

Dott. Geol. Matteo Gualdani
Cell: 3398159700
e-mail: matteo.gualdani13@alice.it



Dott. Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi
Cell: 3498431163
e-mail: igs@geologist.com

Via Trieste, 24 - Montevarchi (AR)

COMUNE DI SAN CASCIANO IN VAL DI PESA

(Provincia di Firenze)

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA

SISMICA A RIFRAZIONE E MASW

RELAZIONE TECNICA

Loc. Decimo – Via G. Salvemini

Aprile 2010

Il Tecnico:

Dott. Geol. Matteo Gualdani



Il Tecnico:

Dott. Geol. Irene G.S. Grimaldi



AZIENDA AGRICOLA "IL MELOGRANO"

VIA GAETANO SALVEMINI, 8 – SAN CASCIANO IN VAL DI PESA (FI)



Dott. Geol. Matteo Gualdani

Dott. Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi

Via Trieste 24 - Montevarchi (AR)

INDICE GENERALE

PREMESSA.....	2
INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	2
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	2
INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE.....	3
INDAGINE MASW: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE.....	4
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.....	6
MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO.....	6
INDAGINE MASW.....	7

INDICE ALLEGATI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

DROMOCRONE

ELABORATI INDAGINE MASW

TAV. 1 - UBICAZIONE INDAGINI

TAV. 2 - SEZIONI



Dott. Geol. Matteo Gualdani

Dott. Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi

Via Trieste 24 - Montevarchi (AR)

PREMESSA

Su incarico e per conto del Sig. Poggi Luciano si è eseguita un'indagine geofisica di sismica nel Comune di San Casciano in Val di Pesa (FI) in località "Decimo", Via Salvemini, per la realizzazione di un edificio rurale.

Lo scopo dell'indagine è la caratterizzazione dinamica del sottosuolo dei primi metri con l'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali la velocità delle onde longitudinali P (V_p) e la velocità delle onde trasversali S (V_s) nei primi 30 metri. Sulla base dei valori di V_s sarà possibile fornire delle prime indicazioni sulla classificazione sismica della parte superficiale del sottosuolo (30 m), in applicazione alla normativa nazionale.

INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito è stata eseguita un'indagine sismica superficiale caratterizzata dalla combinazione tra la tecnica di sismica a rifrazione con onde di volume (Onde P) e il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Onde di Rayleigh) con tecnica MASW (Tav. 1).

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- Un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 6 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 250 mm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P;
- Sistema di ricezione: costituito da 12 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria 4.5 Hz, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente;
- Sistema di acquisizione dati: sismografo SARA Electronics doReMi con memoria dinamica a 16 bit composto da 12 datalogger per un totale di 12 canali, cavo sismico telemetrico di 72 m, interfaccia USB 1.1 12 V, netbook PC Windows XP con software di acquisizione dedicato; il sistema è in grado di convertire da ciascun canale dal sistema di ricezione; la conversione A/D avviene già dal primo metro di cavo, permettendo quindi di



eliminare molte fonti di disturbo dovute al trasferimento del segnale lungo centinaia di metri di cavo sismico;

- Un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo, ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conica. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o bi rifratte (*head wave*): le onde analizzate sono quelle birifratte, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza.

I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche; il modello interpretativo del mezzo investigato è di tipo elastico, omogeneo, continuo ed isotropo, mentre la profondità totale di indagine è legata alla lunghezza dello stendimento di ricevitori.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P è articolata nelle seguenti fasi fondamentali:

- Individuazione dei primi arrivi attraverso l'osservazione dei sismogrammi e l'operazione di picking, previa elaborazione dei segnali ed operazioni di filtraggio anche consecutivo con diverse tipologie di filtro digitale;
- Ricostruzione delle dromocrone in P e scelta del modello di sottosuolo da utilizzare nell'interpretazione;
- Linearizzazione delle dromocrone e calcolo della velocità di propagazione delle onde elastiche analizzate e dei relativi tempi di intercetta;



caso specifico) posti sulla superficie sul suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diversa lunghezza d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazioni zone con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo e delle caratteristiche della sorgente. I fondamentali teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in quattro fasi:

- calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica;
- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_{SV} , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_{SV} e di compressione V_P (o in alternativa il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di



Dott. Geol. Matteo Gualdani

Dott. Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi

Via Trieste 24 - Montevarchi (AR)

suolo assegnato; l'affidabilità del profilo di velocità V_S trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software WinMASW 4.3.

L'acquisizione è stata eseguita secondo il seguente schema:

- Schema configurazione: configurazione a 2 shot, uno a **15 m** dal primo geofono esterno e uno a **17.5 m**. Successivamente le tracce sono state unite mediante la funzione di interlaccio.
- Lunghezza stendimento ricevitori: **55 m**
- N. geofoni: **12**
- Distanza intergeofonica: **5 m (acquisizione) 2.5 m (interpretazione)**
- Frequenza di campionamento: **5000 Hz**
- Durata acquisizione: **2000 ms**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

La zona d'indagine è caratterizzata da una leggera acclività (5%) verso nord, ovvero verso l'inizio dello stendimento. L'origine del sistema di riferimento relativo è posta in corrispondenza dell'end *shot* posto a 15 m dal 1° geofono (rifrazione).

Per ciascun punto di *shot*, i sismogrammi relativi alle diverse acquisizioni sono stati elaborati tramite operazioni di *stacking*, finalizzate all'incremento del rapporto segnale/rumore ambientale. In allegato 1 si riporta il grafico distanza-tempo nel quale sono riportati i tempi del primo arrivo da cui si individuano le dromocrone e tramite linearizzazione si individuano i principali rifrattori al di sotto di ciascun *shot*.

In base alle analisi condotte su tale diagramma viene prodotta una sezione sismo-stratigrafica schematica, ottenuta adottando un modello a 2 strati ed applicando il metodo di interpretazione del *Reciproco di Hawkins*, computando la profondità dei rifrattori in corrispondenza dei diversi punti di scoppio.



Dott. Geol. Matteo Gualdani

Dott. Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi

Via Trieste 24 - Montevarchi (AR)

Dall'analisi dei dati elaborati si evidenzia, come dimostrato anche dalla geologia, la presenza di un solo sismostrato caratterizzato da una V_p media di 1319 m/s riconducibile a terreni grossolani molto addensati.

Il modello sismostratigrafico schematico del terreno viene proposto nella Tav. 2.

INDAGINE MASW

I risultati emersi dall'indagine MASW sono riassunto in allegato 2.

Considerata l'alta velocità degli strati individuati, è stato possibile raggiungere una profondità l'indagine elevata. L'indagine MASW evidenzia pertanto la presenza di tre strati caratterizzati rispettivamente dalle seguenti V_s : $S1 = 552$ m/s, $S2 = 707$ m/s e $S3 = 1680$ m/s.

Il valore di V_{s30} , al livello del p.c., individuato nel corso dell'indagine MASW, risulta pari a **551 m/s**. Considerando la profondità del substrato roccioso compatto con $V_s > 800$ m/s superiore a 30 m dal p.c., è possibile classificare il sito come di **TIPO B** ai sensi del D.M. 14.1.2008.

Montevarchi, 29 Aprile 2010

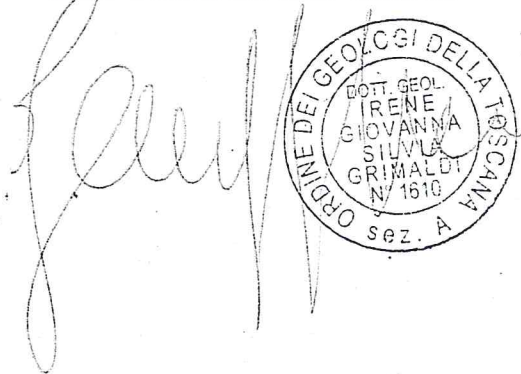
Il Tecnico

Dott. Geol. Matteo Gualdani



Il Tecnico

Dott. Geol. Irene G.S. Grimaldi





Dott. Geol. Matteo Guldani

Dott. Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi

Via Trieste 24 - Montevarchi (AR)

ALLEGATI

Documentazione fotografica

Dromocrone

Curva sperimentale, spettro f-k

Tav. 1 - Ubicazione indagini

Tav. 2 - Sezioni

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

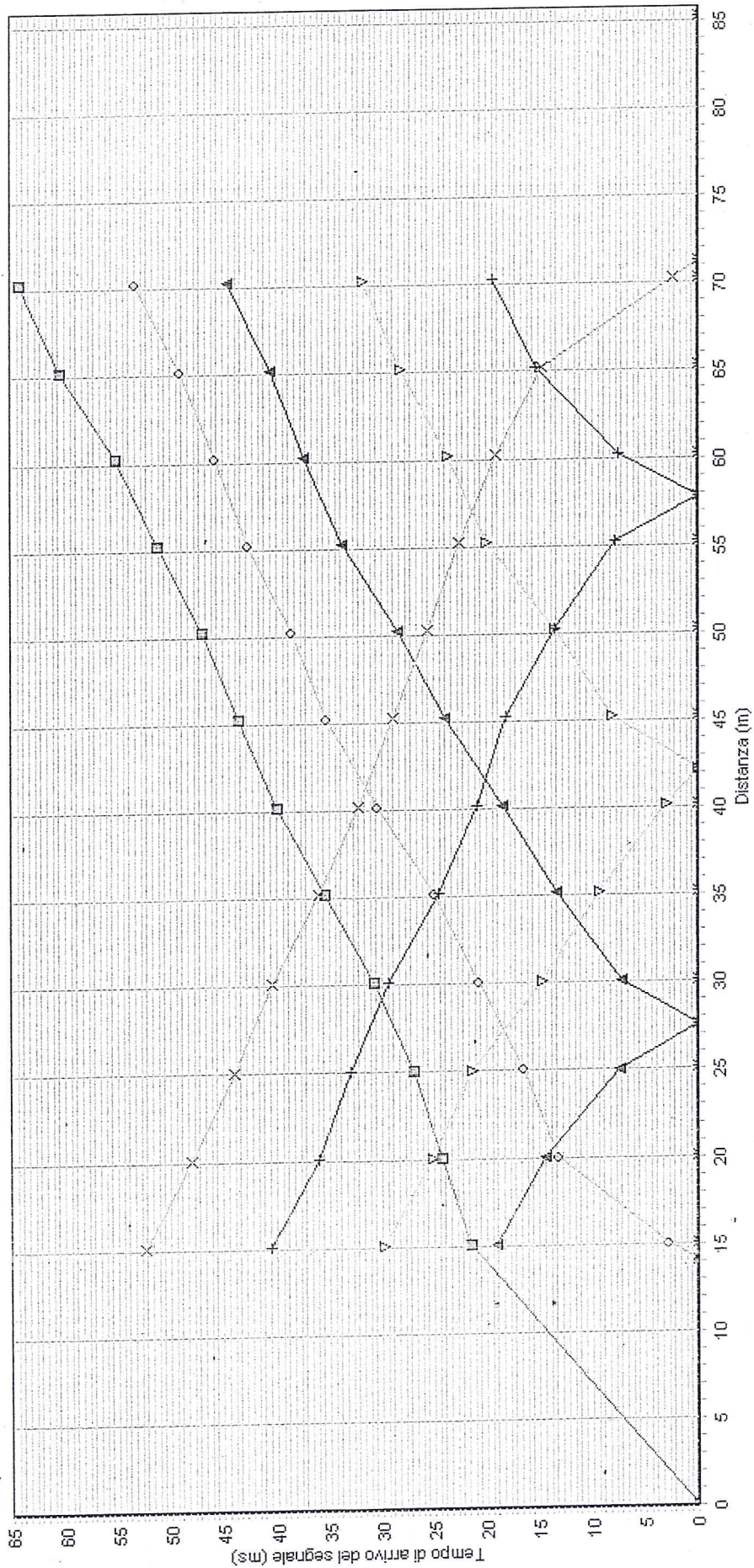


Foto 1

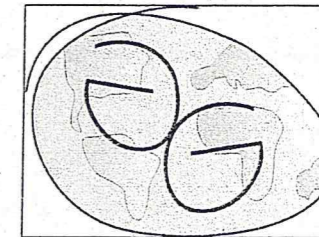
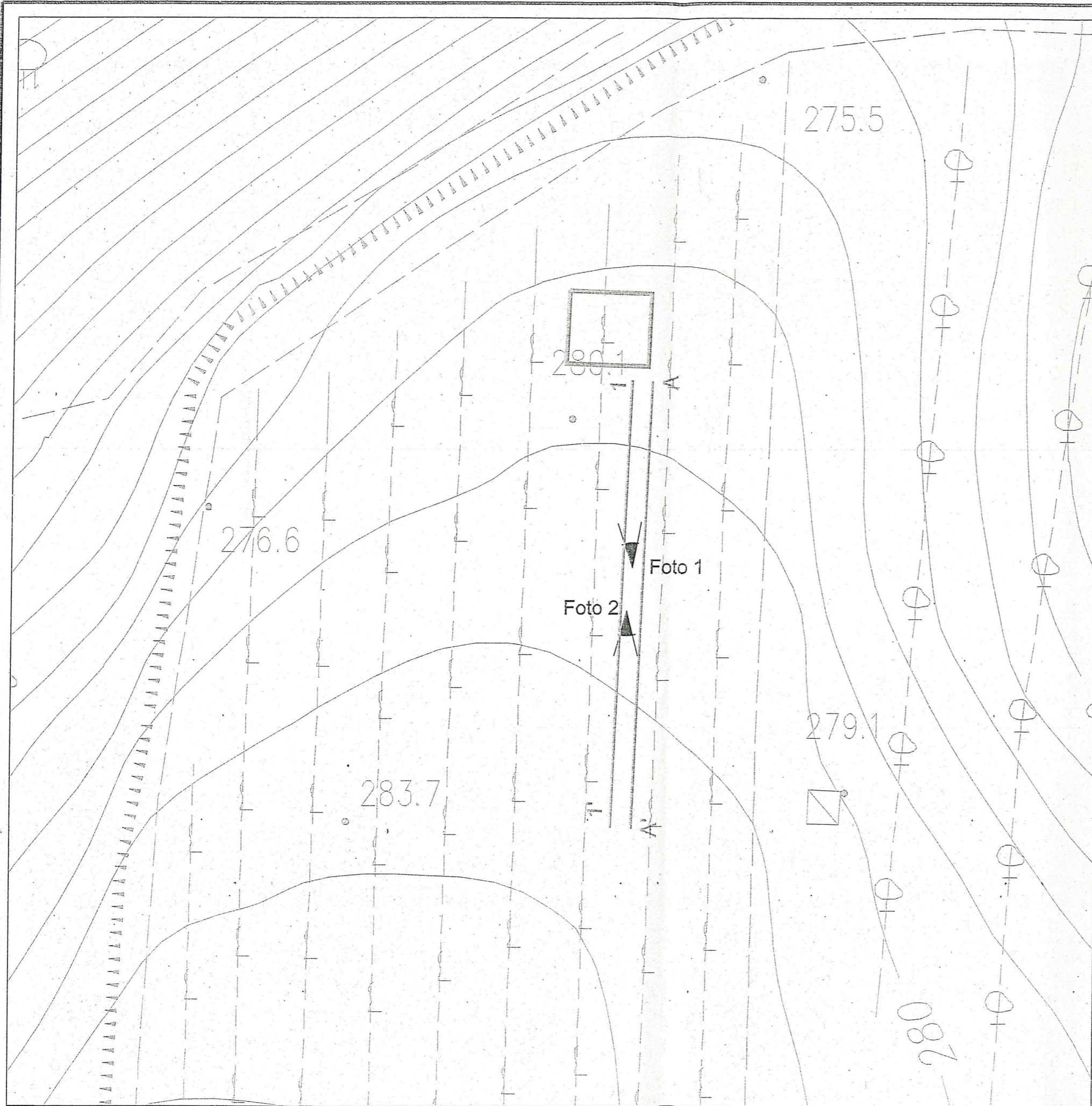


Foto 2

- S1
- ◇ S2
- ▲ S3
- ▽ S4
- + S5
- × S6
- * S7



Doct. Geol. Matteo Guadagni - Dott. Geol. Irene G.S. Grimaldi - via Trieste 24-52025 Monteverchi (AR) - 3398159700/3498431163



Dott. Geol. Matteo Gualdani
Dott.ssa Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi

Geotecnica, Geologia Ambientale
e Prospezioni sismiche

Via Trieste, 24 - 52025 Montevarchi (AR)
igs@geologist.com - matteo.gualdani13@alice.it
3498431163 - 3398159700

Indagine sismica superficiale a rifrazione e
MASW per la realizzazione di un nuovo
edificio rurale

Via G. Salvemini - San Casciano in Val di Pesa (FI)

Loc. "Decimo"

TAV. 1 - Ubicazione indagini

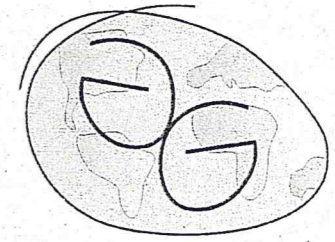
SCALA 1:500

1 — 1' Stendimento a rifrazione

A — A' Stendimento MASW

Foto 1
▲ Punti di presa fotografici

□ Annesso in progetto



Dott. Geol. Matteo Guldani
Dott.ssa Geol. Irene Giovanna Silvia Grimaldi

Geotecnica, Geologia Ambientale
e Prospezioni sismiche

Via Trieste, 24 - 52025 Montevarchi (AR)
igs@geologist.com - matteo.guldani13@alice.it
3498431163 - 3398159700

Indagine sismica superficiale a rifrazione e
MASW per la realizzazione di un nuovo
edificio rurale

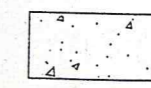
Via G. Salvemini - San Casciano in Val di Pesa (FI)

Loc. Decimo

TAV. 2 - Sezioni

SCALA 1:400

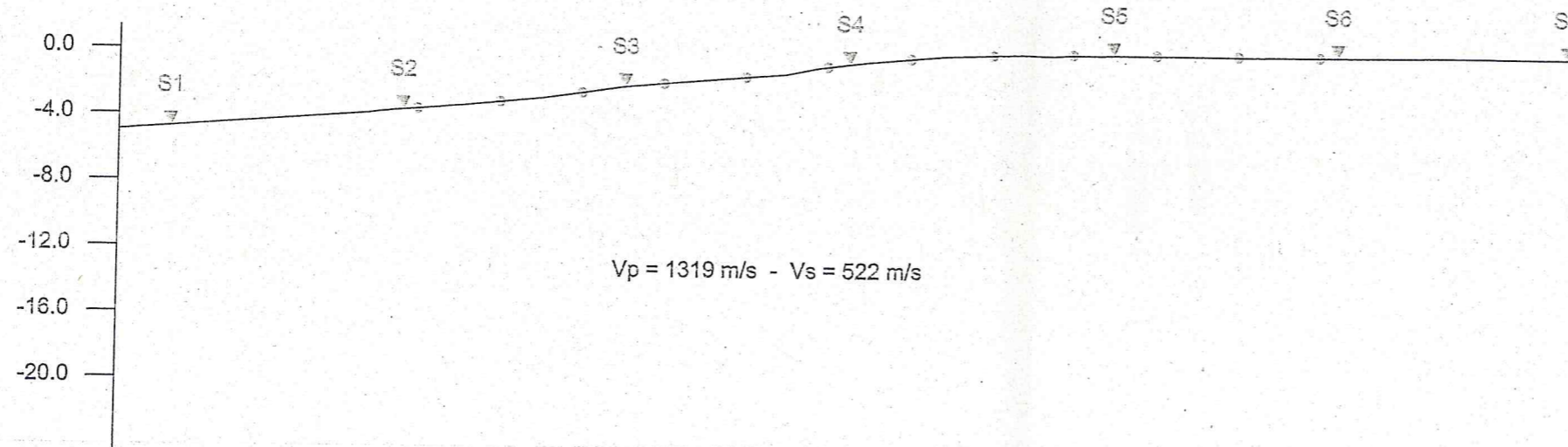
S1
▽
● ●
Geofoni (5 metri)

 Sabbie limose e ghiaie
addensate

1

Sezione sismostratigrafica

1'



1

Sezione litostratigrafica

1'

