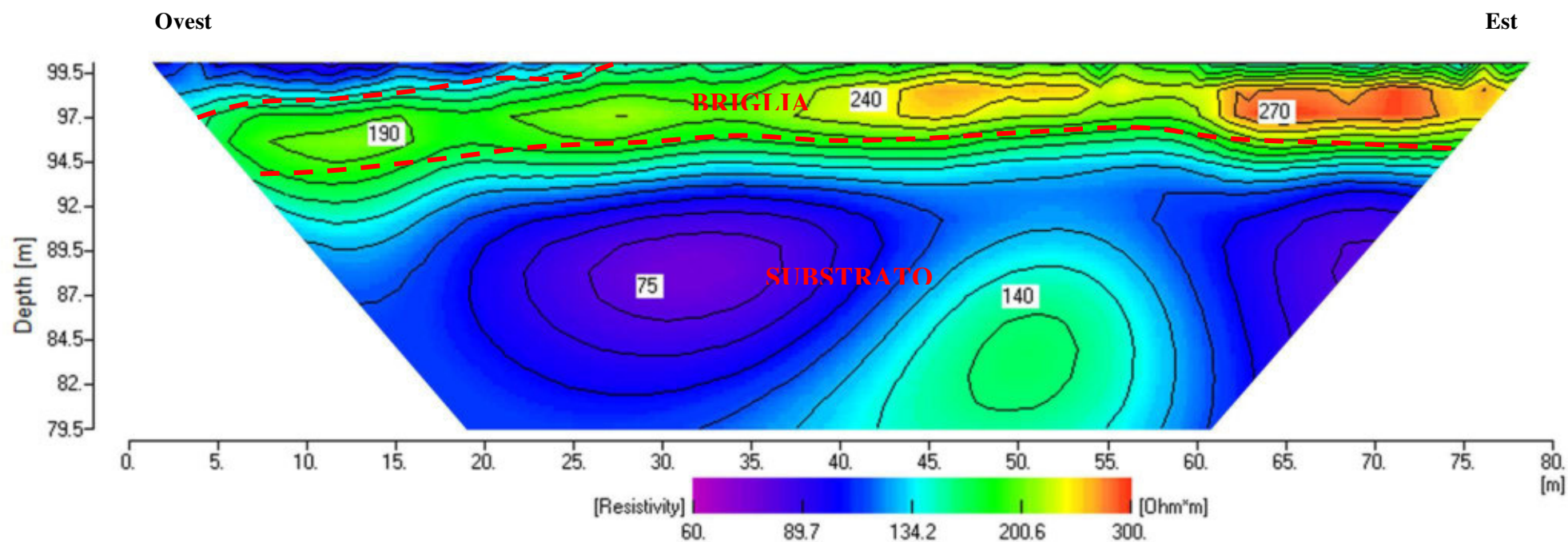
ERT 1

Il forte contrasto di resistività mostra chiaramente il volume della struttura muraria e la sua profondità d'imposta. Più in profondità i valori diminuiscono per il passaggio al substrato più o meno alterato.

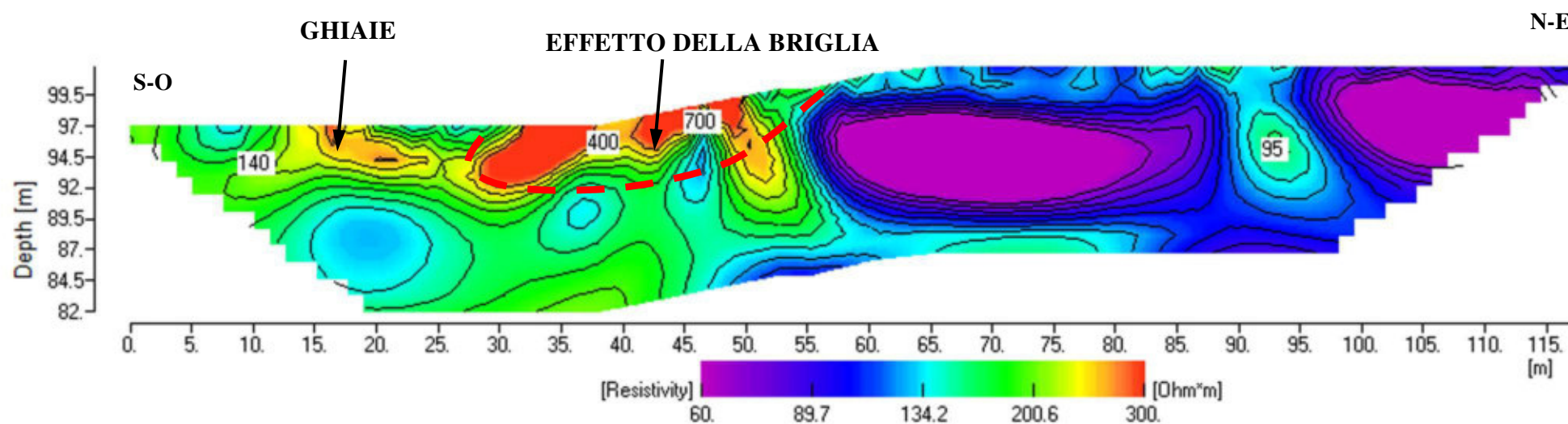
ERT 2

L'anomalia resistiva osservabile dalla progressiva 25 m. alla progressiva 55 m. della sezione è dovuta alla presenza della briglia. I forti contrasti fra la parte S-O e la parte N-E del profilo sono di difficile interpretazione se non dovuti a marcate disomogeneità della natura del substrato.

ERT 1



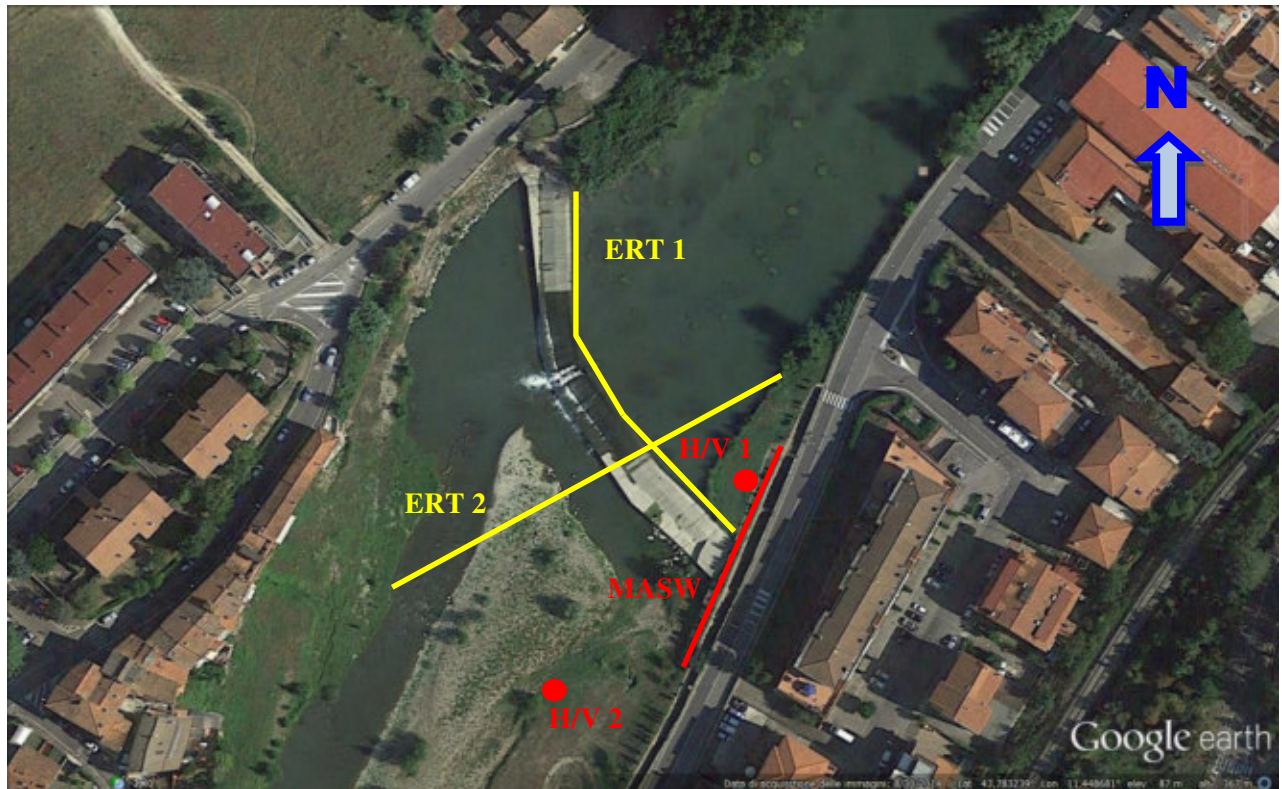
ERT 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Briglia in loc. San Francesco

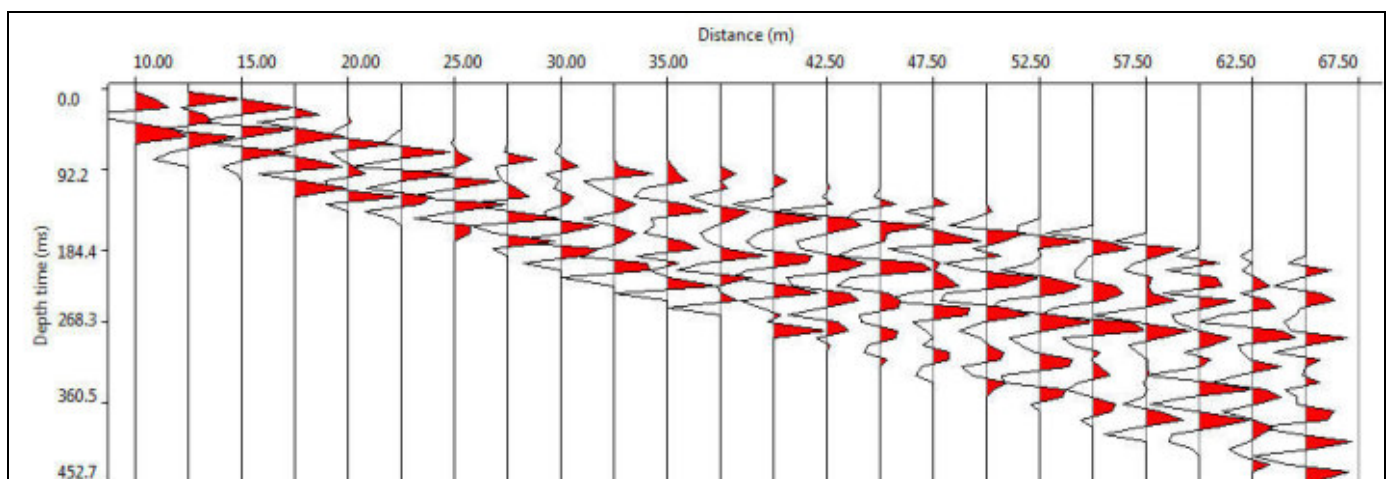


Ubicazione delle indagini

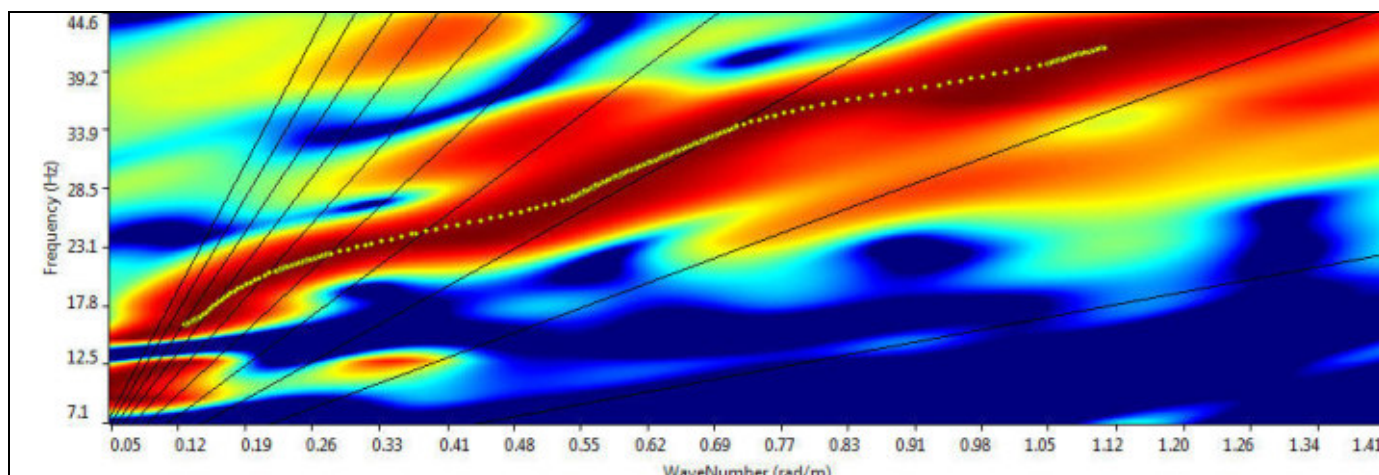
INDAGINE MASW

ELABORATI GRAFICI PROVA MASW

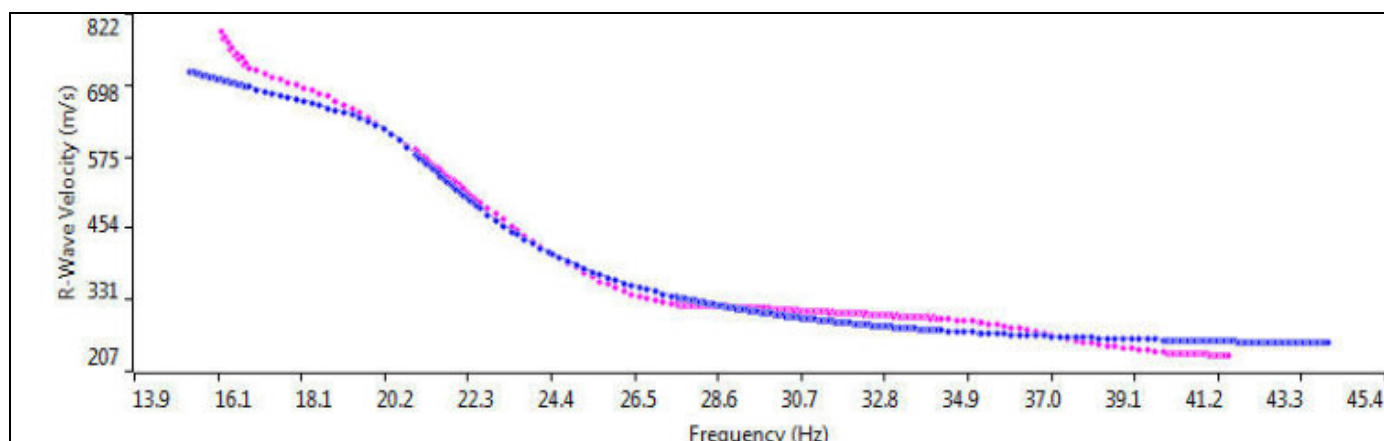
Sismogramma



Spettro F –K

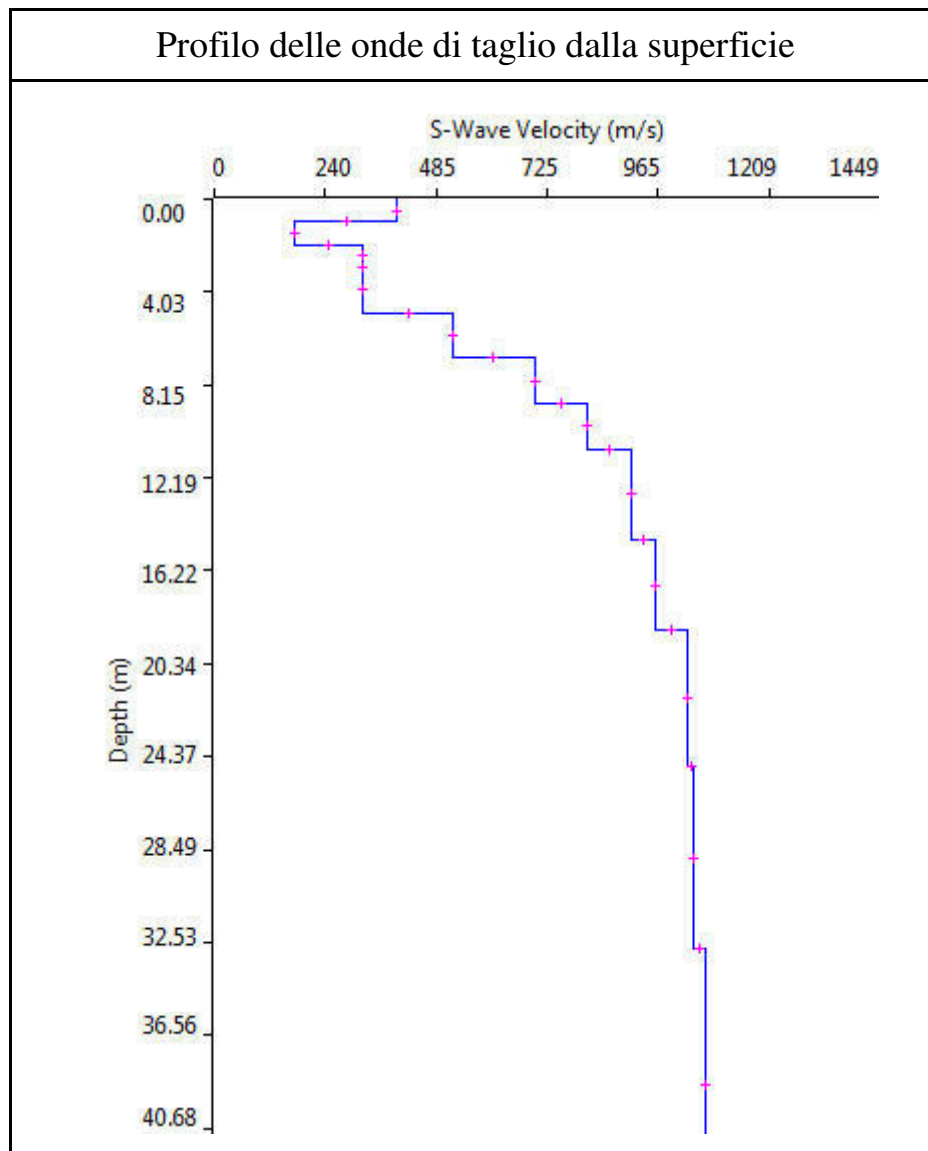


Match Curva di dispersione sperimentale – teorica



Thickness	Depth	Vs	Vp	Poisson	Density
1	0	398	795	0.333	1.8
1	1	175	350	0.333	1.8
1	2	322	644	0.333	1.8
2	3	325	650	0.333	1.8
2	5	518	1035	0.333	1.8
2	7	698	1395	0.333	1.8
2	9	810	1619	0.333	1.8
4	11	908	1815	0.333	1.8
4	15	960	1919	0.333	1.8
6	19	1032	2062	0.333	1.8
8	25	1042	2082	0.333	1.8
	33	1070	2138	0.333	1.8

Tabella velocità-spessori: modello sismico monodimensionale.



Calcolo della V_{s30}

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato, è possibile calcolare il valore delle V_{s30} , che rappresenta la velocità di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle V_{s30} si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n H_i / V_i}$$

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

Dal profilo ricavato con la prova masw si osserva un evidente contrasto di velocità tra la copertura alluvionale (con spessore di circa 5 m. e $v_s < 360$ m/s) e il substrato roccioso con $v_s > 800$ m/s.

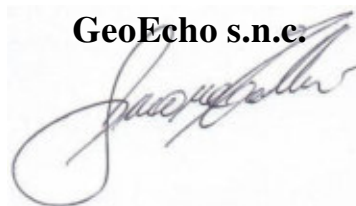
Questo assetto classifica il suolo di fondazione in categoria **E** (si veda la tabella seguente).

Tabella : Categorie di suolo di fondazione(D.M. 14-09-2005; D.M. 14-01-2008)

CAT.	DESCRIZIONE PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		Vs 30 m/sec.	N spt	Cu (Kpa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.	> 800	-	-
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180-360	<50	70-250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180	<15	<70
E	E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).			

Il Tecnico:.

GeoEcho s.n.c.



MISURA HVSR 1

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 03/11/14 17:09:56 Fine registrazione: 03/11/14 17:29:56

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 55% tracciato (selezione manuale)

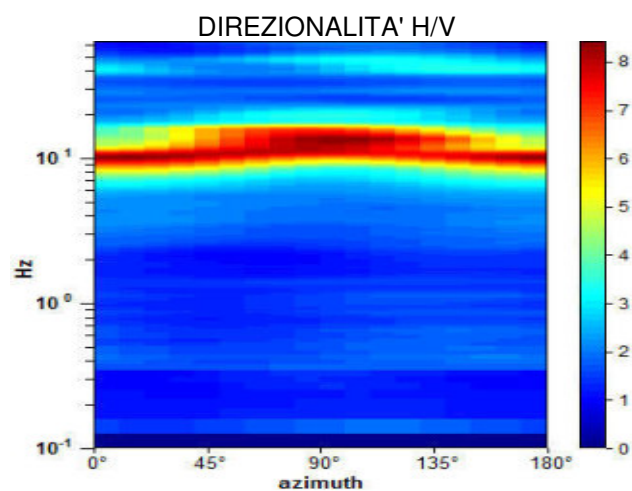
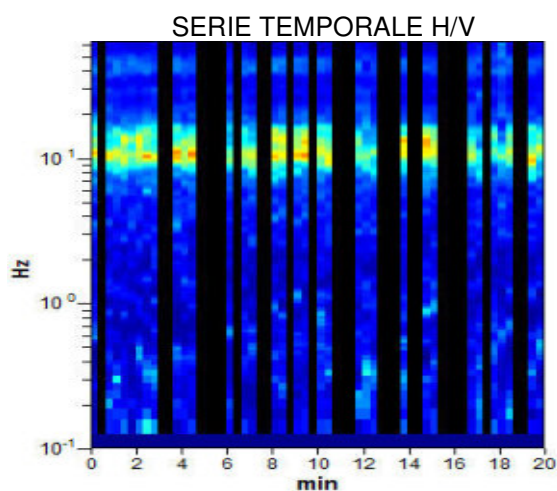
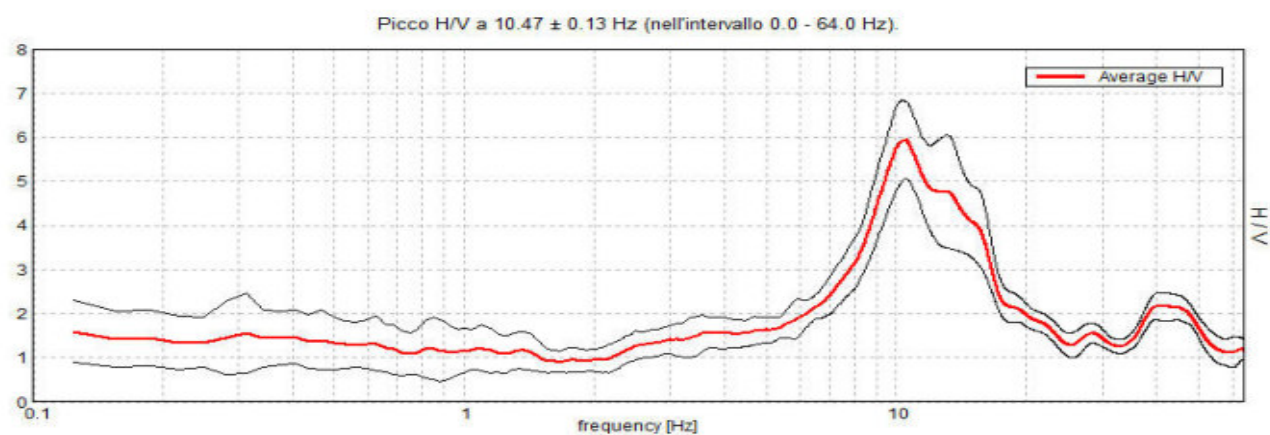
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

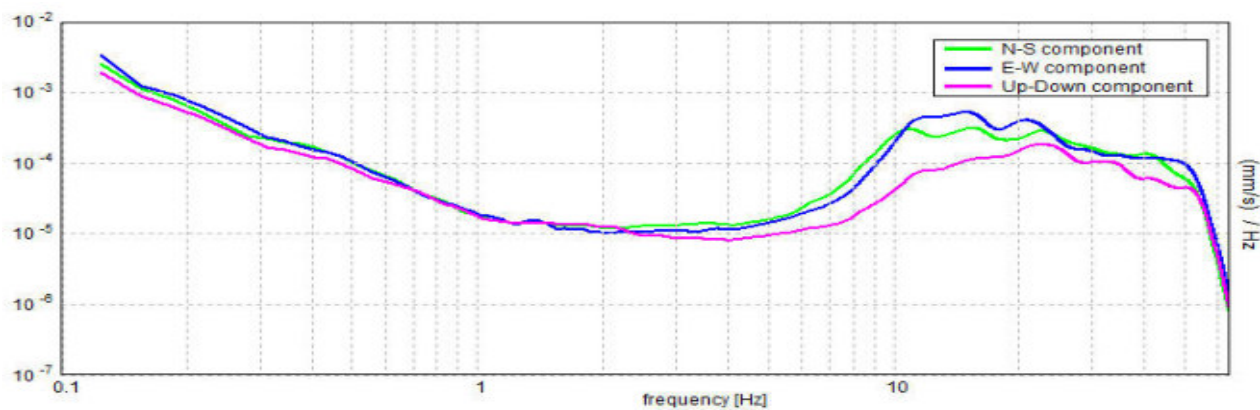
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 10.47 ± 0.13 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.47 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6909.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 504	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.75 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	16.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.94 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01263 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.13225 < 0.52344$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8796 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MISURA HVSR 2

Strumento: TZ3-0001/01-13

Inizio registrazione: 11/11/14 14:22:59 Fine registrazione: 11/11/14 14:42:59

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)

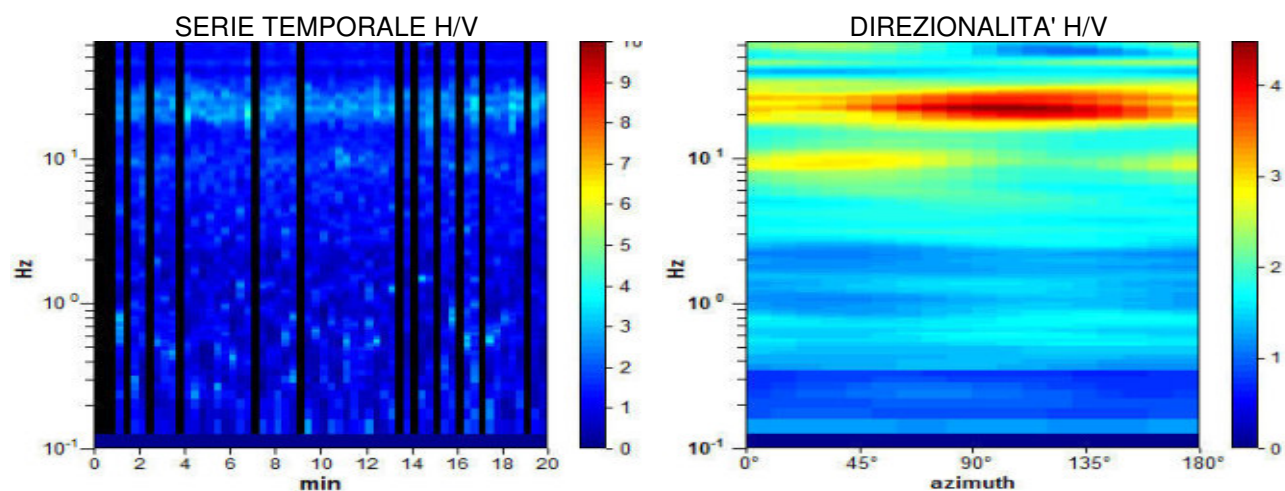
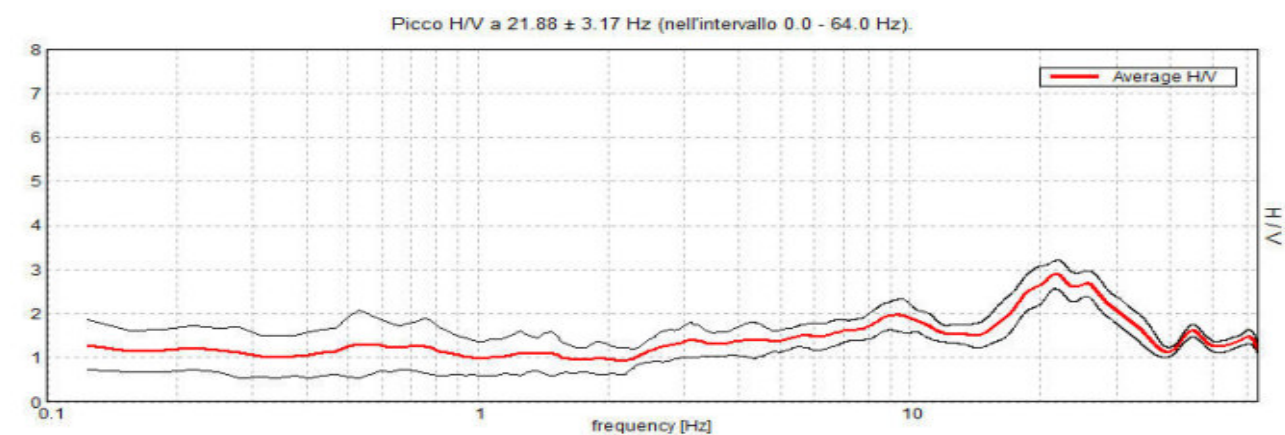
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

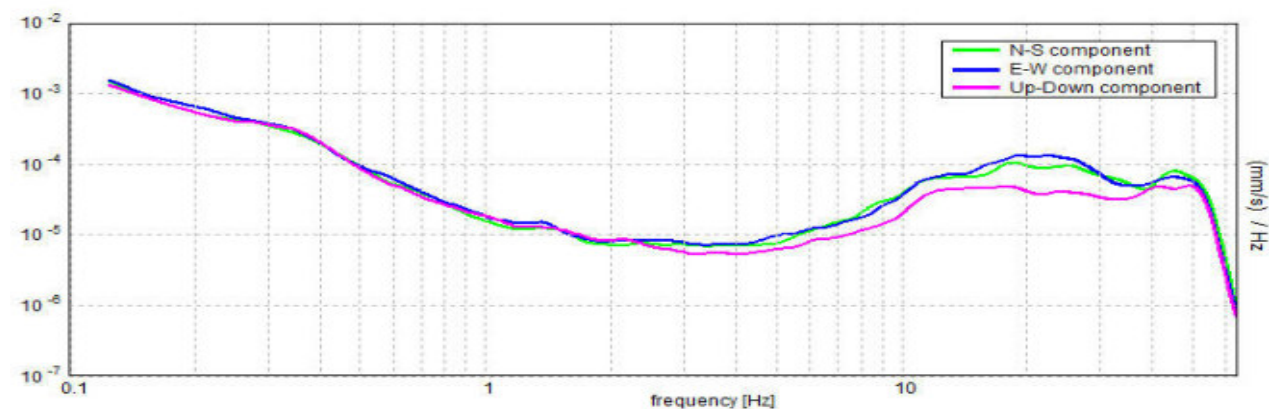
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 21.88 ± 3.17 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$21.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$20125.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1051	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	35.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.89 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14511 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.17424 < 1.09375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3244 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Risultati e conclusioni

Le misure H/V realizzate sono servite a definire la frequenza di risonanza del sottosuolo in maniera tale da prevenire, al verificarsi di un evento sismico, possibili interferenze risonanti, tra il suolo e le strutture da realizzare.

Le curve ricavate evidenziano picchi di risonanza alle frequenze di circa 10,45 Hz con ampiezza pari a circa 6 per la misura n. 1 e di circa 21,9 Hz con ampiezza pari a circa 3 per la misura n. 2. Essi corrispondono a contrasti d'impedenza a profondità rispettivamente di circa 7 m. e 4 m.

Sfruttando la relazione fra la frequenza (f), lo spessore (h) e la velocità media (Vs) della parte di materiali sovrastante lo strato rigido ($f = V_s/4h$), si può definire con maggiore precisione lo spessore della copertura.

Il Tecnico:.

GeoEcho s.n.c.



TOMOGRAFIA ELETTRICA

Analisi degli elaborati

La qualità delle misure è stata buona ed ha permesso la ricostruzione di modelli tomografici fino alla profondità di circa 20 metri.

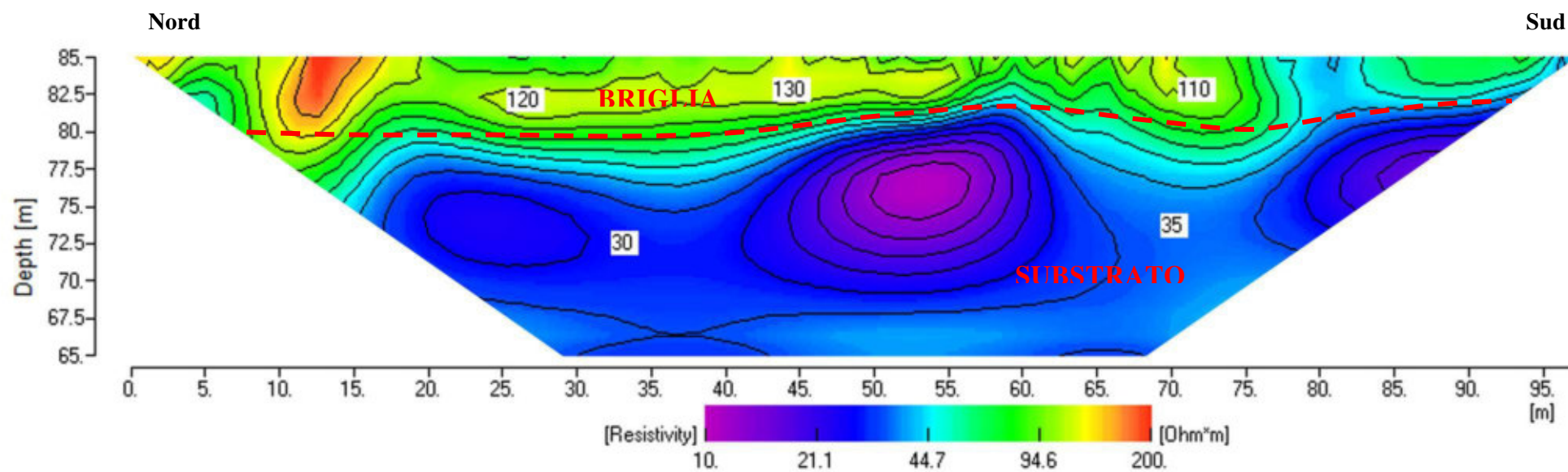
ERT 1

Il forte contrasto di resistività mostra chiaramente il volume della struttura muraria e la sua profondità d'imposta. Più in profondità i valori diminuiscono per il passaggio al substrato più o meno alterato e/o disomogeneo.

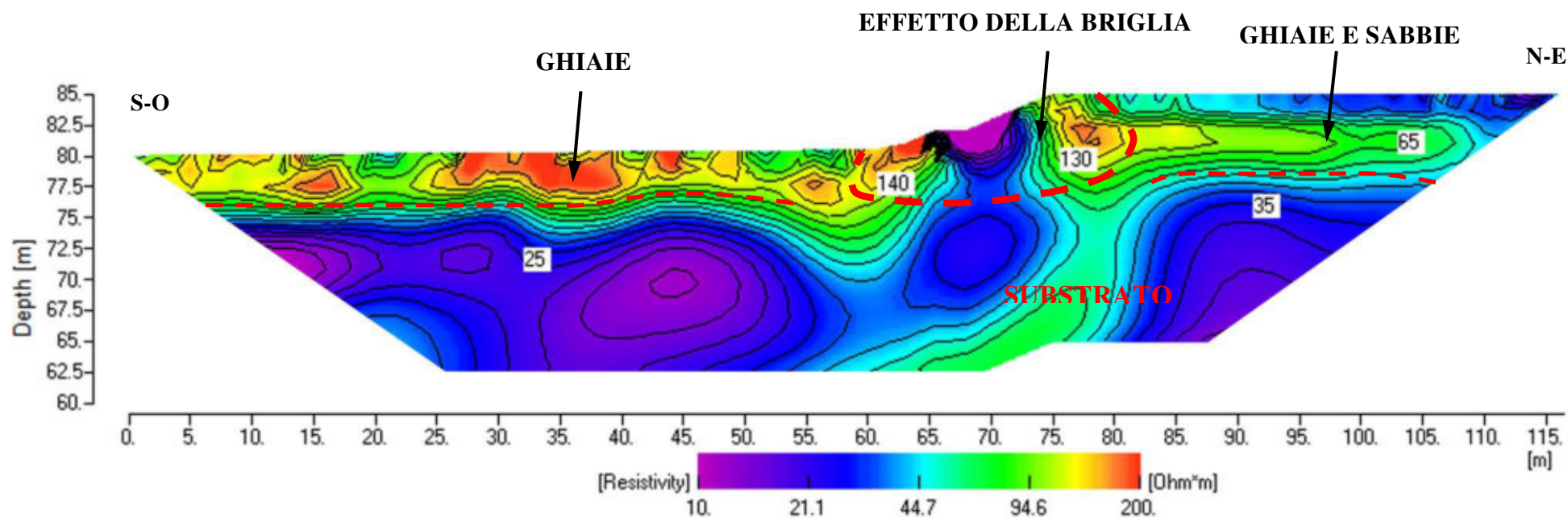
ERT 2

Dalla progressiva 60 m. alla progressiva 80 m. della sezione è presente la struttura con un'anomalia conduttiva centrale probabilmente dovuta all'effetto delle armature scoperte. Nel resto del profilo si osserva un livello superficiale prevalentemente ghiaioso che poggia sul substrato più o meno alterato e/o disomogeneo.

ERT 1



ERT 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ALLEGATO 6
SAGGI E CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO

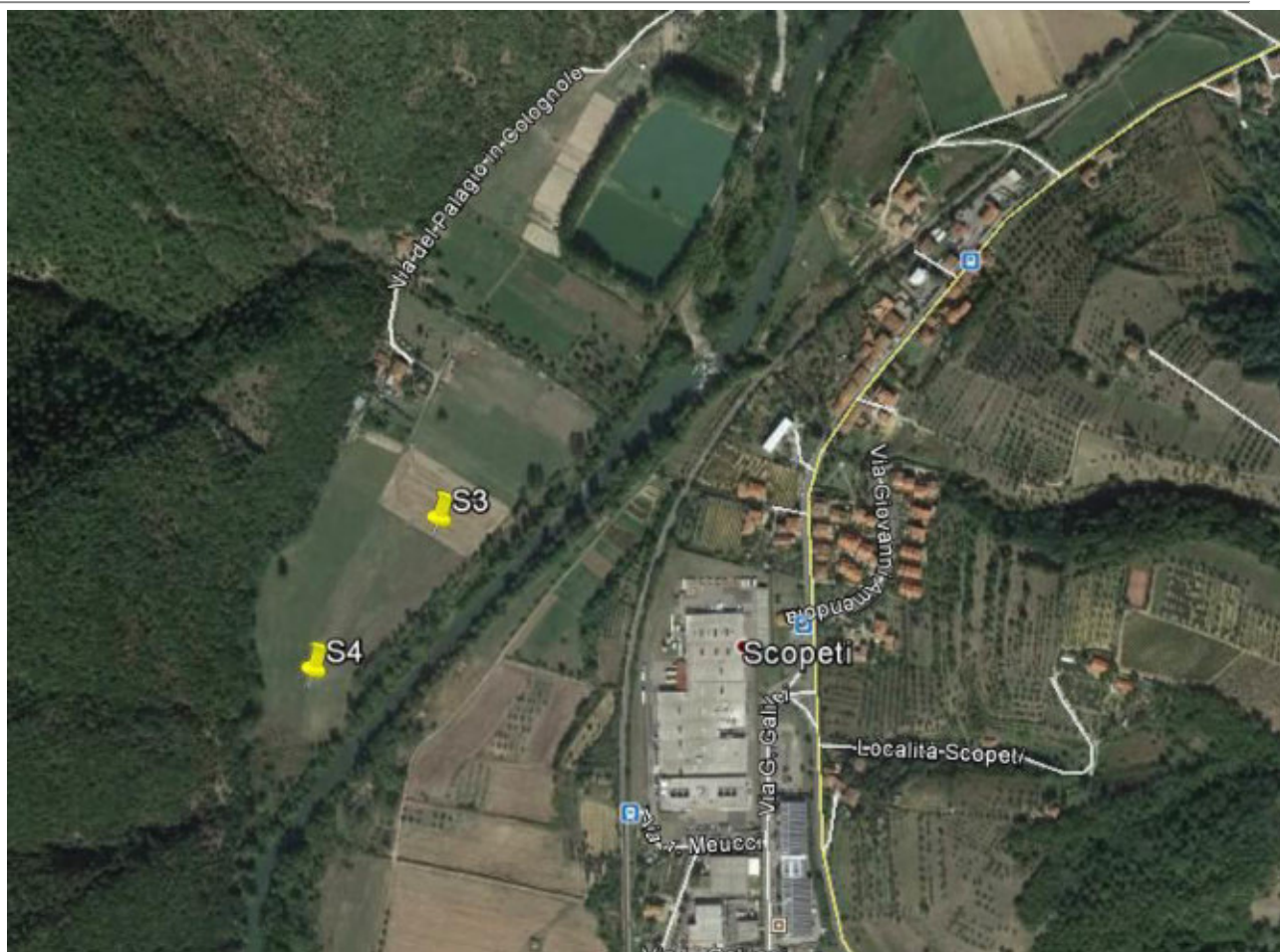


FIGURA 14 – UBICAZIONI SAGGI



CASSA SCOPETI - PONTASSIEVE

S3

18-10-2007



CASSA SCOPETI - PONTASSIEVE

S4

18-10-2007





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Certificati di prova n.1899-1918/2007

Firenze li 20/11/2007

SETTORE: meccanica delle terre

Verbale d'accettazione n. 222/2007 del 18/10/2007

COMMITTENTE: Studio Geologico Simone Fiaschi

LOCALITA': Scopeti - Rufina - Pontassieve

DATA ESECUZIONE PROVE:

CAMPIONI: materiale sciolto in sacchi

S1 profondità 1,0 - 2,5 m

S3 profondità 0,4 - 3,0 m

S2 profondità 1,1 - 2,2 m

S4 profondità 0,4 - 3,0 m

Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)
- 2 - Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)
- 3 - Limiti di Atterberg (ASTM D 4318/84)
- 4 - Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida (ASTM D 421/85)
- 5 - Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 1140/71)
- 6 - Limite di ritiro (ASTM D 4318/84)
- 7 - Prova di taglio (ASTM D 3080/72)
- 8 - Prova di permeabilità a carico variabile (ASTM D 2434/68)
- 9 - Prova AASHTO Standard (B.U. CNR n.69)

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1914/07

CAMPIONE: S3 profondità 0.4 - 3.0 m

Firenze li 20/11/2007

COMMITTENTE: Studio Geologico Dott. S. Fiaschi

V.A. n. 222/2006 del 18/10/07

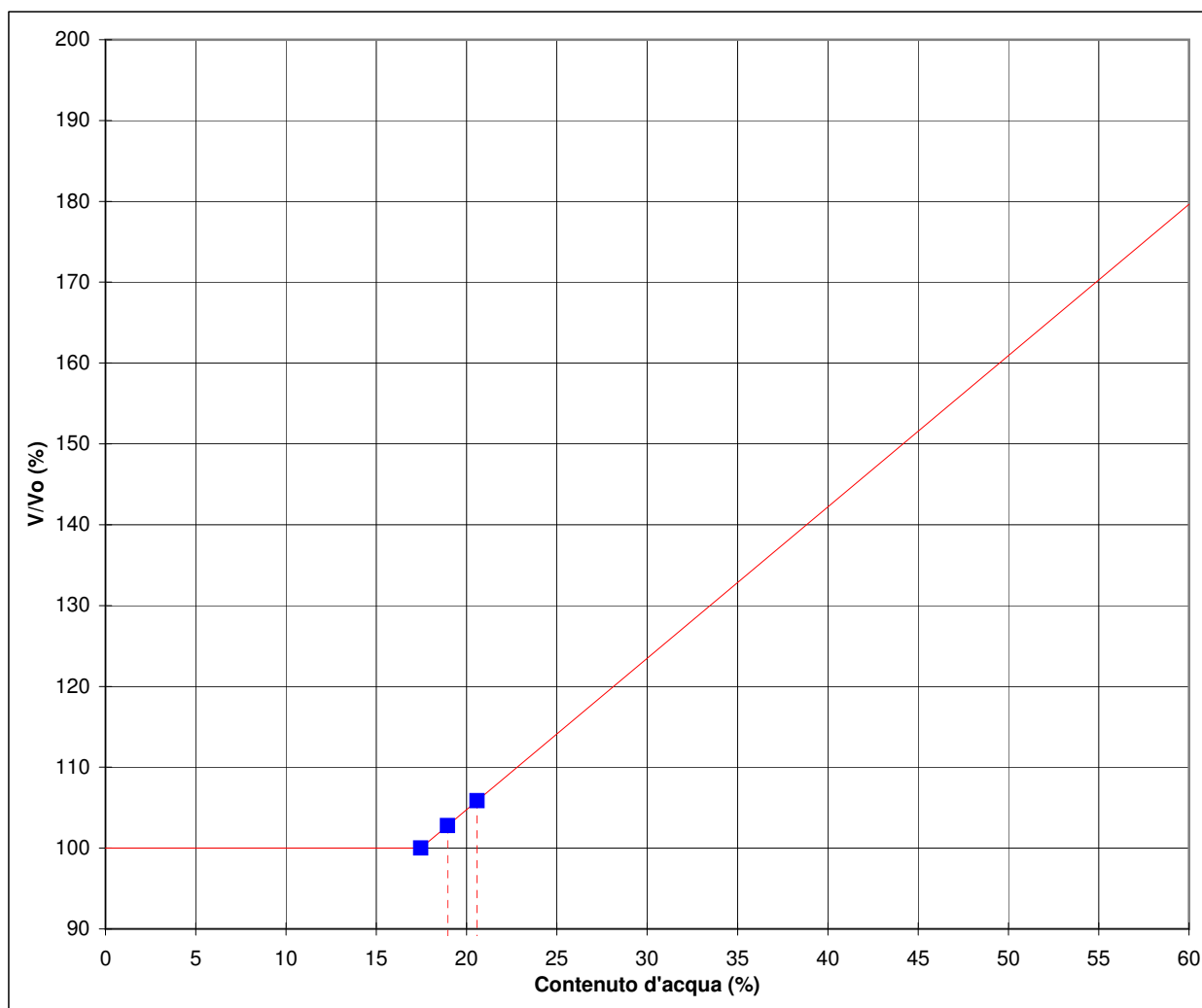
LOCALITA': Scopeti - Rufina -Pontassieve

Data prova: 24/10/07 - 25/11/07

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 17,5%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,87



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1915/07

CAMPIONE: S3 profondità 0.4 - 3.0 m

Firenze li 20/11/2007

COMMITTENTE: Studio Geologico Dott. S. Fiaschi

V.A. n. 222/2006 del 18/10/07

LOCALITA': Scopeti - Rufina -Pontassieve

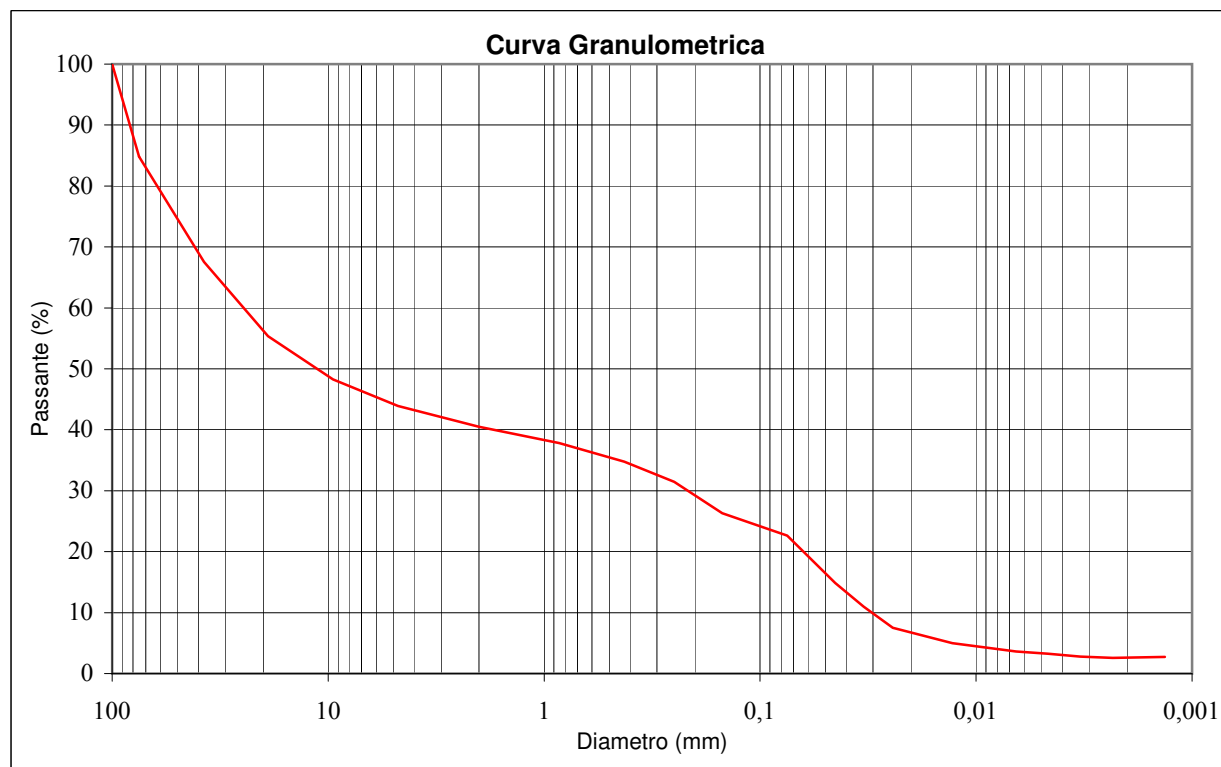
Data prova: 24/10/07 - 07/11/07

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
100	100		
75	84,8	0,0449	14,8
37,5	67,5	0,0332	11,0
19	55,3	0,0243	7,5
9,5	48,3	0,0129	5,0
4,75	43,9	0,0065	3,6
2	40,5	0,0046	3,3
0,850	37,8	0,0033	2,8
0,425	34,8	0,0023	2,6
0,250	31,4	0,0013	2,8
0,150	26,3		
0,075	22,6		



Ghiaia: 59,5%

Sabbia: 21,2%

Limo: 16,6%

Argilla: 2,6%

Ghiaia sabbiosa limosa

Lo sperimentatore

Michela Calm



Il direttore del Laboratorio

Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1916/07

CAMPIONE: S4 profondità 0.4 - 3.0 m

Firenze li 20/11/2007

COMMITTENTE: Studio Geologico Dott. S. Fiaschi

V.A. n. 222/2006 del 18/10/07

LOCALITA': Scopeti - Rufina -Pontassieve

Data prova: 24/10/07 - 06/11/07

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) = 2,42%

Limite di liquidità (LL) = 24,4%

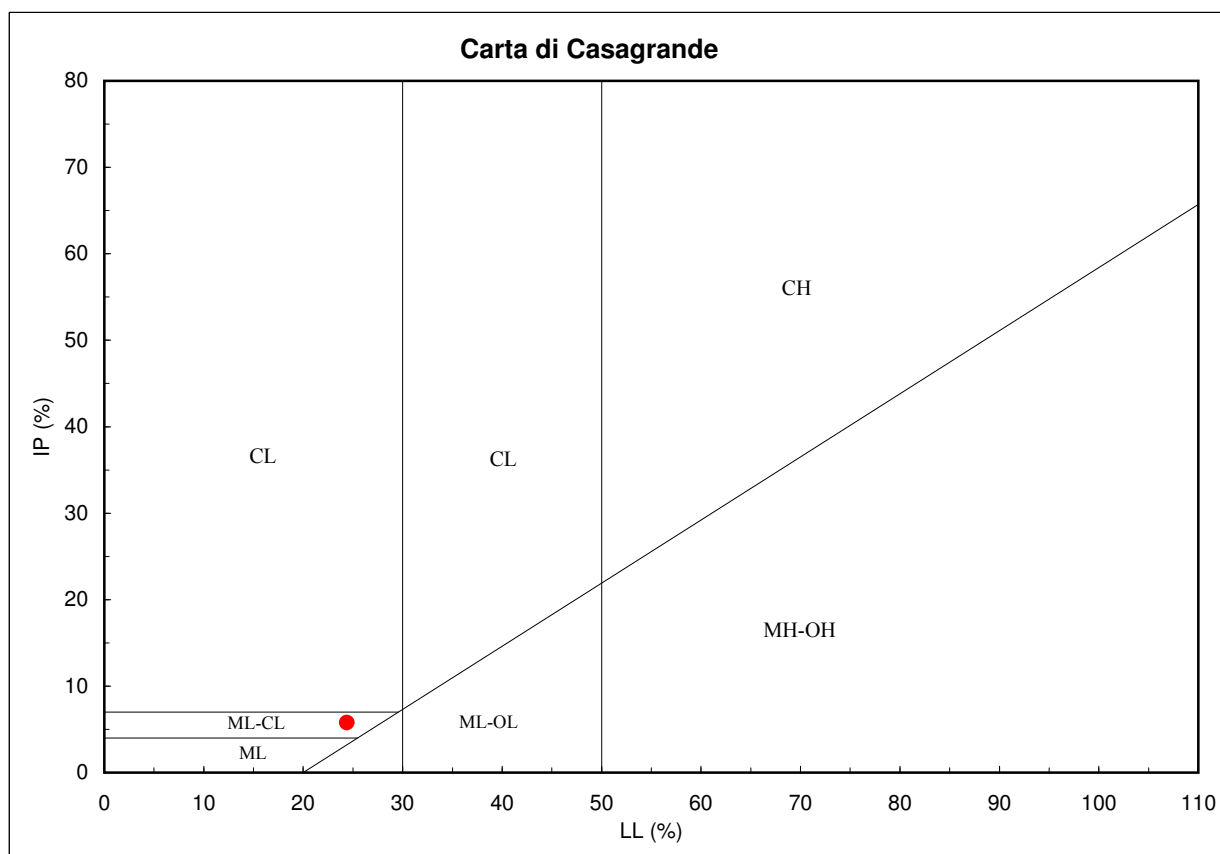
Limite di plasticità (LP) = 18,6%

Indice di plasticità (IP) = 5,8%

Indice di consistenza (Ic) = 3,81

Indice di attività (Iat) = 0,76

ML-CL = limi inorganici -
argille inorganiche di
bassa plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1917/07

CAMPIONE: S4 profondità 0.4 - 3.0 m

COMMITTENTE: Studio Geologico Dott. S. Fiaschi

LOCALITA': Scopeti - Rufina -Pontassieve

Firenze li 20/11/2007

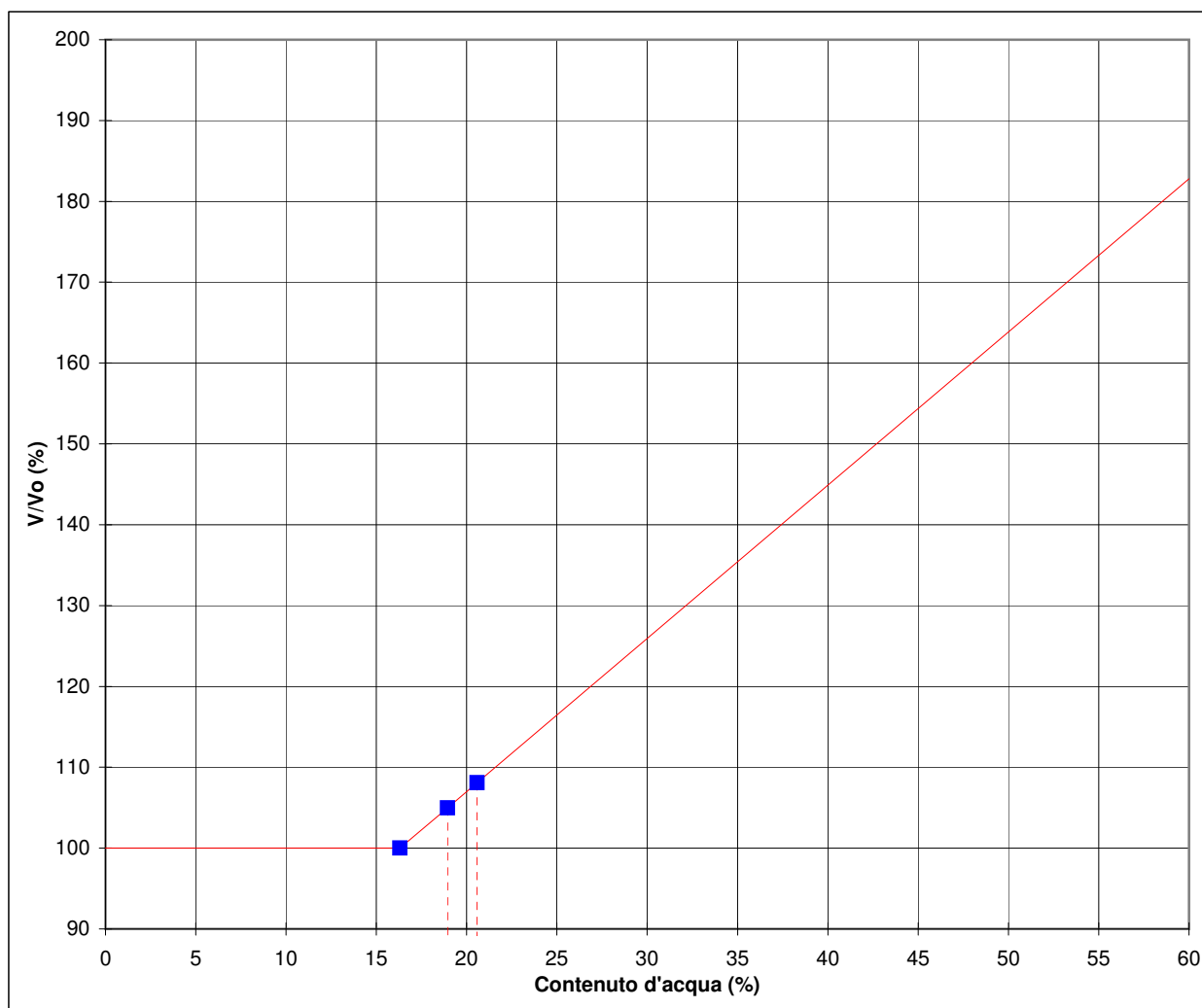
V.A. n. 222/2006 del 18/10/07

Data prova: 24/10/07 - 25/11/07

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 16,3%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,89



Lo sperimentatore

Michèle Calm



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1918/07

CAMPIONE: S3 profondità 0.4 - 3.0 m

Firenze li 20/11/2007

COMMITTENTE: Studio Geologico Dott. S. Fiaschi

V.A. n. 222/2006 del 18/10/07

LOCALITA': Scopeti - Rufina -Pontassieve

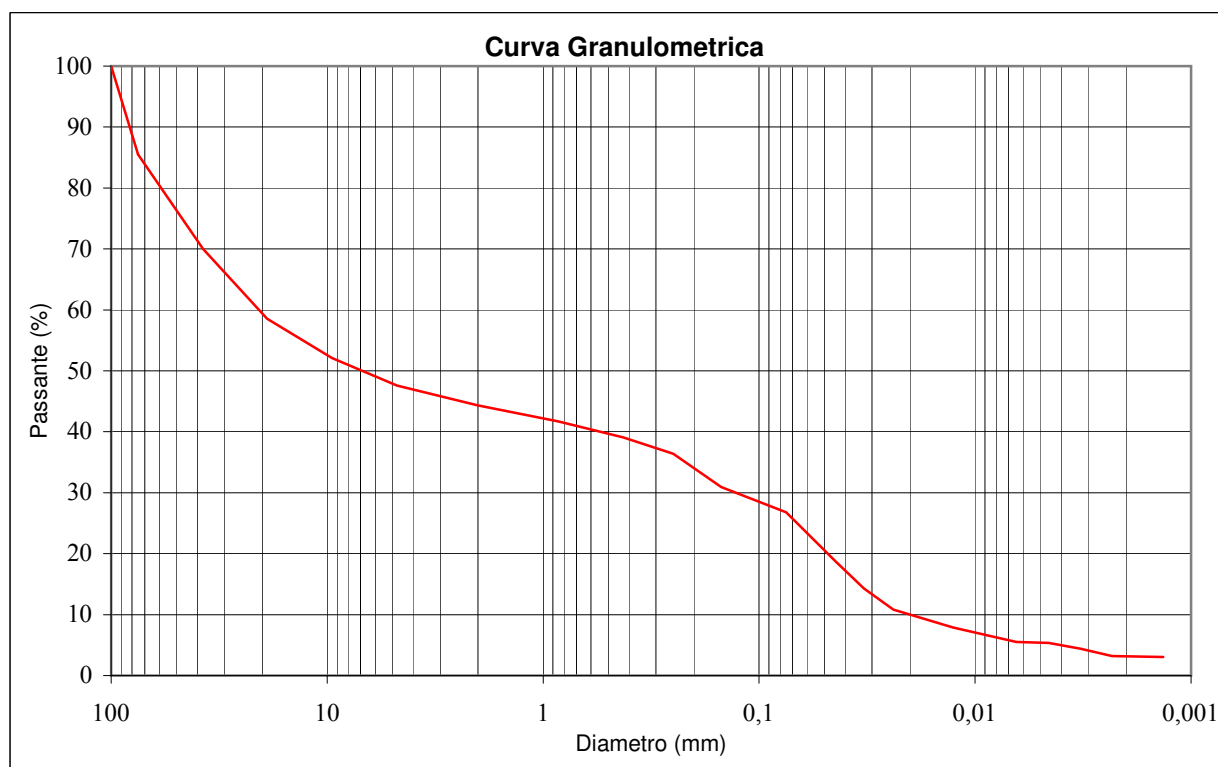
Data prova: 24/10/07 - 07/11/07

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
100	100		
75	85,5	0,0443	18,8
37,5	70,0	0,0327	14,3
19	58,5	0,0239	10,8
9,5	52,1	0,0126	7,9
4,75	47,6	0,0064	5,5
2	44,3	0,0046	5,4
0,850	41,7	0,0033	4,4
0,425	39,1	0,0023	3,2
0,250	36,4	0,0013	3,0
0,150	30,9		
0,075	26,8		



Ghiaia: 55,7%

Sabbia: 20,9%

Limo: 20,2%

Argilla: 3,2%

Ghiaia sabbiosa limosa

Lo sperimentatore

Michela Calm



Il direttore del Laboratorio

Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Firenze li 20/11/2007

COMMITTENTE: Studio Geologico S. Fiaschi

LOCALITA': Scopeti - Rufina -Pontassieve

V.A.

TABELLA RIASSUNTIVA CERTIFICATI DI PROVA N.1899-1918/2007

CAMPIONE	S1	S2	S3	S4	S1+S3+S4
Profondità metri	1,0-2,5	1,0-2,2	0,4-3,0	0,4-3,0	
Prova di taglio					
C (kPa)	10,06	12,67			
ϕ (°)	32,0	29,6			
Prova di permeabilità a carico variabile					
K (cm/sec)		7,82E-07			8,84E-06
Prova di permeabilità a carico variabile su optimo Proctor					
K (cm/sec)		3,88-08			4,64E-07
Prova Proctor Standard					
W(%)		15,6			11,8
γ_d (kN/m ³)		16,53			18,95
Parametri fisici					
Peso volume naturale (kN/m ³)					
Peso volume secco (kN/m ³)					
Limiti di Atterberg					
Umidità naturale (%)	3,81	26,13	4,90	2,42	
Limite liquido (%)	20,6	31,5	21,1	24,4	
Limite plastico (%)	18,9	22,1	19,7	18,6	
Indice di plasticità (%)	1,6	9,4	1,5	5,8	
Indice di consistenza	10,19	0,57	11,16	3,81	
Indice di attività	0,30	0,91	0,19	0,76	
Classificaz. Casagrande	ML-CL	CL	ML-CL	ML-CL	
Limite di ritiro					
Limite di ritiro (%)	17,1%	18,5%	17,5%	16,3%	
Coefficiente di ritiro	1,88	1,78	1,87	1,89	
Analisi granulometrica					
Ghiaia (%)	62,9	0,2	59,5	55,7	
Sabbia (%)	23,0	21,4	21,2	20,9	
Limo (%)	12,4	68,3	16,6	20,2	
Argilla (%)	1,7	10,2	2,6	3,2	

Michaela Calm