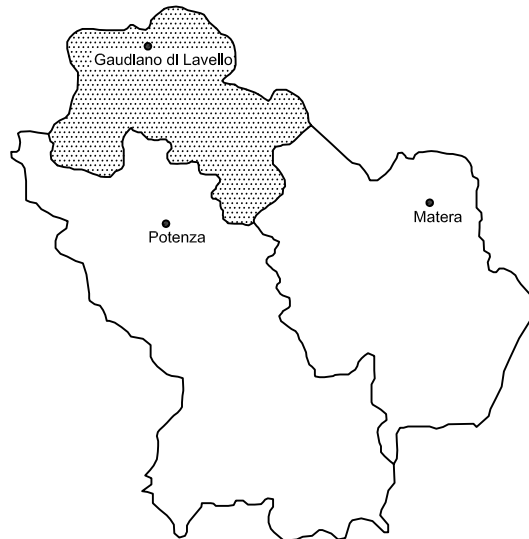




Consorzio di Bonifica Vulture - Alto Bradano

Gaudio di Lavello

## REGIONE BASILICATA



### COMPLETAMENTO DEI DISTRETTI IRRIGUI IN AGRO DI MONTEMILONE ED INTEGRAZIONE RISORSE IDRICHE

### PROGETTO ESECUTIVO

#### A-ELABORATI DESCRITTIVI

**A3.4**

Indagine geofisica

Giugno 2014

#### IL PROGETTISTA

Prof. Ing. A.F. PICCINNI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

#### I CONSULENTI GEOLOGI

Dr. Geol. G. VITALE

Dr. Geol. G. CAPUTO



#### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Fileno PENNACCHIO

#### IL COMMISSARIO STRAORDINARIO

Avv. G. MUSACCHIO

Committente: Geol. Gaetano Vitale

# INDAGINE GEOFISICA

-----  
*1 PROFILO MASW (Multichannel Analysis Surface Wave)*

Relativa a:

*- COMPLETAMENTO DEI DISTRETTI IRRIGUI IN AGRO DI MONTEMILONE ED  
INTEGRAZIONE RISORSE IDRICHE - IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO*

Area di indagine:

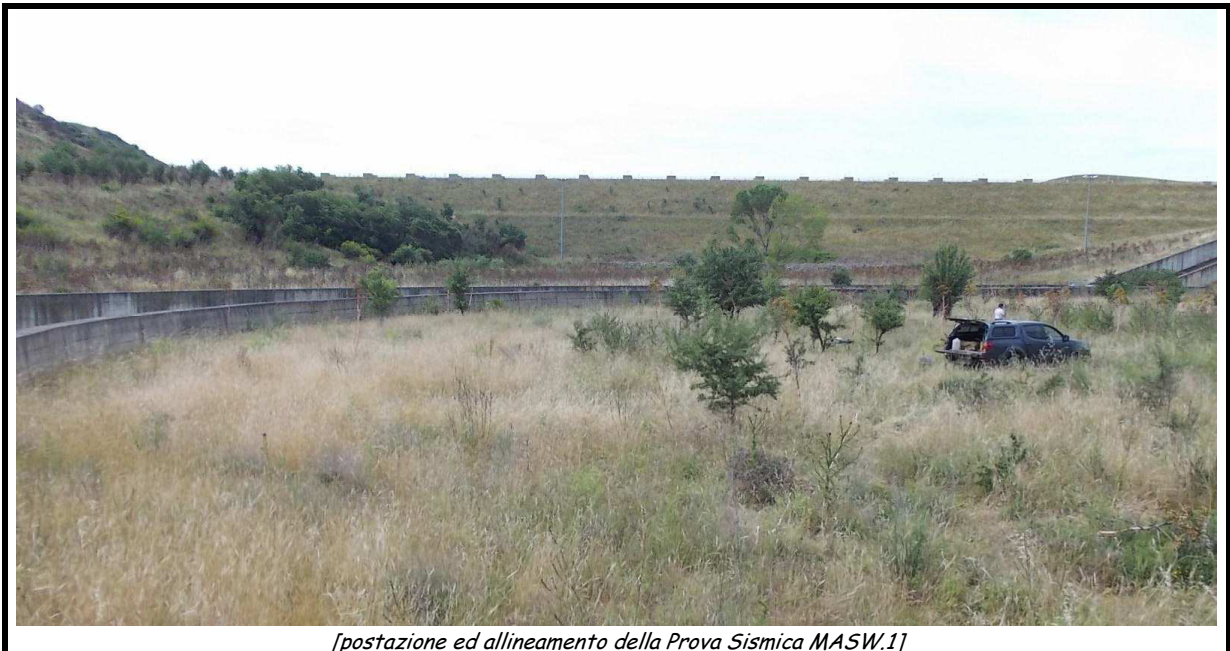
*- località "Diga del Lampeggiano", agro di Lavello (PZ) -*

Data: *giugno 2014*

GIULOCO *Prospezioni*  
del Dott. Giuseppe Locorotolo s.a.s.  
Via Dante, 65 - 75100 Matera  
PIVA 01249760776

**GIULOCO -prospezioni s.a.s.**

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo  
Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel & fax 0835/264522



Elaborati grafici allegati:

*Tavola 1. - Ubicazione Sondaggio Geofisico (scala 1:1000)*  
*Tavole 2.1...3. - Documentazione Fotografica*

***GIULOCO prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo***

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. MT - 84248) - P.IVA.: IT 01 24 97 60 776

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

e-mail: [glocorotolo@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - pec: [giuloco@epap.sicurezza postale.it](mailto:giuloco@epap.sicurezza postale.it) - web: <http://home.teletu.it/giuloco>

## INDICE

1.	PREMESSA.....	pag. 1
2.	PROSPEZIONE GEOFISICA.....	pag. 2
	- <u>Geosismica metodologia MASW</u> .....	pag. 2
	- Campagna Geognostica ed Analisi dei Dati.....	pag. 3

## ALLEGATI

*Tavola 1.* - *Ubicazione Sondaggio Geofisico* (scala 1:1000)

*Tavole 2.1...3.* - *Documentazione Fotografica*

## 1. PREMESSA

*Nell'ambito di uno studio geologico inerente il "COMPLETAMENTO DEI DISTRETTI IRRIGUI IN AGRO DI MONTEMILONE ED INTEGRAZIONE RISORSE IDRICHE – IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO"* previsto presso la "Diga del Lampeggiano" in agro di Lavello (PZ), è stata effettuata una campagna geognostica a carattere geofisico, consistente in 1 profilo MASW (Multichannel Analysis Surface Wave) finalizzato alla stima del parametro Vs30, commissionata dal **Geol. Gaetano Vitale** alla scrivente **GIULOCO-prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo** - con sede a Matera, Via Dante 65.

L'ubicazione del sondaggio geofisico è mostrata nello stralcio topografico allegato di **Tavola 1**; postazione ed allineamento del sondaggio nonché particolari operativi e strumentali sono mostrati anche nelle foto di **Tavole 2.1...3.**

Il sito indagato non ha presentato rilevanti difficoltà operative se non per il vento che ha indotto un blando rumore di fondo sulle registrazioni sismiche.

Nel paragrafo seguente sono illustrate le metodologie utilizzate, le tecniche operative, i dati sperimentali ottenuti nonché il modello interpretativo del sottosuolo investigato utile, insieme ad altri dati geognostici disponibili per la stessa area, per la ricostruzione dei lineamenti geologico-tecnici locali ed in particolare per la caratterizzazione sismica del territorio.

## **2. PROSPEZIONE GEOFISICA**

### **- Geosismica metodologia MASW**

L'Ordinanza 3274/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Oltre alle importanti novità relative alle metodologie di calcolo ingegneristico è stata introdotta la Classificazione dei Suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto in 5 Categorie principali (A-E) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 e S2) per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare, sulla base del parametro Vs30. Questo rappresenta la velocità media ponderale di propagazione delle onde S misurata per 30 m di sottosuolo al di sotto del piano di fondazione.

Le tecniche investigative per l'acquisizione di questo parametro sono essenzialmente di 3 tipi:

- prove sismiche in foro (Down-Hole e Cross-Hole);
- profili sismici con geofoni orizzontali ed energizzatori di onde Sh;
- modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh, di Love o del rumore ambientale (SASW, MASW e RE.MI) e l'impiego di geofoni verticali a frequenza più bassa (4.5 Hz) rispetto a quelli utilizzati per la sismica classica (10-14 Hz).

La campagna geognostica è stata svolta nel mese di giugno 2014 ed è stato eseguito 1 profilo MASW a 24 canali, in onde di Rayleigh (sia componente verticale che componente radiale) e in onde di Love.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh [che sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione (P) e onde di taglio verticali (Sv)], la componente principale delle onde superficiali insieme alle onde di Love. In generale, ipotizzando una variazione di velocità nei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (detta "velocità di fase") che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga (questa proprietà è detta "dispersione"). Proprio la proprietà dispersiva delle onde di volume consente di ricostruire il profilo verticale di velocità

delle onde di taglio Vs (e in particolare Vs<sub>V</sub> per le onde di Rayleigh e Vs<sub>H</sub> per le onde di Love). Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore e presentano normalmente più elevate velocità di fase. L'analisi spettrale del segnale registrato consente di produrre un grafico Frequenza/Velocità di Fase (Spettro di Velocità). Da questo grafico, per modellazione e, se necessario, per successiva inversione, si ottiene il profilo verticale delle Vs.

La strumentazione utilizzata è del tipo a 24 canali, modello Echo24-2010 della AMBROGEO, con acquisizione digitale, funzione di incremento multiplo del segnale, tempi di acquisizione compresi tra 25 msec e 30 m, filtri in ingresso compresi tra 0 e 950 Hz (per eliminare le frequenze indesiderate) e monitoraggio del noise ambientale in continuo.

I geofoni per il rilievo sismico di superficie (Profilo) sono del tipo verticale a 4.5 Hz per le onde di Rayleigh in componente verticale e del tipo orizzontale a 4.5 Hz per le onde di Love e per le onde di Rayleigh in componente radiale. Per questa campagna erano disponibili due diversi cavi geofonici, uno di lunghezza pari a 55 m con una spaziatura fra gli attacchi di 5 m, ed un altro di lunghezza pari a 66 m con una spaziatura fra gli attacchi di 6 m.

Le onde di tipo **P** (longitudinali) sono state generate mediante ripetuti colpi di una mazza battente (da 8 Kg) su di un piattello metallico posto orizzontalmente sul terreno (registrazione di onde di Rayleigh, sia in componente verticale che radiale), mentre le onde di tipo **S** (trasversali) sono state generate mediante l'utilizzo di un dispositivo sperimentale costituito da una struttura in ferro e legno, con facce verticali su cui colpire con la mazza, e con delle alette verticali poste alla base che, infisse per alcuni centimetri nel terreno, trasmettono un impulso di "taglio" al sottosuolo (registrazione di onde di Love).

#### *Campagna Geognostica ed Analisi dei Dati: Profilo MASW*

L'indagine geosismica di superficie è consistita quindi nell'esecuzione di **1** Profilo MASW, siglato MASW.1.

Per quanto riguarda la geometria adottata, i **24** geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di **2.0** m; sono state effettuate diverse registrazioni in due punti di scoppio siglati P5 e P10

posti rispettivamente a 5 e a 10 m dal geofono G1, lungo lo stesso allineamento, in posizione esterna allo stendimento geofonico. Quindi, l'intero stendimento per il Profilo eseguito risulta di **56** m. La profondità di investigazione raggiunta è valutabile in circa 30 m dal piano campagna e la verticale indagata passa all'incirca dalla metà dello stendimento geofonico (grosso modo tra i geofoni G12 e G13).

Delle diverse registrazioni eseguite, sia in onde di Rayleigh (entrambe le componenti) sia in onde di Love, sono state individuate quelle con il migliore rapporto segnale/rumore, che sono risultate l'acquisizione in onde di Rayleigh in componente verticale e l'acquisizione in onde di Love effettuate con punto di scoppio a 5 m - (vedi parte sinistra della figura di **pagina 6**), e sono state elaborate ed interpretate con un'analisi congiunta utilizzando un procedimento informatico basato sull'utilizzo di un programma della Eliosoft (Winmasw 6.1 Academy).

Ottenuti i grafici *Frequenza/Velocità di Fase* ("spettro di velocità" - vedi parte destra della figura di **pagina 6**), si è proceduto in primo luogo con la "modellazione" diretta (cioè ipotizzando un modello di sottosuolo a 5 strati - riportato nella colonna all'estrema destra sempre nella stessa figura di **pagina 6** - compatibile con la geologia dell'area) ottenendo così gli andamenti dei modi di vibrazione fondamentale (tratteggio bianco) e superiori (tratteggi colorati) riportati in sovrapposizione allo "spettro di velocità"; in secondo luogo si è proceduto con la generazione (a partire dal modello individuato) di spettri di velocità "sintetici" che sono stati sovrapposti a quelli sperimentali per verificarne la congruità, ed infine si è proceduto con il picking sullo spettro di velocità (cioè con la selezione dei punti di massima intensità del segnale distribuiti sul modo fondamentale e sui modi superiori - *curva di dispersione* - ): questa operazione ha consentito di raffinare il modello già individuato e di ottenere il profilo verticale delle Vs mostrato nella parte destra della figura di **pagina 7**). Nella parte di sinistra di quest'ultimo grafico sono riportati gli spettri di velocità con in sovrapposizione i modelli (segmenti blu) di Pareto.

Va notato che il processo di inversione della *curva di dispersione* può portare a più di una soluzione e quindi a più di una sequenza sismostratigrafica, ma la velocità media ponderale calcolata fino a 30 m di profondità (o comunque per 30 m di profondità a partire dal piano di fondazione

***GIULOCO prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo***

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. MT - 84248) - P.IVA.: IT 01 24 97 60 776

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

e-mail: [glocorotolo@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - pec: [giuloco@epap.sicurezza postale.it](mailto:giuloco@epap.sicurezza postale.it) - web: <http://home.teletu.it/giuloco>

presunto) non cambia in maniera significativa. Pertanto, il valore di Vs30 ottenuto è da considerarsi attendibile e valido, mentre la sequenza sismostratigrafica desunta può presentare un margine di variabilità negli spessori e nelle velocità dei singoli sismostrati più o meno significativo.

Di seguito, si riporta in tabella la sequenza sismostratigrafica ottenuta (dove Vs è la velocità arrotondata delle onde S in m/sec dell'iesimo strato, z è la profondità in metri del letto dell'iesimo strato, h è lo spessore in metri dell'iesimo strato) sul modello medio per il profilo eseguito:

<b>MASW.1</b>	<b>Vs (m/sec)</b>	<b>z (m)</b>	<b>h (m)</b>
<i>strato 1</i>	<b>130</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>
<i>strato 2</i>	<b>150</b>	<b>1.9</b>	<b>1.6</b>
<i>strato 3</i>	<b>200</b>	<b>5.5</b>	<b>3.6</b>
<i>strato 4</i>	<b>240</b>	<b>9.4</b>	<b>3.9</b>
<i>strato 5</i>	<b>360</b>	-	-

Il valore di Vs<sub>30</sub>, calcolato così come previsto dalla recente normativa sismica [Vs<sub>30</sub> = 30/Σ(h<sub>i</sub>/Vs<sub>i</sub>) dove h<sub>i</sub> = spessore medio in m dello strato iesimo, Vs<sub>i</sub> = velocità onde S in m/sec dello strato iesimo] ed utilizzabili come parametro di riferimento per la classificazione dei terreni in esame, è stato stimato in base al grafico di **pagina 8** e riportato nella tabella seguente:

<b>Profilo MASW</b>	<b>Vs30 (m/sec)</b>
<i>MASW.1</i>	<b>285</b>



# **GIULOCO** *prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo*

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. MT - 84248) - P.IVA.: IT 01 24 97 60 776

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

e-mail: [glocorotolo@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - pec: [giuloco@epap.sicurezza postale.it](mailto:giuloco@epap.sicurezza postale.it) - web: <http://home.teletu.it/giuloco>

## MASW 1

### 1. input Rayleigh data

dataset: mw1v5.sgy  
sampling: 0.128ms (7812.5Hz) - 7800 samples  
minimum offset: 5 m  
geophone spacing: 2 m

flip data | cut | spectrogram

select data  
activate | select | save | cancel

mode separation

save spectrum | upload spectrum | input curve | fundamental | save | cancel

### 2. input Love data

dataset: mw1v5.sgy  
sampling: 0.128ms (7812.5Hz) - 7800 samples  
minimum offset: 5 m  
geophone spacing: 2 m

flip data | cut | spectrogram

select data  
activate | select | save | cancel

mode separation

save spectrum | upload spectrum | input curve | fundamental | save | cancel

### modelling

general settings

Ref. depth: 0  
HV (body waves):   
HV modes (SV): 0  
Retraction: 0.2

Vsv (ms)	As (s)	As (m)	Passer (%)	thk (m)
120	12	0	0.45	0.3
150	15	0	0.4	1.5
200	20	0	0.35	4
250	25	0	0.35	4
350	35	0	0.3	0
0	0	0	0.3	0
0	0	0	0.3	0
0	0	0	0.25	0
0	0	0	0.25	0
0	0	0	0.2	0
0	0	0	0.2	0
0	0	0	0.15	0
0	0	0	0.15	0

Rayleigh modes: 5  
Love modes: 4

phase velocity:

refresh | calculate

save model | upload model

synthetics

RVF: hor. geoph. (radial):   
show DC:   
 just to erasp (FVS)  
 show mode

report DC | report SS | inversion

Rayleigh component

dataset: mw1v5.sgy  
sampling: 0.128ms (7812.5Hz) - 7800 samples  
minimum offset: 5 m  
geophone spacing: 2 m

flip data | cut | spectrogram

select data  
activate | select | save | cancel

mode separation

save spectrum | upload spectrum | input curve | fundamental | save | cancel

Love component

dataset: mw1v5.sgy  
sampling: 0.128ms (7812.5Hz) - 7800 samples  
minimum offset: 5 m  
geophone spacing: 2 m

flip data | cut | spectrogram

select data  
activate | select | save | cancel

mode separation

save spectrum | upload spectrum | input curve | fundamental | save | cancel

some tools

0.99272 | time length to visualize (sec) | done | cut | decimate | filter

phase velocity spectra | group velocity spectra

[www.wimmsw.com](http://www.wimmsw.com)

- 6 -

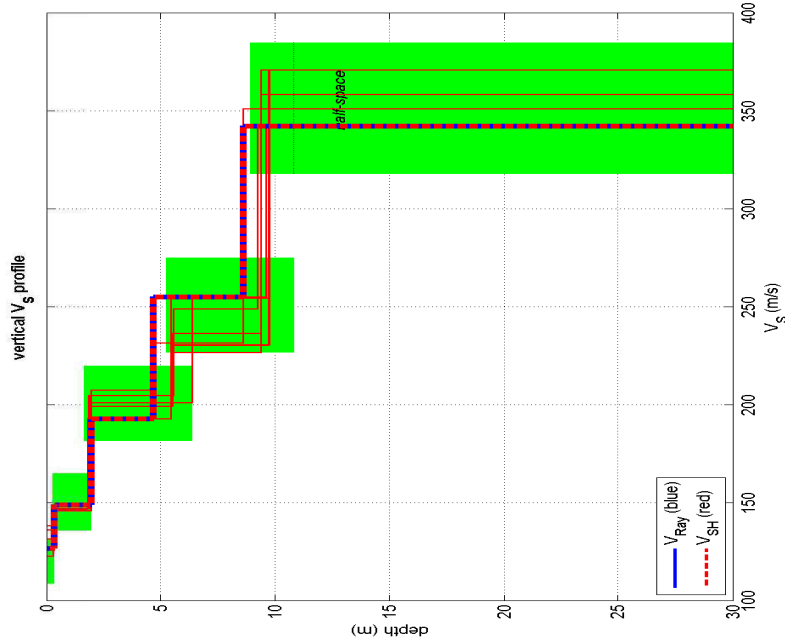
**GIULOCO prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. MT - 84248) - P.IVA.: IT 01 24 97 60 776

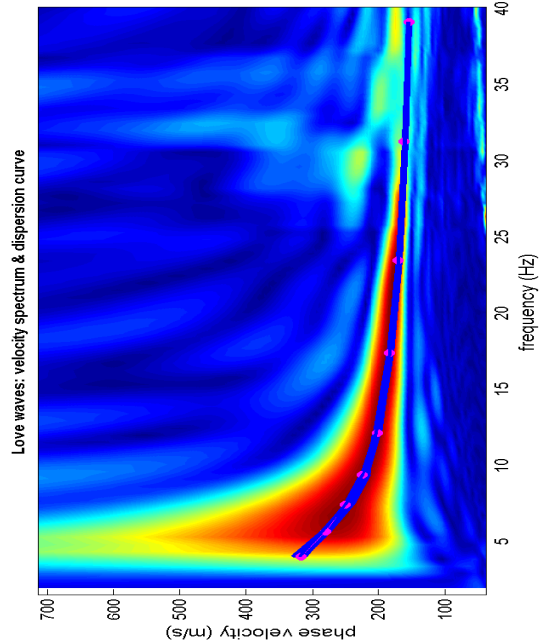
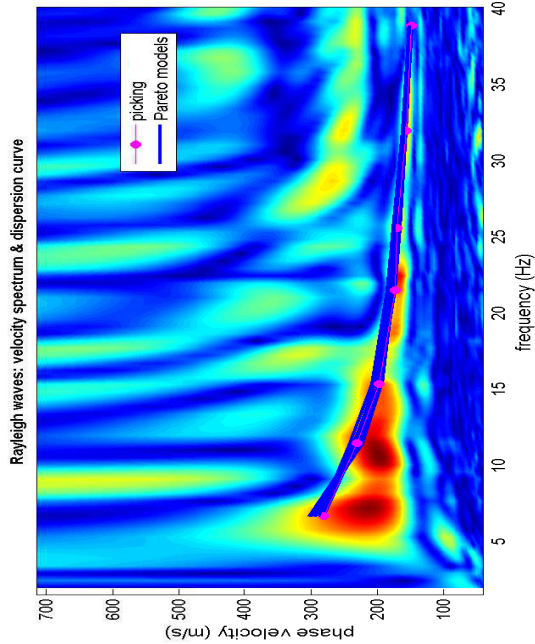
sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

e-mail: [glocorotolo@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - pec: [giuloco@epap.sicurezza postale.it](mailto:giuloco@epap.sicurezza postale.it) - web: <http://home.teletu.it/giuloco>

www.inmasw.com



Rayleigh dataset: mw1v5.sgy  
 Love dataset: mw1l5.sgy  
 Rayleigh wave dispersion curve: pick1.cdp  
 Love wave dispersion curve: pick2.cdp

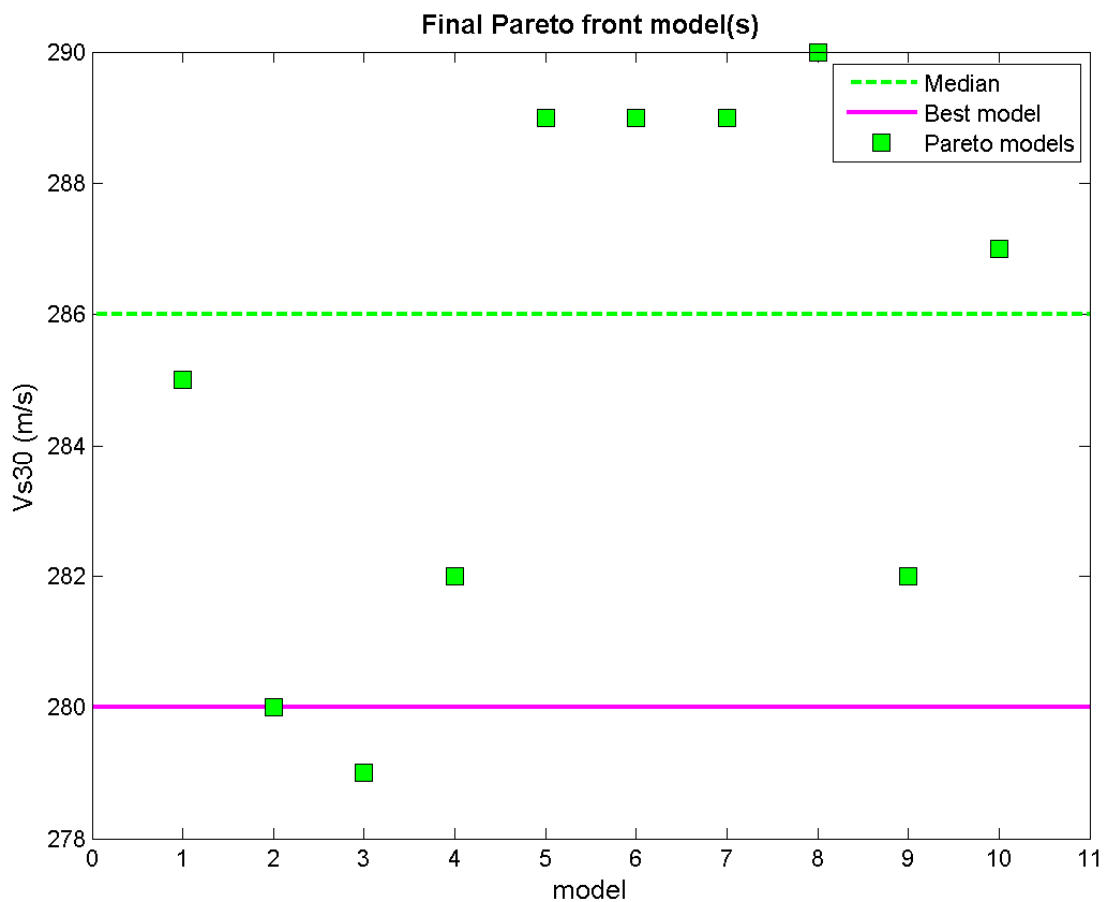


**GIULOCO prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. MT - 84248) - P.IVA.: IT 01 24 97 60 776

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

e-mail: [glocorotolo@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - pec: [giuloco@epap.sicurezza postale.it](mailto:giuloco@epap.sicurezza postale.it) - web: <http://home.teletu.it/giuloco>



Matera, giugno 2014

**GIULOCO s.a.s.**

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel & fax 0835/264522

**GIULOCO Prospezioni**

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo s.a.s.

Via Dante, 65 - 75100 Matera

P.IVA 01249760776

***GIULOCO prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo***

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. MT - 84248) - P.IVA.: IT 01 24 97 60 776

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

e-mail: [glocorotolo@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - pec: [giuloco@epap.sicurezzapostale.it](mailto:giuloco@epap.sicurezzapostale.it) - web: <http://home.teletu.it/giuloco>

## TAVOLE GRAFICHE ALLEGATE

- Tavola 1.* - *Ubicazione Sondaggio Geofisico* (scala 1:1000)
- Tavole 2.1...3.* - *Documentazione Fotografica*

GIULOCO Prospezioni  
del Dott. Giuseppe Locorotolo s.a.s.  
Via Dante, 65 - 75100 Matera  
P.IVA. 01249760776

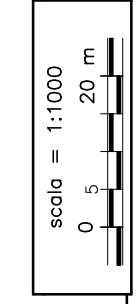
**UBICAZIONE SONDAGGIO GEOFISICO**

TAVOLA 1.



**GIULOCO s.a.s.**  
Via Dante 65 – MATERA

committente: **Geol. G. Vitale**  
indagine relativa a: **Impianto di Sollevamento**  
campagna di: **giugno 2014**  
località: "Diga del Lampeggiano", agro di **LAVELLO (PZ)**



**LEGENDA**

**MASW.1** geofono

**MASW.2** punto di scoppio

**G24** ubicazione e direzione di stendimento di prova MASW



Foto 1: Postazione ed allineamento del MASW.1  
– punto di vista nei pressi della postazione geofonica G1, da SO verso NE –

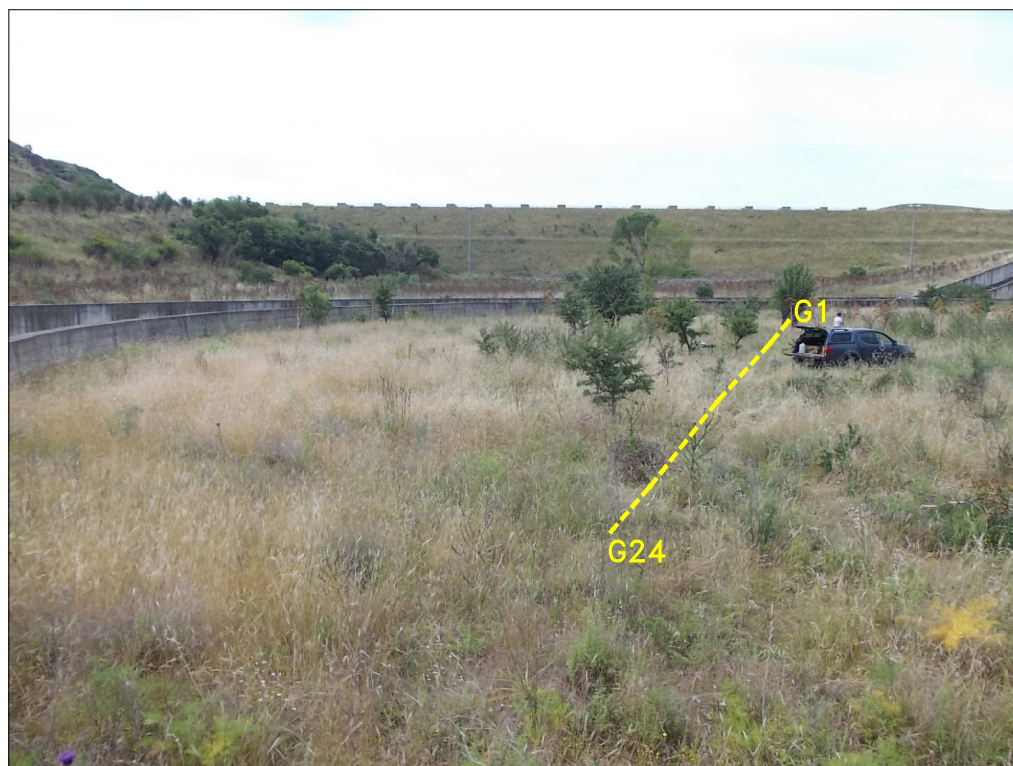


Foto 2: Postazione ed allineamento del MASW.1  
– punto di vista nei pressi della postazione geofonica G24, da NE verso SO –

**GIULOCO s.a.s.**  
Via Dante, 65 – Matera

località: "Diga del Lampeggiano", agro di  
**LAVELLO (PZ)**

indagine relativa a:  
**Impianto di Sollevamento**

campagna di:  
**giugno 2014**

committente:  
**Geol. G. Vitale**



Foto 3: Postazione ed allineamento del MASW.1  
 – particolare della stazione di acquisizione dei dati sismici –



Foto 4: Postazione ed allineamento del MASW.1  
 – particolare dei geofoni (a 4.5 Hz) utilizzati nella prova MASW.1

località: "Diga del Lampeggiano", agro di  
**LAVELLO (PZ)**

indagine relativa a:  
**Impianto di Sollevamento**

campagna di:  
**giugno 2014**

committente:  
**Geol. G. Vitale**



Foto 5: Postazione ed allineamento del MASW.1  
– particolare della battuta in onde di Rayleigh (componente verticale) nel punto di scoppio P5 –



Foto 6: Postazione ed allineamento del MASW.1  
– particolare della battuta in onde di Love nel punto di scoppio P5 –

GIULOCO s.a.s.  
Via Dante, 65 – Matera

località: "Diga del Lampeggiano", agro di  
**LAVELLO (PZ)**

indagine relativa a:  
**Impianto di Sollevamento**

campagna di:  
**giugno 2014**

committente:  
**Geol. G. Vitale**