



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

La geofisica quale strumento di indagine del sottosuolo per problemi a piccola profondità

Gianfranco Censini

Geologo / geofisico

Associato a:

**EAGE – European Association of Geoscientists and Engineers
Geophysical Division**



Società per l'esplorazione geofisica del sottosuolo

Via E. Fermi, 8 – 53048 SINALUNGA (SI)

www.georisorse.it



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

**Scuola avanzata di
Geoarcheologia**

**GEORISORSE ITALIA OPERA
DAL 1983 NEL SETTORE DELLE
PROSPEZIONI GEOFISICHE ED
OGGI E' IN GRADO DI ESEGUIRE
INDAGINI CON TUTTE LE
METODOLOGIE PIU' DIFFUSE
NEL SETTORE**

Società per l'esplorazione geofisica del sottosuolo

Via E. Fermi, 8 – 53048 SINALUNGA (SI)

www.georisorse.it



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

**GLI INTERVENTI DI GEORISORSE SONO
PREVALENTEMENTE SERVIZI DI INDAGINE SUL
SOTTOSUOLO PER ENTI, IMPRESE, ALTRI
PROFESSIONISTI, ASSOCIAZIONI CULTURALI,
RARAMENTE PRIVATI CITTADINI.
GLI OBIETTIVI DELLE INDAGINI SONO DISPARATI:
SI VA DALLE RICERCHE DI ACQUA, AGLI STUDI PER
PROBLEMI DI INGEGNERIA CIVILE A TEMI INERENTI
LA SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE, FINO A
RICERCHE ARCHEOLOGICHE O DI SOTTOSERVIZI IN
AREE URBANE O INDUSTRIALI**

Società per l'esplorazione geofisica del sottosuolo

Via E. Fermi, 8 – 53048 SINALUNGA (SI)

www.georisorse.it



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

**UN CASO RECENTE SI PUO' INDICARE
COME UN ESEMPIO DI STUDIO
"STRATIGRAFICO ANTROPICO" IN
QUANTO CI E' STATO CHIESTO DI
INDICARE, RAPIDAMENTE ED IN
MANIERA NON DISTRUTTIVA, LO
SPESSORE DEL MATERIALE LAPIDEO
DI RIPOSTO SOPRASTANTE AD UN
SUBSTRATO ARGILLOSO PER MOTIVI
DI COLLAUDO E CONTABILITA' DI
LAVORI IN UN CANTIERE DI UN
IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE
CARBURANTI.**

**E' STATA ADOTTATA LA TECNICA DEL
GEORADAR CHE HA BEN
EVIDENZIATO LA SITUAZIONE**



Società per l'esplorazione geofisica del sottosuolo

Via E. Fermi, 8 – 53048 SINALUNGA (SI)

www.georisorse.it





Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

ESPLORAZIONE GEOFISICA:

UTILIZZO DI PRINCIPI FISICI, APPLICATI CON PARTICOLARI E SPECIFICHE TECNICHE DI MISURA IN SUPERFICIE, PER LA RICOSTRUZIONE DELLA SITUAZIONE STRATIGRAFICA O L'INDIVIDUAZIONE DI ANOMALIE NELLA CONTINUITA' LATERALE DEI TERRENI O DELLE ROCCE PRESENTI NEL SOTTOSUOLO

1. **METODI CHE MISURANO PARAMETRI DI CAMPI FISICI NATURALI**
2. **METODI CHE MISURANO PARAMETRI LEGATI A CAMPI FISICI ARTIFICIALI GENERATI AD HOC OPPURE GENERATI PER ALTRI SCOPI**





Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

1. METODI CHE MISURANO PARAMETRI DI CAMPI FISICI NATURALI

- **MAGNOTMETRIA**
- **GRAVIMETRIA**
- **POTENZIALI ELETTRICI SPONTANEI**
- **CORRENTI MAGNETO-TELLURICHE**
- **EMISSIONI RADIOATTIVE**
- **EMISSIONI TERMICHE**

2. METODI CHE MISURANO PARAMETRI LEGATI A CAMPI FISICI ARTIFICIALI GENERATI AD HOC OPPURE GENERATI PER ALTRI SCOPI

GEORISORSE
ITALIA



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

2. METODI CHE MISURANO PARAMETRI LEGATI A CAMPI FISICI ARTIFICIALI GENERATI AD HOC OPPURE GENERATI PER ALTRI SCOPI

a) **RESISTIVITA' E POLARIZZAZIONE INDOTTA**

- i. *Metodi a 4 elettrodi*
- ii. *Metodi multielettrodo*

b) **SISMICA A RIFRAZIONE**

- i. *Con onde P*
- ii. *Con onde S*

c) **METODI ELETTROMAGNETICI**

- i. *Nel dominio delle frequenze*
- ii. *Nel dominio dei tempi*

- A. **TDEM**
- B. **GORADAR**

d) **METODI DI TELERILEVAMENTO**

- a) *Foto da aereo*
- b) *Scansioni multispettrali da aereo e da satellite*





Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

MAGNETOMETRIA

**UN OGGETTO DI FERRO, NON MAGNETIZZATO, VIENE POSTO VICINO ALLA BUSSOLA SI LEGGERA'UNA DIREZIONE SBAGLIATA!
SE SI E' IN GRADO DI STABILIRE DI QUANTO ED IN CHE DIREZIONE L'AGO VIENE DEVIATO SI PUO' CAPIRE DA CHE PARTE ED A CHE DISTANZA SI TROVA L'OGGETTO DI FERRO**

IN TERMINI PRATICI LE MISURE VENGONO ESEGUITE CON SISTEMI BEN PIU' SOFISTICATI CHE PORTANO ALLA DETERMINAZIONE DELL'INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO O DELLE SUE COMPONENTI VETTORIALI, ED ANCHE DEL GRADIENTE VERTICALE.

LA RAPPRESENTANZIONE IN MAPPA O IN PROFILO DELLE VARIAZIONI DI UNO DI QUESTI PARAMETRI PORTA AD EVIDENZIARE SITUAZIONI DI POSSIBILE INTERESSE.

NELLA FIGURA SEGUENTE SI RIPORTA UNA MAPPA DI INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO IN UN'AREA DOVE IN PASSATO SONO STATI SMALTIITI RESIDUI DI UN IMPIANTO DI INCENERIMENTO DEI RIFIUTI.

COME SI PUO' NOTARE I MASSIMI VALORI DI ANOMALIA SONO LOCALIZZATI IN UN'AREA RISTRETTA RISPETTO ALLE DIMENSIONI DELL'AREA DI INDAGINE. LE INDAGINI SUCCESSIVE CONFERMARONO QUESTA SITUAZIONE E LA BONIFICA CHE È STATA EFFETTUATA HA CONFERMATO LA RICOSTRUZIONE QUI RIPORTATA.

LA ZONA CON VALORI MOLTO BASSI SULLA SINISTRA RISULTA DISTURBATA DALLA PRESENZA DI UN MURO DI CONFINE IN C.A.- QUESTA È UNA DELLE PRINCIPALI CAUSE DI DIFFICOLTA' OPERATIVE: CIOÈ LA NOTEVOLE SENSIBILITÀ AI DISTURBI ANTROPICI SUPERFICIALI

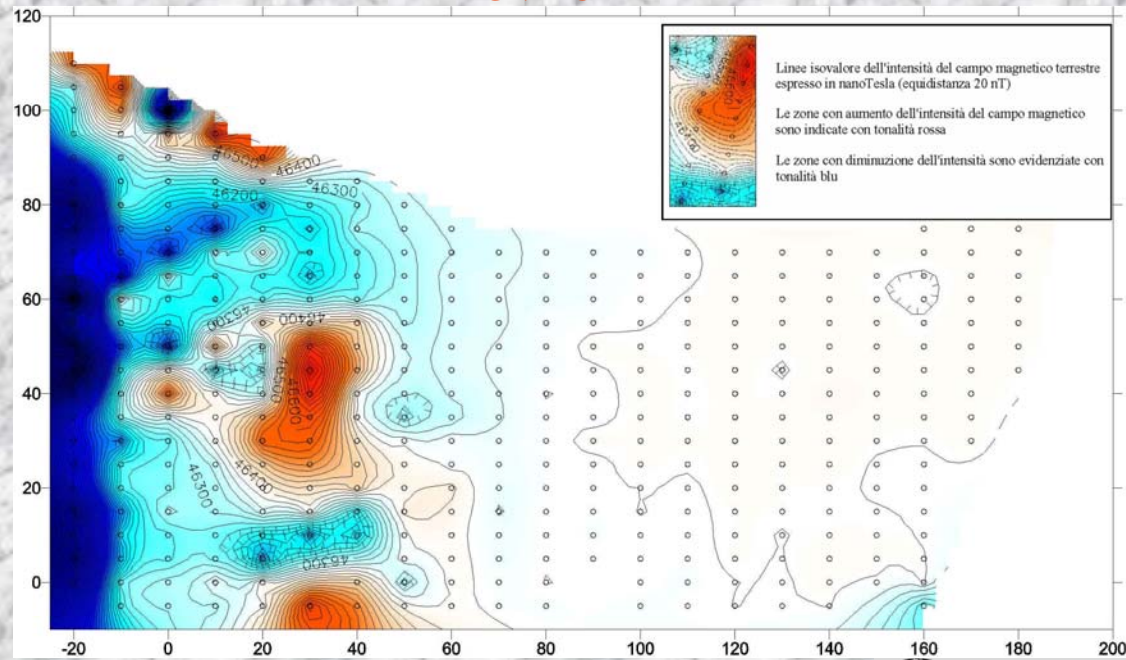
**GEORISORSE
ITALIA**



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

MAGNETOMETRIA

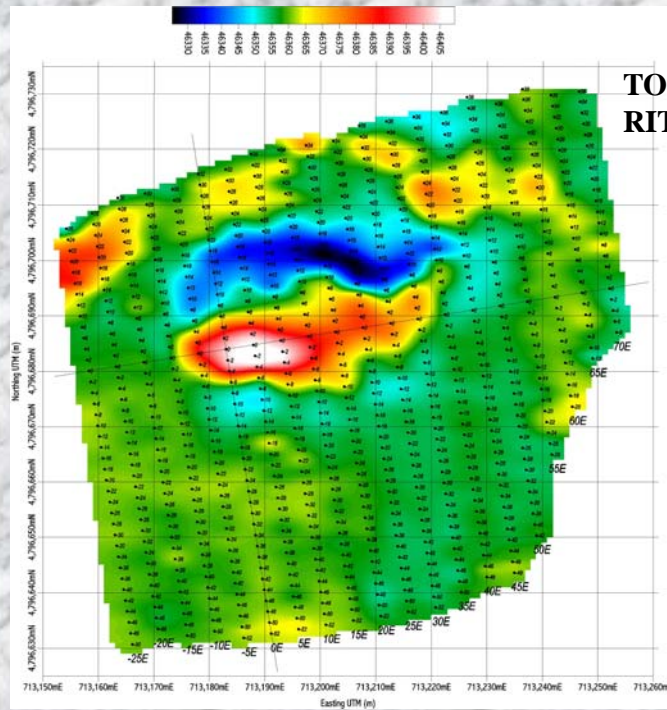




Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

MAGNETOMETRIA



MAPPA DEL CAMPO MAGNETICO
TOTALE RELATIVA ALLA ZONA DI CAMPO
RITONDO (RAPOLANO)



GEORISORSE
ITALIA

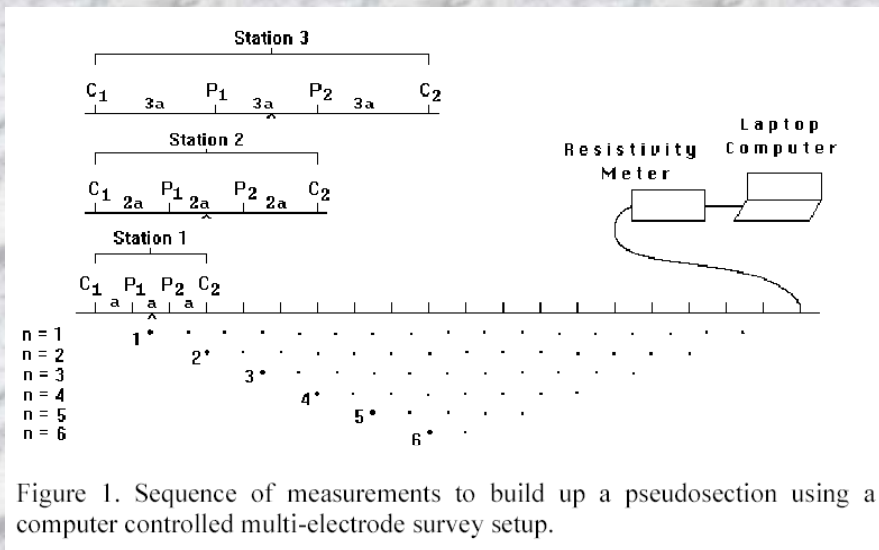


Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

RESISTIVITA' MULTIELETTRODO

UNA SITUAZIONE ANOMALA NEL SOTTOSUOLO SI PUÒ INDIVIDUARE MEDIANTE MISURE DI RESISTENZA ELETTRICA SPECIFICA QUANDO ESISTANO DIFFERENZE NELLE PROPRIETÀ ELETTRICHE DEL SOTTOSUOLO (AD ESEMPIO DISCONTINUITÀ TRA ALLUVIONI E SUBSTRATO ARGILLOSO)



*Schema del dispositivo
Multielettrodo dal
manuale di uso del
Software RES2DINV di
M.L. Loke - GEOTOMO
Ltd.*





Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

Questa tecnica operativa parte da una serie di misure eseguite con un dispositivo multielettrodo e porta alla ricostruzione della distribuzione della resistività in un modello di sottosuolo ricostruito per elementi finiti. La bontà del modello ricostruito si valuta in base alla somiglianza o "adattamento" (fit) tra i dati di campagna (pseudosezione in alto) e quelli calcolati sul modello (pseudosezione al centro)

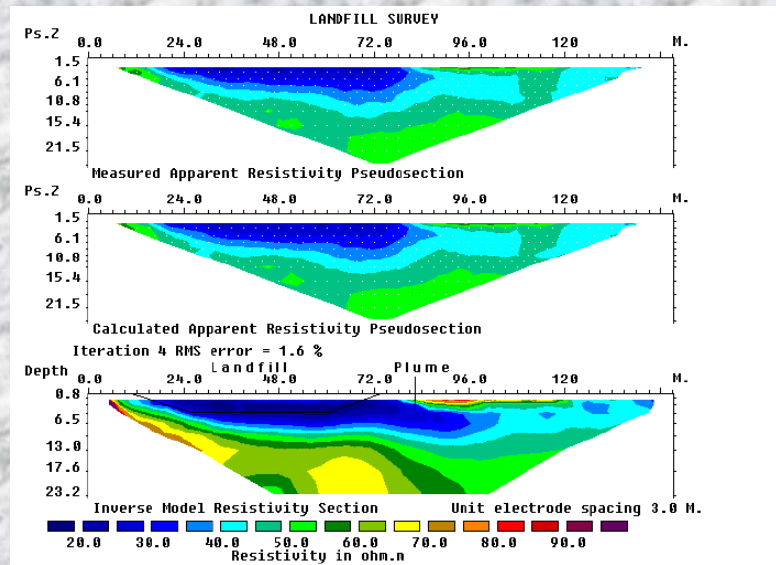


Figure 3 : The observed and calculated apparent resistivity pseudosection for the LANDFILL.DAT data set together with a model obtained by the inversion program.

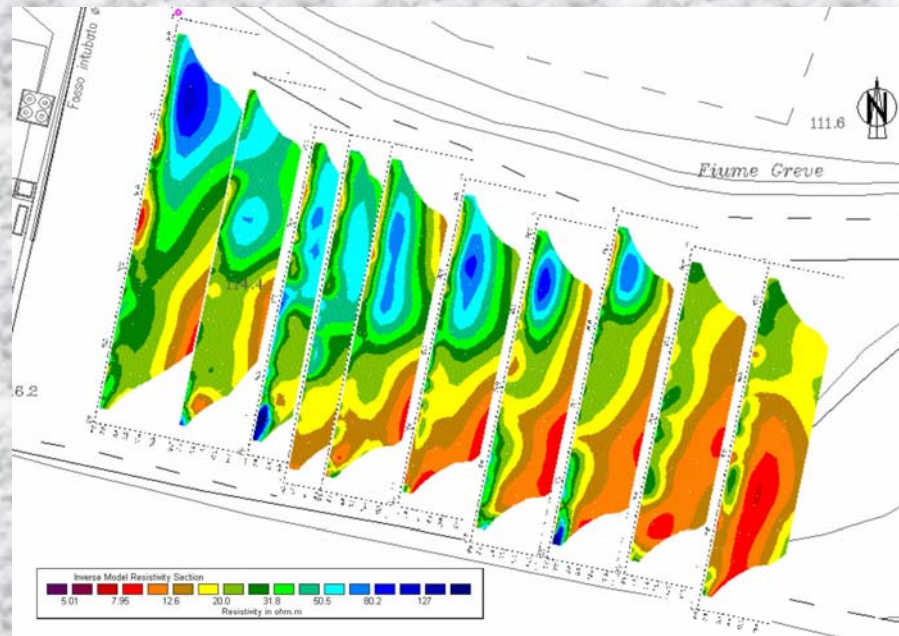
*Esempio dal manuale di uso del
Software RES2DINV di M.L. Loke –
GEOTOMO Ltd.*





Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia



ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

*Risultati ottenuti in una zona
prossima al corso di un fiume.
Il tracciato di paleoalvei si nota
nella presenza di zone resistive
superficiali*

GEORISORSE
ITALIA



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia



PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN FREQUENCY DOMAIN (GEONICS EM-34)

La misura della resistività del
sottosuolo può avvenire anche per via
elettromagnetica, cioè misurando il
fenomeno dell'induzione
elettromagnetica che si verifica nei
corpi conduttori di elettricità quando vi
si propaga un'onda elettromagnetica

Sistema GEONICS EM-34

**GEORISORSE
ITALIA**

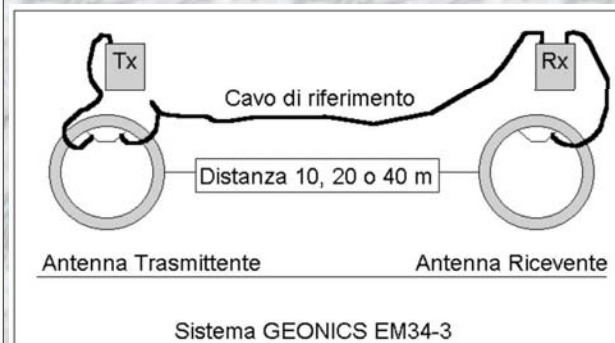
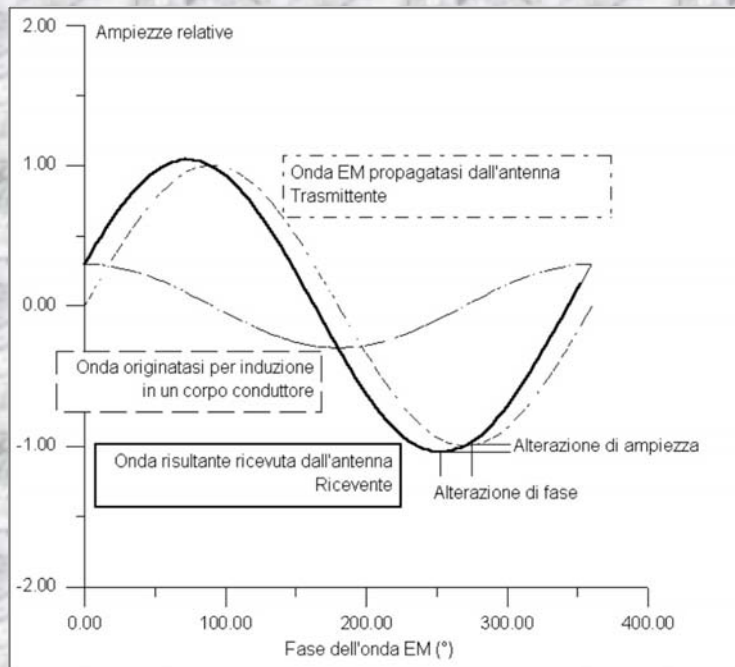


Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN FREQUENCY DOMAIN

Schema del sistema GEONICS EM-34



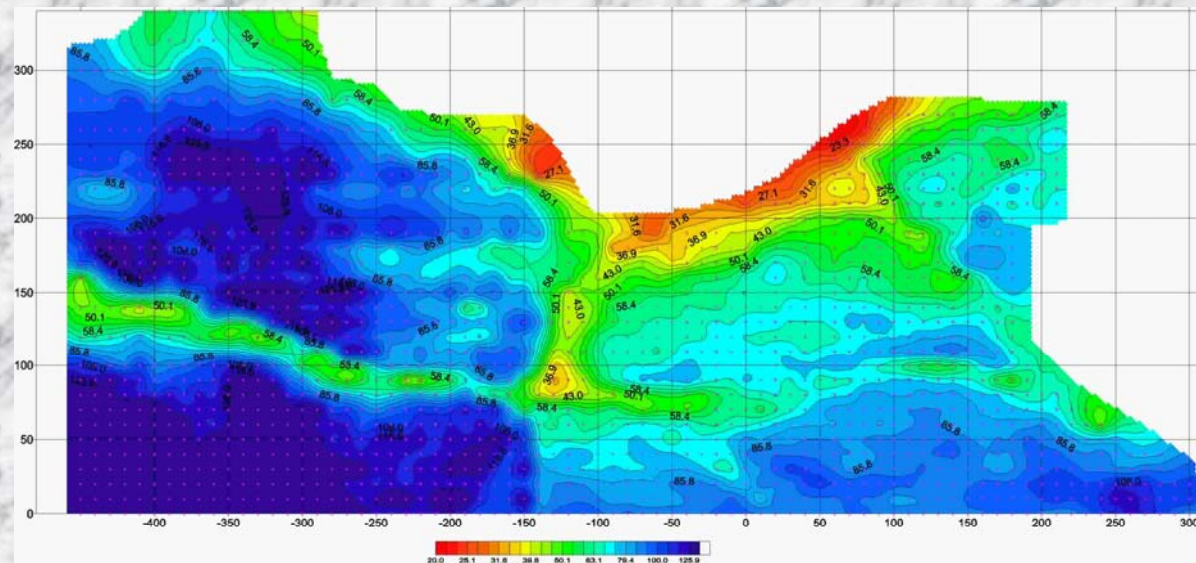


Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN FREQUENCY DOMAIN

Risultati ottenuti da una indagine finalizzata alla mappatura di depositi alluvionali ghiaiosi lungo

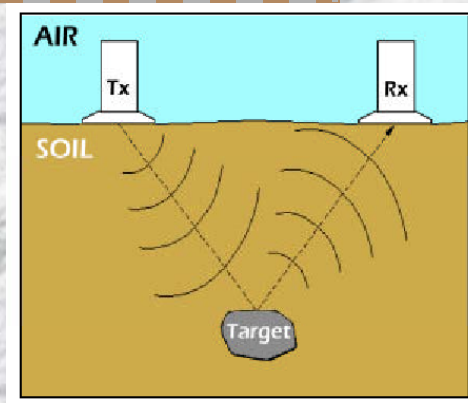


GEORISORSE
ITALIA



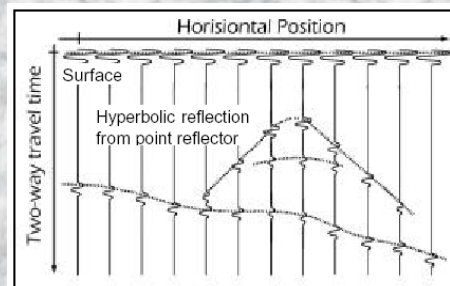
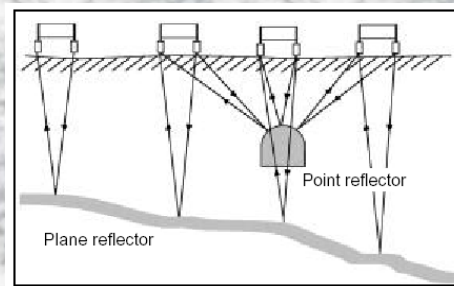
Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia



PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR

L'analisi delle riflessioni dei segnali elettromagnetici generati in superficie da un'antenna e ricevuti da un'altra può portare alla individuazione di anomalie nella continuità di orizzonti riflettori e, quindi ad individuare oggetti sepolti



Schemi estratti da:





Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR

Anomalie nelle riflessioni, tuttavia, possono derivare, con molta facilità, anche dalla semplice variazione della velocità di propagazione del segnale EM nel terreno, ad esempio una variazione di contenuto d'acqua porta a notevoli variazioni della velocità di propagazione.

3.1 Velocities in Certain Medias

The following table gives approximate values for ϵ_r (relative permittivity) and the resulting velocities for a number of medias. ϵ_r varies greatly with the water content in the medium. The larger value given for a velocity applies to a more unsaturated media.

Medium	ϵ_r	Velocity [m/us]
Air	1	300
Fresh water	81	33
Limestone	7 - 16	75 - 113
Granite	5 - 7	113 - 134
Schist	5 - 15	77 - 134
Concrete	4 - 10	95 - 150
Clay	4 - 16	74 - 150
Silt	9 - 23	63 - 100
Sand	4 - 30	55 - 150
Moraine	9 - 25	60 - 100
Ice	3 - 4	150 - 173
Permafrost	4 - 8	106 - 150

Schemi estratti da:



**GEORISORSE
ITALIA**



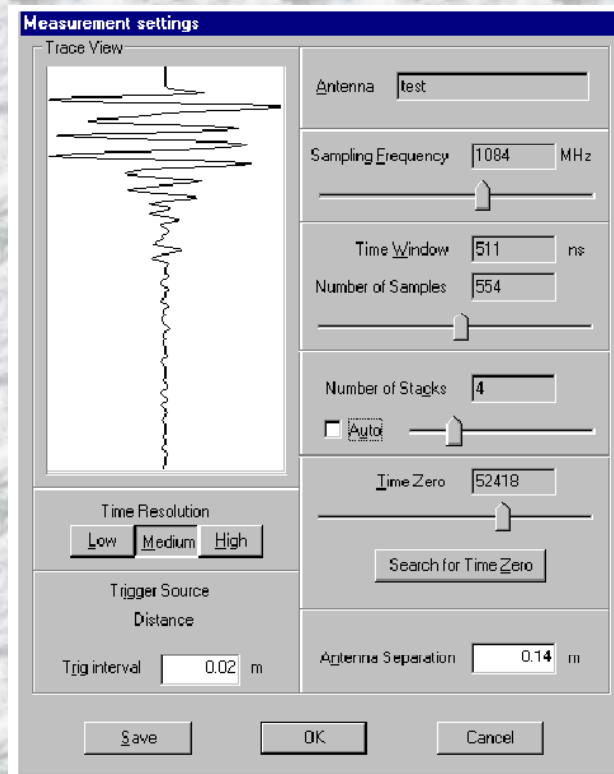
Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR

Operativamente l'acquisizione del segnale GEORADAR avviene mediante il campionamento digitale ad altissima frequenza del segnale ricevuto dall'antenna e dalla associazione in files di dati di ogni singola acquisizione ad una posizione nello spazio o nel tempo. Questi files, tuttavia richiedono successive elaborazioni per ottenere una sezione comprensibile.

Schemi estratti da:

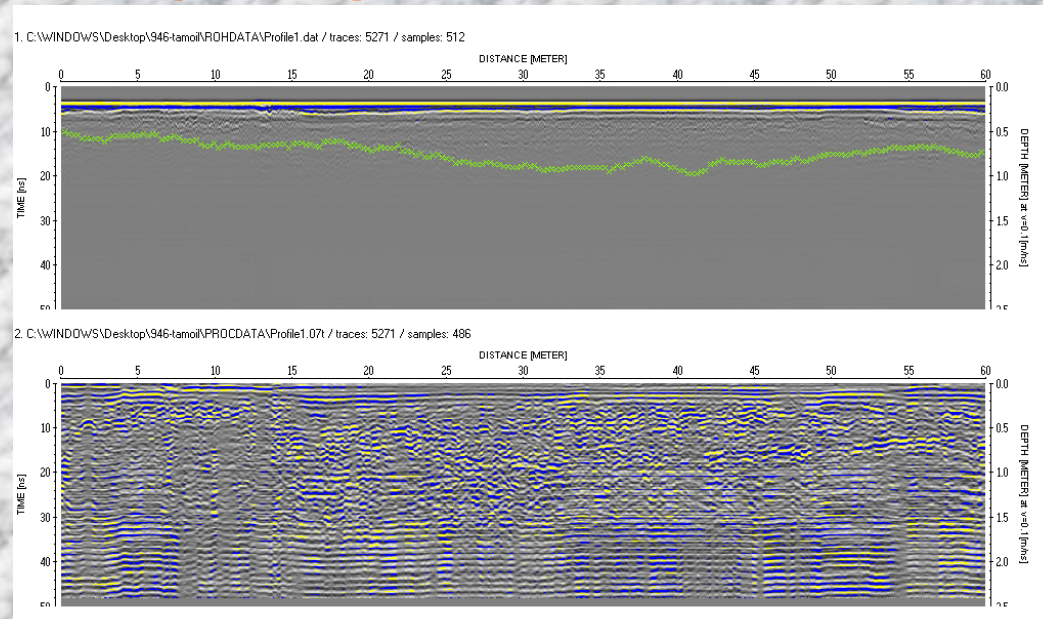




Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR Esempio di dati acquisiti e dati elaborati con il software REFLEXW



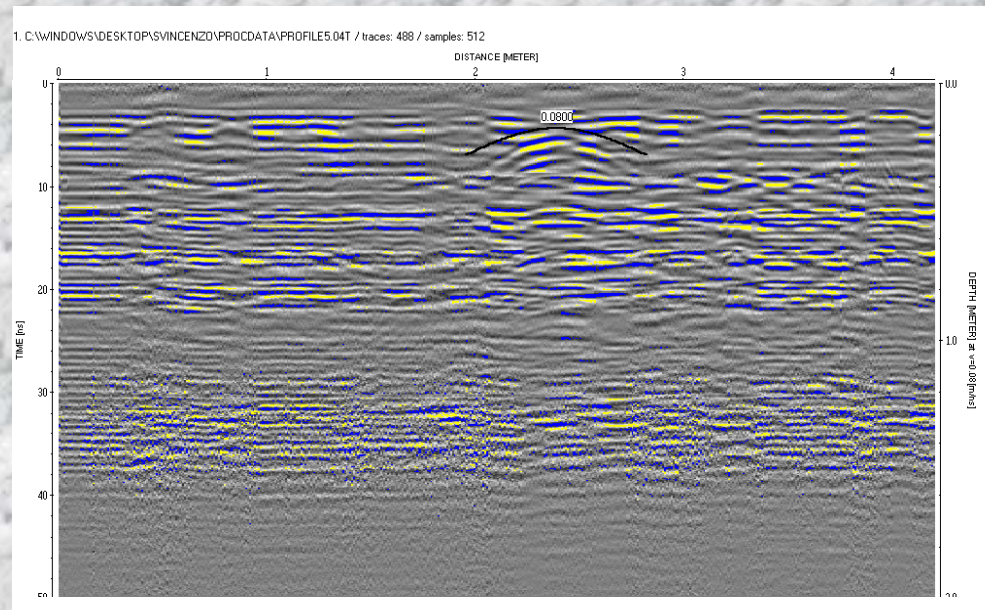
GEORISORSE
ITALIA



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR TEST ESEGUITO SULLA SPIAGGIA DI SAN VINCENZO



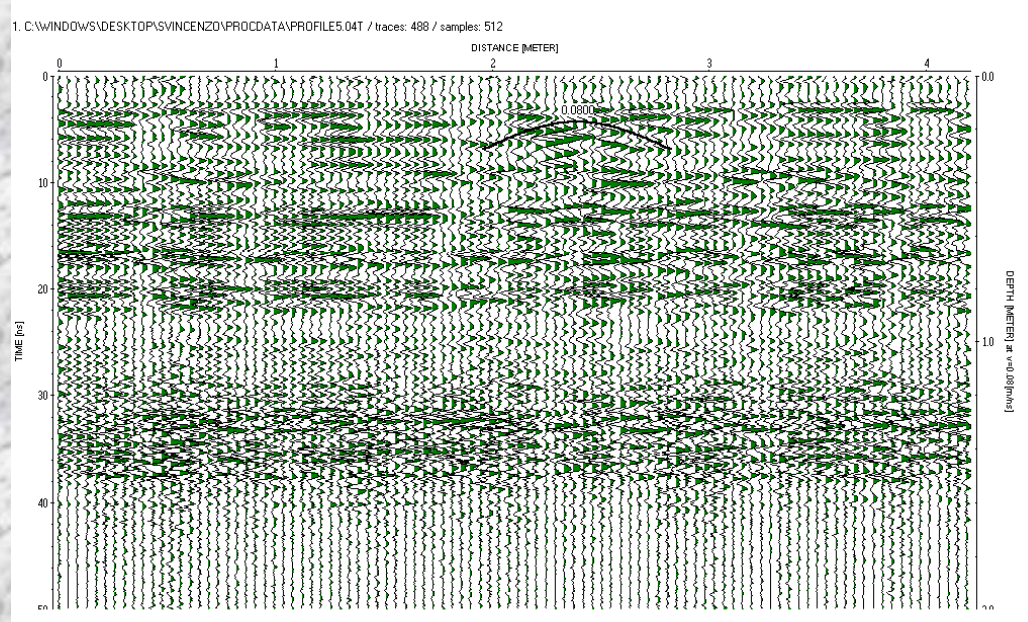
GEORISORSE
ITALIA



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR TEST FEGUITO SULLA SPIAGGIA DI SAN VINCENZO



GEORISORSE
ITALIA

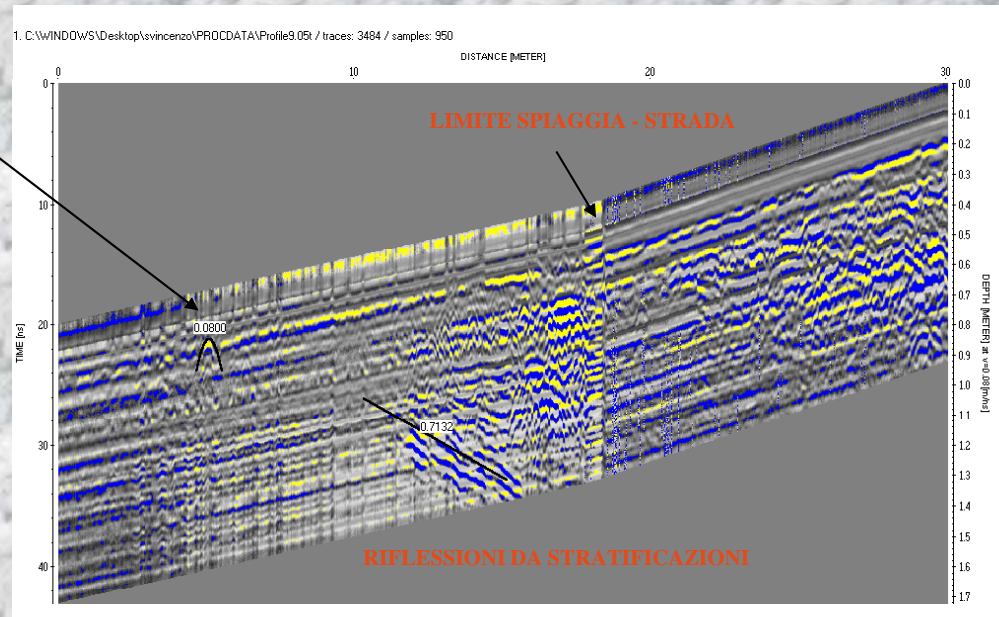


Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPERAZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR TEST ESEGUITO DALLA LINEA DI COSTA VERSO TERRA

TUBO



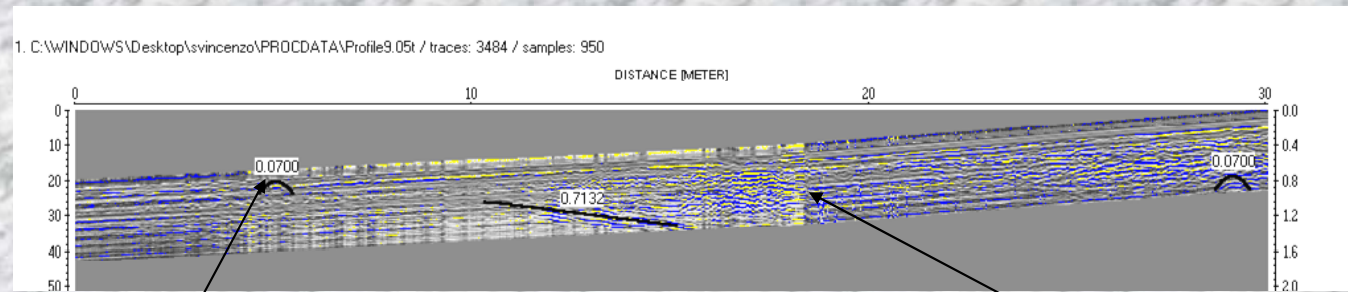
GEORISORSE
ITALIA



Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR TEST ESEGUITO DALLA LINEA DI COSTA VERSO TERRA



TUBO

RIFLESSIONI DA STRATIFICAZIONI

LIMITE SPIAGGIA - STRADA





Associazione Italiana di Geologia del Sedimentario

Scuola avanzata di Geoarcheologia

PROSPEZIONE ELETTROMAGNETICA IN TIME DOMAIN - GEORADAR TEST ESEGUITO NELLA ZONA ASFALTATA

