

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. Geologia

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

VIABILITÀ DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+833- VIA CALABRONI

INDAGINI GEOFISICHE

SCALA:

PROSPEZIONI ELETTROMAGNETICHE E SISMICHE DOWN HOLE

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

I F O L 0 0 E 6 9 I G G E 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE ESECUTIVA	P.CHIARA		F.MANCINI		F.Cerrone	Luglio 2015	F.MANCINI

ITALFERR S.p.A.
Dott. Geologo Francesco MARCHESE
Resp. UO GEOLOGIA
Ordine Geologi n. 1791/ES

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	2 di 13

INDICE

1. GENERALITÀ.....	3
2. METODOLOGIE IMPIEGATE	4
2.1 INDAGINE ELETTROMAGNETICA IN DOMINIO DI FREQUENZA (FDEM) A BASSO NUMERO DI INDUZIONE	4
2.1.1 <i>Principi di funzionamento e cenni sul metodo</i>	4
2.1.2 <i>Strumentazione utilizzata, rete di misura, acquisizione ed elaborazione dei dati</i>	4
2.2 DOWN HOLE TEST (DHT)	6
2.2.1 <i>Principi di funzionamento e cenni sul metodo</i>	6
2.2.2 <i>Metodologia di misura e strumentazione utilizzata,</i>	6
2.2.3 <i>Principi teorici</i>	7
3. RISULTATI	9
3.1 RISULTATI FDEM.....	9
3.1.1 <i>Area Sondaggio S1</i>	9
3.1.2 <i>Area Sondaggio S2</i>	9
3.1.3 <i>Area Sondaggio S3</i>	9
3.1.4 <i>Area Sondaggio S4</i>	9
3.2 RISULTATI DOWN HOLE	10
3.2.1 <i>Foro S2</i>	11
4. ALLEGATO GRAFICO – TAVOLE DALLA 1 ALLA 10	13

1. GENERALITÀ

Il presente Rapporto Tecnico descrive i risultati della campagna d'indagini geofisiche non invasive condotte con metodologia elettromagnetica in dominio di frequenza (FDEM) e con metodologie sismiche in foro di tipo Down Hole, in foro di sondaggio opportunamente attrezzato (S2), secondo le modalità previste nelle specifiche tecniche Italferr, eseguite per il progetto esecutivo del raddoppio della tratta della tratta Canello – Benevento per il nuovo collegamento Canello Frasso Telesino e variante, riguardante la direttrice ferroviaria Roma Napoli via Cassino nel Comune di Maddaloni.

Lo scopo della fase di indagine con metodologia elettromagnetica in dominio di frequenza (FDEM), è stato quello di accertare, nei limiti della metodologia impiegata, la presenza di possibili interferenze nel sottosuolo dovute a masse metalliche interrate, individuando i punti privi di interferenze sui quali posizionare le verticali di perforazione.

Il compito della seconda fase è stato quello di effettuare le indagini con metodologia sismica di tipo Down-hole all'interno di un foro spinto fino a 30m dal piano campagna (di seguito indicato come p.c.) e opportunamente attrezzato; tale indagine è stata finalizzata per determinare i profili di velocità delle onde P ed S dei terreni nell'intorno del foro S2.

Nella figura 1 seguente è mostrata la foto aerea con la collocazione delle quattro aree di indagine elettromagnetica e sismica down hole, in corrispondenza delle verticali S1, S2, S3 e S4.



Figura 1: Ubicazione di dettaglio indagine S1, S2, S3, S4.

Il presente documento si basa sui risultati emersi dalle campagne di acquisizione dati condotte in sito nel mese di giugno e luglio 2015; esso contiene inoltre una breve descrizione della metodologia geofisica utilizzata e il commento sintetico ai risultati ottenuti e alle criticità emerse.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO VIABILITÀ DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+833-VIA CALABRONI – Progetto Esecutivo												
TITOLO ELABORATO	<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>IF0L</td> <td>01 E 69</td> <td>IG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>4 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	4 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	4 di 13								

2. METODOLOGIE IMPIEGATE

2.1 INDAGINE ELETTROMAGNETICA IN DOMINIO DI FREQUENZA (FDEM) A BASSO NUMERO DI INDUZIONE

2.1.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La metodologia elettromagnetica per induzione in dominio di frequenza consente di eseguire indagini non invasive di estremo dettaglio del sottosuolo. Tale tecnica permette di ottenere ottimi risultati in termini di potere risolvante spaziale e di velocità di esecuzione delle misure.

La tecnica geofisica utilizzata consiste nel generare, in ogni stazione di misura, un campo elettromagnetico (campo primario), per mezzo di una delle due bobine componenti la strumentazione, e nel registrare (con la seconda bobina posta in ricezione) la risposta del campo magnetico secondario indotto nel terreno nelle due sue componenti in fase e in quadratura:

- la componente in quadratura, presa in esame nella suddetta indagine, è proporzionale allo sfasamento tra il campo primario e quello secondario indotto. Trattandosi di strumentazione che opera in regime di “basso numero d’induzione”, la medesima componente in quadratura è proporzionale alla conducibilità/resistività elettrica del volume di suolo sottostante le due bobine per la parte soggetta ad induzione;
- la componente orizzontale in fase (rispetto all’onda EM trasmessa) è maggiormente legata alla suscettività magnetica nel sottosuolo, quindi sensibile alle presenze metalliche (materiali metallici, tubazioni, fusti, serbatoi, ecc.) e ad anomalie che amplificano notevolmente la risposta del sottosuolo anche i termini dielettrici, ovvero indice di materiali quasi-isolanti (che attenuano in modo anomalo il campo elettromagnetico).

Le misure sono state rappresentate, per la componente in quadratura, proporzionale alla conducibilità elettrica del terreno, in mS/m e, per la componente in fase, in ppm (parti per migliaia) dell’intensità del campo magnetico secondario indotto rispetto al campo primario.

2.1.2 Strumentazione utilizzata, rete di misura, acquisizione ed elaborazione dei dati

La strumentazione FDEM impiegata è costituita da un elettromagnetometro a basso numero d’induzione CMD-4 prodotto da GF Instruments (UE – Repubblica Ceca).

Nei casi in cui le condizioni logistiche a disposizione non permettano di acquisire aree geometriche regolari, i poligoni sono adattati per coprire approssimativamente nel modo migliore possibile le superficie necessarie.

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	5 di 13



Figura 3: Elettromagnetometro CMD

Le linee sono state acquisite con un passo di 50cm nelle due direzioni tra loro ortogonali; per ciascuna area indagata è stato predisposto un sistema di riferimento relativo, del tipo indicato nella figura seguente.

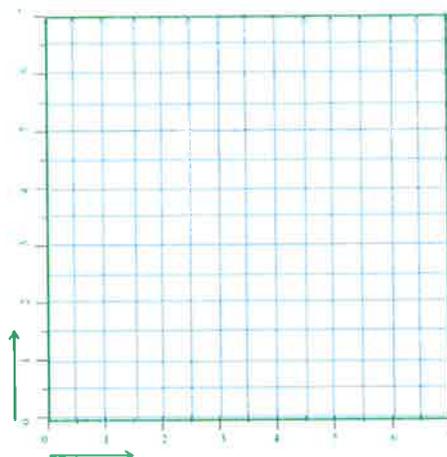


Figura 4: maglia di acquisizione tipo

In campo, i vertici della maglia sono stati materializzati da picchetti di legno lasciati in sito. Per ciascuna area di indagine, negli allegati grafici, è presente anche una documentazione fotografica, con indicazioni utili per collocare in modo univoco le eventuali zone di anomalia individuate.

Tali zone di anomalia sono segnalate negli elaborati grafici con rettangoli/quadrati di colore rosso, sia sulle mappe di conducibilità che di componente in fase.

2.2 DOWN HOLE TEST (DHT)

2.2.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La prova sismica DHT è un metodo di indagine sismica finalizzato alla determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio SH e di compressione P di depositi di terreno.

I profili di velocità ottenuti dalle misure DHT rappresentano valori di velocità medi sullo spessore degli strati poiché sono calcolati lungo percorsi dei raggi sismici inclinati. Tali percorsi sono poi stati corretti per essere riportati ad un percorso rettilineo lungo la verticale.

L'importante particolarità di tale metodo è quella di studiare i parametri di stato e di comportamento riferendoli a volumi di terreno rappresentativi dei caratteri megastutturali dei depositi attraverso misure capaci di dare valori medi e non solo puntuali dei parametri geotecnici dei geomateriali.

Caratteristica essenziale del metodo sismico utilizzato è quella di consentire la determinazione dei parametri di deformabilità riferendoli a valori molto bassi dei livelli di deformazione ($<10^{-5}$ m), al di sotto della soglia di deformazione lineare ciclica.

Per l'interpretazione dei dati è stata usata la tecnica diretta, che rappresenta un metodo nel quale la velocità delle onde P e SH è calcolata dalle pendenze dei tratti di dromocrone generate in dipendenza delle posizioni consecutive dei sensori alle diverse quote di spostamento lungo il foro. Nel nostro caso le misurazioni sono state eseguite ogni metro.

I parametri calcolabili con l'ausilio del metodo DHT sono:

- il Coefficiente di Poisson dinamico,
- il modulo di elasticità dinamico (o di Young),
- il modulo di taglio dinamico (o modulo di rigidità),
- il Bulk modulus (modulo di incompressibilità) e pertanto
- il modulo di compressibilità dinamico.

I valori dinamici calcolati con tali tecniche possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza), specie in tipologie di materiali quali quelli in oggetto.

2.2.2 Metodologia di misura e strumentazione utilizzata,

La sorgente del segnale sismico per onde SH è costituita da barre in teflon, di circa 2m di lunghezza complessiva, assicurate al terreno applicando un carico verticale di circa 750 Kg. Lo sforzo di taglio è trasmesso colpendo orizzontalmente con una massa battente la barra, alternativamente sui due lati (con lo scopo di trasmettere impulsi a polarità invertite). Lo sforzo di compressione è invece trasmesso attraverso una massa battente verticale su di una piastra

in alluminio; i sistemi di energizzazione sono posizionati, in prossimità dei boccaforo. I ricevitori, all'interno del foro di sondaggio, sono stati posti in modo tale che la velocità di propagazione delle onde di volume, caratteristica dei vari strati di terreno, potesse essere misurata ogni metro.



a)



b)

Figura 3 : a), e b) configurazioni tipiche per le indagini DHT

Spostando i ricevitori (geofoni triassiali solidali da foro) a diverse profondità è possibile ottenere un dettagliato profilo di velocità delle onde SH e P.

L'accoppiamento meccanico tra le pareti del "casing" del foro e i ricevitori all'interno del foro stesso, nell'indagine in oggetto, è stato reso possibile con appositi sistemi di ancoraggio pneumatico.

I ricevitori utilizzati sono costituiti da un sistema tridimensionale composto da tre geofoni, a frequenza propria di 10Hz, della Geospace (USA), orientati nelle tre dimensioni dello spazio.

Il sismografo utilizzato per le misure sismiche è uno strumento con possibilità di acquisizione su 48 canali contemporanei e dotato di convertitore analogico digitale a 24bit.

2.2.3 Principi teorici

Per la determinazione dei moduli dinamici a partire dalla distribuzione di velocità delle onde di compressione P e di taglio SH, occorre assumere che il geomateriale indagato sia un mezzo omogeneo, elastico ed isotropo.

Nel nostro caso, come per la maggior parte, tale assunzione risulta un'approssimazione.

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	8 di 13

In ogni caso, facendo riferimento alle supposizioni introdotte, è possibile risalire al coefficiente di Poisson (in tale contesto denominato con σ in altri comunemente definito con ν), tramite la seguente relazione [◊]

$$\sigma = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left[\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right]} \quad \diamond$$

e al modulo di Young tramite la [◊]

$$E = \frac{(1 - 2\sigma)(1 + \sigma)}{(1 - \sigma)} \rho V_p^2 \quad \diamond$$

I valori dinamici calcolati con tali tecniche possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza), specie in tipologie di materiali quali quelli in oggetto.

Sono inoltre esprimibili come funzioni dalle costanti elastiche dinamiche E e σ la compressibilità β e di conseguenza il *Bulk modulus* ($k = 1/\beta$ (Milton B. et alii, 1988), cioè come relazione tra le costanti di dilatazione cubica, risultanti dalla combinazione degli sforzi lineari di compressione e di taglio in dipendenza delle relative costanti:

$$k = \frac{E}{3(1 - 2\sigma)}$$

e il modulo di rigidità o di taglio μ altrimenti indicato con la lettera G):

$$\mu = \frac{E}{2(1 + \sigma)}$$

[◊] Milton B. Dobrin, Carl H. Savit, 1988, Introduction to Geophysical Prospecting, fourth Edition, McGraw-Hill International Editions e R.E. Goodman, 1989, Introduction to Rock Mechanics, second Edition, John Wiley & Sons

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO VIABILITÀ DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+833-VIA CALABRONI – Progetto Esecutivo												
TITOLO ELABORATO	<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>IF0L</td> <td>01 E 69</td> <td>IG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>9 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	9 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	9 di 13								

3. RISULTATI

Nell'Allegato Grafico No. 1, sono riportati i risultati delle indagini FDEM:

- Le tavole 1 e 2 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S1.
- Le tavole 3 e 4 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S2.
- Le tavole 5 e 6 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S3.
- Le tavole 7 e 8 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S4.
- Le tavole 9 e 10 sono relative ai risultati della prova sismica Down hole nel foro S2.

3.1 Risultati FDEM

3.1.1 Area Sondaggio S1

L'area di indagine si trova in un campo ricoperto d'erba non coltivato. L'indagine elettromagnetica non ha messo in evidenza la presenza di possibili masse metalliche nei primi 5 metri di profondità.

3.1.2 Area Sondaggio S2

L'area di indagine si trova in un campo ricoperto d'erba non coltivato. L'indagine elettromagnetica non ha messo in evidenza la presenza di possibili masse metalliche nei primi 5 metri di profondità. Si potrà procedere alla perforazione nella posizione prevista e segnata di rosa.

3.1.3 Area Sondaggio S3

L'indagine evidenzia la presenza di un'anomalia rettilinea associabile alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.

Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso.

3.1.4 Area Sondaggio S4

L'indagine evidenzia la presenza di un'anomalia rettilinea associabile alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.

Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso.

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	10 di 13

3.2 Risultati Down Hole

Le prove Down-Hole sono state condotte, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico S2, appositamente allestito per le prove DHT e ubicato come mostrato nei paragrafi precedenti.

La profondità disponibile nel foro, ai fini dell'esecuzione della prova, è stata pari a 34m.

I risultati completi delle prove e l'interpretazione degli stessi, compreso il calcolo delle Vs30, sono reperibili nei paragrafi seguenti e nell'Allegato grafico, alla Tavola 9.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

Il parametro Vs30 è calcolato come sommatoria (nei 30 metri di spessore del sottosuolo, nel nostro caso a partire dalla quota del piano campagna) dei valori delle velocità di intervallo, pesati rispetto agli spessori associati alla stratificazione dei materiali:

$$V_{S30} = 30 \frac{1}{\sum_1^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Dal valore del parametro Vs30 è possibile risalire alla categoria di suolo secondo il D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", dal quale sono tratte le successive tabelle.

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	11 di 13

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Categoria	Descrizione
S1	Depositì di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositì di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

3.2.1 Foro S2

FORO S2 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	374
2	da -3 a -7 m	4	1336
3	da -7 a -34 m	27	1814

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	12 di 13

FORO S2 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	174
2	da -3 a -7 m	4	363
3	da -7 a -24 m	17	301
4	da -24 a -34 m	10	356

FORO S2– PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (tons/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	3	16.75	0.36	50.71	138.11	166.66
2	da -3 a -7 m	4	18.67	0.46	246.04	718.51	3004.71
3	da -7 a -24 m	17	19.63	0.49	177.83	528.46	6221.67
4	da -24 a -34 m	10	19.63	0.48	248.76	736.31	6127.11

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di V_{s30} è pari a

$$V_{s30} = 295 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di V_{s30} si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "C".



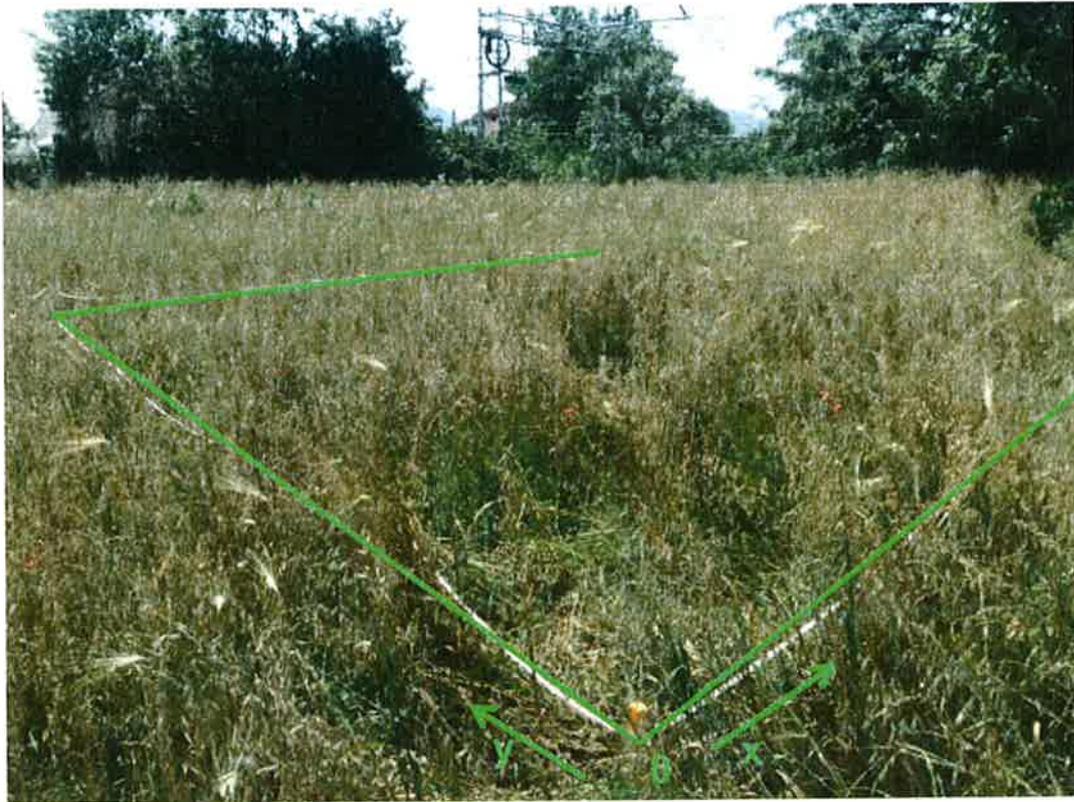
ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO
VIABILITÀ DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+833-VIA
CALABRONI – Progetto Esecutivo

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01 E 69	IG	GE0001 001	A	13 di 13

4. ALLEGATO GRAFICO – TAVOLE DALLA 1 ALLA 10

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S1_DUGENTA

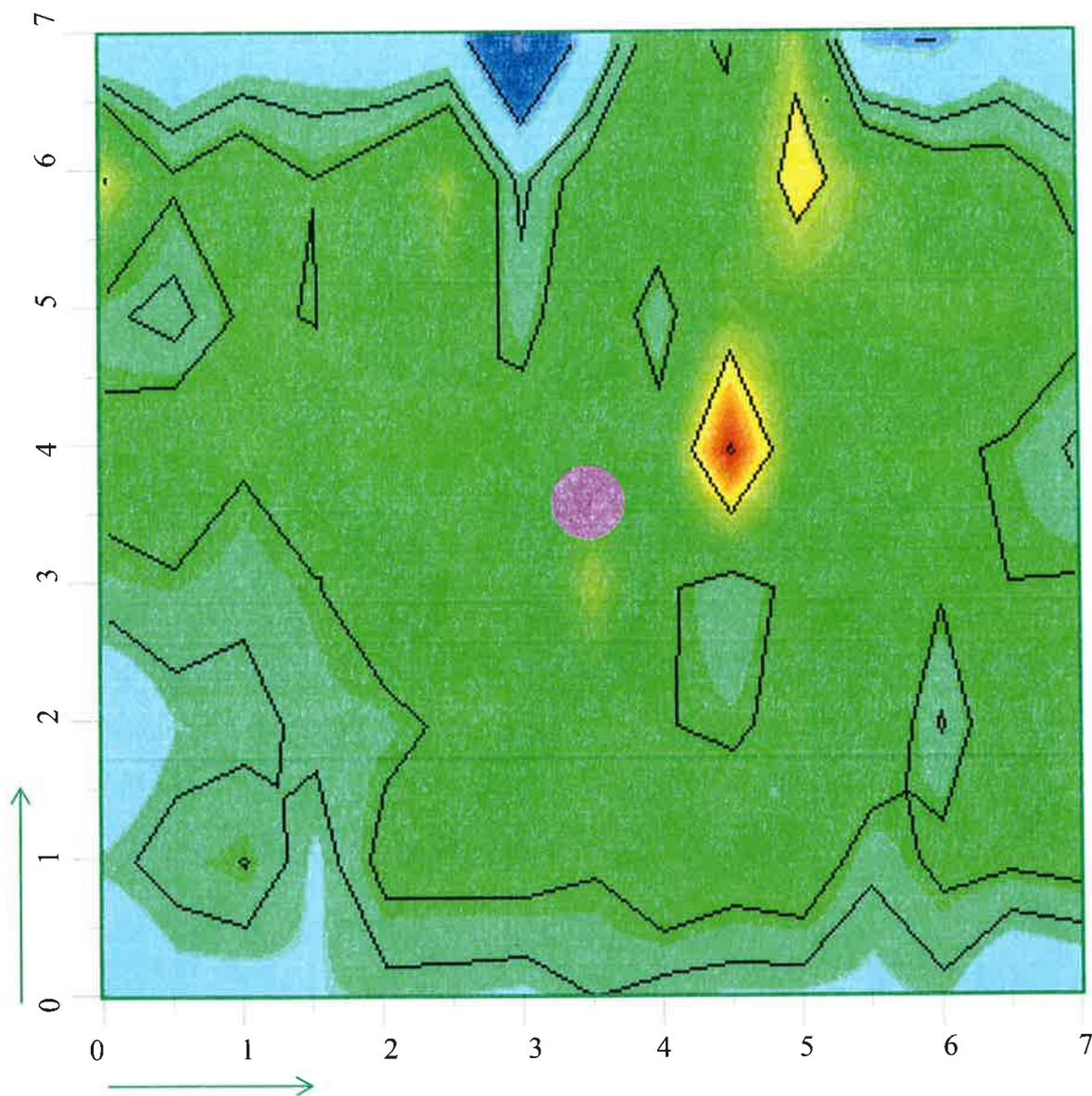


Fotografie dell'area di indagine



INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S1_DUGENTA

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

**L'indagine non evidenzia anomalie associabili
di masse metalliche interrate nei primi 4-5m**

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S2_DUGENTA

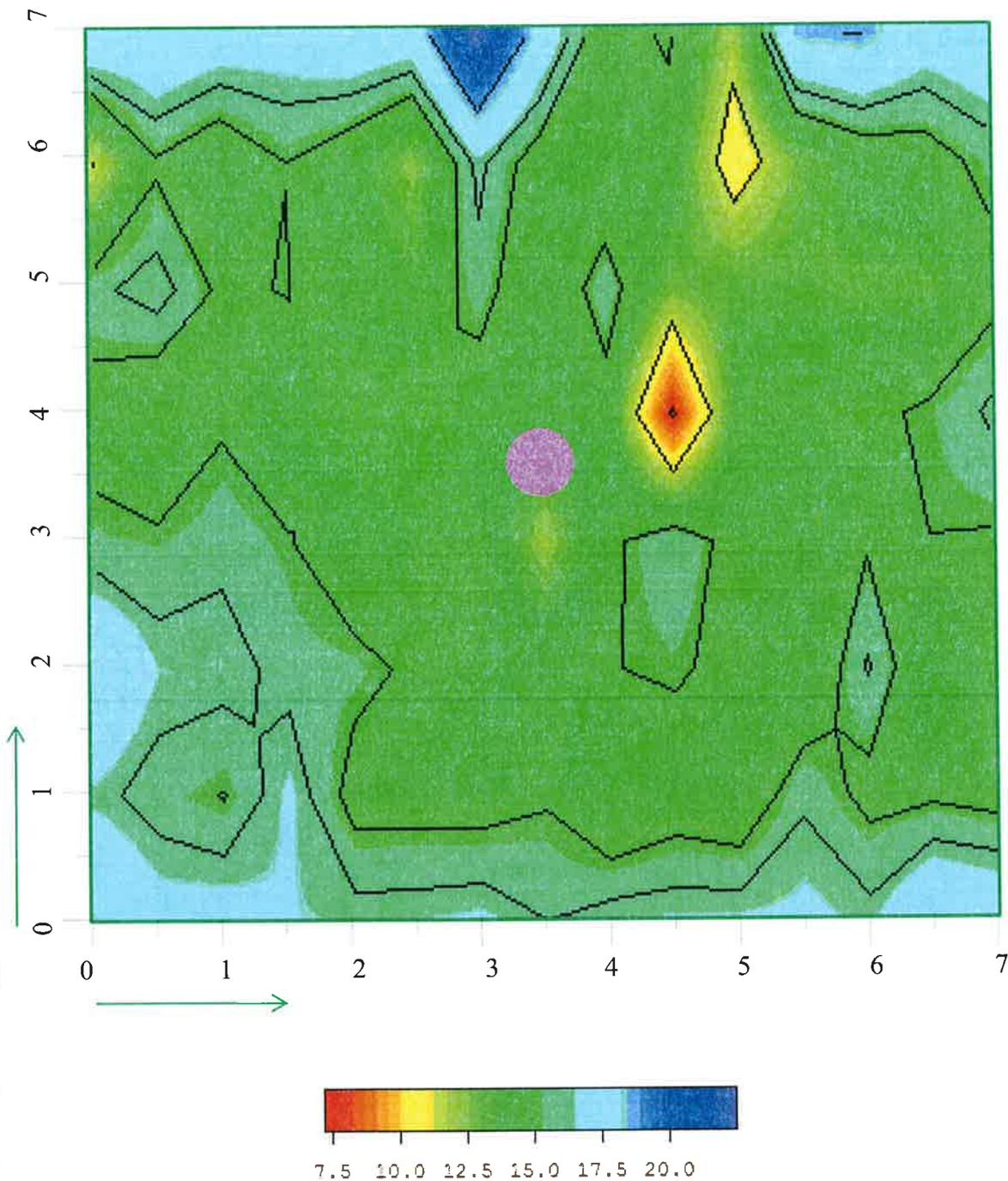


Fotografie dell'area di indagine



INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S2_DUGENTA

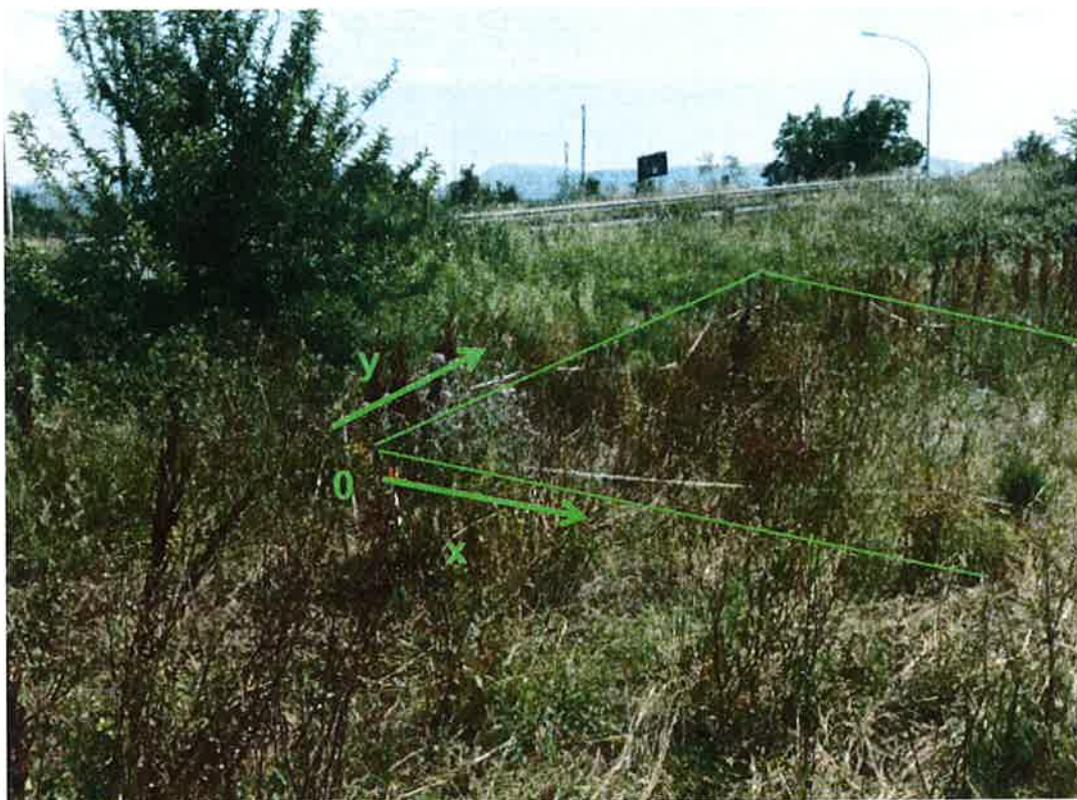
Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

**L'indagine non evidenzia anomalie associabili
di masse metalliche interrate nei primi 4-5me**

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S3_DUGENTA



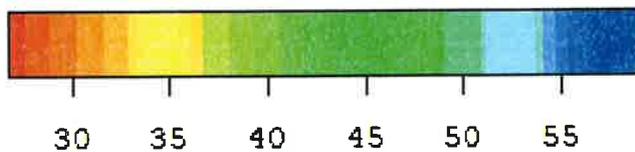
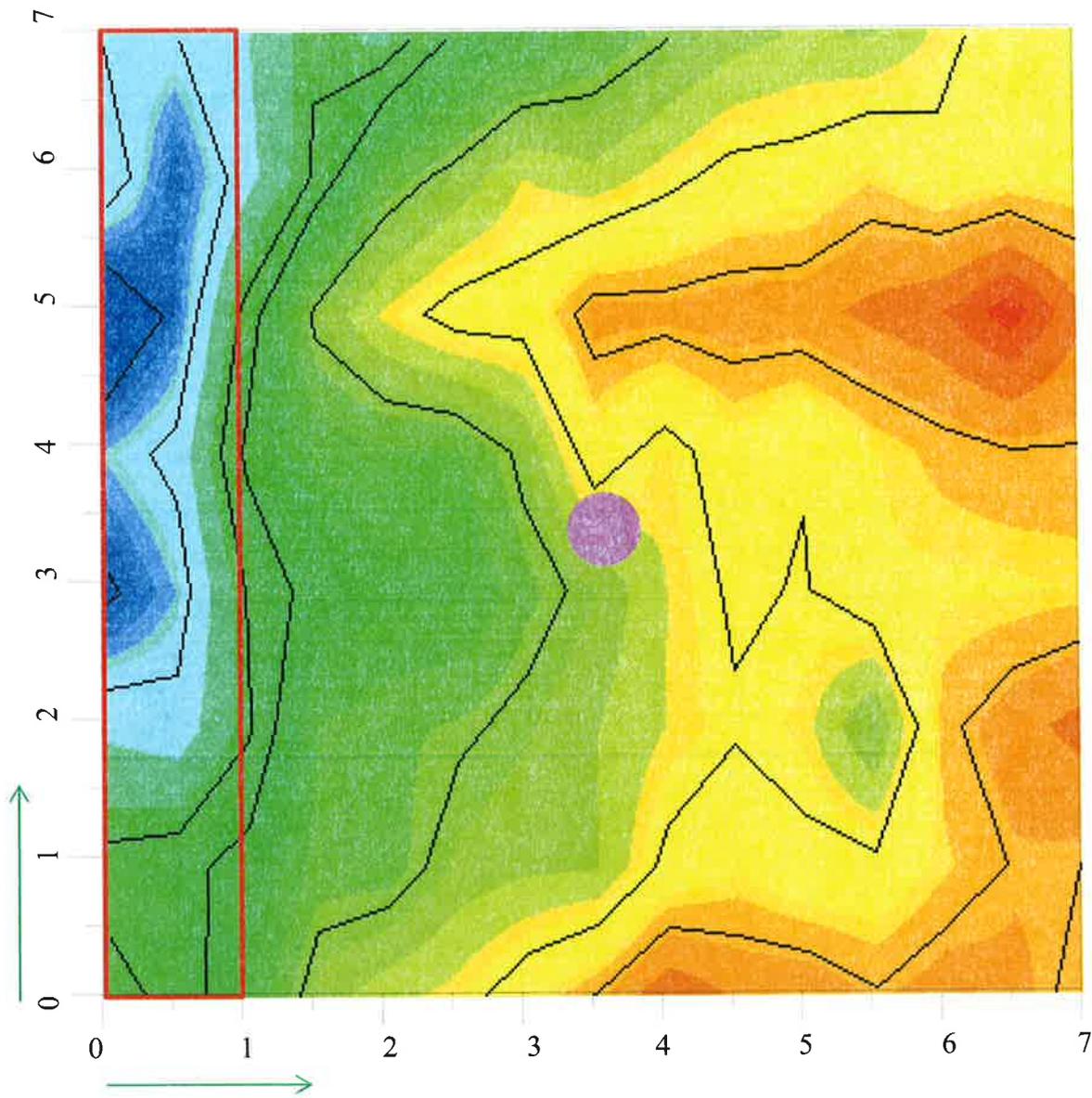
y
0



Fotografie dell'area di indagine

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S3_DUGENTA

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

**L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associa
presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5metri di terreno.
Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle are**

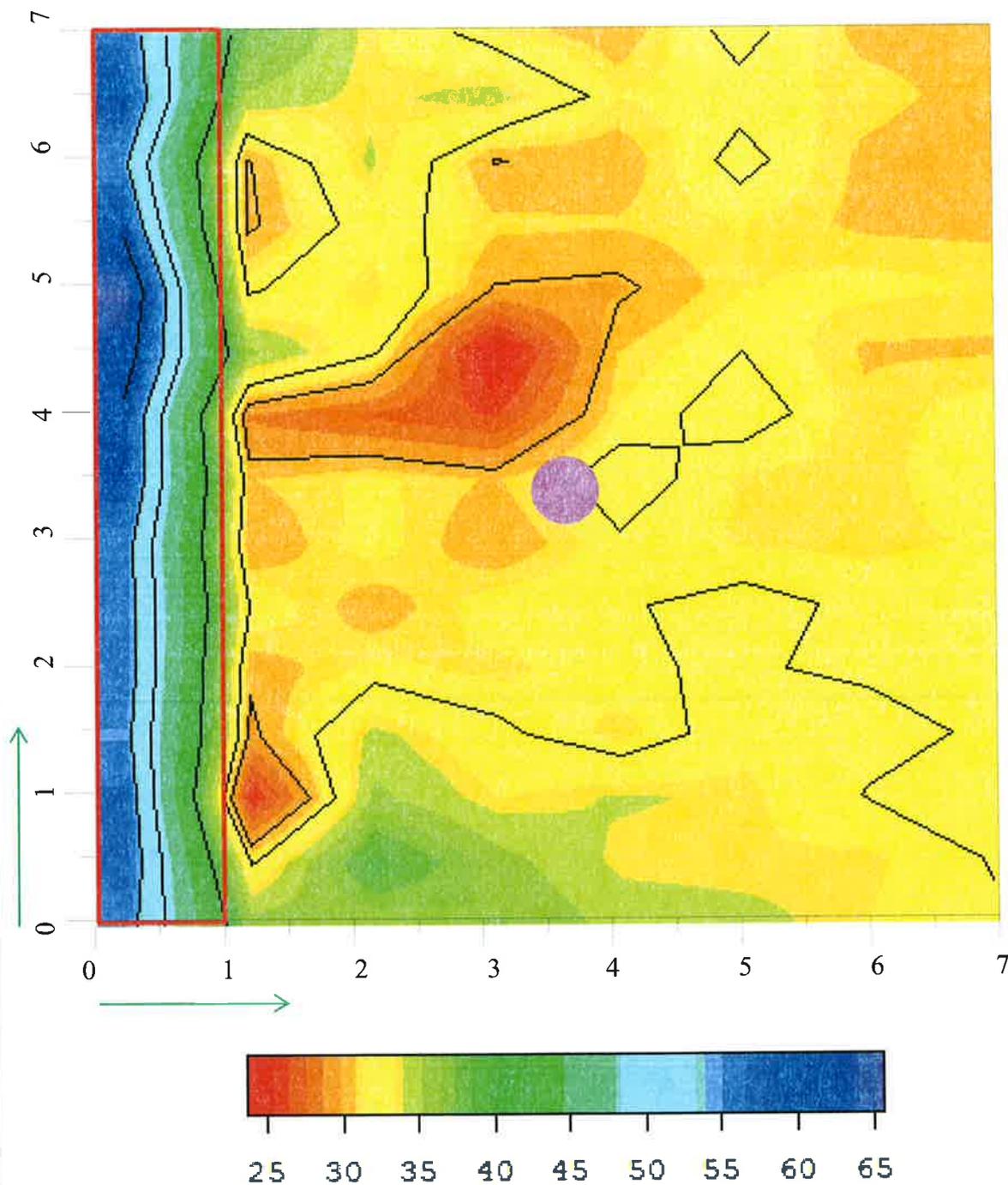
INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S4_DUGENTA



Fotografie dell'area di indagine

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S4_DUGENTA

Mappa della componente in quadratura (conducibilità elettrica)

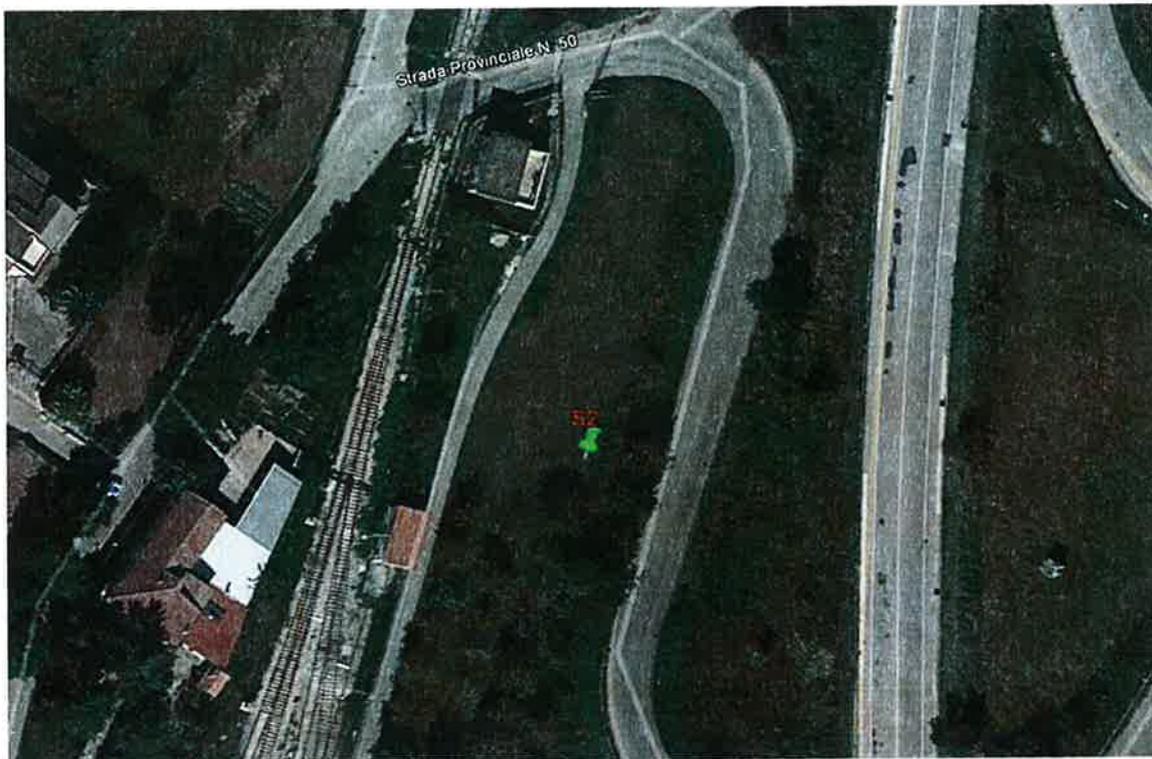


Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

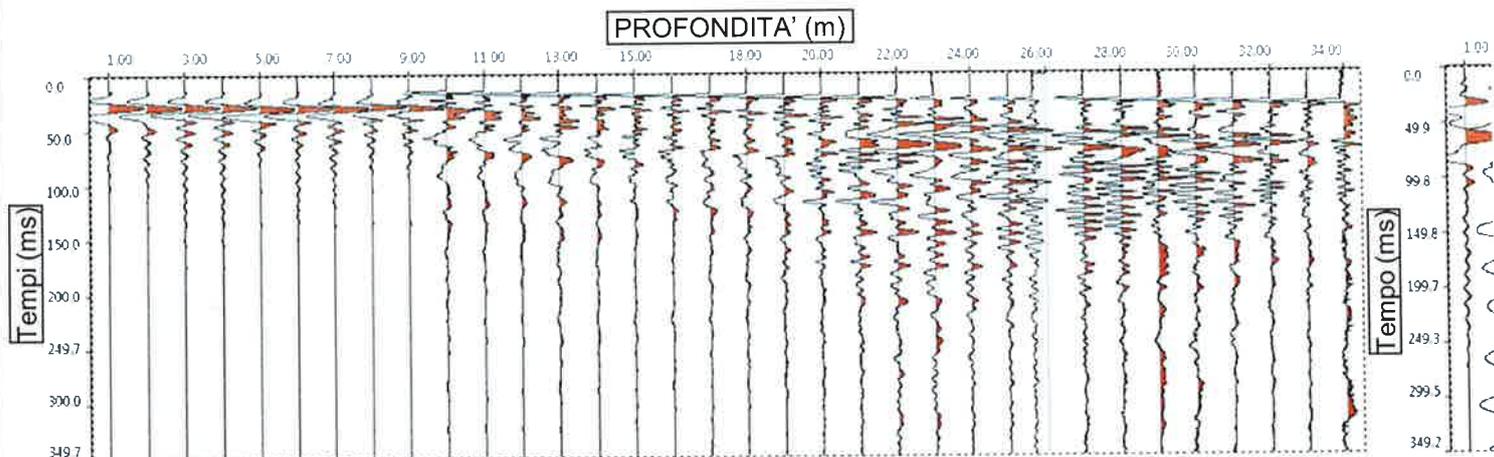
**L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associa
presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5metri di terreno.
Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle are**

INDAGINI SISMICHE DOWN HOLE- SONDAGGIO S2 DUGENTA

Ubicazione indagine



INDAGINI SISMICHE DOWN HOLE- SONDAGGIO S2 DUGENTA



Sismogramma onde P

Profondità (m)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)
	P	P	S	S
0	0		0	
1	11.17	5.00	20.11	8.99
2	11.73	8.30	21.79	15.41
3	12.29	10.23	24.58	20.45
4	12.85	11.49	27.38	24.49
5	13.41	12.45	29.05	26.97
6	13.41	12.72	30.73	29.15
7	13.41	12.89	32.96	31.69
8	13.41	13.01	35.20	34.15
9	13.41	13.09	39.11	38.18
10	13.41	13.15	43.58	42.73
11	13.97	13.74	47.49	46.72
12	14.53	14.33	52.52	51.80
13	15.09	14.91	53.64	53.01
14	15.09	14.93	58.10	57.52
15	16.20	16.06	63.13	62.58
16	16.76	16.63	65.93	65.42
17	17.32	17.20	67.60	67.14
18	17.88	17.77	70.40	69.96
19	18.44	18.34	72.07	71.68
20	19.00	18.90	74.87	74.49
21	19.55	19.47	80.45	80.09
22	20.11	20.03	81.57	81.23
23	20.67	20.59	85.48	85.16
24	21.23	21.16	88.27	87.97
25	22.35	22.28	87.16	86.88
26	22.35	22.28	90.51	90.24
27	22.35	22.29	94.98	94.72
28	23.47	23.41	97.77	97.52
29	24.02	23.97	99.45	99.21
30	24.58	24.53	102.80	102.57
31	25.14	25.09	105.04	104.82
32	25.70	25.65	108.39	108.18
33	26.26	26.21	110.62	110.42
34	26.82	26.77	114.53	114.33
35	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00

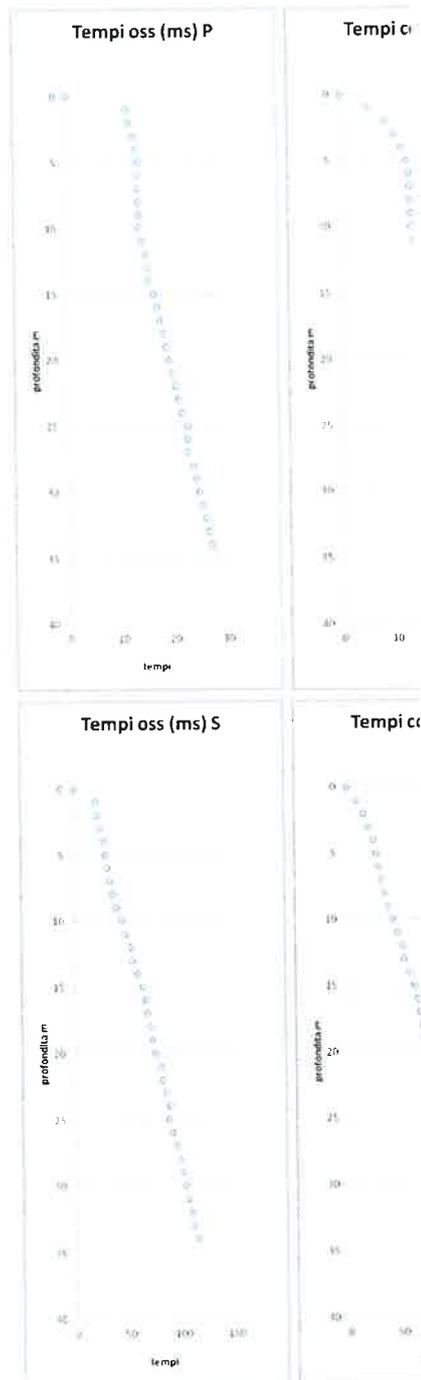


Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

Dromocrone