

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

INDAGINI GEOFISICHE

Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IF1W 00 D 69 IG GE0005 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	D. Di Massa	12.06.2018	S. Giugliano	12.06.2018	D. Aprea	12.06.2018	F. Marchese 12.06.2018

ITALFERR S.p.A.
Dott. Geologo Francesco MARCHESE
Rapp. UO GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE
Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

Indice

1. PREMESSA	3
2. METODO MASW	4
2.1 PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E CENNI SUL METODO	4
2.2 SCHEMA DI ACQUISIZIONE.....	7
2.3 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	8
3. RISULTATI MASW	11
4. DOWN HOLE.....	12
4.1 PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E CENNI SUL METODO	12
4.2 ACQUISIZIONE.....	13
4.3 PROCESSING INDAGINE DOWN HOLE.....	14
4.4 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	17
5. RISULTATI DOWN-HOLE.....	18
6. METODO ELETTROMAGNETICO (FDEM).....	18
6.1. CENNI SUL METODO ELETTROMAGNETICO.....	18
6.2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	20
6.3. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI ELETTROMAGNETICI	21
7. RISULTATI FDEM	22
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	23
ALLEGATI	24
ALLEGATI MASW	25
ALLEGATI DOWN HOLE.....	42
ALLEGATI FDEM	55

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle indagini geofisiche eseguite per il “Progetto Definitivo del Raddoppio Apice-Orsara-Bovino – Tratta Bovino-Orsara”. Nello specifico sono stati realizzati n°4 prove di sismica MASW, n° 4 prove di sismica in foro Down Hole e n° 6 indagini con metodologia elettromagnetica FDEM per l’identificazione di masse metalliche. Le suddette indagini sono state realizzate nei mesi di marzo – aprile 2018.

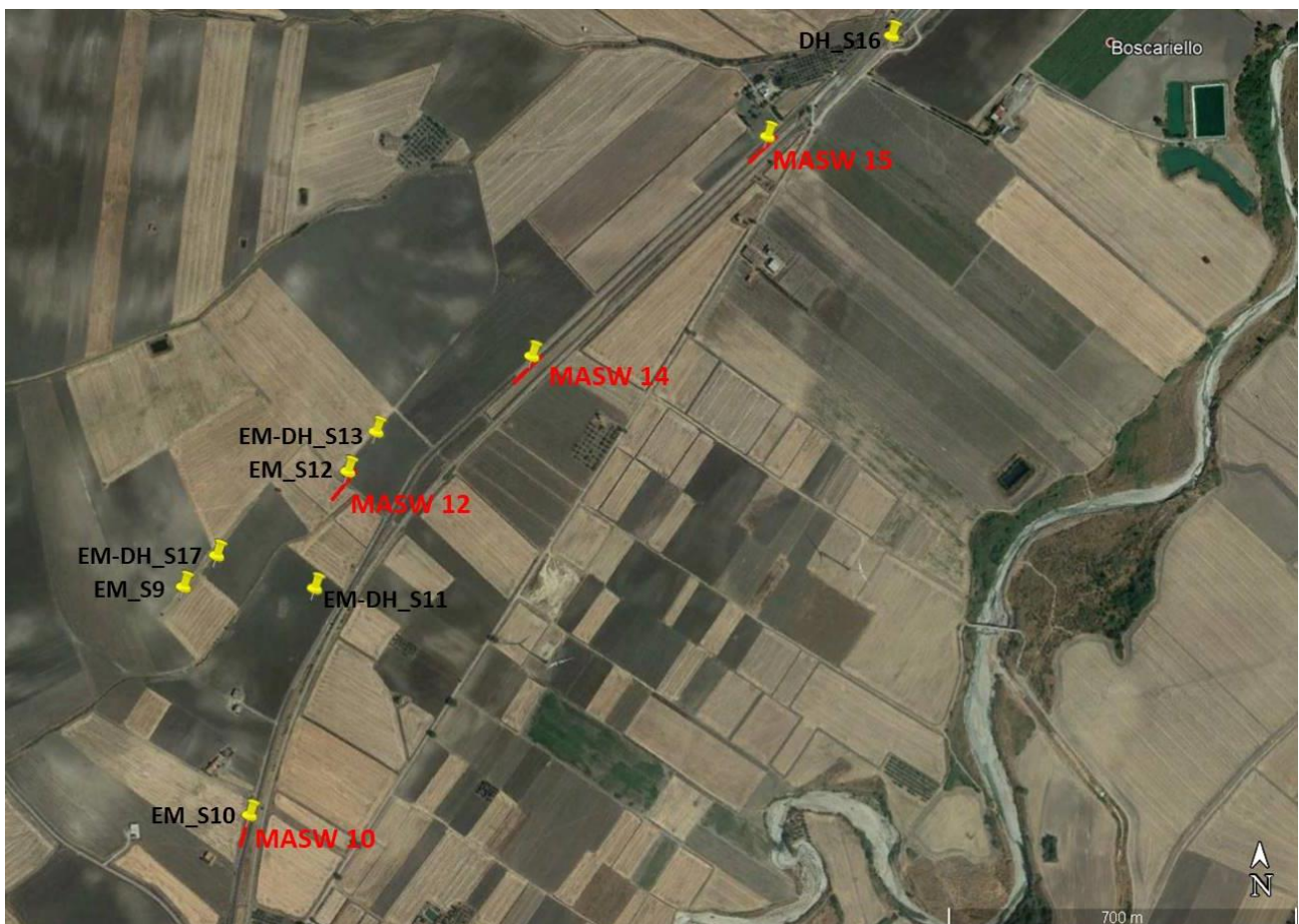


Figura 1 - Ubicazione Indagini

Si riporta di seguito il riepilogo delle indagini eseguite:

ID Prova	Lunghezza (m)	Coordinate inizio linea (A)	Coordinate fine linea (B)
MASW BO-PD-S10	79	41°17'12.27"N 15°22'46.16"E	41°17'14.78"N 15°22'47.04"E
MASW BO-PD-S12	79	41°17'34.73"N 15°22'54.02"E	41°17'36.71"N 15°22'56.21"E
MASW BO-PD-S14	79	41°17'42.34"N 15°23'09.84"E	41°17'44.10"N 15°23'12.31"E
MASW BO-PD-S15	79	41°17'56.72"N 15°23'30.38"E	41°17'58.46"N 15°23'32.92"E

ID Prova	Coordinate
EM BO-PD-S9	41°17'28.30"N 15°22'40.97"E
EM BO-PD-S10	41°17'13.49"N 15°22'46.59"E
EM BO-PD-S12	41°17'35.74"N 15°22'55.07"E
DOWN HOLE ed EM BO-PD-S11	41°17'28.13"N 15°22'52.15"E
DOWN HOLE ed EM BO-PD-S13	41°17'38.33"N 15°22'57.54"E
DOWN HOLE BO-PD-S16	41°18'04.21"N 15°23'42.67"E
DOWN HOLE ed EM BO-PD-S17	41°17'30.30"N 15°22'43.73"E

Tabella 1 - Coordinate indagini

2. METODO MASW

2.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. La determinazione delle Vs viene ottenuta tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

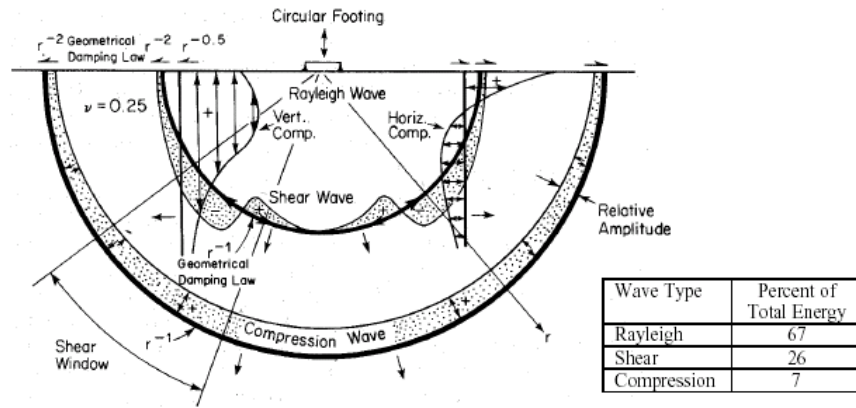


Figura 2 - Distribuzione delle onde di Rayleigh nel sottosuolo

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze 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.


Le indagini MASW si distinguono in attive e passive o in una combinazione di entrambi.

Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente.

Facendo riferimento al metodo attivo da noi utilizzato possiamo dire che, una generica acquisizione di segnali sismici lungo uno stendimento lineare, con sorgente esterna alla linea sismica, può essere rappresentata come una funzione $u(x, t)$ dove x è lo spazio e t il tempo.

Applicando ai segnali la trasformata di Fourier lungo l'asse dei tempi otteniamo la funzione $U(x, f)$:

$$U(x, f) = \int u(x, t) e^{ift} dt \quad (1)$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO												
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1W</td> <td>00 D 69</td> <td>IG</td> <td>GE0005 003</td> <td>A</td> <td>6 di 61</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	6 di 61
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	6 di 61								

La funzione $U(x, f)$ può essere espressa come la moltiplicazione di due termini separati:

$$U(x, f) = P(x, f)A(x, f) \quad (2)$$

dove $P(x, f)$ e $A(x, f)$ rappresentano rispettivamente lo spettro di fase e di ampiezza.

Nella funzione $U(x, f)$ ogni componente in frequenza è completamente separata dalle altre e l'informazione del tempo di arrivo è preservata nello spettro di fase $P(x, f)$.

Nella funzione $P(x, f)$ sono contenute inoltre tutte le informazioni relative alla dispersione delle onde superficiali di Rayleigh mentre la funzione $A(x, f)$ contiene tutte le informazioni inerenti l'attenuazione e la divergenza sferica. Tenendo conto della rappresentazione esponenziale dello spettro di fase la (2) può essere espressa come:

$$U(x, f) = e^{-i\alpha x} A(x, f) \quad (3)$$

Dove $F=f/cf$ con f = frequenza angolare e cf = velocità di fase per ogni frequenza. Operando un integrale di linea in dx e normalizzando per il modulo della funzione $|U(x, f)|$, otteniamo la funzione $V(f, \phi)$:


$$V(f, \phi) = \int e^{i\phi x} [U(x, f) / |U(x, f)|] dx = \int e^{-i(\Phi-\phi)x} [A(x, f) / |A(x, f)|] dx \quad (4)$$

La funzione $V(f, \phi)$, ottenuta dalla trasformazione integrale, può essere pensata come la somma, lungo tutto lo stendimento, del campo d'onda relativo ad ogni frequenza, applicando uno shift di fase dipendente dall'offset, al campo d'onda, per un'assunta velocità di fase $cf = f/\phi$.

La normalizzazione al modulo della funzione $|U(x, f)|$, minimizza i fenomeni di attenuazione e di divergenza sferica. Risulta ovvio che la funzione $V(f, \phi)$ avrà un massimo in corrispondenza di un valore:

$$\phi = F = f / cf \quad (5)$$

Per un dato valore di ϕ dove si verifica un massimo della funzione $V(f, \phi)$, la velocità di fase cf può essere determinata. Tenendo conto che $cf = f/\phi$ la funzione $V(f, \phi)$ può essere trasformata nella funzione $I(f, cf)$ che viene definita spettro di velocità di fase. In essa lungo l'asse cf appariranno dei

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A	FOGLIO 7 di 61

picchi che soddisferanno, per ogni frequenza, l'equazione (5). Il luogo dei punti lungo questi massimi, per differenti valori di frequenza f , permettono di identificare le curve di dispersione delle velocità di fase dei modi di oscillazione dell'onda superficiale di Rayleigh.

La curva di dispersione media delle velocità di fase dell'onda di Rayleigh, estratta con la metodologia MASW, è invertita al fine ottenere un modello monodimensionale di onde di taglio.

2.2 Schema di acquisizione

Gli stendimenti sismici, di una lunghezza pari a 69 m, sono stati realizzati utilizzando 24 canali d'acquisizione (geofoni) con passo intergeofonico pari a 3 m (Fig.3). L'acquisizione dei dati sismici è stata condotta secondo la seguente configurazione spazio temporale:

- n° geofoni: 24;
- n° 10/15 shot posizionati in linea con lo stendimento ad una distanza dal geofono 1 pari a -10 m da sottoporre al processo di stacking in fase di processing per ottimizzare il rapporto signal/noise;
- tempo di acquisizione: 1 s;
- intervallo di campionamento 0.125 μ s;




Figura 3 - Fasi di acquisizione

2.3 Strumentazione impiegata

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;
- sistema di acquisizione dati.

sistema energizzante: tale sistema deve essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali. Per generare le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5kg.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO												
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1W</td> <td>00 D 69</td> <td>IG</td> <td>GE0005 003</td> <td>A</td> <td>9 di 61</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	9 di 61
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	9 di 61								

sistema di ricezione: per l'indagine sono stati utilizzati 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile (oscillazione verticale), con frequenza caratteristica di 4.5 Hz.



Figura 4 - Geofono

trigger: la metodologia utilizzata, in quanto attiva, prevede che l'inizio della registrazione sia individuato mediante un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra o la trave (nel nostro caso si è usato un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consentendo di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

sistema di acquisizione dati (comune a tutte le indagini eseguite): n°1 sismografo costituito da un sistema a multicanale a conversione digitale. Il modello è denominato *GEODE* (prodotto dalla *GEOMETRICS*) con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit (Tecnologia Delta Sigma). Tale sistema è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima a 24 bit. Esso è collegato a ciascuno dei geofoni ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.



Figura 5 - Sismografo GEODE (Geometrics)

A/D Conversion:	24 bit (Crystal Semiconductor sigma-delta converters)
DynamicRange:	144 dB (system), 110 dB (instantaneous, measured) at 2ms, 24dB.
Distortion:	0.0005% @ 2 ms, 1.75 to 208 Hz.
Bandwidth:	1.75 Hz to 20 kHz
Common Mode Rejection:	> -100 dB at <=100 Hz, 36 dB.
Crosstalk:	-125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms.
Noise Floor:	0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz.
Stacking Trigger Accuracy:	1/32 of sample interval.
Maximum Input Signal:	2.8 VPP.
Input Impedance:	20 kOhm, 0.02 uf.
Preamplifier Gains: dB, or 0dB.	24 or 36 dB
Anti-alias Filters:	-3 dB at 83% of Nyquist frequency, down 90 dB.
Pre-trigger Data:	Up to 4,096 Samples.
Sample Interval:	0.02, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 ms.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A

Record Length:	16,000 samples standard
Delay:	0 to 9999 ms in 1 ms steps.
Data Transmission:	Ethernet connections

Tabella 2 - Specifiche tecniche Sismografo GEODE

3. RISULTATI MASW

Le indagini MASW hanno consentito di ottenere un modello monodimensionale di Vs che, com'è noto, può essere ritenuto esaustivo del profilo verticale di Vs nel punto centrale dello stendimento. In tutti gli stendimenti si riscontra la presenza di terreno che va a collocarsi nelle categorie di suolo **C**, ad eccezione della MASW BO-PD-S15 in cui il terreno si colloca nella categoria di suolo **B**. In particolare, si riscontra la presenza di sismostrati piano paralleli con un bedrock che diventa più superficiale spostandoci verso nord-est. Nello specifico, lo si riscontra a 35 m dal p.c. nella MASW BO-PD-S10 e a 15m nella MASW BO-PD-S15 con Vs di circa 500 – 600 m/s. Sul bedrock si identificano due sismostrati piano paralleli, dallo spessore costante che vanno da 0 a 10 m di profondità con Vs di circa 300 m/s e da 10 al bedrock con una Vs di 400 m/s.

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs 30	300 m/s
1	0.00	1.80	1.80	88.00		
2	1.80	15.30	13.50	280.00		
3	15.30	35.70	20.40	470.00	Suolo	C
4	35.70	inf.	inf.	680.00		


Tabella 3 - Modello 1D Vsh, Vs 30 e categoria di suolo (MASW BO-PD-S10).

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs 30	301 m/s
1	0.00	2.00	2.00	120.00		
2	2.00	10.80	8.80	260.00		
3	10.80	31.70	20.90	390.00	Suolo	C
4	31.70	inf.	inf.	620.00		

Tabella 4 - Modello 1D Vsh, Vs 30 e categoria di suolo (MASW BO-PD-S12)

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs 30	358 m/s
1	0.00	3.10	3.10	190.00		
2	3.10	8.90	5.80	270.00		
3	8.90	20.60	11.70	390.00	Suolo	C
4	20.60	inf.	inf.	590.00		

Tabella 5 - Modello 1D Vsh, Vs 30 e categoria di suolo (MASW BO-PD-S14)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs 30	370 m/s
1	0.00	4.10	4.10	270.00		
2	4.10	12.80	8.70	350.00		
3	12.80	14.60	1.80	420.00	Suolo	B
4	14.60	inf.	inf.	480.00		


Tabella 6 - Modello 1D Vsh, Vs 30 e categoria di suolo (MASW BO-PD-S15)

Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati alla presente relazione.

4. DOWN HOLE

4.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

Lo scopo della prova è quello di valutare, in accordo con la committenza, la velocità delle onde sismiche primarie V_p e secondarie V_s , da p.c. sino a fondo foro. Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde dirette che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità. Il terreno viene energizzato in superficie, in prossimità di testa-foro e la registrazione avviene, in foro, grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità crescenti. Tale geofono registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x , y , z). Le onde sismiche vengono generate energizzando il terreno in direzione verticale e in direzione trasversale (parallelamente al suolo). Nel primo caso verranno generate prevalentemente onde compressive (onde P) che si propagano in profondità e vengono registrate dal geofono verticale (asse z). Nel secondo caso verranno generate prevalentemente onde di taglio (onde S) visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto orizzontalmente (assi x e y). Le onde di taglio hanno velocità inferiori rispetto a quelle compressive, solitamente intorno al 60-70%, quindi raggiungono il geofono quando il primo fronte d'onda compressiva è già transitato. Questo passaggio, purtroppo, costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda S. Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda compressiva P e l'energia dell'onda trasversale S a favore di quest'ultima, si realizza una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto. La sottrazione delle forme d'onda relative a queste due acquisizioni, riduce sensibilmente la componente

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A

compressiva presente nel segnale. Tali prove forniscono una dettagliata stratigrafia di velocità delle onde compressive (V_p) e delle onde di taglio (V_s).

4.2 Acquisizione

Le prove Down Hole sono state eseguite all'interno dei fori BO-PD-S11, BO-PD-S13, BO-PD-S16, S17 adeguatamente rivestiti con apposita tubazione in PVC. Infine tale rivestimento è stato cementato al terreno incassante con opportuna miscela cementizia iniettata dal fondo foro fino alla fuoriuscita in superficie, per garantire una perfetta cementazione lungo tutta la lunghezza del tubo. Una volta raggiunta la profondità di prova i ricevitori vengono assicurati alla parete del tubo di rivestimento mediante un packer azionato in superficie mediante il Geostuff Controller. La sorgente viene poi colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P, a 2 m dal foro) e lateralmente (per generare onde di taglio SH, a 2m dal foro) facendo partire, per mezzo del trigger, la registrazione del segnale acquisita secondo i seguenti parametri:

Sampling interval (ms)	0.125
Record length (s)	1
Spacing (m)	1

Tabella 7 - Parametri di acquisizione

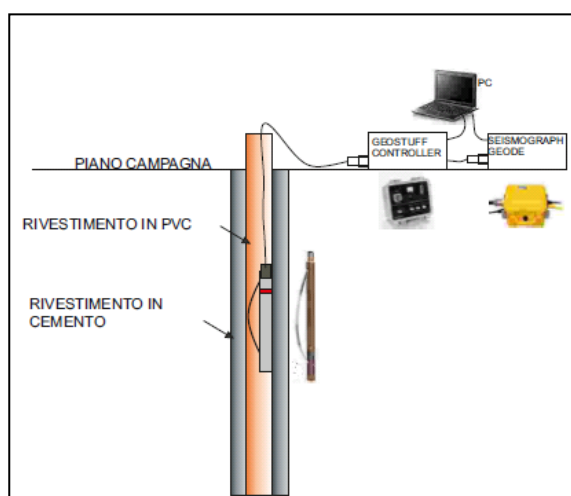


Figura 6 - Schema di acquisizione Down-Hole

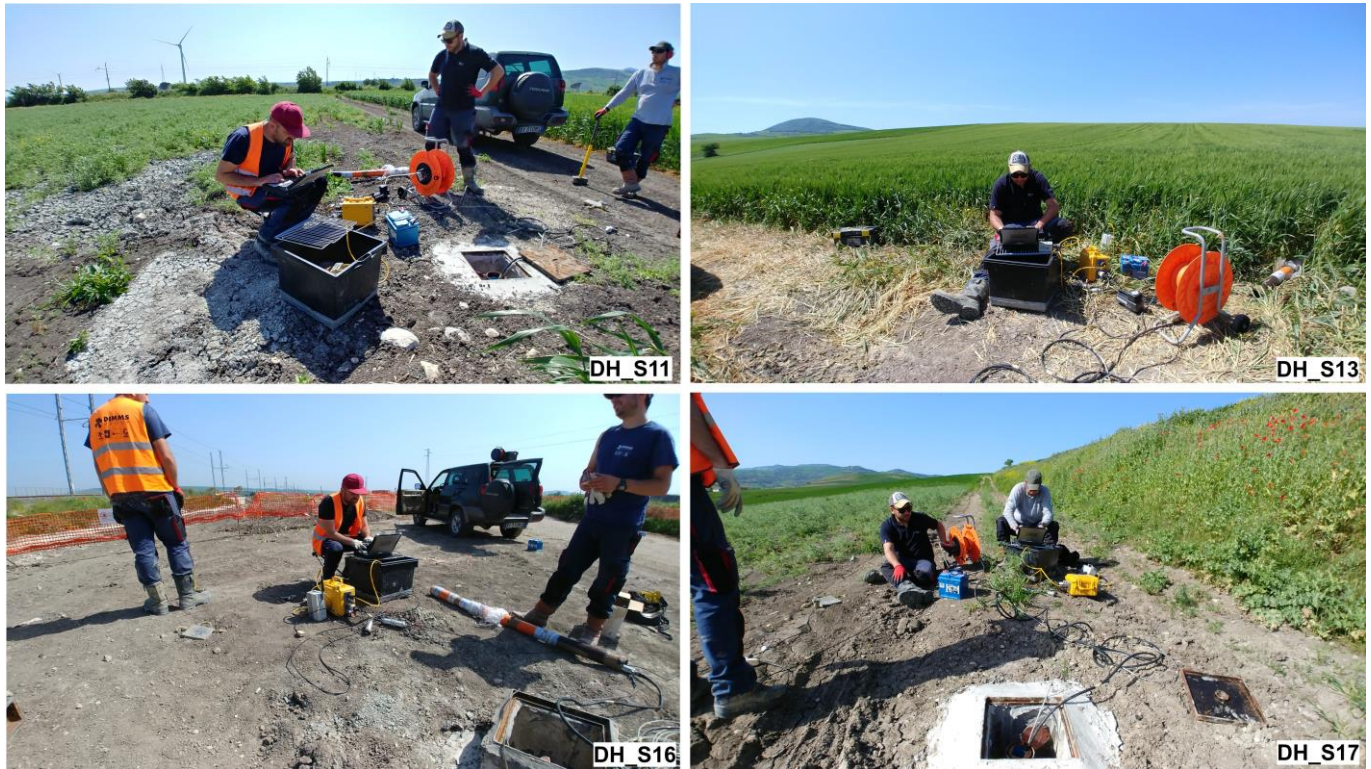


Figura 7 - Fasi di acquisizione

4.3 Processing indagine Down Hole

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio pari a circa un decimo di millisecondo. La prima fase dell'elaborazione consiste nella determinazione dei primi arrivi sia delle onde P che delle onde S. Il *picking* dei tempi delle onde P è una operazione relativamente semplice, mentre per la corretta individuazione dei tempi di arrivo delle onde S è necessario evidenziare l'inversione di fase dell'onda di taglio: per tale scopo si effettua la sovrapposizione dei sismogrammi ricavati per la stessa profondità dai due punti di battuta; sovrapponendo le tracce si avrà la corretta localizzazione delle onde S quando si noterà il movimento uguale ed opposto della fase d'onda.

La prima operazione da fare è la correzione sulla verticale dei tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto della distanza tra la sorgente e il bocca-foro. Con i tempi

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A	FOGLIO 15 di 61

corretti si realizza il grafico (T_{corr}, z), sia per le onde P che per le onde S. Le velocità dei terreni investigati vengono finalmente ottenute in maniera indiretta con il metodo intervallo. I tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due posizioni consecutive del ricevitore posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo). La seconda fase consiste nel calcolo delle dromocrone; la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali. Successivamente alla costruzione delle dromocrone ed alla determinazione della velocità di propagazione del segnale sismico nei diversi strati di terreno, avendo l'indicazione della densità dei litotipi incontrati durante la perforazione si potranno calcolare i moduli elastici caratteristici.

Il modulo di Young E (o modulo di elasticità longitudinale) è definito a partire dalla legge di Hooke:

$$E = \sigma/\epsilon$$

Con σ : sforzo, viene misurato in Pascal; ϵ : deformazione, è una grandezza adimensionale e spesso la si esprime in percentuale. Il modulo di Young viene determinato dal diagramma sforzo-deformazione mediante la formula appena vista, nel tratto in cui il materiale subisce una deformazione elastica (ovvero rimuovendo lo sforzo il materiale deve essere in grado di ritornare alle dimensioni iniziali).

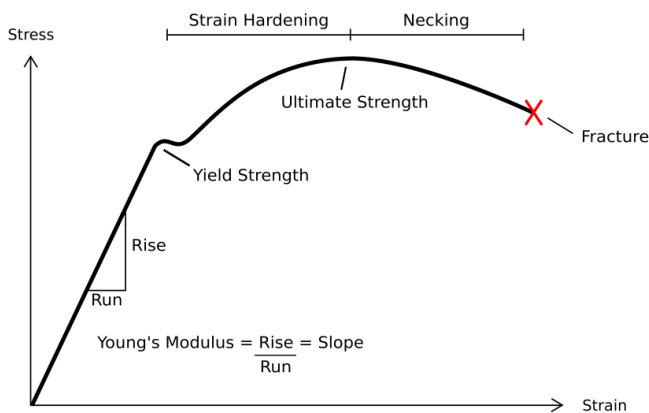


Figura 8 - Diagramma sforzo - deformazione di un materiale duttile

Il **modulo di taglio** μ , detto anche modulo di scorrimento, di rigidità o di elasticità tangenziale, è una costante di Lamè che esprime il rapporto sforzo-deformazione tangenziali.

Data una piastra di lunghezza indefinita di spessore h , perpendicolare all'asse x , sulle cui facce agisce una coppia di tensioni tangenziali (o di taglio) di verso opposto T_1 e $-T_1$, si produrrà uno spostamento $\delta l / 2$ nel senso delle z positive e $\delta l / 2$ nel senso opposto. In pratica è come se una faccia rimanesse ferma e si producesse uno spostamento di δl .

Lo spostamento totale δl sarà in relazione allo sforzo di taglio T_1 e allo spessore h secondo la relazione:

$$dl = \frac{1}{\mu} h T_1$$

dove μ è il modulo di taglio.

Considerando lo spostamento angolare α , ponendo l'angolo uguale alla sua tangente, la relazione diventerà semplicemente:

$$\alpha = \frac{T_1}{\mu}$$

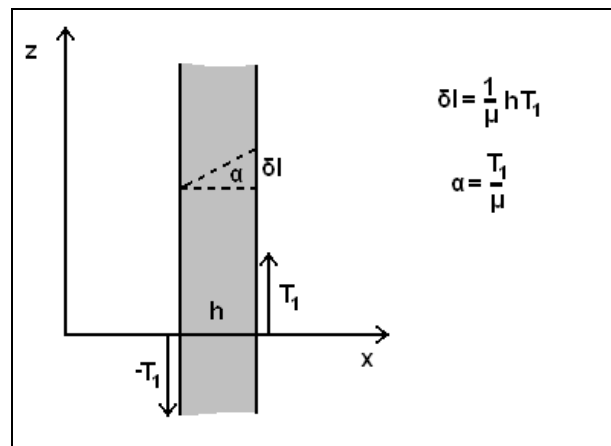


Figura 9 - Esempio di resistenza al taglio

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO</p>	<p>COMMESSA IF1W</p>	<p>LOTTO 00 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE0005 003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 17 di 61</p>

Il **modulo bulk k** (o modulo di compressibilità) di una materiale definisce la capacità della stessa di resistere ad una forza di compressione uniforme (Milton B. et alii,1988). È definito come l'incremento di pressione necessario a causare un relativo decremento di volume secondo la relazione:

$$K = -V \frac{\partial p}{\partial V}$$

dove K è appunto il modulo di compressibilità, p la pressione e V il volume.

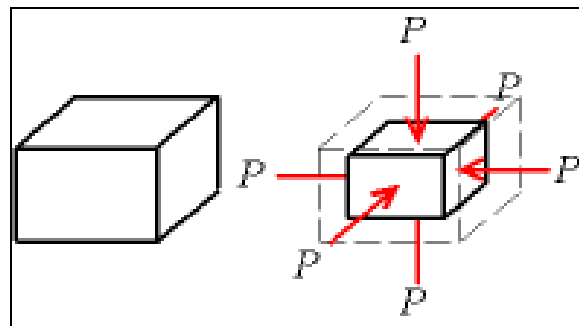



Figura 10 - Esempio di compressione uniforme

Si precisa inoltre che i moduli presentati nelle sezioni cui afferisce questa nota tecnica sono moduli “dinamici” cioè ottenuti calcolando i valori a piccolissime deformazioni rappresentate dal tratto iniziale *reversibile* della curva sforzi deformazioni. Per tanto risulteranno essere molto maggiori rispetto a quelli calcolati con prove in situ e/o di laboratorio , in cui il terreno viene portato a rottura.

4.4 Strumentazione impiegata

L’attrezzatura per la prova Down-Hole in dotazione si compone di:

- BHG-2 Borehole Geophone: Diametro 48 mm, Lunghezza: 700 mm, Peso: 2 kg;
- Sistema di controllo geofono da foro Geostuff;
- Sistema di energizzazione per onde di compressione P costituito da martello strumentato (del peso di 8 Kg) lasciato cadere con violenza su una piastra in alluminio adagiata in superficie ad una distanza di 2.0 m dal foro dopo averne opportunamente predisposto il piano di appoggio e dopo averla orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall’asse del foro.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A	FOGLIO 18 di 61

5. RISULTATI DOWN-HOLE


Le indagini Down-Hole hanno consentito di ottenere un modello monodimensionale di Vs. Tutte le DH effettuate presentano bassi valori di Vs che fanno ricadere il terreno investigato nella categoria **C**. In particolare, non mostrano sostanziali differenze di Vs con la profondità sostenendo l'assenza di un substrato compatto a medie profondità e presenza di depositi alluvionali e argille poco compatte con valori di Vs di circa 300 – 400 m/s.

6. METODO ELETTROMAGNETICO (FDEM)

6.1. Cenni sul metodo elettromagnetico

Le esplorazioni elettromagnetiche sono finalizzate all'individuazione di zone caratterizzate da valori anomali di conducibilità elettrica. Esiste una notevole varietà di metodi elettromagnetici ed esistono numerose classificazioni per poterli suddividere; ognuno di questi metodi si basa sulle misurazioni di una o più componenti del campo elettromagnetico indotto nel terreno da un campo primario. Il campo primario, generato da una sorgente naturale o da una corrente alternata artificiale, si propaga nel terreno sottostante inducendo delle correnti nel semispazio conduttore. A loro volta, le correnti così prodotte generano un campo secondario che distorce il campo primario e che, differendo in intensità, fase e direzione da quest'ultimo, indica la presenza di conduttori nel sottosuolo. Il campo primario può essere continuo o transiente; nel secondo caso il campo secondario indotto nel terreno decadrà gradualmente all'interruzione del campo primario. Il decadimento sarà tanto più lento quanto più i corpi presentano elevata conduttività. Valutando il corso del decadimento del campo secondario è possibile localizzare corpi con conducibilità anomala (Sharma, 1997).

Il metodo elettromagnetico FDEM consiste nell'inviare nel sottosuolo attraverso una bobina trasmittente (Tx) un campo elettromagnetico primario, che induce una circolazione di corrente. Tale circolazione di corrente genera nel semispazio investigato un campo elettromagnetico, detto "secondario", la cui intensità è proporzionale alla conducibilità elettrica del mezzo attraversato. La bobina trasmittente (Tx) immette nel terreno un campo EM detto primario; dal campo totale misurato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO												
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1W</td> <td>00 D 69</td> <td>IG</td> <td>GE0005 003</td> <td>A</td> <td>19 di 61</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	19 di 61
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	19 di 61								

alla bobina ricevente (Rx) otterremo il campo secondario dovuto alla variazione di corrente indotta. A parità di campo elettromagnetico primario indotto nel sottosuolo, l'intensità del campo secondario sarà tanto più elevata quanto più alta sarà la conducibilità del mezzo attraversato.

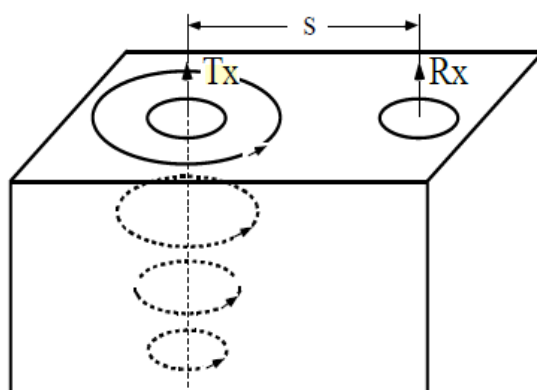


Figura 11 - Corrente indotta in un semispazio omogeneo

Del campo secondario sono considerate le componenti in quadratura e in fase rispetto al campo elettromagnetico trasmesso: la componente in quadratura (mS/m) è proporzionale allo sfasamento tra il campo primario e quello secondario e pertanto proporzionale alla conducibilità elettrica del sottosuolo; la componente in fase rispetto al campo primario, misurata in parti per migliaia (ppt), è generalmente indice della presenza di strutture metalliche (conduttive e suscettive) che amplificano notevolmente la risposta del sottosuolo. Le misure EM consentono di ottenere una risposta evidente sia dai metalli ferromagnetici che da quelli non-ferromagnetici (alluminio, ottone, piombo) ampliando le limitate capacità del semplice metodo magnetometrico MAG. Si possono così identificare oggetti metallici che abbiano perso le caratteristiche ferromagnetiche a causa di una lunga permanenza nel sottosuolo (come nel caso di ordigni inesplosi interrati da decine di anni). Nel caso di bassi valori del numero di induzione, il rapporto tra la componente in quadratura del campo magnetico secondario e il campo magnetico primario può considerarsi direttamente proporzionale alla conducibilità elettrica apparente:

$$\left| \frac{H_s}{H_p} \right| \cong \frac{i\omega\mu_0\sigma s^2}{4}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A	FOGLIO 20 di 61

La conducibilità apparente coinciderebbe con quella reale nel caso di un sottosuolo omogeneo e isotropo. Come detto, la relazione di cui sopra si considera valida per bassi valori del numero di induzione, ossia $\theta \ll 1$, dove il numero di induzione è definito come il rapporto tra la distanza che separa le due bobine dello strumento (r) e la skin depth (δ), ossia la distanza alla quale l'intensità del campo si è ridotta di $1/e$:

$$\theta = \frac{r}{\delta} = r \sqrt{\frac{\mu \omega \sigma}{2}}$$

6.2. Strumentazione utilizzata

Le indagini elettromagnetiche sono state realizzate con Profiler EMP 400, operante nel dominio della frequenza (FDEM), prodotto dalla casa costruttrice GSSI (Fig.12); le misure sono state eseguite con orientazione verticale dei dipoli.

Si tratta di uno strumento a induzione elettromagnetica multifrequenza di dimensioni e peso contenuto: rispettivamente 146 cm e 4.5 kg. E' dotato di un palmare wireless collegato tramite Bluetooth allo strumento stesso. Inoltre, un piccolo WASS GPS è integrato nel palmare, consentendo di ottenere rilievi georeferenziati di buona precisione. Lo strumento opera con frequenze che vanno da 1.000 Hz a 16.000 Hz, programmabili dall'operatore e le misure possono essere eseguite impiegando fino a tre frequenze simultanee. La configurazione dei dipoli può essere scelta tra la modalità orizzontale e verticale, per meglio rilevare anomalie nel sottosuolo presenti a differenti profondità. I dati acquisiti vengono rappresentati come componente in fase e in quadratura del campo magnetico secondario (in ppt), quest'ultima anche in unità proprie della conducibilità (mS/m).


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A



Figura 12 - Elettromagnetometro Profiler EMP 400

Coil Spacing	1.21 m (4 ft)
Operational Bandwidth	1 kHz to 16 kHz
Memory	248.5 MB 180,000 continuous data points 360,000 discrete data points
Power	Re-chargeable Lithium Ion battery or 8 (eight) AA batteries
Data Transfer	Via Microsoft® Active Sync
Display	5.58 x 7.36 cm (2.2 x 2.9 in) color screen
Records 1 to 3 frequencies	Measurement values: In-phase: PPM Quadrature: PPM Conductivity: mS/m
Dimensions	1.46 m (L) x 24 cm (W) x 12.4 cm (H) 57.5" x 9.5" x 4.9"
Weight	4.535 kg, (9.9 lbs)
Environmental	Water Resistant

Tabella 8 - Specifiche tecniche Elettromagnetometro Profiler EMP 400.

6.3. Acquisizione ed elaborazione dei dati elettromagnetici

L'attività di campo ha riguardato l'impiego della tecnica geofisica precedentemente descritta lungo profili di acquisizione definiti sulla base dei "target" da individuare, sulle condizioni logistiche del sito e


	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A	FOGLIO 22 di 61

sulle caratteristiche strumentali dell'apparecchiatura utilizzata. L'area esplorata è stata propriamente suddivisa in maglie di dimensioni variabili dipendenti dalle aree da ricoprire con le attività di misura per verificare la risposta strumentale in situazioni logistiche e di disturbo differenti. Le aree investigate sono state suddivise in maglie e spazzate con profili paralleli. La realizzazione delle misure è avvenuta seguendo un metodo diffuso per l'acquisizione speditiva di dati in assetto continuo, grazie ad un operatore che ha trasportato la strumentazione a spalla o con un'apposita impugnatura.

L'elettromagnetometro Profiler EMP 400 è stato configurato per acquisire dati con un intervallo di campionamento pari a 0.5 secondi; la configurazione dei dipoli scelta è di tipo verticale e ciò ha garantito per ogni frequenza selezionata la massima profondità di investigazione strumentale dichiarata dalla casa costruttrice. Le frequenze scelte sono state di: 1000 Hz e 10000 Hz. Le indagini geofisiche sono state georiferite acquisendo i dati con GPS incorporato e ubicando in coordinate metriche (UTM WGS84) i vertici dell'area investigata. Ciò ha determinato il posizionamento con precisione centimetrica degli estremi di ogni singolo profilo magnetico ed elettromagnetico osservato. Le attività sono state svolte senza alterare lo stato dei luoghi, conservando la morfologia delle aree investigate.

7. RISULTATI FDEM

Le indagini FDEM eseguite nell'area mostrano valori di conducibilità e suscettività magnetica pressoché costanti in tutte le aree, lasciando intuire l'assenza di corpi metallici di particolare interesse. Unica eccezione è il rilievo EM BO-PD-S9 (Tavola 1, Allegato FDEM), in cui è ipotizzabile la presenza di un corpo metallico. La lontananza dal sito di interesse, attribuisce all'ipotizzato corpo metallico sepolto una scarsa importanza.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO SCOPERTO LATO BOVINO</p>	<p>COMMESSA IF1W</p>	<p>LOTTO 00 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE0005 003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 23 di 61</p>

BIBLIOGRAFIA

Achenbach J. D., Xu Y., 1999. Wave motion in an isotropic elastic layer generated by a time-harmonic point load of arbitrary direction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 83 – 90.

Aki K., Richards P. G., 1980. *Quantitative Seismology, Theory and Methods*. Geological Magazine, 118, 02, DOI: 10.1017/S0016756800034439.

Sharma P.V., 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9781139171168.



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO
SCOPERTO LATO BOVINO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	24 di 61

ALLEGATI




ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO
SCOPERTO LATO BOVINO


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	25 di 61

ALLEGATI MASW

	TEST REPORT	1/4
	MASW	

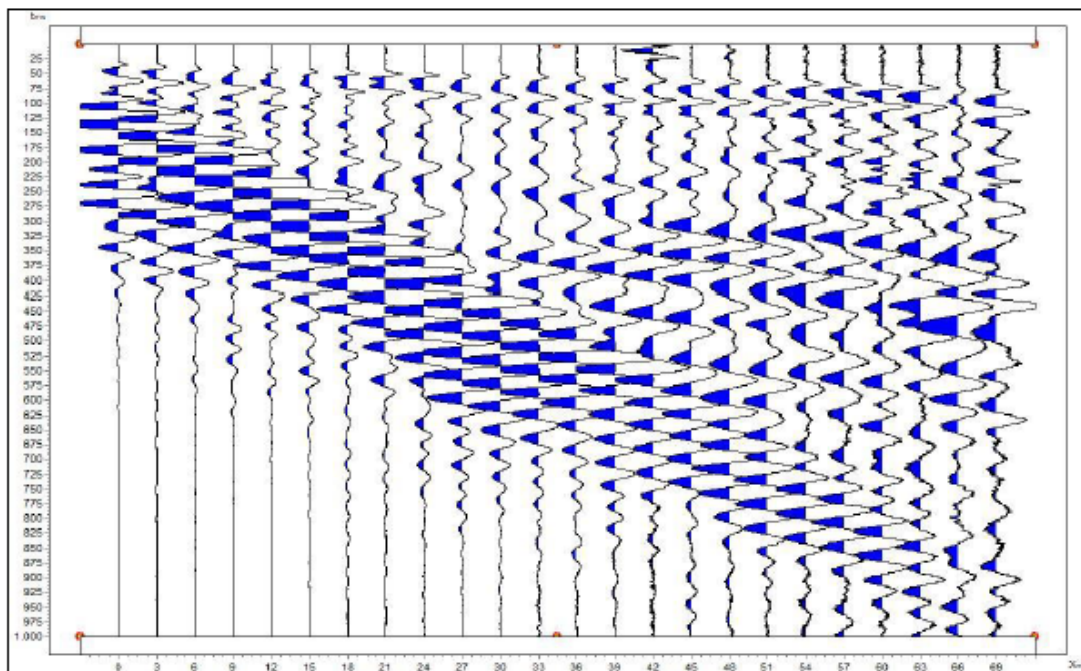
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S10		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'13.49"N	ALTITUDINE (m): 252
	X	15°22'46.59"E	




	TEST REPORT	2/4
	MASW	

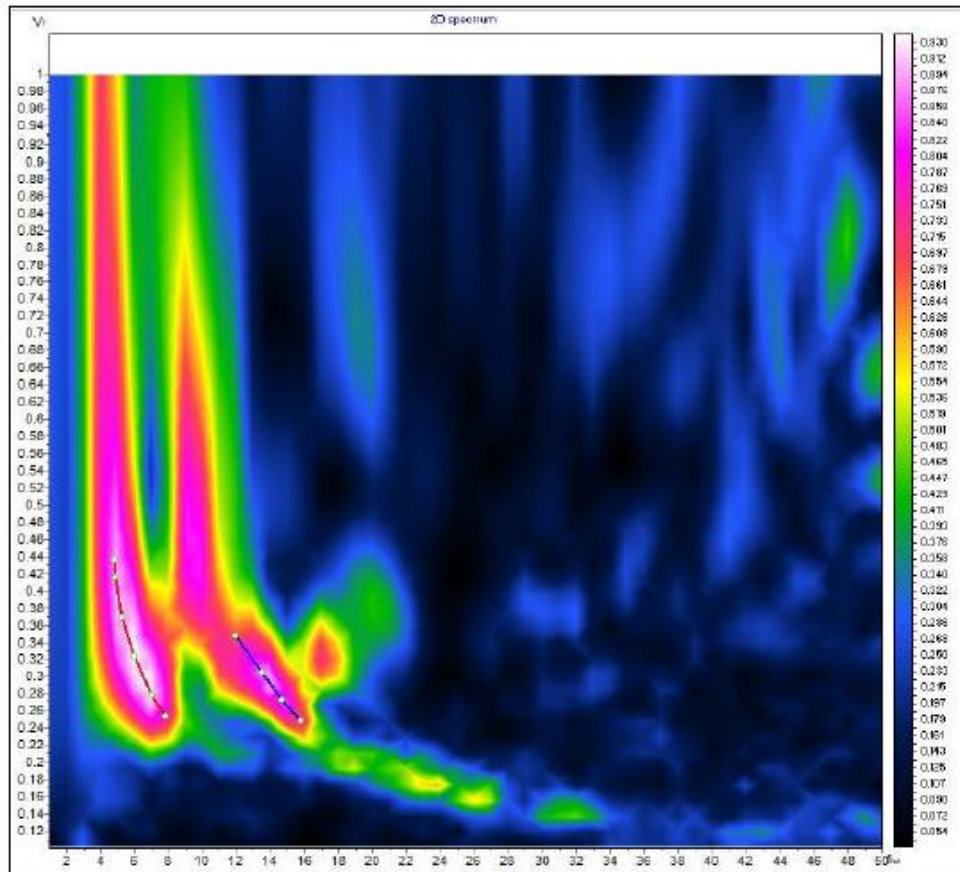
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S10		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'13.49"N	ALTITUDINE (m): 252
	X	15°22'46.59"E	

SISMOGRAMMA



	TEST REPORT		3/4
	MASW		
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S10		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'13.49"N	ALTITUDINE (m): 252
	X	15°22'48.58"E	

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE





ITINERARIO NAPOLI – BARI
 RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA
 PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO
 SCOPERTO LATO BOVINO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	30 di 61


	TEST REPORT	1/4
	MASW	

CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S12		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'35.74"N	ALTITUDINE (m): 241
	X	15°22'55.07"E	



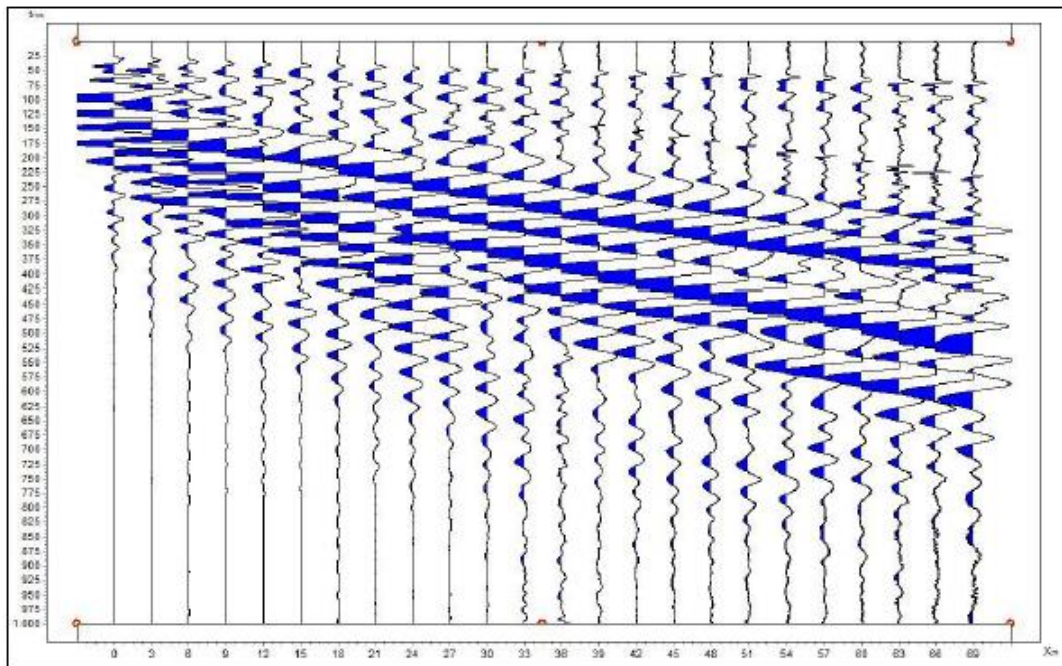
INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO
SCOPERTO LATO BOVINO


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	31 di 61

	TEST REPORT	2/4
	MASW	

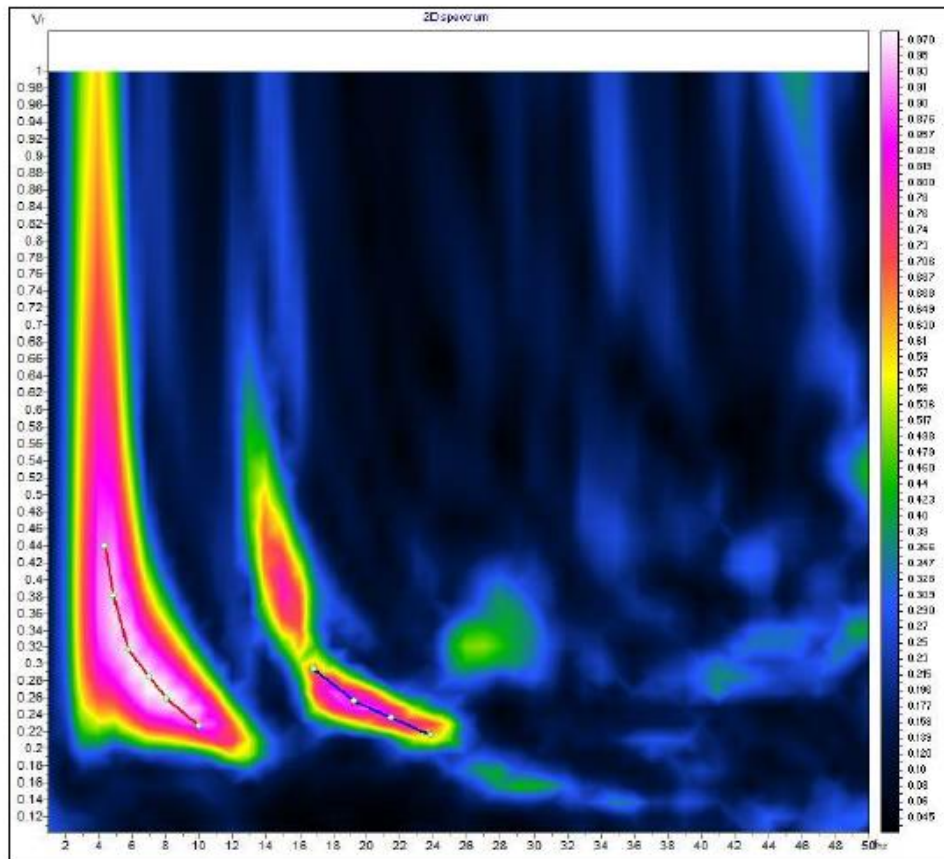
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S12		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'35.74"N	ALTITUDINE (m): 241
	X	15°22'55.07"E	


SISMOGRAMMA



	TEST REPORT		3/4
	MASW		
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S12		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'35.74"N	ALTITUDINE (m): 241
	X	15°22'55.07"E	

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE



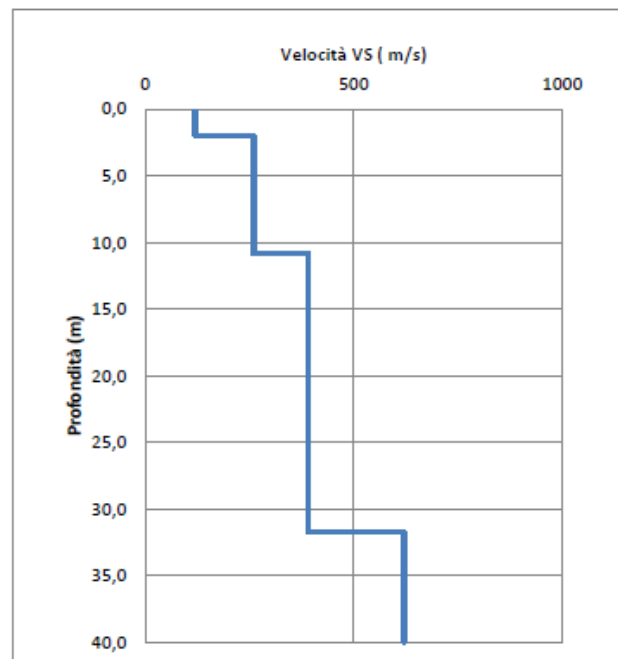
	TEST REPORT	4/4
	MASW	


CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S12		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'35.74"N	ALTITUDINE (m): 241
	X	15°22'55.07"E	

GRAFICO & TABELLA Vs - h

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0,00	2,00	2,00	120,00
2	2,00	10,80	8,80	260,00
3	10,80	31,70	20,90	390,00
4	31,70	inf.	inf.	620,00


VS₃₀	301
Suolo	C



	TEST REPORT	1/4
	MASW	

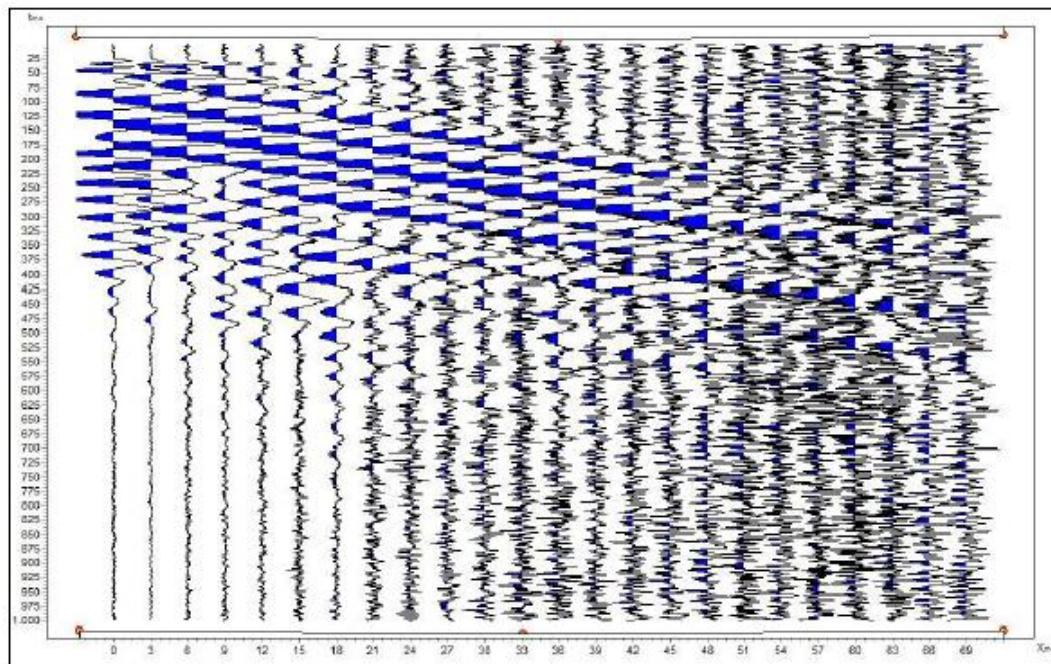
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S14		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'43.25"N	ALTITUDINE (m): 238
	X	15°23'11.12"E	



 DIMMS CONTROL	TEST REPORT	2/4
	MASW	

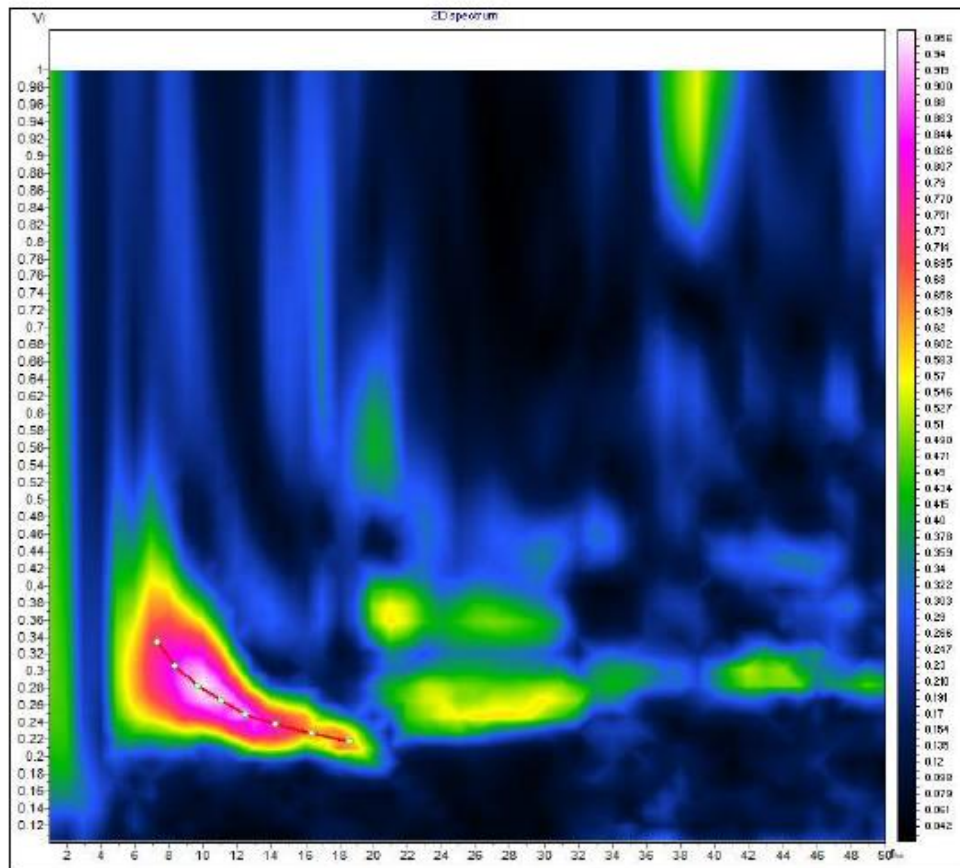
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S14		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'43.25"N	ALTITUDINE (m): 238
	X	15°23'11.12"E	


SISMOGRAMMA



	TEST REPORT			3/4
	MASW			
CLIENTE:	Italferr SpA			
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino			
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)			
NOME TEST:	MASW - S14			
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018			
COORDINATE	Y	41°17'43.25"N	ALTITUDINE (m):	238
	X	15°23'11.12"E		

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE



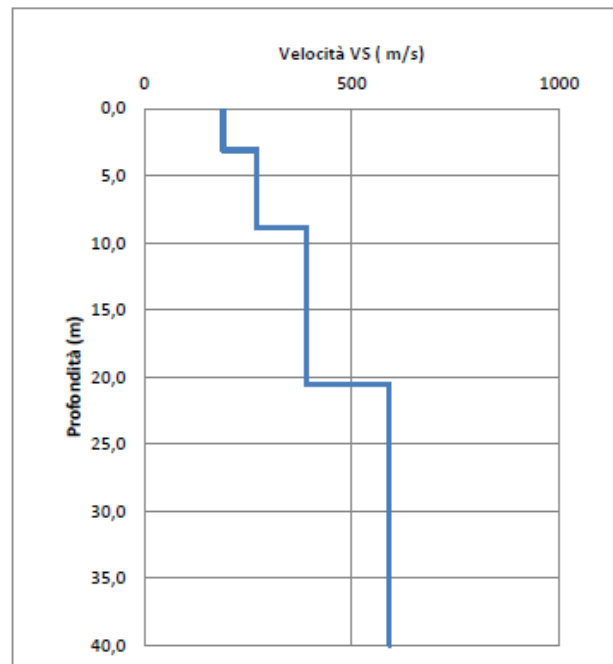
	TEST REPORT	4/4
	MASW	


CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S14		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'43.25"N	ALTITUDINE (m): 238
	X	15°23'11.12"E	

GRAFICO & TABELLA Vs - h

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0,00	3,10	3,10	190,00
2	3,10	8,90	5,80	270,00
3	8,90	20,60	11,70	390,00
4	20,60	inf.	inf.	590,00


VS₃₀	358
Suolo	C



	TEST REPORT	1/4
	MASW	

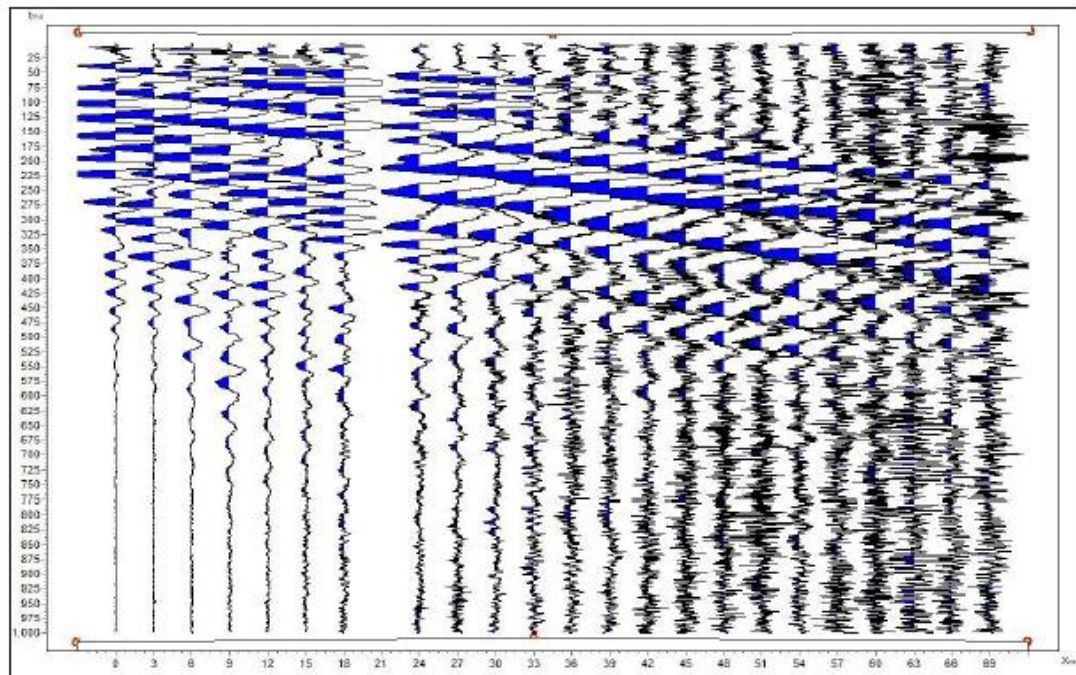
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S15		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'57.60"N	ALTITUDINE (m): 230
	X	15°23'31.75"E	




	TEST REPORT	2/4
	MASW	

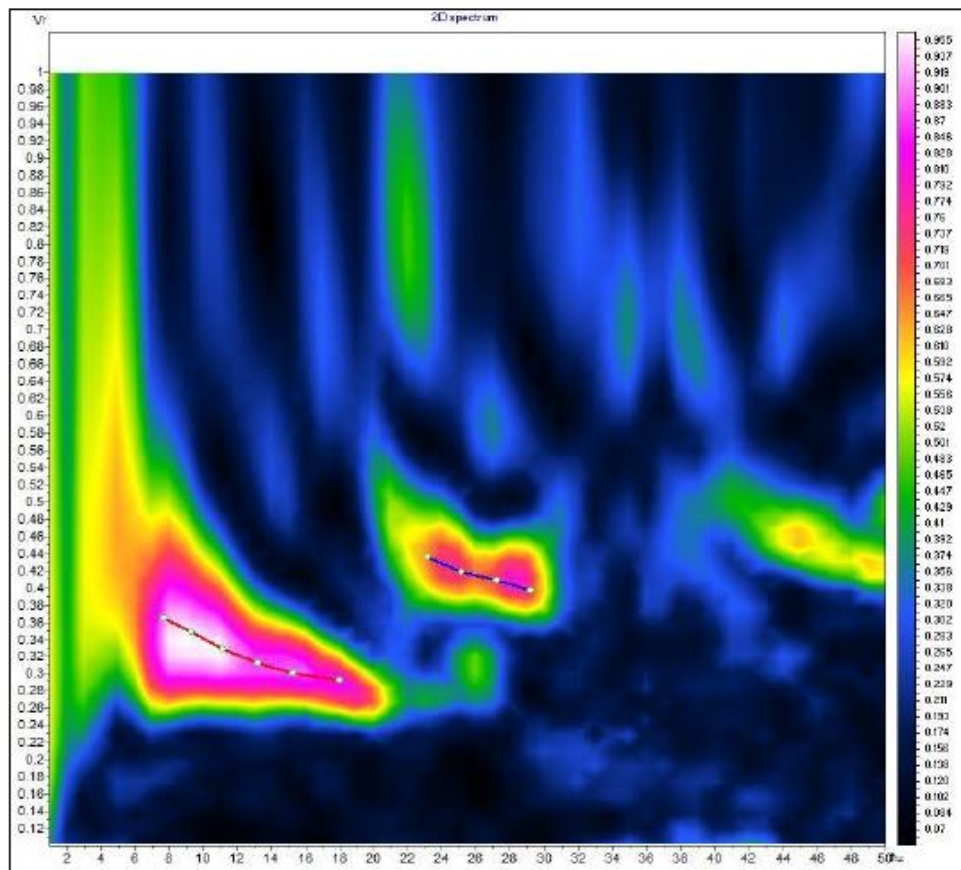
CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S15		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'57.60"N	ALTITUDINE (m): 230
	X	15°23'31.75"E	


SISMOGRAMMA



	TEST REPORT			3/4
	MASW			
CLIENTE:	Italferr SpA			
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino			
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)			
NOME TEST:	MASW - S15			
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018			
COORDINATE	Y	41°17'57.80"N	ALTITUDINE (m):	230
	X	15°23'31.75"E		

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE



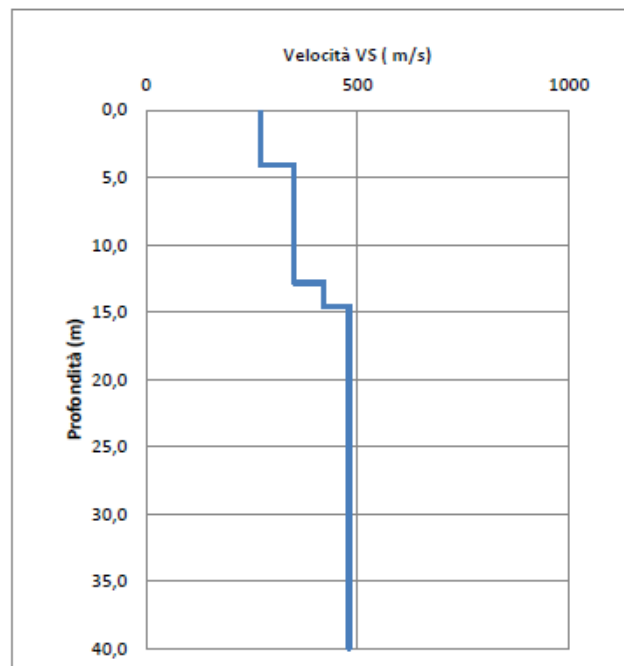
	TEST REPORT	4/4
	MASW	

CLIENTE:	Italferr SpA		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino - Orsara (FG)		
NOME TEST:	MASW - S15		
DATA DI ESECUZIONE	15/03/2018		
COORDINATE	Y	41°17'57.80"N	ALTITUDINE (m): 230
	X	15°23'31.75"E	

GRAFICO & TABELLA Vs - h

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0,00	4,10	4,10	270,00
2	4,10	12,80	8,70	350,00
3	12,80	14,60	1,80	420,00
4	14,60	inf.	inf.	480,00

VS₃₀	370
Suolo	B






ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL TRATTO ALLO
SCOPERTO LATO BOVINO


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 69	IG	GE0005 003	A	42 di 61

ALLEGATI DOWN HOLE

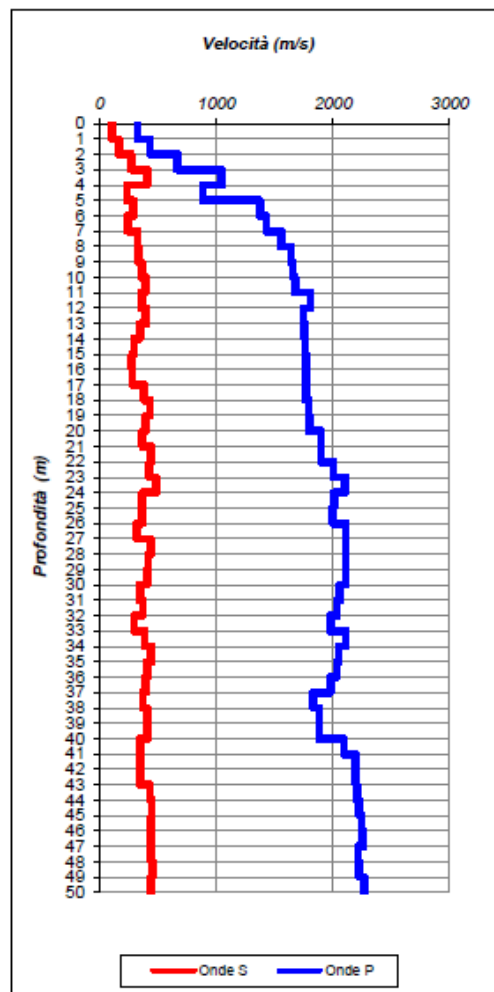
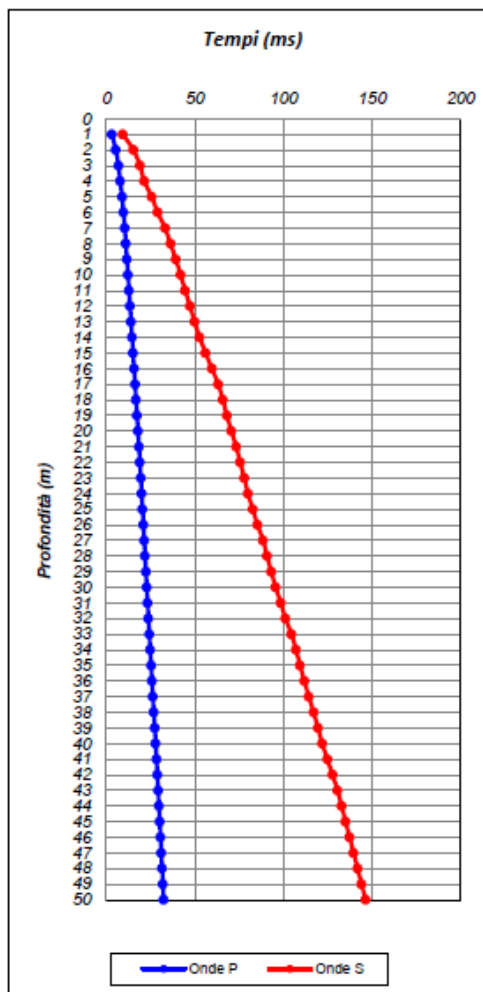
	TEST REPORT	1/3
	DOWN HOLE	


CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S11		
DATA DI ESECUZIONE	28/04/2018		
COORDINATE	Y	41°17'28.16"N	
	X	15°22'52.19"E	

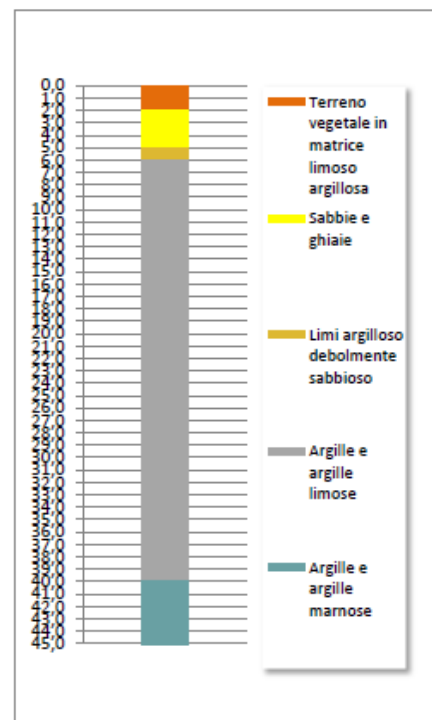
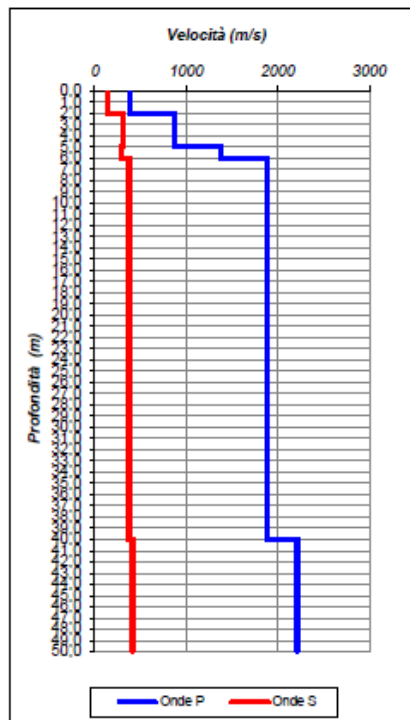
Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1,00	3,07	326,07	9,32	107,32	0,44	55,2	19,2	151,5	16,7
2,00	5,38	432,38	15,31	166,82	0,41	132,6	46,9	252,7	16,9
3,00	6,88	666,83	18,99	271,58	0,40	358,1	127,8	600,3	17,3
4,00	7,83	1048,43	21,44	408,43	0,41	851,6	301,9	1586,7	18,1
5,00	8,96	887,53	25,62	239,27	0,46	297,3	101,8	1264,5	17,8
6,00	9,69	1372,20	29,08	291,14	0,48	469,2	158,9	3317,6	18,7
7,00	10,39	1429,95	33,18	242,55	0,49	329,6	110,9	3708,5	18,9
8,00	11,03	1555,84	36,23	327,59	0,48	805,8	205,1	4352,8	19,1
9,00	11,64	1642,87	39,24	332,61	0,48	631,0	213,4	4920,8	19,3
10,00	12,24	1657,54	42,01	361,44	0,48	744,4	252,3	4970,2	19,3
11,00	12,84	1675,90	44,55	392,96	0,47	879,1	298,8	5036,8	19,4
12,00	13,39	1807,83	47,31	362,48	0,48	762,4	257,7	6067,2	19,6
13,00	13,96	1748,48	49,83	397,50	0,47	907,4	308,1	5549,8	19,5
14,00	14,53	1756,92	52,71	346,09	0,48	691,7	233,7	5711,8	19,5
15,00	15,10	1763,47	56,08	296,89	0,49	511,3	172,1	5843,0	19,5
16,00	15,67	1768,63	59,66	279,25	0,49	453,2	152,3	5908,2	19,5
17,00	16,23	1772,77	63,20	282,95	0,49	465,3	156,5	5934,0	19,5
18,00	16,80	1766,88	65,82	381,30	0,48	838,1	284,0	5719,5	19,5
19,00	17,35	1791,79	68,12	434,31	0,47	1085,1	369,4	5794,8	19,6
20,00	17,91	1795,42	70,66	394,32	0,47	898,4	304,6	5909,0	19,6
21,00	18,44	1898,47	73,37	369,18	0,48	798,9	269,8	6775,4	19,8
22,00	18,96	1900,99	75,61	445,62	0,47	1156,8	393,2	6631,7	19,8
23,00	19,46	2003,17	77,94	429,36	0,48	1088,7	368,8	7536,1	20,0
24,00	19,94	2105,00	80,00	484,88	0,47	1398,8	475,2	8321,6	20,2
25,00	20,44	2006,59	82,71	369,99	0,48	812,3	274,0	7892,8	20,0
26,00	20,94	1997,96	85,41	370,11	0,48	812,0	273,9	7616,9	20,0
27,00	21,41	2109,14	88,52	321,57	0,49	622,2	209,1	8715,3	20,2
28,00	21,89	2110,20	90,80	438,13	0,48	1146,9	388,1	8486,5	20,2
29,00	22,36	2111,11	93,20	416,55	0,48	1038,4	350,9	8544,7	20,2
30,00	22,83	2111,92	95,66	406,86	0,48	991,4	334,8	8573,9	20,2
31,00	23,32	2059,45	98,53	347,99	0,49	723,8	243,6	8208,2	20,1
32,00	23,81	2035,37	101,23	370,64	0,48	817,7	275,7	7947,1	20,1
33,00	24,31	1980,05	104,57	299,37	0,49	532,5	178,9	7587,1	20,0
34,00	24,79	2110,27	107,16	386,68	0,48	896,5	302,3	8801,6	20,2
35,00	25,28	2050,47	109,42	442,55	0,48	1161,8	393,7	7926,4	20,1
36,00	25,77	2032,65	111,86	408,71	0,48	991,4	335,2	7843,4	20,1
37,00	26,27	1980,83	114,38	396,67	0,48	929,2	314,1	7413,5	20,0
38,00	26,82	1830,97	117,08	370,91	0,48	799,9	270,5	6230,9	19,7
39,00	27,35	1881,11	119,53	408,36	0,48	972,4	329,6	6553,6	19,8
40,00	27,88	1880,68	121,97	410,20	0,48	980,9	332,5	6546,2	19,8
41,00	28,36	2092,51	124,84	348,34	0,49	727,8	244,9	8511,7	20,2
42,00	28,82	2192,82	127,74	344,89	0,49	721,3	242,5	9479,0	20,4
43,00	29,27	2198,10	130,61	348,38	0,49	736,3	247,5	9524,6	20,4
44,00	29,72	2203,37	132,92	433,24	0,48	1133,7	383,0	9396,4	20,4
45,00	30,17	2223,60	135,14	450,16	0,48	1225,3	414,3	9557,5	20,4
46,00	30,62	2243,82	137,38	445,76	0,48	1204,5	407,1	9772,2	20,5
47,00	31,06	2257,51	139,67	435,99	0,48	1154,8	390,0	9935,2	20,5
48,00	31,51	2218,99	141,94	441,99	0,48	1181,0	399,2	9511,1	20,4
49,00	31,96	2223,71	144,15	452,57	0,48	1238,3	418,8	9552,6	20,4
50,00	32,41	2265,99	146,43	438,10	0,48	1166,9	394,1	10017,1	20,5


	TEST REPORT	2/3
	DOWN HOLE	


CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S11		
DATA DI ESECUZIONE	26/04/2018		
COORDINATE	Y	41°17'28.16"N	
	X	15°22'52.19"E	



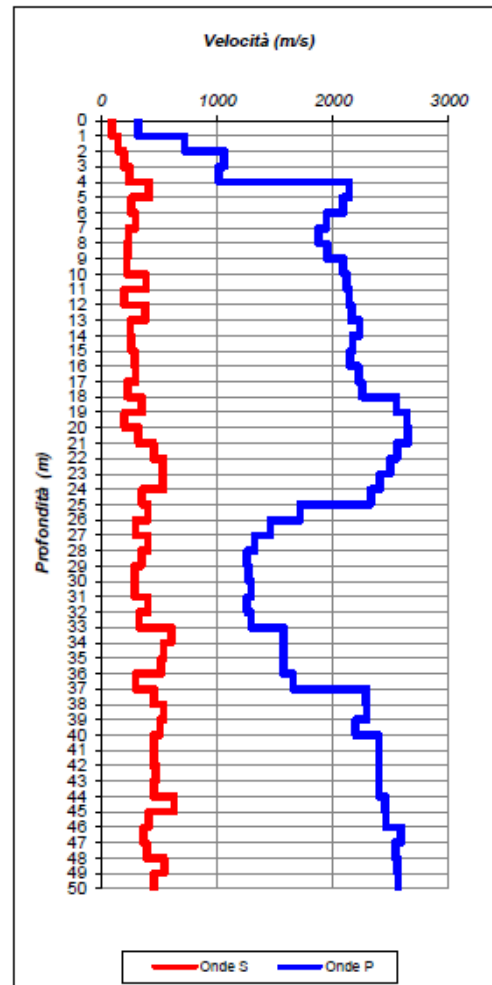
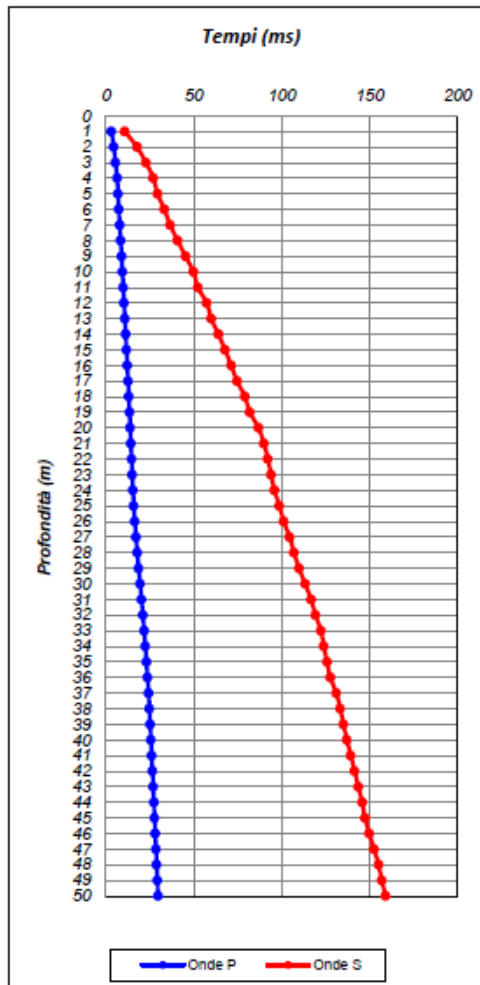
	TEST REPORT		3/3				
	DOWN HOLE						
CLIENTE:	ITALFERR						
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino						
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90						
NOME TEST:	DH S11						
DATA DI ESECUZIONE	26/04/2018						
COORDINATE	Y	41°17'28.16"N					
	X	15°22'52.19"E					
Profondità base(m)	Onde P Velocità (m/sec)	Onde S Velocità (m/sec)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
2,00	379,23	137,07	0,42	89,73	31,49	199,03	16,8
5,00	867,60	306,43	0,43	475,85	166,53	1112,94	17,7
6,00	1372,20	291,14	0,48	469,16	158,88	3317,62	18,7
40,00	1886,20	374,31	0,48	819,73	277,03	6665,12	19,8
50,00	2211,84	413,94	0,48	1037,16	349,95	9525,15	20,4




		TEST REPORT								1/3
		DOWN HOLE								
CLIENTE:		ITALFERR								
LAVORO:		Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino								
UBICAZIONE:		Bovino (FG), SS90								
NOME TEST:		DH S13								
DATA DI ESECUZIONE		26/04/2018								
COORDINATE		Y	41°17'38.33"N							
		X	15°22'57.54"E							
Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)	
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)						
1,00	3,11	321,05	10,80	92,62	0,45	41,5	14,3	152,5	16,6	
2,00	4,51	716,20	17,69	145,03	0,48	108,4	36,7	845,3	17,4	
3,00	5,45	1060,25	22,86	193,37	0,48	200,9	67,8	1946,6	18,1	
4,00	6,44	1015,51	27,00	241,75	0,47	309,8	105,4	1719,0	18,0	
5,00	6,91	2142,09	29,42	412,58	0,48	1022,5	345,3	8847,2	20,3	
6,00	7,38	2087,23	33,27	259,89	0,49	406,6	136,3	8807,4	20,2	
7,00	7,90	1942,03	36,65	295,90	0,49	518,2	174,1	7267,1	19,9	
8,00	8,43	1878,65	40,88	236,43	0,49	329,6	110,4	6825,7	19,8	
9,00	8,95	1947,18	45,32	225,10	0,49	301,1	100,8	7408,6	19,9	
10,00	9,42	2092,12	49,82	222,23	0,49	297,9	99,7	8701,7	20,2	
11,00	9,89	2121,35	52,40	387,69	0,48	902,3	304,3	8703,8	20,2	
12,00	10,36	2142,64	57,38	200,84	0,50	244,7	81,8	9203,7	20,3	
13,00	10,82	2158,51	60,01	380,57	0,48	873,3	294,3	9073,7	20,3	
14,00	11,27	2227,99	64,01	249,77	0,49	381,2	127,6	9984,1	20,5	
15,00	11,73	2169,33	67,83	261,63	0,49	415,6	139,2	9385,8	20,3	
16,00	12,20	2150,76	71,30	288,41	0,49	503,5	168,9	9165,8	20,3	
17,00	12,65	2221,13	74,88	296,36	0,49	535,4	179,5	9845,6	20,4	
18,00	13,09	2251,47	79,09	226,43	0,49	314,3	105,1	10253,0	20,5	
19,00	13,49	2545,36	81,94	351,84	0,49	778,2	261,1	13316,2	21,1	
20,00	13,87	2639,57	86,87	202,65	0,50	261,6	87,4	14709,4	21,3	
21,00	14,24	2647,19	89,97	322,79	0,49	662,3	221,9	14626,5	21,3	
22,00	14,64	2552,74	92,19	450,25	0,48	1269,9	427,9	13182,9	21,1	
23,00	15,04	2495,64	94,06	535,28	0,48	1775,3	601,4	12271,9	21,0	
24,00	15,45	2403,97	95,92	536,05	0,47	1762,5	597,9	11227,8	20,8	
25,00	15,88	2324,00	98,75	353,88	0,49	769,6	258,6	10807,2	20,6	
26,00	16,46	1717,09	101,22	404,18	0,47	933,8	317,5	5306,7	19,4	
27,00	17,15	1460,48	104,60	296,09	0,48	490,5	165,9	3814,7	18,9	
28,00	17,90	1324,78	107,07	404,60	0,45	884,5	305,3	2866,0	18,6	
29,00	18,70	1259,14	109,95	347,32	0,46	651,8	223,4	2638,1	18,5	
30,00	19,48	1273,31	113,38	291,29	0,47	463,4	157,4	2797,2	18,5	
31,00	20,26	1296,46	116,82	291,34	0,47	465,0	157,8	2914,7	18,6	
32,00	21,05	1259,60	119,28	405,18	0,44	877,0	304,0	2532,9	18,5	
33,00	21,82	1295,34	122,36	324,60	0,47	574,5	195,9	2858,2	18,6	
34,00	22,46	1573,98	124,01	606,62	0,41	1990,9	704,6	3804,2	19,1	
35,00	23,09	1574,22	125,87	539,83	0,43	1599,7	558,0	4001,3	19,1	
36,00	23,73	1574,44	127,81	515,61	0,44	1466,1	509,1	4068,0	19,1	
37,00	24,33	1655,96	131,15	299,27	0,48	513,0	173,0	5065,1	19,3	
38,00	24,77	2289,37	133,35	454,23	0,48	1256,4	424,6	10219,6	20,6	
39,00	25,20	2289,88	135,20	540,44	0,47	1767,8	601,1	9989,6	20,6	
40,00	25,66	2198,35	137,16	508,96	0,47	1555,1	528,4	9152,7	20,4	
41,00	26,08	2395,72	139,36	454,49	0,48	1272,4	429,5	11360,5	20,8	
42,00	26,49	2396,14	141,56	454,56	0,48	1272,8	429,6	11365,1	20,8	
43,00	26,91	2396,54	143,68	473,50	0,48	1379,6	466,2	11320,7	20,8	
44,00	27,33	2396,90	145,87	454,68	0,48	1273,6	429,9	11373,2	20,8	
45,00	27,74	2454,03	147,46	630,65	0,46	2437,4	832,1	11482,0	20,9	
46,00	28,14	2457,29	149,90	410,34	0,49	1046,4	352,2	12159,3	20,9	
47,00	28,53	2587,63	152,63	365,96	0,49	845,0	283,6	13800,4	21,2	
48,00	28,92	2535,93	155,17	393,46	0,49	970,6	326,2	13116,3	21,1	
49,00	29,31	2558,23	157,02	541,31	0,48	1827,2	618,7	12994,8	21,1	
50,00	29,70	2562,47	159,22	454,94	0,48	1297,5	437,2	13288,2	21,1	

	TEST REPORT	2/3
	DOWN HOLE	

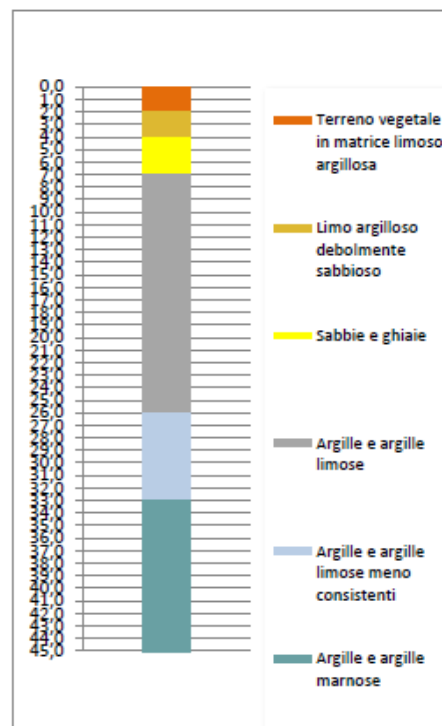
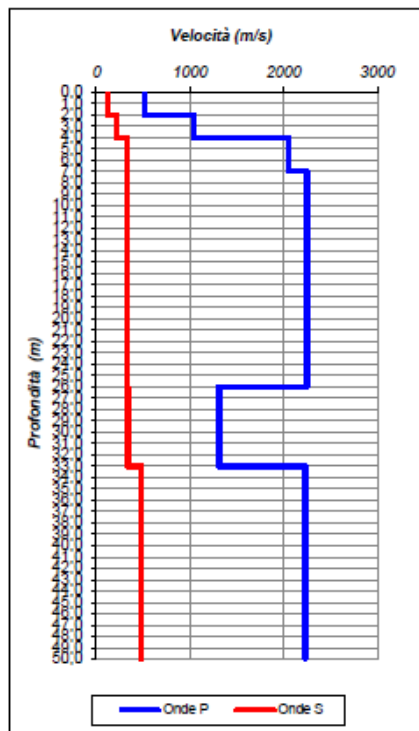
CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S13		
DATA DI ESECUZIONE	26/04/2018		
COORDINATE	Y	41°17'38.33"N	
	X	15°22'57.54"E	




	TEST REPORT	3/3
	DOWN HOLE	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S13		
DATA DI ESECUZIONE	26/04/2018		
COORDINATE	Y	41°17'38.33"N	
	X	15°22'57.54"E	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
2,00	518,63	118,82	0,47	70,83	24,05	426,19	17,0
4,00	1037,88	217,56	0,48	252,74	85,56	1833,04	18,1
7,00	2057,12	322,79	0,49	623,45	209,58	8232,40	20,1
26,00	2246,67	322,76	0,49	635,95	213,48	10059,41	20,5
33,00	1309,87	337,20	0,46	620,12	211,72	2912,43	18,6
50,00	2229,24	476,41	0,48	1370,82	464,35	9547,74	20,5




V _{330 0-30} 283	Suolo C
------------------------------	------------

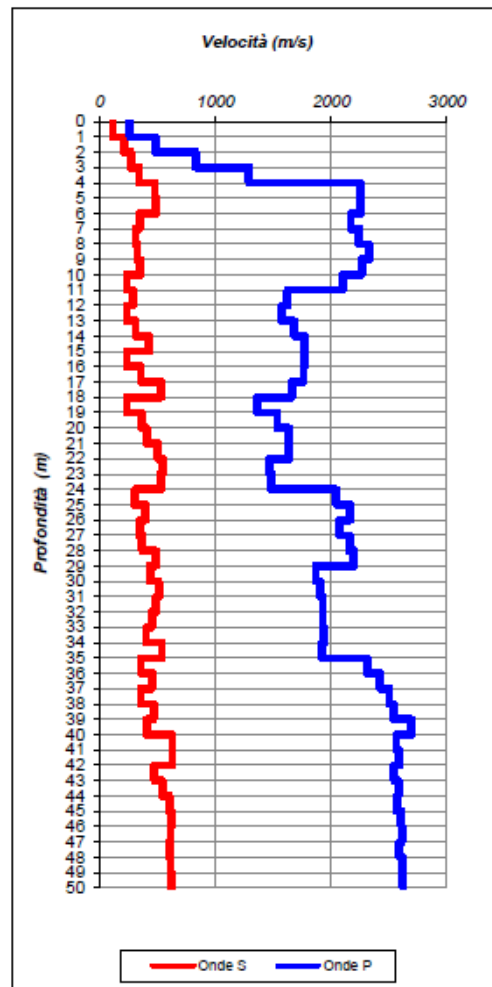
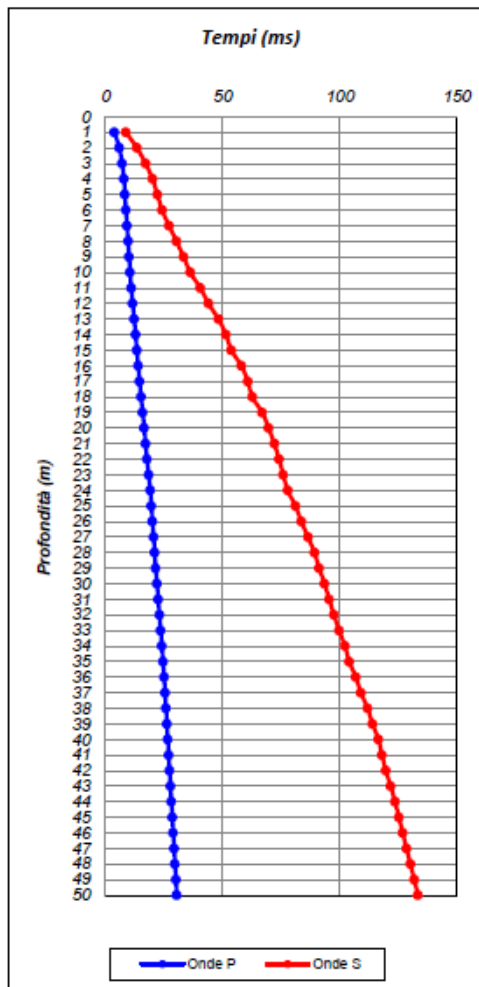
	TEST REPORT	1/3
	DOWN HOLE	


CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S16		
DATA DI ESECUZIONE	27/04/2018		
COORDINATE	Y	41°18'4.21"N	
	X	15°23'42.67"E	

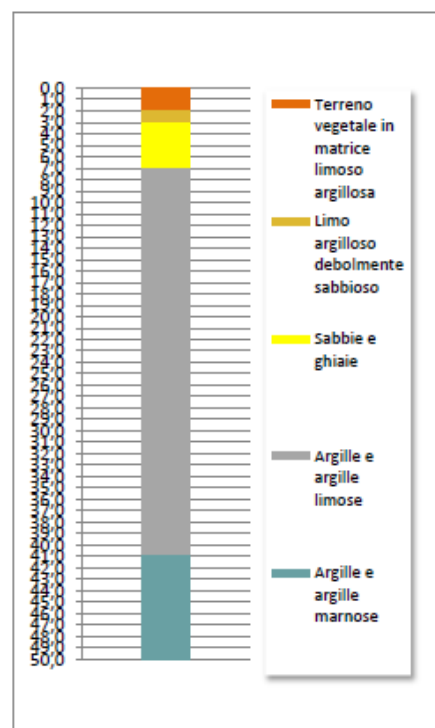
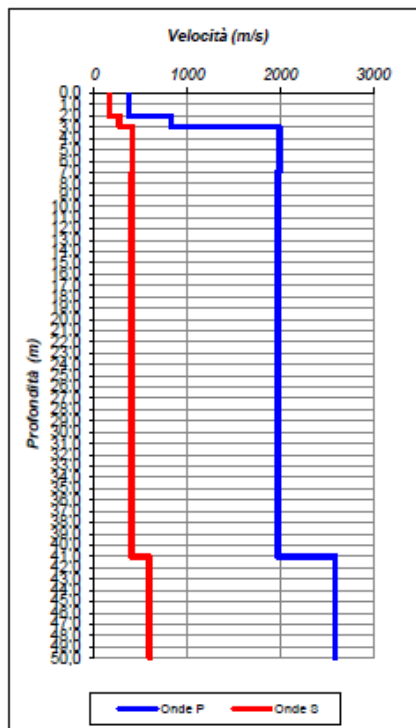
Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1,00	3,80	262,88	8,72	114,73	0,38	60,1	21,8	85,2	16,5
2,00	5,87	483,18	13,41	213,09	0,38	212,5	77,0	293,4	17,0
3,00	7,08	830,71	17,11	269,91	0,44	370,8	128,7	1047,2	17,7
4,00	7,85	1290,54	20,05	340,20	0,46	629,1	215,0	2807,9	18,6
5,00	8,30	2253,08	22,15	476,85	0,48	1377,0	466,3	9787,9	20,5
6,00	8,74	2256,69	24,19	489,52	0,48	1450,4	491,6	9791,4	20,5
7,00	9,20	2171,07	27,10	344,43	0,49	717,7	241,3	9266,6	20,3
8,00	9,65	2243,02	30,31	311,21	0,49	591,3	198,4	10042,3	20,5
9,00	10,08	2328,93	33,36	328,28	0,49	663,4	222,6	10907,8	20,7
10,00	10,52	2263,99	36,22	349,10	0,49	744,5	250,2	10188,3	20,5
11,00	10,99	2099,77	40,49	234,22	0,49	331,0	110,8	8758,3	20,2
12,00	11,61	1624,53	43,99	285,58	0,48	466,0	157,0	4870,7	19,2
13,00	12,24	1674,58	48,24	235,33	0,49	315,7	106,0	4606,3	19,1
14,00	12,84	1681,34	51,44	312,24	0,48	559,6	188,8	5222,0	19,4
15,00	13,40	1767,06	53,78	428,70	0,47	1054,6	359,0	5620,8	19,5
16,00	13,97	1772,28	58,01	236,08	0,49	324,8	108,9	5993,7	19,5
17,00	14,54	1760,28	60,81	357,72	0,48	738,6	249,8	5715,5	19,5
18,00	15,14	1659,76	62,68	533,19	0,44	1584,5	549,2	4589,8	19,3
19,00	15,87	1363,31	66,91	236,49	0,48	310,9	104,7	3340,9	18,7
20,00	16,52	1536,54	69,67	362,70	0,47	737,9	250,9	4168,5	19,1
21,00	17,13	1635,45	72,11	409,97	0,47	950,0	323,9	4722,8	19,3
22,00	17,75	1636,72	74,10	502,45	0,45	1409,1	486,6	4514,3	19,3
23,00	18,43	1467,04	75,93	545,68	0,42	1600,9	563,8	3323,2	18,9
24,00	19,10	1485,98	77,82	529,39	0,43	1517,8	531,7	3480,3	19,0
25,00	19,59	2045,37	81,11	304,18	0,49	553,5	185,9	8157,1	20,1
26,00	20,05	2167,70	83,64	395,54	0,48	943,5	318,2	9131,2	20,3
27,00	20,53	2073,81	86,51	347,54	0,49	723,0	243,3	8340,4	20,1
28,00	21,00	2157,90	89,21	370,16	0,48	826,6	278,4	9089,0	20,3
29,00	21,45	2197,64	91,27	485,78	0,47	1419,1	481,3	9208,5	20,4
30,00	21,99	1866,76	93,56	436,43	0,47	1105,9	375,9	6375,6	19,7
31,00	22,51	1906,34	95,52	511,66	0,46	1515,8	518,7	6508,6	19,8
32,00	23,03	1927,85	97,58	485,78	0,47	1373,9	468,6	6754,8	19,9
33,00	23,55	1928,31	99,78	454,21	0,47	1204,9	409,7	6837,2	19,9
34,00	24,06	1939,70	102,24	405,83	0,48	967,2	327,4	7043,0	19,9
35,00	24,59	1921,11	104,09	540,49	0,46	1689,1	579,7	6550,2	19,8
36,00	25,02	2313,41	106,91	355,38	0,49	775,2	260,5	10891,9	20,6
37,00	25,43	2424,15	109,11	454,54	0,48	1276,5	430,7	11677,2	20,8
38,00	25,83	2502,80	111,92	355,44	0,49	790,7	265,4	12804,1	21,0
39,00	26,22	2542,09	114,06	467,53	0,48	1366,5	460,9	13010,5	21,1
40,00	26,59	2691,87	116,52	406,14	0,49	1050,0	352,7	15024,7	21,4
41,00	26,98	2562,43	118,11	630,88	0,47	2468,1	840,8	12749,6	21,1
42,00	27,37	2587,93	119,69	629,92	0,47	2467,8	840,3	13061,9	21,2
43,00	27,76	2543,38	121,80	473,78	0,48	1403,0	473,3	13009,5	21,1
44,00	28,15	2582,81	123,65	541,31	0,48	1832,1	620,2	13292,5	21,2
45,00	28,54	2567,21	125,32	601,29	0,47	2248,0	784,1	12909,9	21,1
46,00	28,92	2604,56	126,92	621,37	0,47	2407,3	818,9	13295,9	21,2
47,00	29,31	2611,65	128,55	613,66	0,47	2351,0	799,2	13410,1	21,2
48,00	29,69	2588,38	130,21	602,73	0,47	2263,8	769,3	13162,1	21,2
49,00	30,08	2614,65	131,84	615,68	0,47	2366,9	804,7	13440,2	21,2
50,00	30,46	2621,26	133,45	618,78	0,47	2392,1	813,4	13511,2	21,2


	TEST REPORT	2/3
	DOWN HOLE	


CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S16		
DATA DI ESECUZIONE	27/04/2018		
COORDINATE	Y	41°18'4.21"N	
	X	15°23'42.67"E	



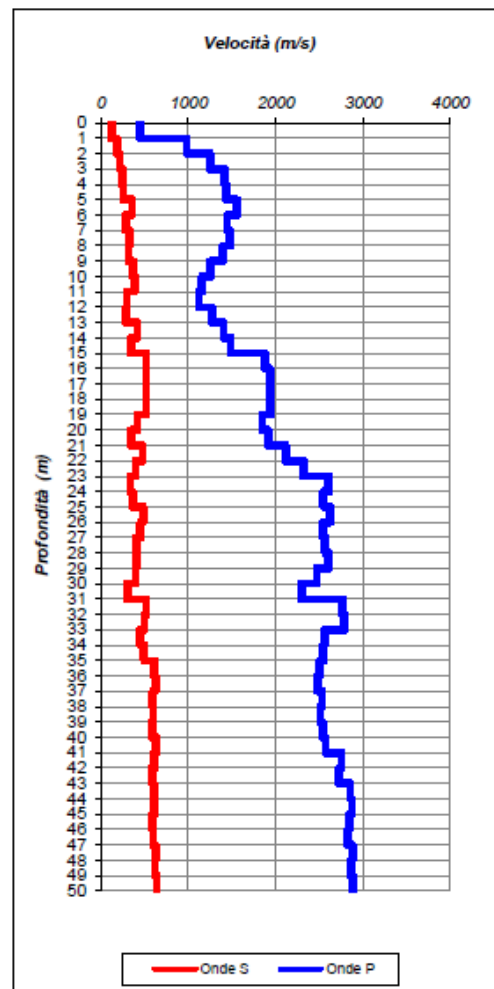
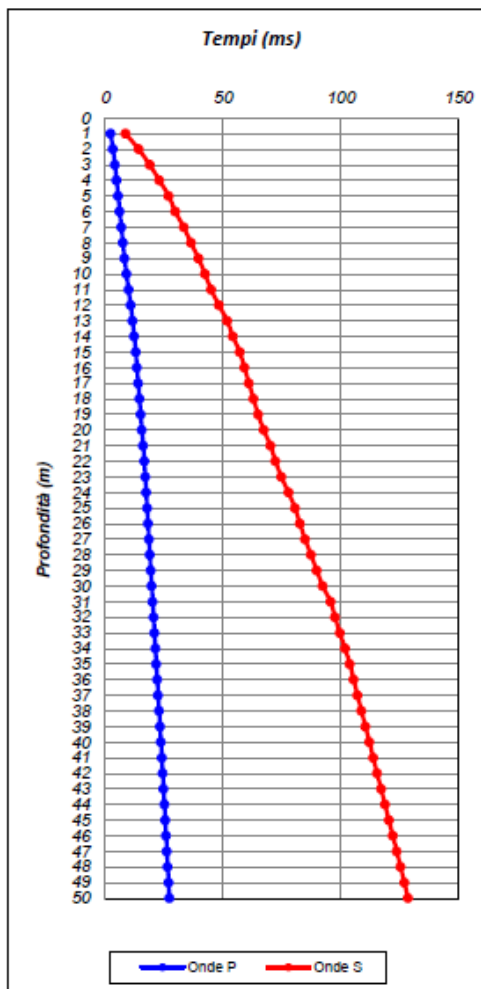
	TEST REPORT		3/3				
	DOWN HOLE						
CLIENTE:		ITALFERR					
LAVORO:		Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino					
UBICAZIONE:		Bovino (FG), SS90					
NOME TEST:		DH S16					
DATA DI ESECUZIONE		27/04/2018					
COORDINATE		Y	41°18'4.21"N				
		X	15°23'42.67"E				
Profondità base(m)	Onde P Velocità (m/sec)	Onde S Velocità (m/sec)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m³)
2,00	373,03	163,91	0,38	124,21	44,99	173,03	16,7
3,00	830,71	269,91	0,44	370,81	128,67	1047,22	17,7
7,00	1992,84	412,75	0,48	1006,17	340,48	7483,20	20,0
41,00	1972,64	400,17	0,48	944,49	319,40	7335,47	19,9
50,00	2591,31	590,95	0,47	2178,63	739,74	13237,61	21,2




		TEST REPORT						1/3	
		DOWN HOLE							
CLIENTE:		ITALFERR							
LAVORO:		Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino							
UBICAZIONE:		Bovino (FG), SS90							
NOME TEST:		DH S17							
DATA DI ESECUZIONE		26/04/2018							
COORDINATE		Y	41°17'30.31"N						
		X	15°22'43.74"E						
Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1,00	2,24	448,85	8,60	116,24	0,46	66,8	22,8	306,9	18,9
2,00	3,26	979,25	14,18	179,25	0,48	171,1	57,7	1645,2	18,0
3,00	4,06	1244,47	18,86	213,63	0,48	250,6	84,4	2750,9	18,5
4,00	4,77	1413,24	23,00	241,77	0,48	328,8	110,0	3613,4	18,8
5,00	5,47	1431,64	26,95	252,85	0,48	357,9	120,6	3705,4	18,9
6,00	6,11	1555,70	29,76	356,18	0,47	714,0	242,5	4302,1	19,1
7,00	6,80	1444,12	33,32	281,35	0,48	442,7	149,5	3739,7	18,9
8,00	7,48	1477,75	36,42	322,60	0,47	582,0	197,3	3876,4	19,0
9,00	8,20	1397,17	39,61	312,71	0,47	541,7	183,8	3423,8	18,8
10,00	9,00	1251,00	42,35	364,73	0,45	715,5	246,1	2567,4	18,5
11,00	9,86	1154,52	44,95	394,77	0,44	779,3	271,1	2079,0	18,3
12,00	10,76	1118,57	48,30	298,66	0,46	475,5	162,7	2064,9	18,2
13,00	11,54	1270,51	51,79	286,49	0,47	448,4	152,2	2790,0	18,5
14,00	12,26	1398,17	54,19	416,62	0,45	947,0	326,3	3239,5	18,8
15,00	12,93	1482,46	57,12	341,06	0,47	649,5	220,6	3873,8	19,0
16,00	13,47	1874,36	59,07	513,04	0,46	1517,3	519,8	6245,1	19,7
17,00	13,98	1933,72	61,02	514,95	0,46	1540,3	526,8	6726,5	19,9
18,00	14,50	1938,53	62,95	516,67	0,46	1551,2	530,6	6762,1	19,9
19,00	15,01	1942,46	64,90	514,19	0,46	1537,6	525,7	6801,9	19,9
20,00	15,56	1844,29	67,28	419,27	0,47	1019,5	346,1	6235,4	19,7
21,00	16,08	1913,52	70,19	344,15	0,48	696,6	234,8	6946,7	19,8
22,00	16,55	2115,88	72,27	478,96	0,47	1367,3	464,1	8438,8	20,2
23,00	16,98	2316,63	74,79	397,76	0,48	969,4	326,4	10638,2	20,6
24,00	17,37	2607,57	77,81	331,48	0,49	695,5	233,1	14114,2	21,2
25,00	17,76	2545,77	80,59	359,41	0,49	811,8	272,4	13306,1	21,1
26,00	18,14	2621,61	82,67	480,52	0,48	1454,5	490,5	13946,1	21,2
27,00	18,53	2544,27	84,88	451,42	0,48	1275,2	429,7	13078,3	21,1
28,00	18,92	2565,39	87,35	405,20	0,49	1031,9	346,9	13444,1	21,1
29,00	19,31	2604,00	89,84	401,56	0,49	1017,6	342,0	13924,8	21,2
30,00	19,71	2471,60	92,35	399,18	0,49	992,2	333,7	12348,8	20,9
31,00	20,15	2295,07	95,67	301,00	0,49	556,4	186,6	10596,8	20,6
32,00	20,51	2766,09	97,59	520,32	0,48	1727,4	582,9	15697,6	21,5
33,00	20,87	2782,17	99,61	495,41	0,48	1570,4	529,2	15986,2	21,6
34,00	21,26	2556,93	101,84	448,37	0,48	1259,9	424,5	13238,0	21,1
35,00	21,65	2544,91	103,88	491,37	0,48	1507,9	509,2	12980,0	21,1
36,00	22,05	2500,32	105,52	608,53	0,47	2284,1	777,7	12091,8	21,0
37,00	22,46	2481,98	107,13	622,31	0,47	2381,2	811,9	11831,8	21,0
38,00	22,85	2532,69	108,81	594,11	0,47	2187,3	743,5	12521,1	21,1
39,00	23,25	2511,79	110,48	597,32	0,47	2205,3	750,1	12263,8	21,0
40,00	23,64	2538,09	112,20	582,00	0,47	2102,1	713,9	12625,2	21,1
41,00	24,03	2571,87	113,79	629,66	0,47	2461,5	838,3	12867,9	21,1
42,00	24,40	2750,18	115,43	609,64	0,47	2356,0	799,1	15196,3	21,5
43,00	24,76	2723,74	117,14	584,90	0,48	2165,7	733,7	14933,1	21,4
44,00	25,11	2851,26	118,80	602,67	0,48	2327,9	788,2	16592,5	21,7
45,00	25,46	2871,76	120,43	613,97	0,48	2419,6	819,6	16839,1	21,7
46,00	25,81	2842,34	122,13	588,20	0,48	2217,2	750,2	16518,5	21,7
47,00	26,17	2823,07	123,80	598,65	0,48	2290,8	775,8	16217,0	21,6
48,00	26,52	2876,24	125,39	626,88	0,48	2521,8	854,8	16855,6	21,8
49,00	26,86	2861,98	127,01	618,58	0,48	2453,0	831,2	16685,7	21,7
50,00	27,21	2886,99	128,58	638,94	0,47	2621,0	888,9	16962,7	21,8

	TEST REPORT	2/3
	DOWN HOLE	

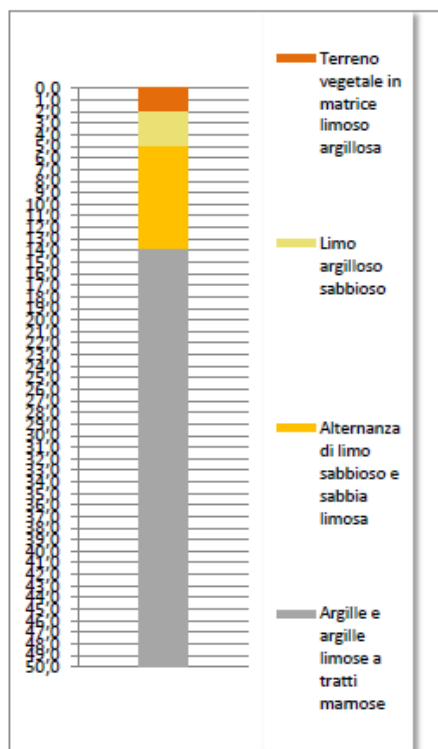
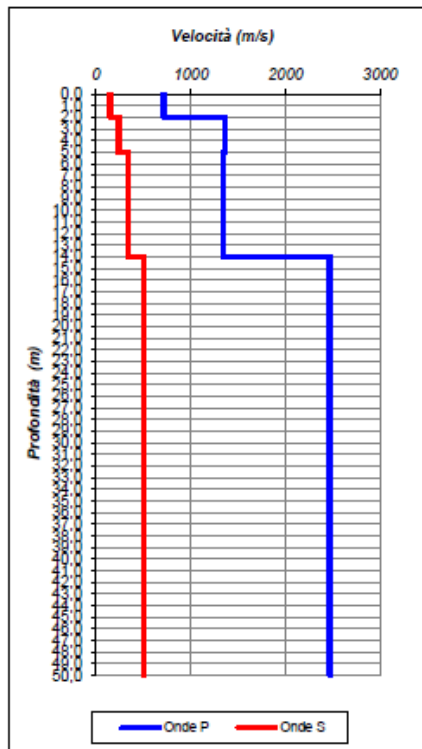
CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S17		
DATA DI ESECUZIONE	26/04/2018		
COORDINATE	Y	41°17'30.31"N	
	X	15°22'43.74"E	



	TEST REPORT	3/3
	DOWN HOLE	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Indagini geofisiche eseguite nel tratto allo scoperto lato Bovino		
UBICAZIONE:	Bovino (FG), SS90		
NOME TEST:	DH S17		
DATA DI ESECUZIONE	26/04/2018		
COORDINATE	Y	41°17'30.31"N	
	X	15°22'43.74"E	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
2,00	713,05	147,75	0,48	112,41	38,04	835,29	17,4
5,00	1363,12	236,08	0,48	309,89	104,37	3340,34	18,7
14,00	1340,83	336,01	0,47	618,64	210,92	3077,42	18,7
50,00	2469,21	506,71	0,48	1589,19	537,61	12049,33	20,9



ALLEGATI FDEM



S9

Lavoro:
Indagini geofisiche eseguite
nel tratto allo scoperto lato
Bovino

Committente


Indagine:
EM

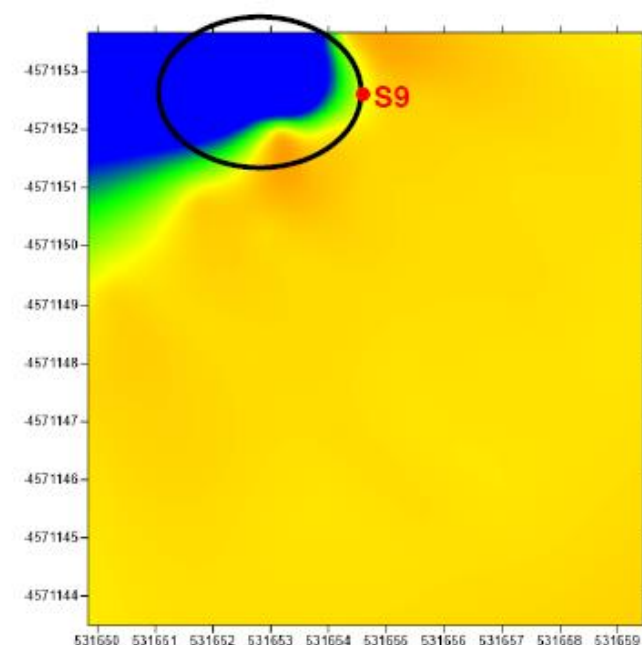
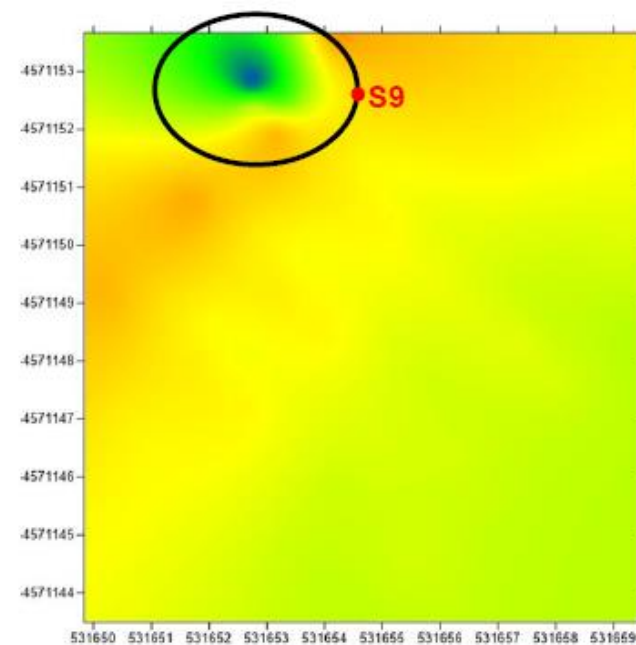
**Data
esecuzione:**
15/03/2018

Tavola: 1
S9

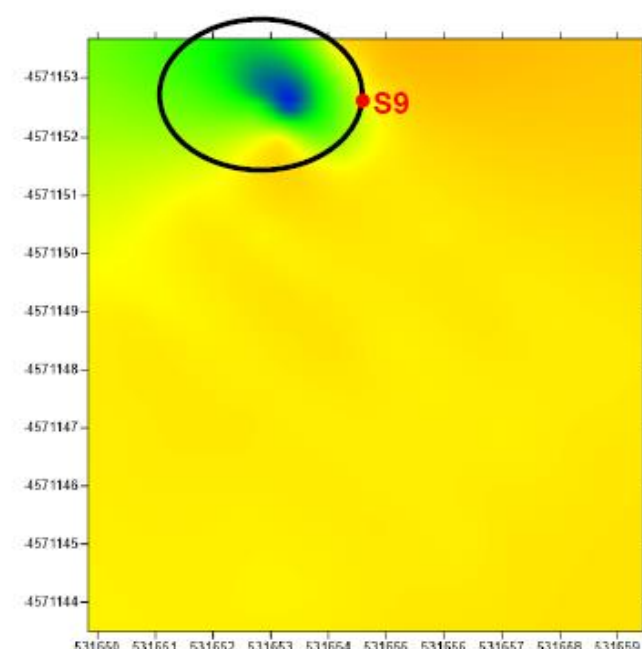
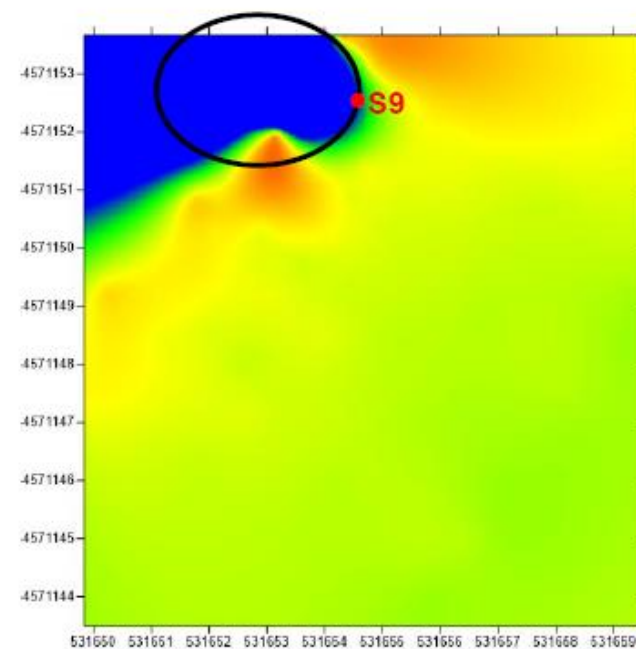
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

○ Eventuale presenza
materiale metallico

Frequenza: 10000 Hz
Profondità di indagine: ~ 3 m



Frequenza: 1000 Hz
Profondità di indagine: ~ 5 m





S10

Lavoro:
Indagini geofisiche eseguite
nel tratto allo scoperto lato
Bovino

Committente


Indagine:
EM

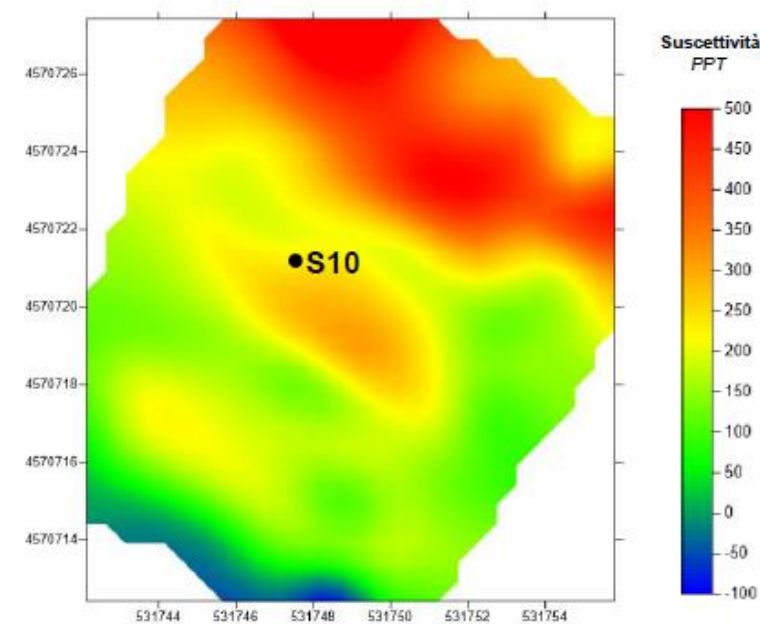
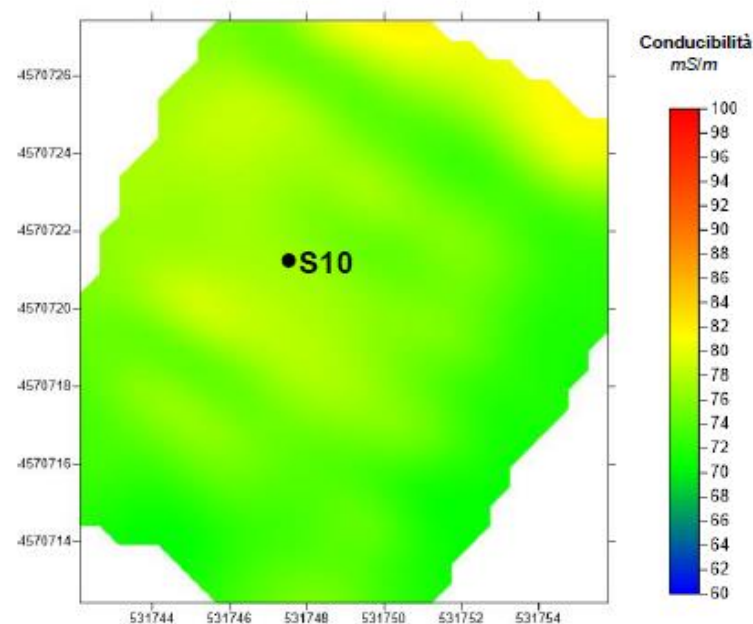
**Data
esecuzione:**
15/03/2018

Tavola: 2
S10

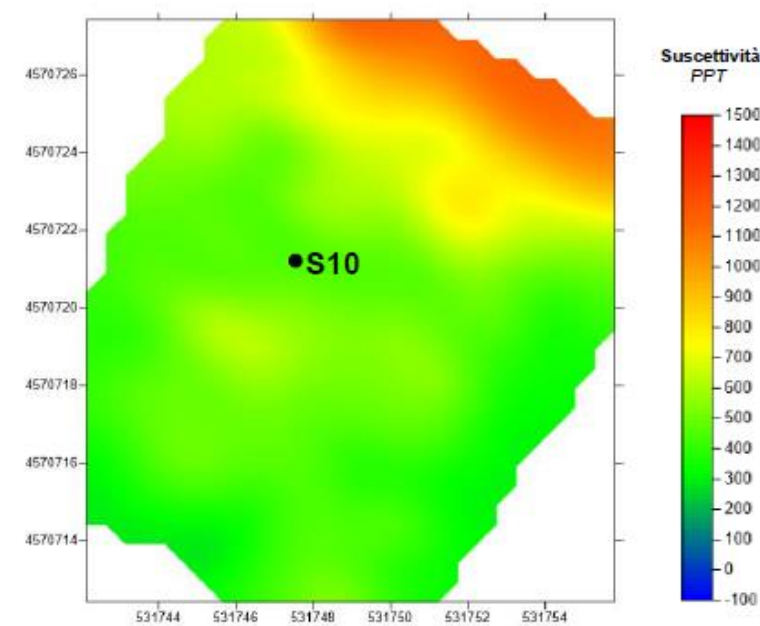
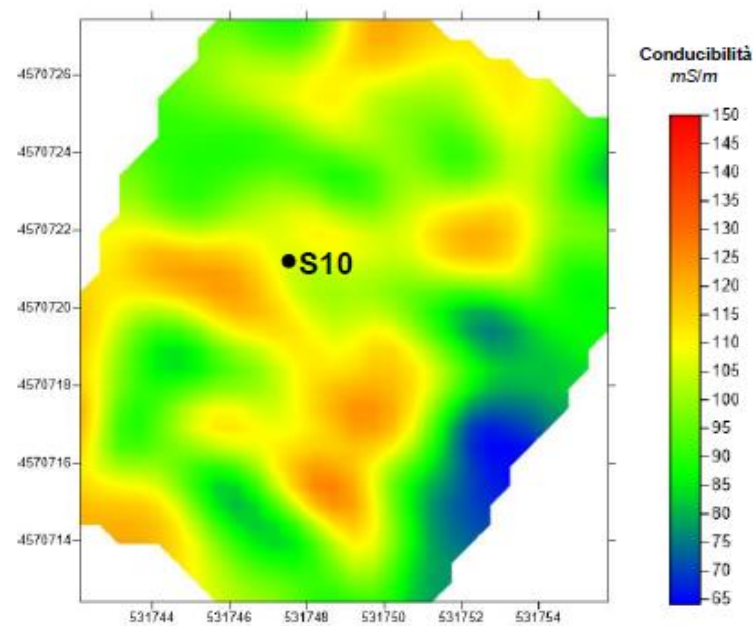
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De lasi

○ Eventuale presenza
materiale metallico

Frequenza: 10000 Hz
Profondità di indagine: ~ 3 m



Frequenza: 1000 Hz
Profondità di indagine: ~ 5 m





S11

Lavoro:
Indagini geofisiche eseguite
nel tratto allo scoperto lato
Bovino

Committente


Indagine:
EM

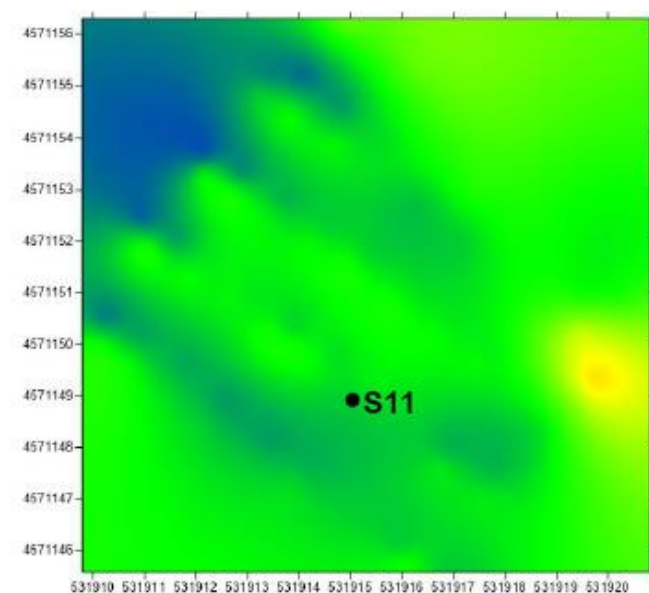
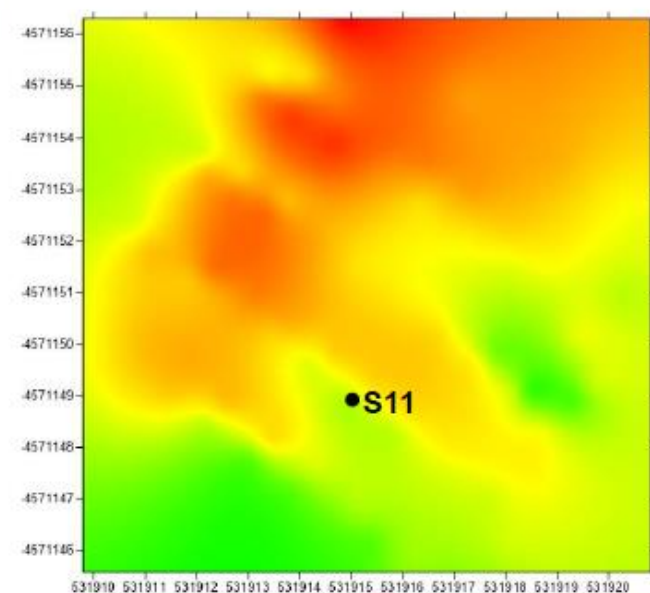
**Data
esecuzione:**
15/03/2018

Tavola: 3
S11

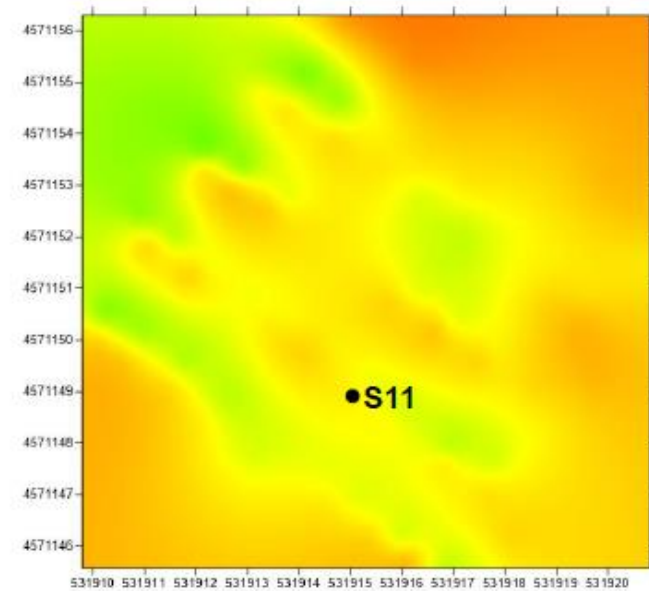
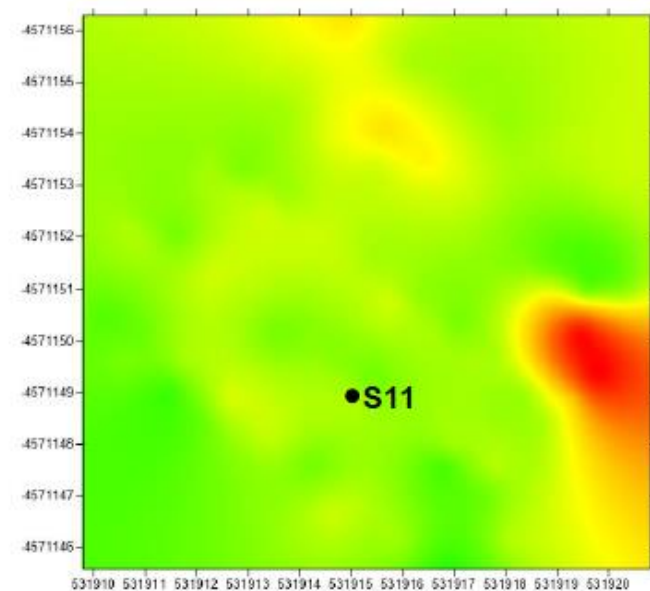
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

○ Eventuale presenza
materiale metallico

Frequenza: 10000 Hz
Profondità di indagine: ~ 3 m



Frequenza: 1000 Hz
Profondità di indagine: ~ 5 m





S12

Lavoro:
Indagini geofisiche eseguite
nel tratto allo scoperto lato
Bovino

Committente


Indagine:
EM

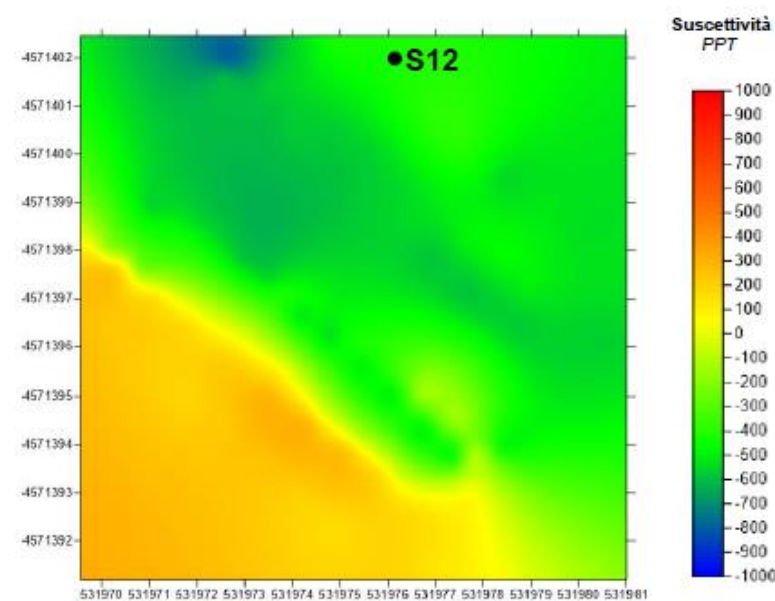
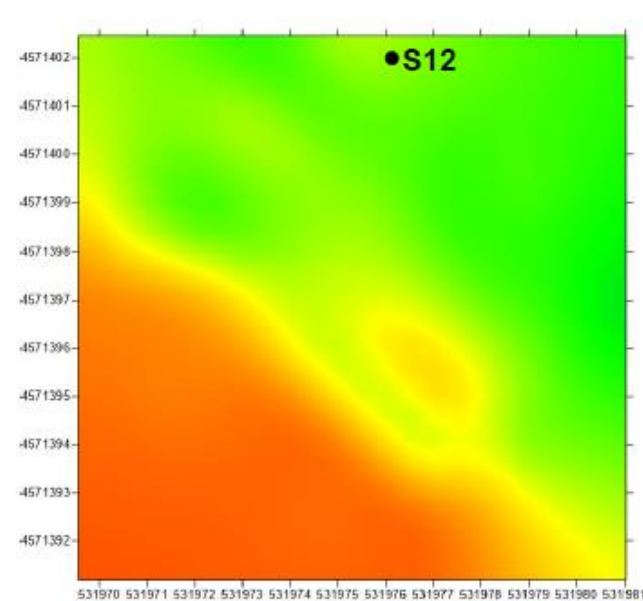
**Data
esecuzione:**
15/03/2018

Tavola: 4
S12

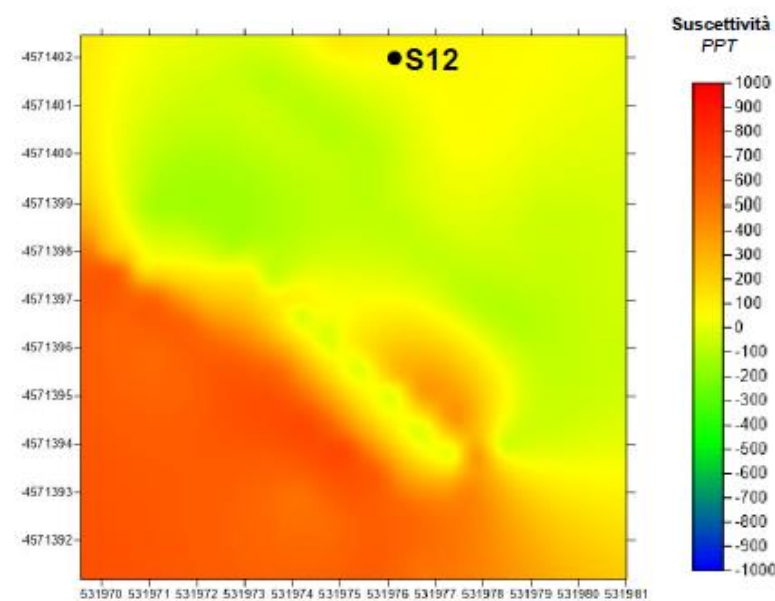
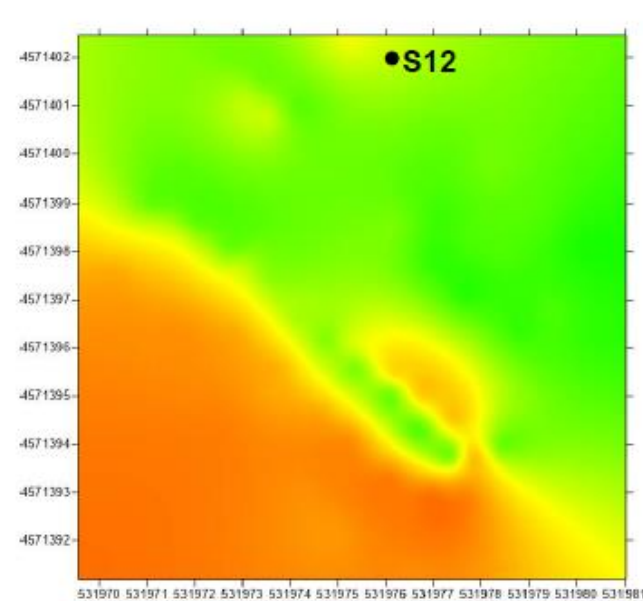
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

○ Eventuale presenza
materiale metallico

Frequenza: 10000 Hz
Profondità di indagine: ~ 3 m



Frequenza: 1000 Hz
Profondità di indagine: ~ 5 m





S13

Lavoro:
Indagini geofisiche eseguite
nel tratto allo scoperto lato
Bovino

Committente


Indagine:
EM

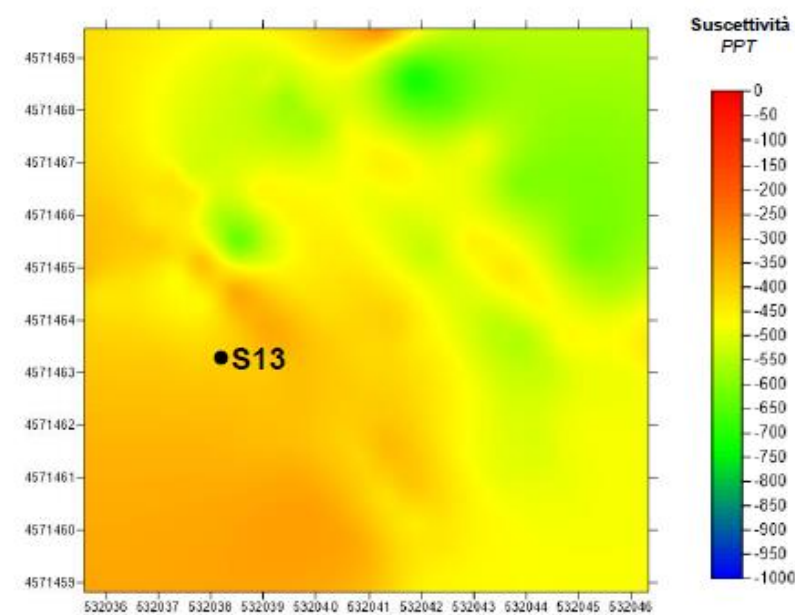
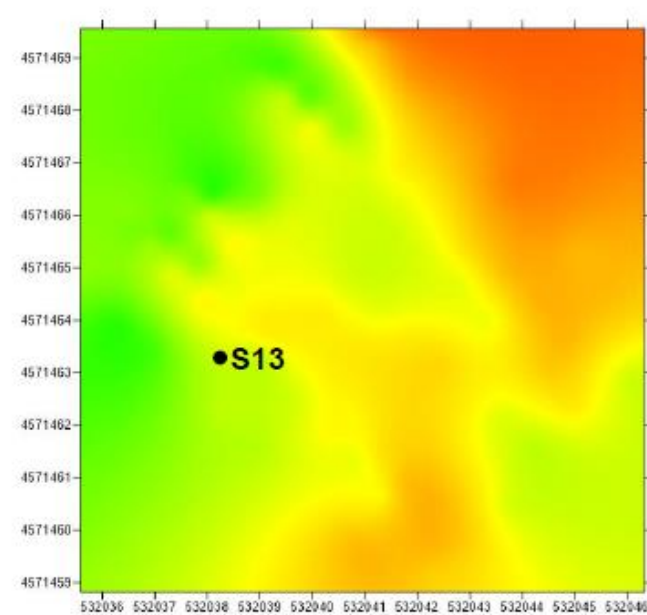
**Data
esecuzione:**
15/03/2018

Tavola: 5
S13

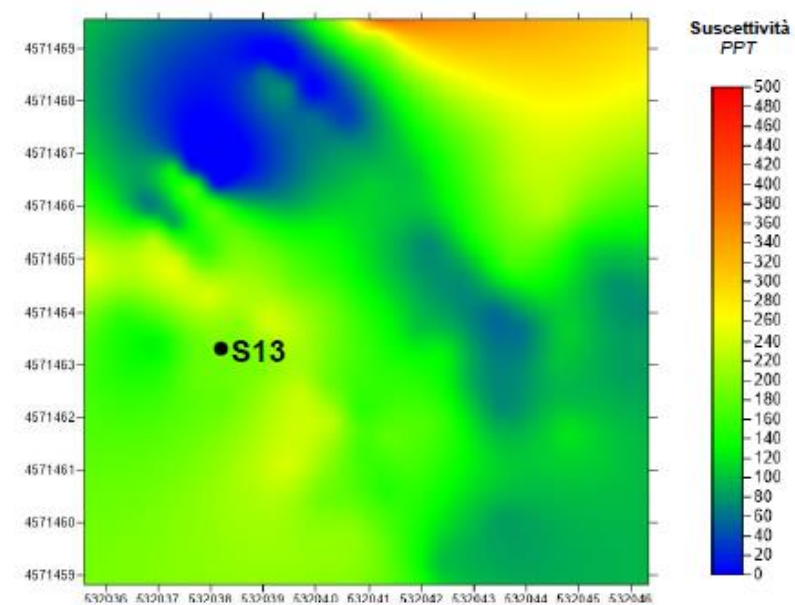
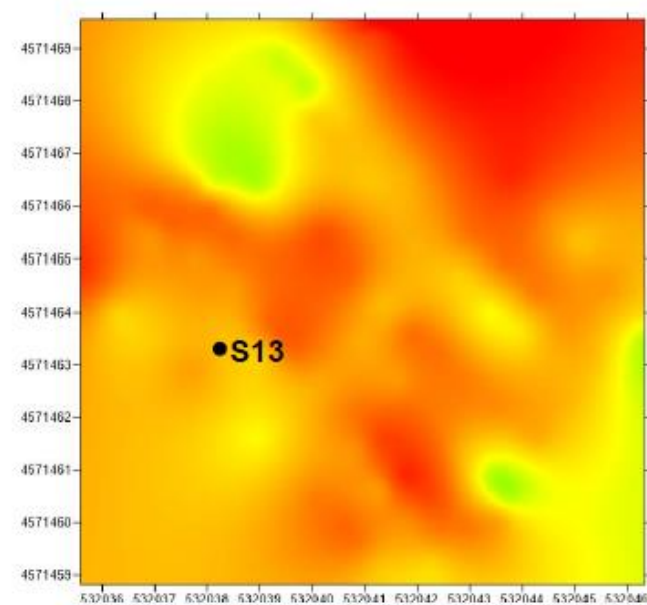
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

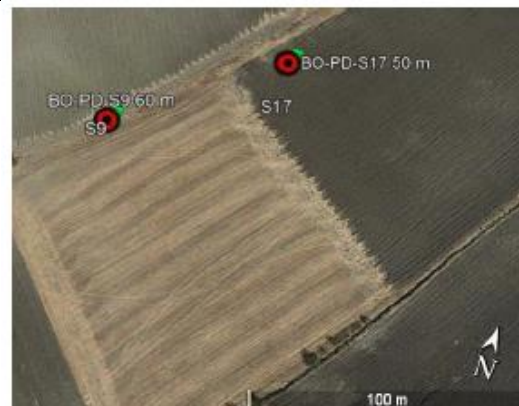
○ Eventuale presenza
materiale metallico

Frequenza: 10000 Hz
Profondità di indagine: ~ 3 m



Frequenza: 1000 Hz
Profondità di indagine: ~ 5 m





S17

Lavoro:
Indagini geofisiche eseguite
nel tratto allo scoperto lato
Bovino

Committente

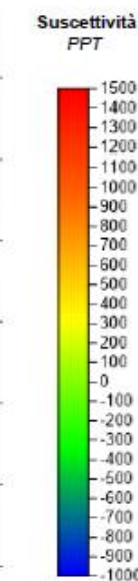
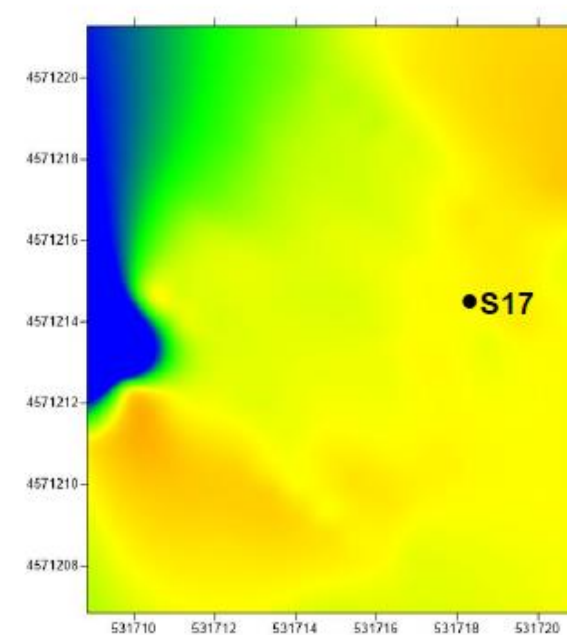
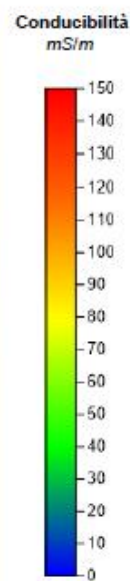
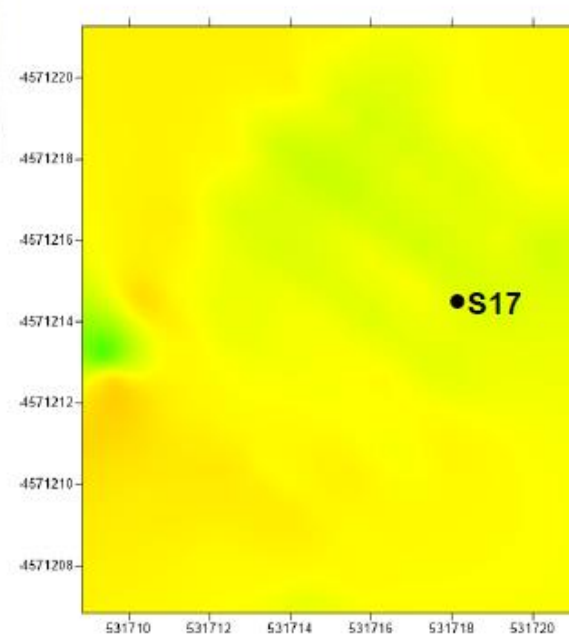

Indagine:
EM
Data
esecuzione:
15/03/2018

Tavola: 6
S17

Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

○ Eventuale presenza
materiale metallico

Frequenza: 10000 Hz
Profondità di indagine: ~ 3 m



Frequenza: 1000 Hz
Profondità di indagine: ~ 5 m

