



# CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra



**CODEVINTEC**

# **Ing. Maurizio Porcu**

## **Specialista geofisica terrestre**

**19-04-2016**

**Introduzione sulla teoria e tecnica georadar**

**Metodologia di acquisizione**

**Utilizzo e impostazioni del sistema**

**Panoramica dell'intero flusso di lavoro: dall'acquisizione all'elaborazione.**

**Acquisizione in campo**

**Visualizzazione del dato**

**Interpretazione del dato**



# Applicazioni

Mappatura dei sottoservizi

Archeologia

Ricerca cavità

Individuazione di discariche

Rilievi strutturali, pavimentazioni stradali e massicciate ferroviarie

Ricerca ordigni inesplosi

Indagini ambientali e stratigrafiche

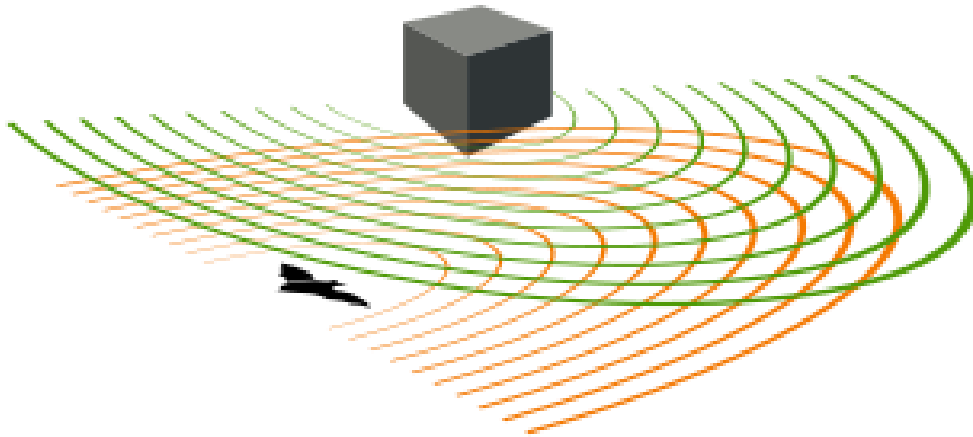
Ricerca di superstiti in seguito a terremoti, valanghe, crollo di edifici



**CODEVINTEC**

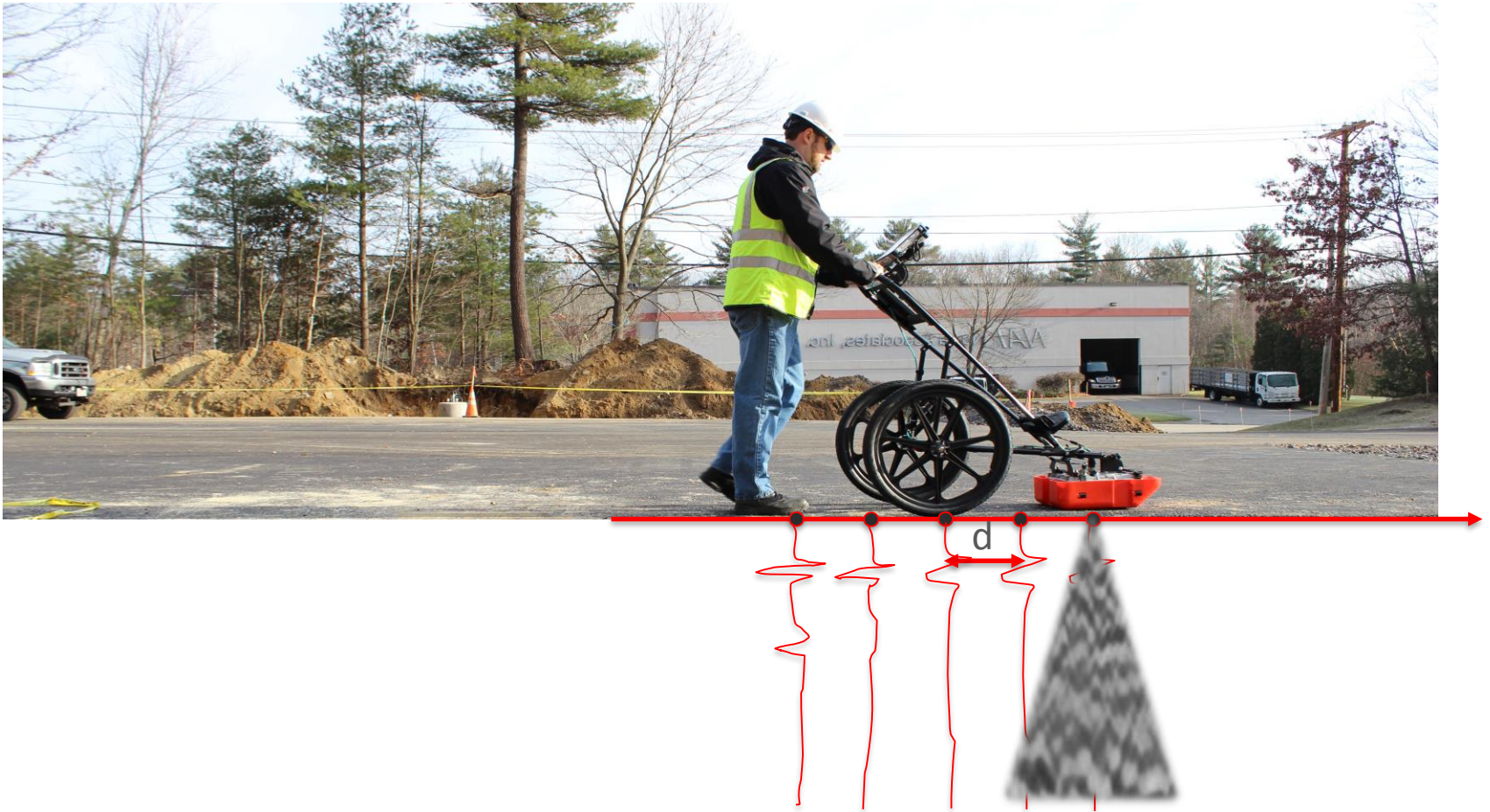
# Come funziona?

La riflessione delle onde è legata alla differenza di **costante dielettrica** del materiale indagato



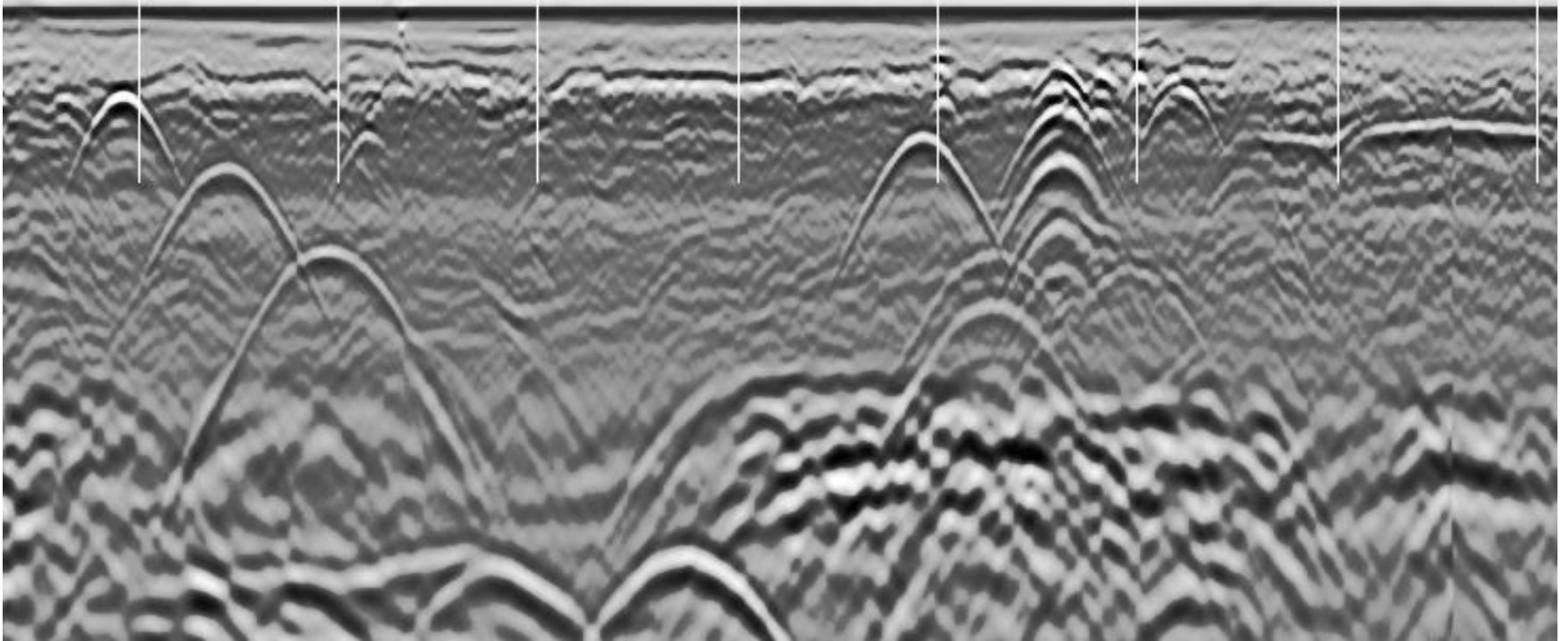
# Principi di funzionamento

Il georadar è uno strumento di diagnostica elettromagnetica non invasiva



**CODEVINTEC**

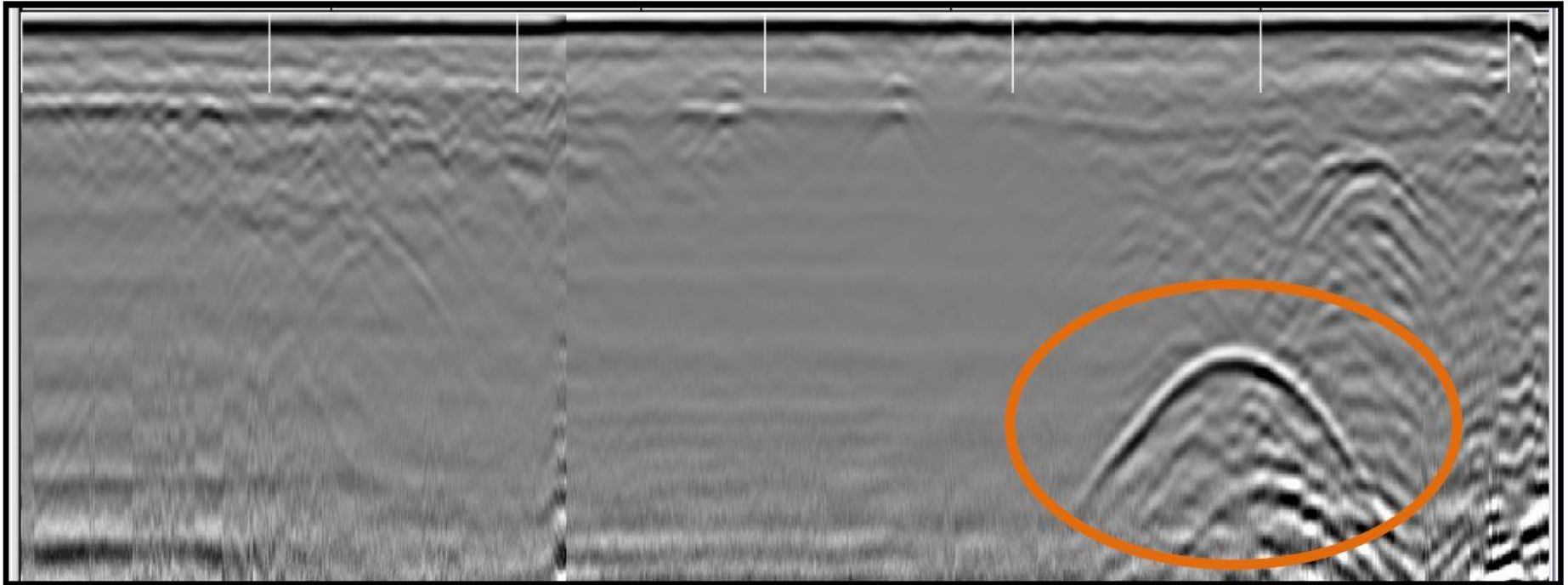
# Radargramma



**CODEVINTEC**

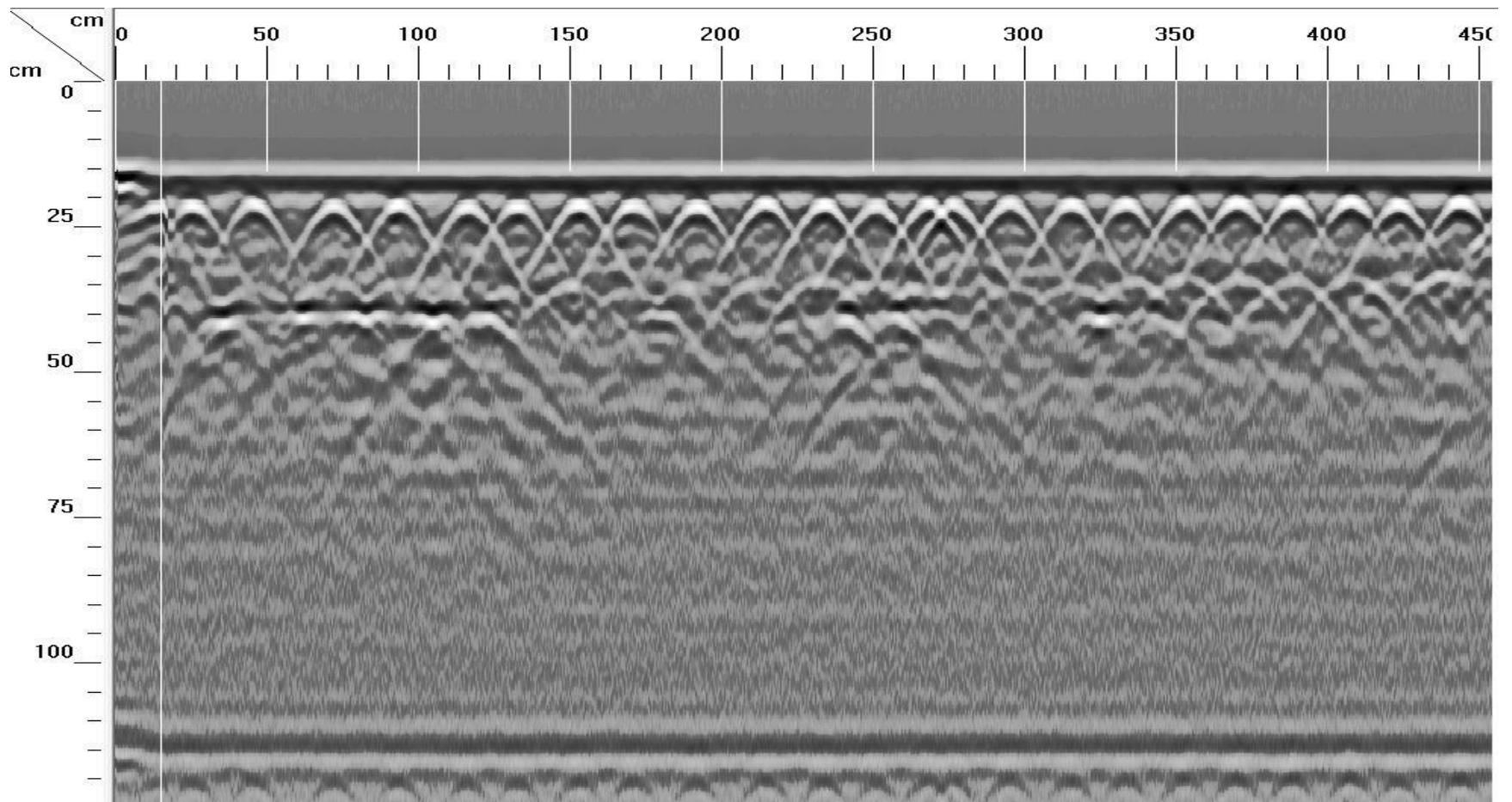
# Esempi

Rete idrica sotto sede stradale



**CODEVINTEC**

# Esempi

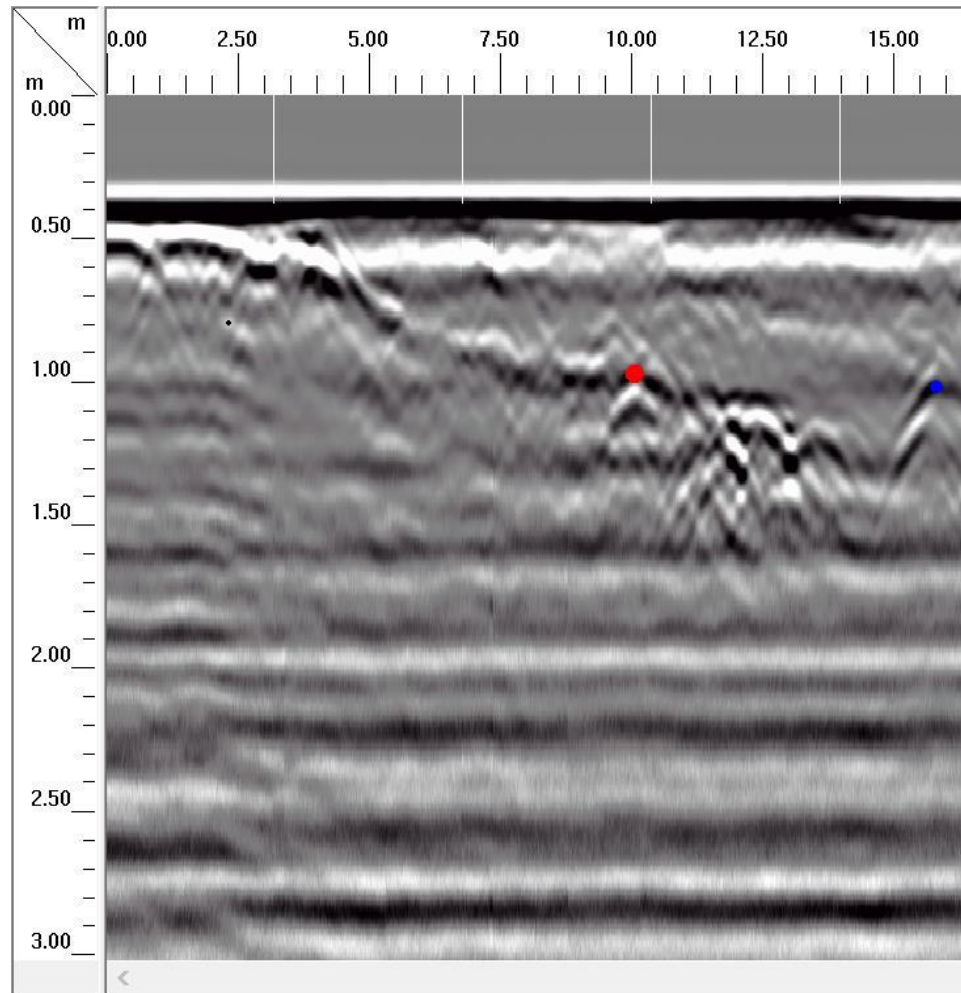


Indagini georadar: Perfor srl



# Esempi

Fondo di scavo



**CODEVINTEC**

# Condizioni operative difficili

Indagini in presenza di:

Acqua salata

Suoli argillosi

Terreno con alta presenza di ferro

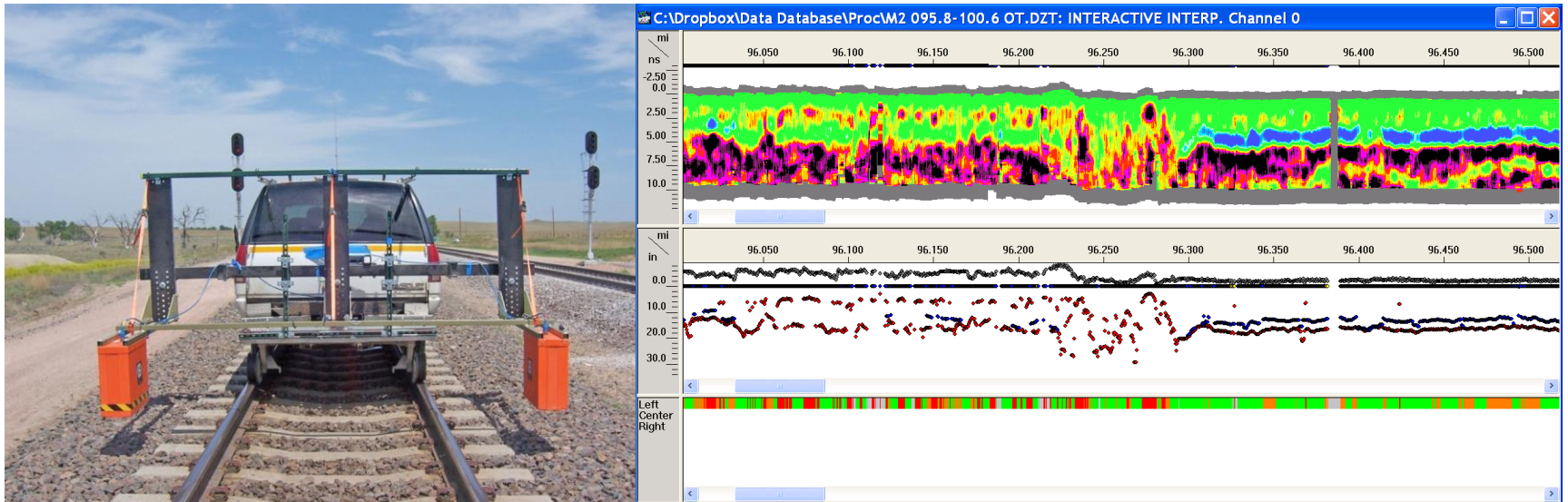
Terreni con falda acquifera molto superficiali



# Monitoraggio e rilievo su ballast

## Sistema RoadScan 2.0 GHz

La massicciata ha funzione di drenaggio e di sostegno/stabilizzazione delle rotaie



Fouled ballast

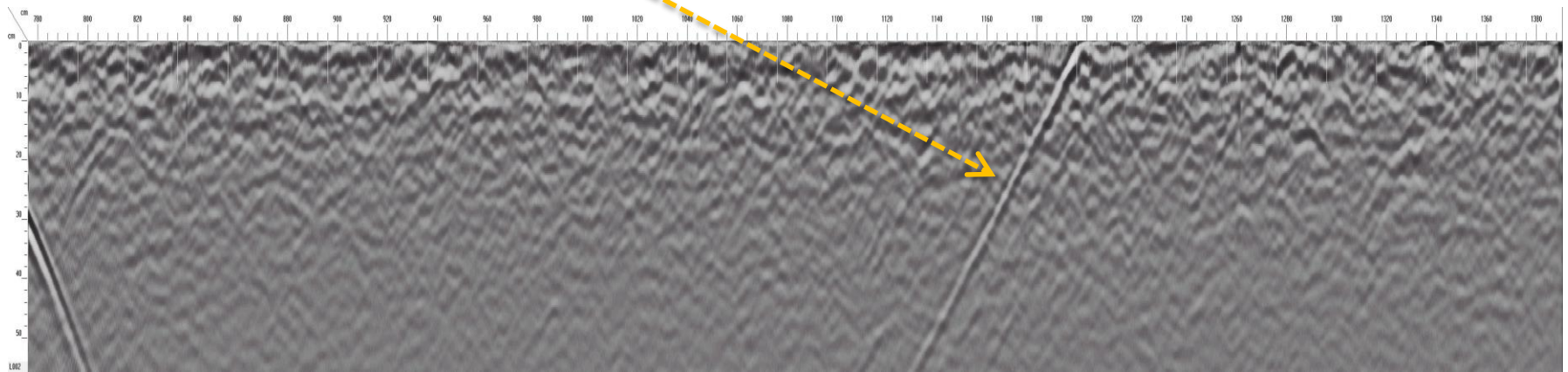
Con il tempo il materiale fine riempie i vuoti creando una zona di danneggiamento

# Colonna in fusto liscio

*Mercati di Traiano, Roma*

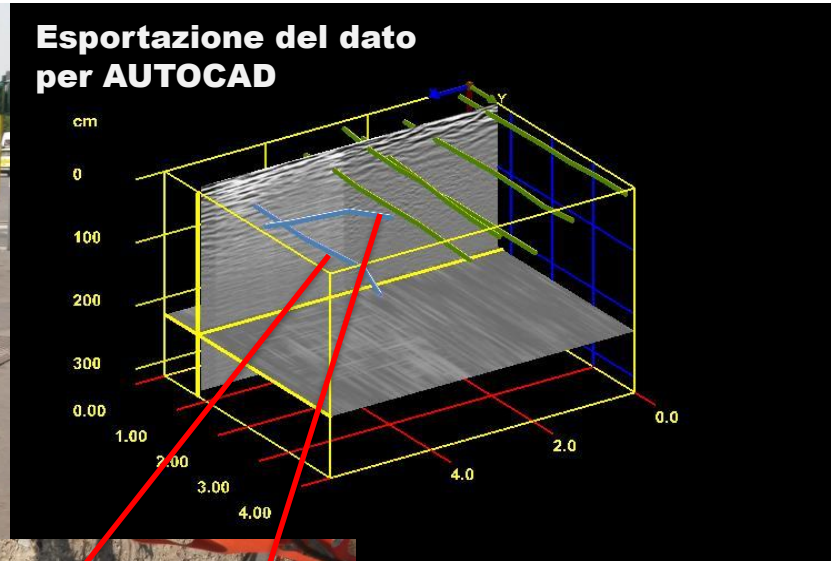


**Fessurazione**



# Mappatura dei sottoservizi

## Sistema UtilityScan DF



# Ricerca di superstiti

## Sistema LifeLocator III+

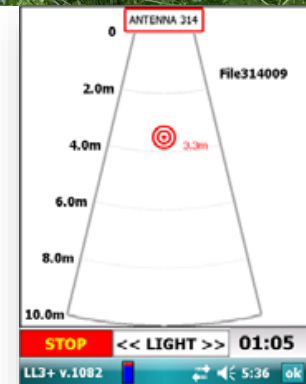


Badolato (CZ) – area con macerie (terremoto 1905)

Il team operava in condizioni reali e senza conoscere presenza e posizione della vittima.

Vittima nascosta in una cavità sotto 3 m di macerie, misto a terreno.

Vittima in stato confusionale e con limitata possibilità di movimento



# Panoramica acquisizione dati

**Acquisire bene per elaborare bene**

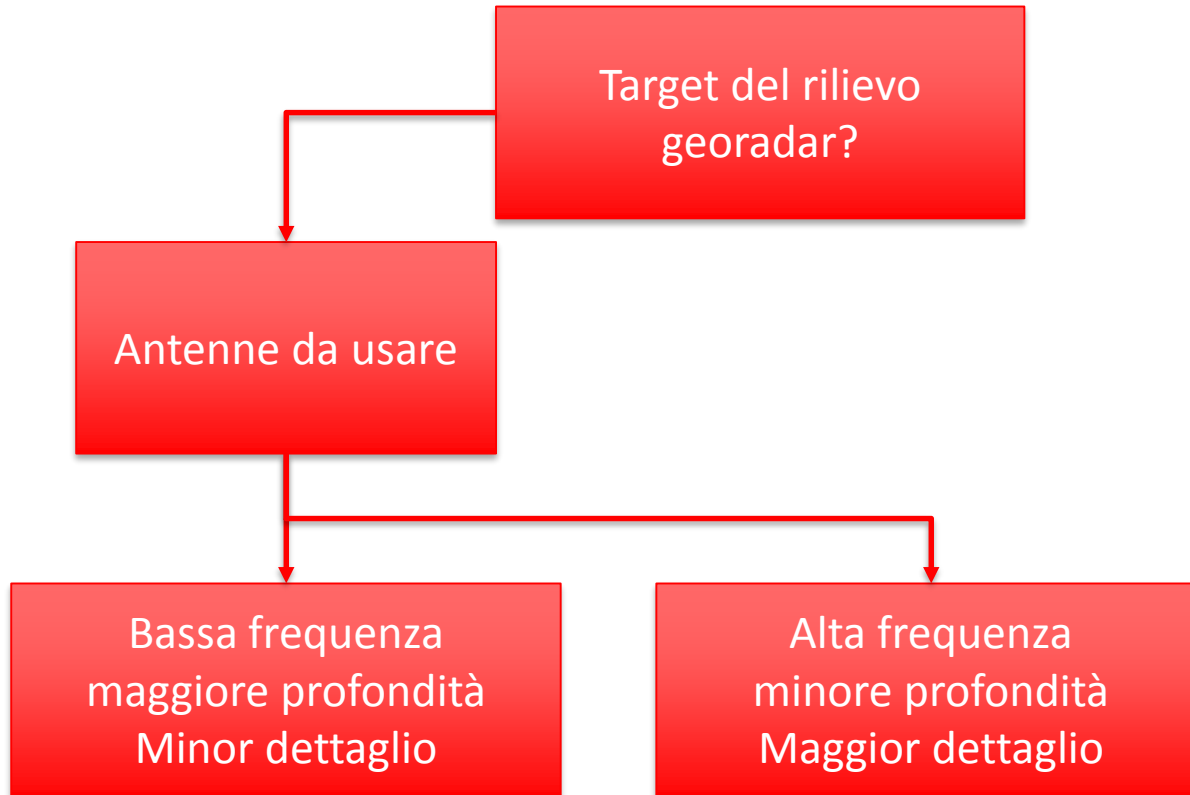
Target del rilievo  
georadar?



**CODEVINTEC**

# Flusso di lavoro

## Acquisire bene per elaborare bene





# Per ogni applicazione si usa un'antenna diversa

Che tipo di antenne si usano?

Indagini strutturali, murature, archeologiche, piccole cavità o distacchi nei materiali (rilievi ad alta risoluzione o dettaglio):

**Antenne ad alta frequenza (1.6 GHz -2.6 GHz)**

Indagini forensi, archeologiche, ambientali, sottoservizi, ricerca cavità, fusti interrati, ordigni bellici, stratificazioni (rilievi con buona risoluzione e buona profondità):

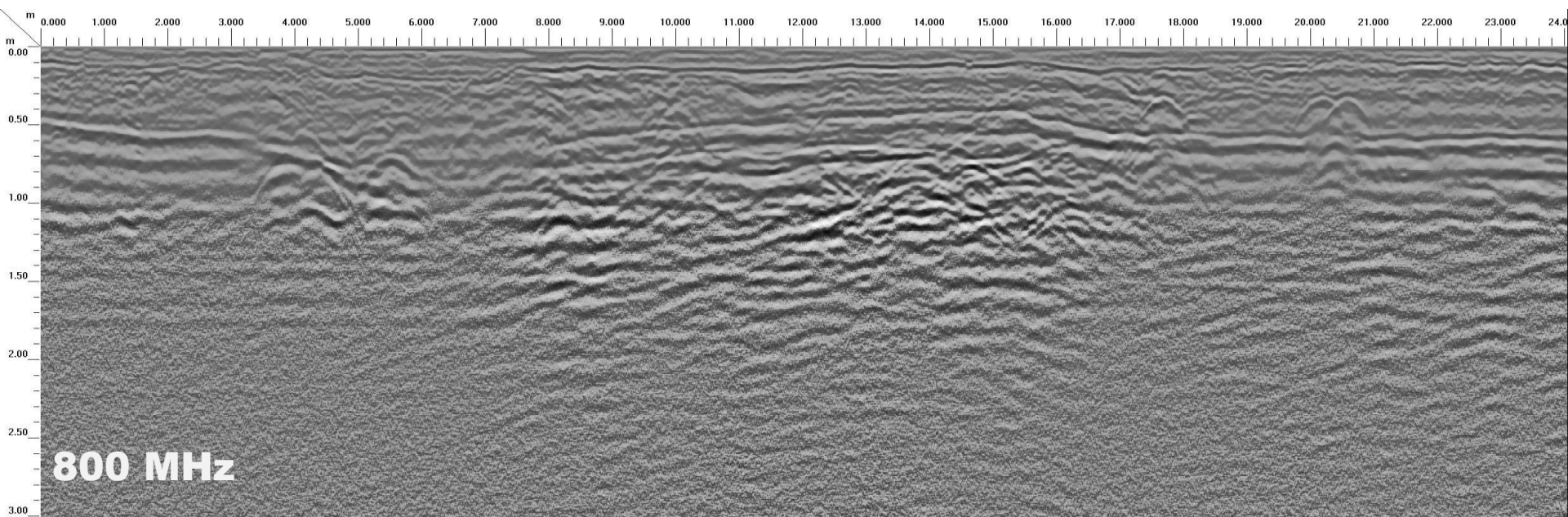
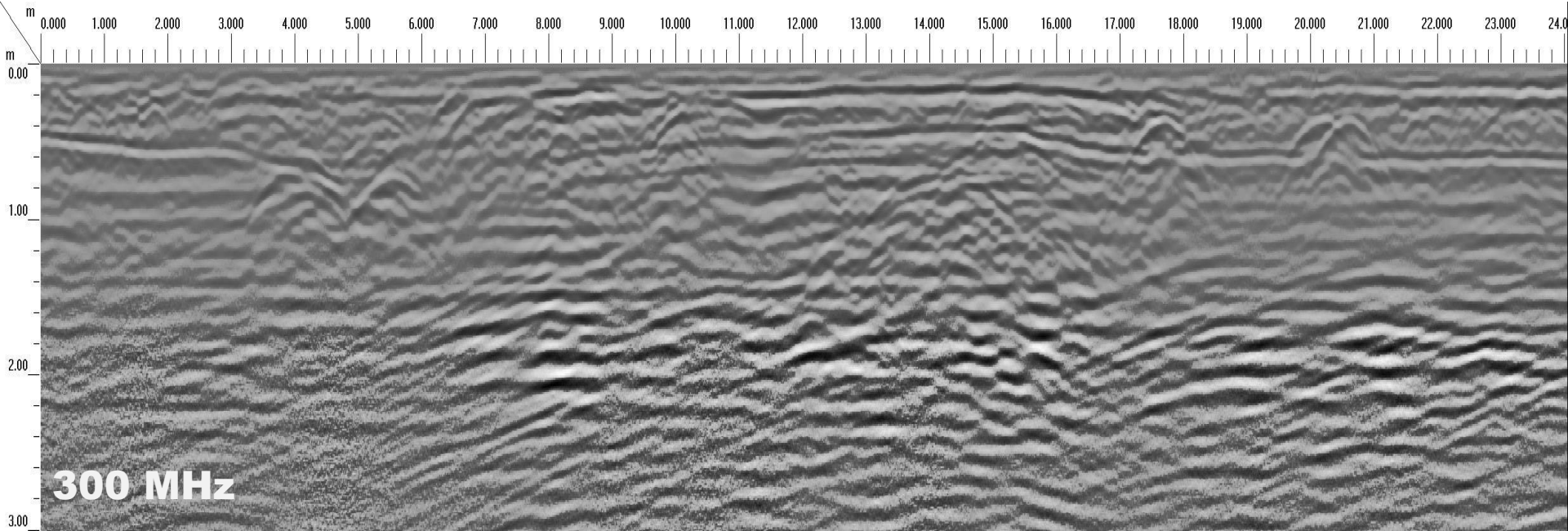
**Antenne ad media frequenza (200 MHz -900 MHz)**

Indagini geologiche, stratigrafiche (rilievi con bassa risoluzione e alta profondità):

**Antenne ad bassa frequenza (16 MHz -200 MHz)**

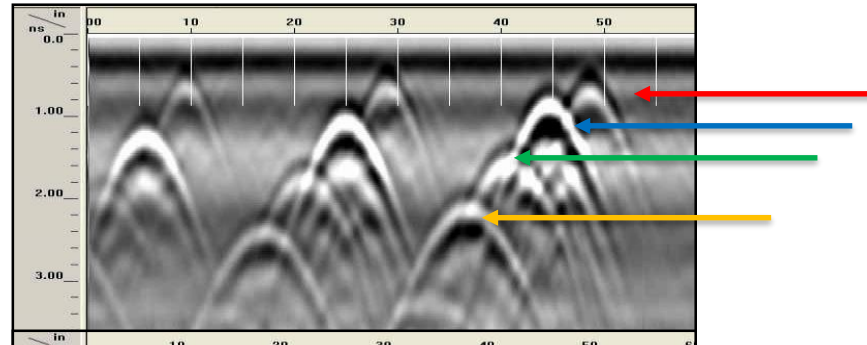


# Basse frequenze, maggiore penetrazione

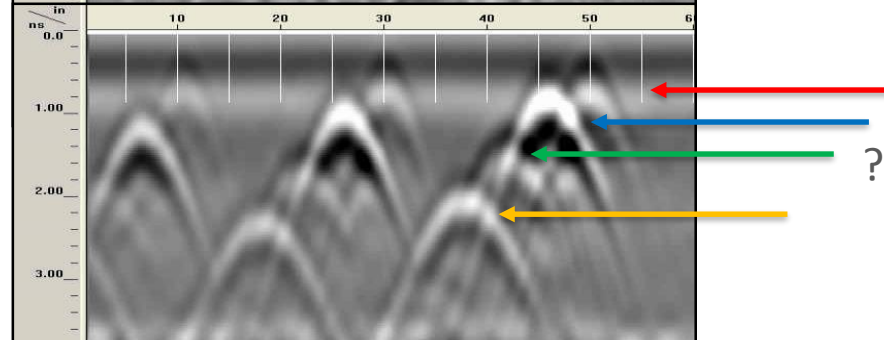


# Alte frequenze, maggiore dettaglio

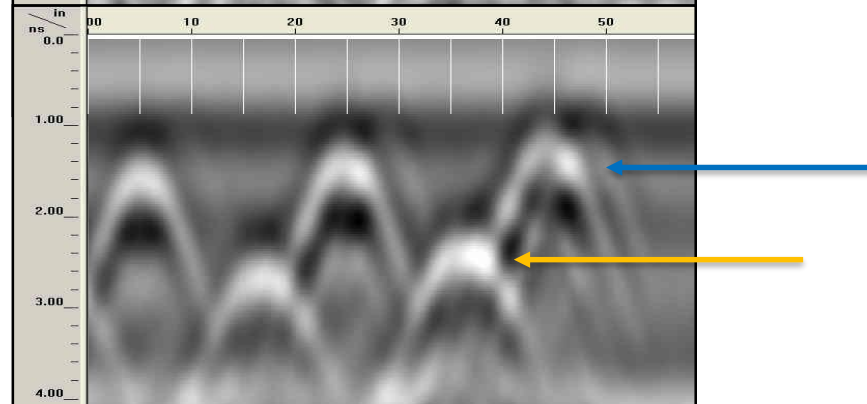
2.6 GHz



1.6 GHz



1 GHz



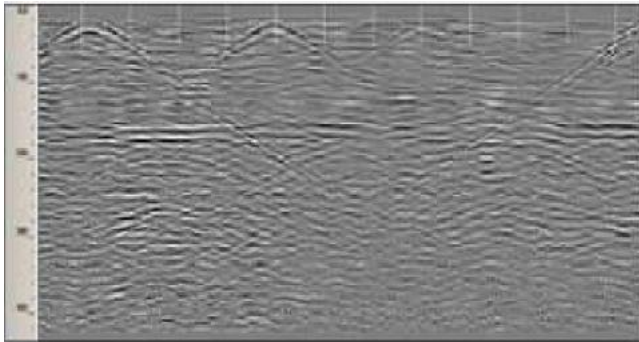
**CODEVINTEC**

# Panoramica acquisizione dati

## Dimensione e profondità del target

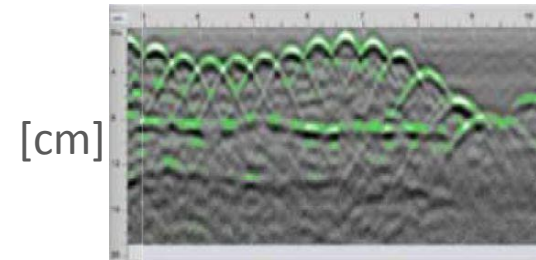
Bassa frequenza  
Maggiore profondità  
Minor dettaglio

100 MHz



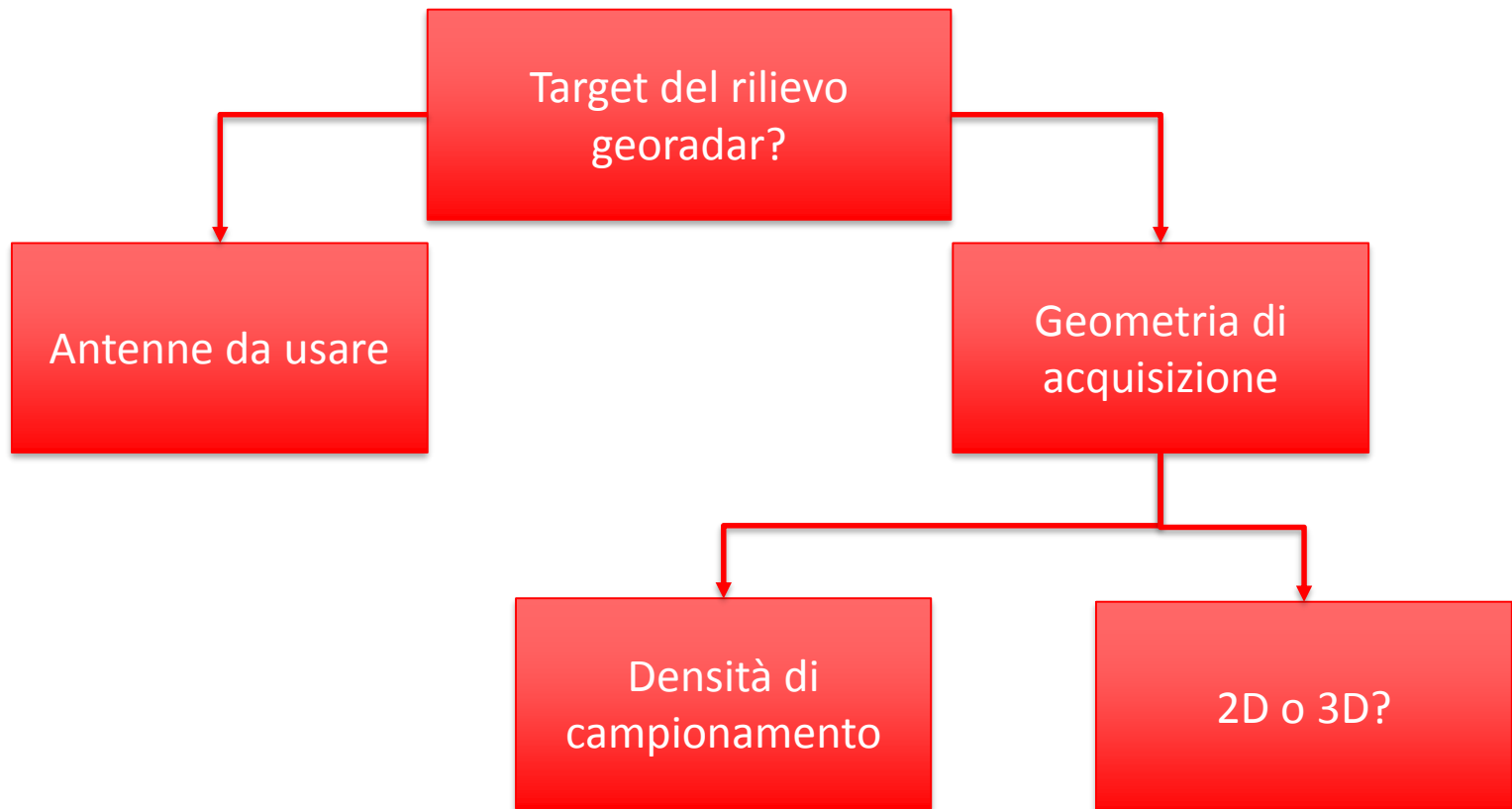
Alta frequenza  
Minore profondità  
Maggior dettaglio

1.6 GHz



# Flusso di lavoro

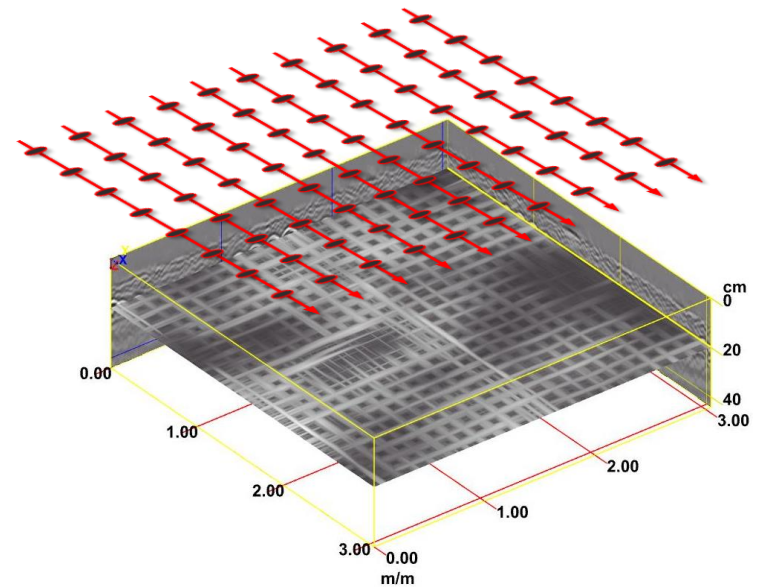
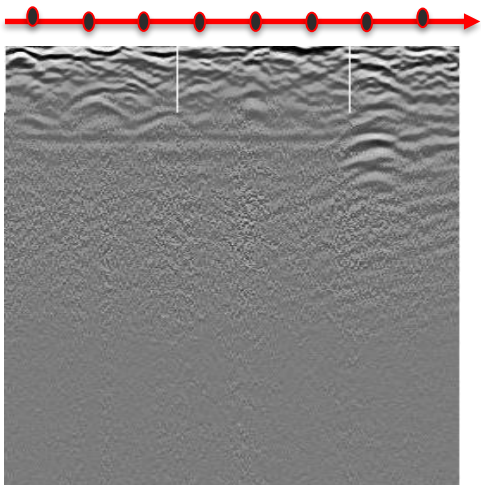
## Acquisire bene per elaborare bene



# Panoramica acquisizione dati

2D o 3D?

**Rilevamento o ricostruzione della geometria?**

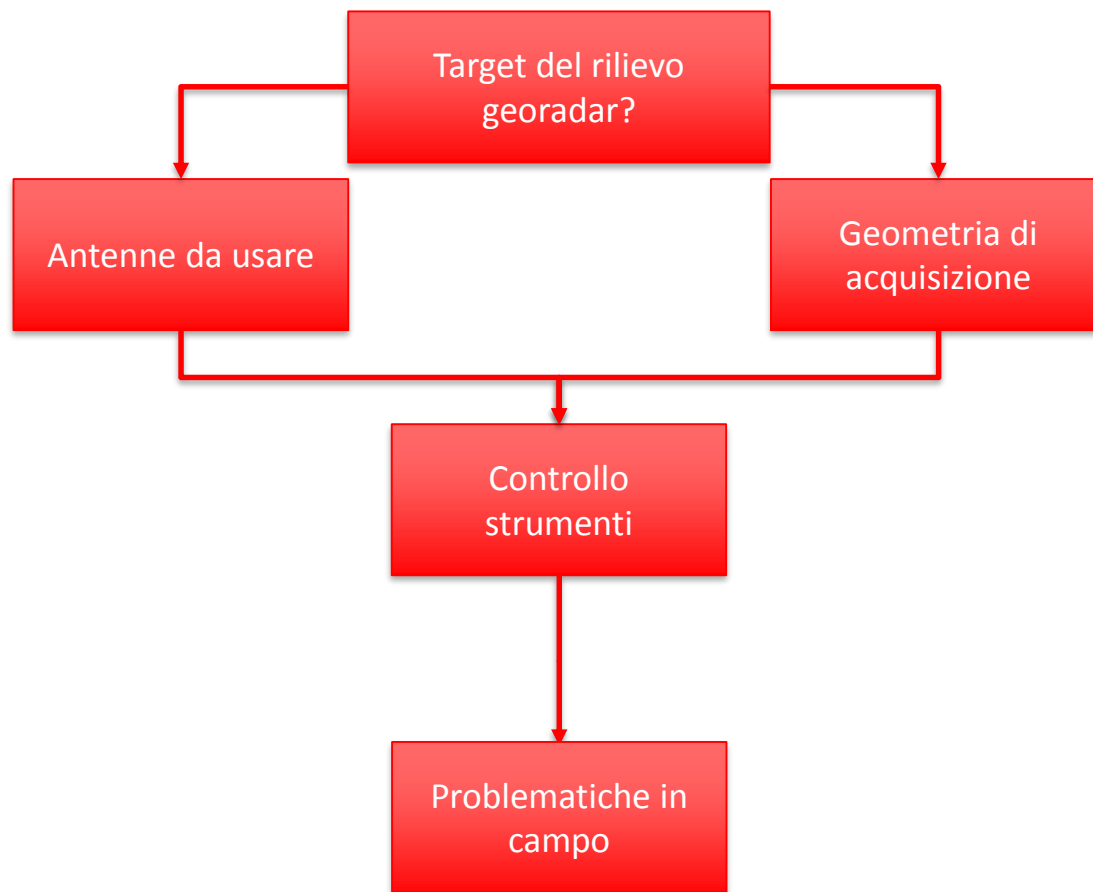


**CODEVINTEC**

# Flusso di lavoro



# Flusso di lavoro





# Panoramica acquisizione dati

Problematiche in  
campo



**Macchine parcheggiate**



**Pioggia**



**Situazioni singolari**

**...e non finisce qui!**



**CODEVINTEC**

# Panoramica acquisizione dati

Problematiche in  
campo



KEEP  
CALM  
AND  
USE YOUR  
B-R-A-I-N



**CODEVINTEC**

# Flusso di lavoro



# Setup d'acquisizione



Cosa scelgo	Su cosa influisce
Antenna	Risoluzione – profondità
Time range	Profondità
Samples/Scan	Campionamento temporale (verticale)
Scan/m	Campionamento spaziale (orizzontale)
Dielettrico	Velocità d'onda
Gain	Segnale ricevuto amplificato
Filtri	Rimozione di frequenze esterne al segnale



# Costante dielettrica

Material	Dielectric	Velocity (mm/ns)
Air	1	300
Water (fresh)	81	33
Water (sea)	81	33
Polar snow	1.4 – 3	194 - 252
Polar ice	3 - 3.15	168
Temperate ice	3.2	167
Pure ice	3.2	167
Freshwater lake ice	4	150
Sea ice	2.5 – 8	78 – 157
Permafrost	1 – 8	106 – 300
Coastal sand (dry)	10	95

Sand (dry)	3 – 6	120 - 170
Sand (wet)	25 – 30	55 – 60
Silt (wet)	10	95
Clay (wet)	8 – 15	86 – 110
Clay soil (dry)	3	173
Marsh	12	86
Agricultural land	15	77
Pastoral land	13	83
“Average soil”	16	75
Granite	5 – 8	106 – 120
Limestone	7 – 9	100 – 113
Dolomite	6.8 – 8	106 – 115
Basalt (wet)	8	106

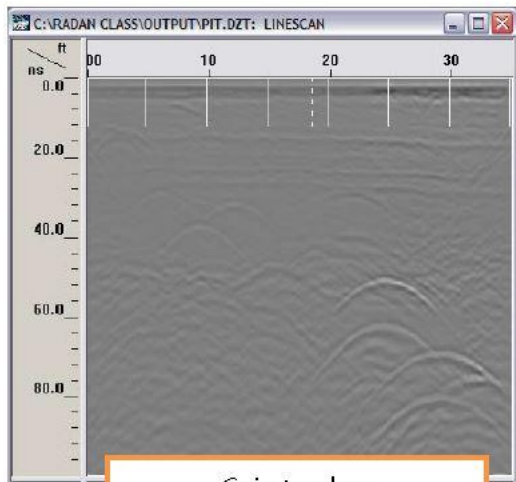
Shale (wet)	7	113
Sandstone (wet)	6	112
Coal	4 – 5	134 – 150
Quartz	4.3	145
Concrete	5 – 8	55 – 120
Asphalt	3 – 5	134 – 173
PVC	3	173



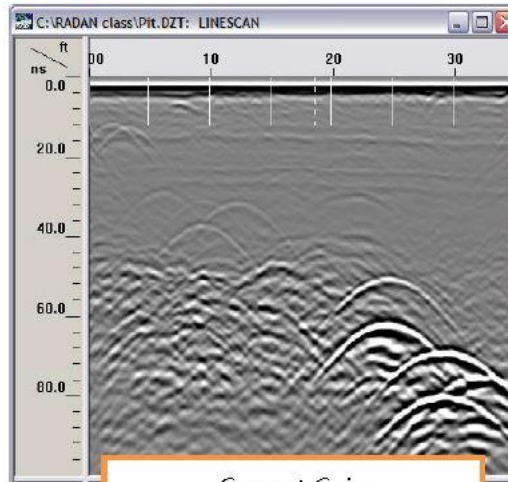
# Guadagno

Il segnale si attenua con l'aumentare della profondità.

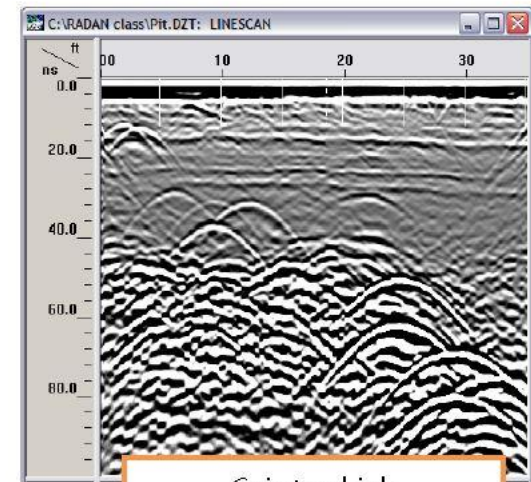
Bisogna amplificare il segnale



**Guadagno troppo basso**



**Guadagno corretto**



**Guadagno troppo alto**



# Georeferenziazione dati

Acquisizione

## Georeferenziazione delle misure

- GPS pratico, ma poca precisione in ambito urbano
- Uso di rotelle metriche, georeferenziare su punti non mutabili nel tempo, rilevazione dell'esistente, fotografie...



# Georeferenziazione dati

Test con GPS



**CODEVINTEC**



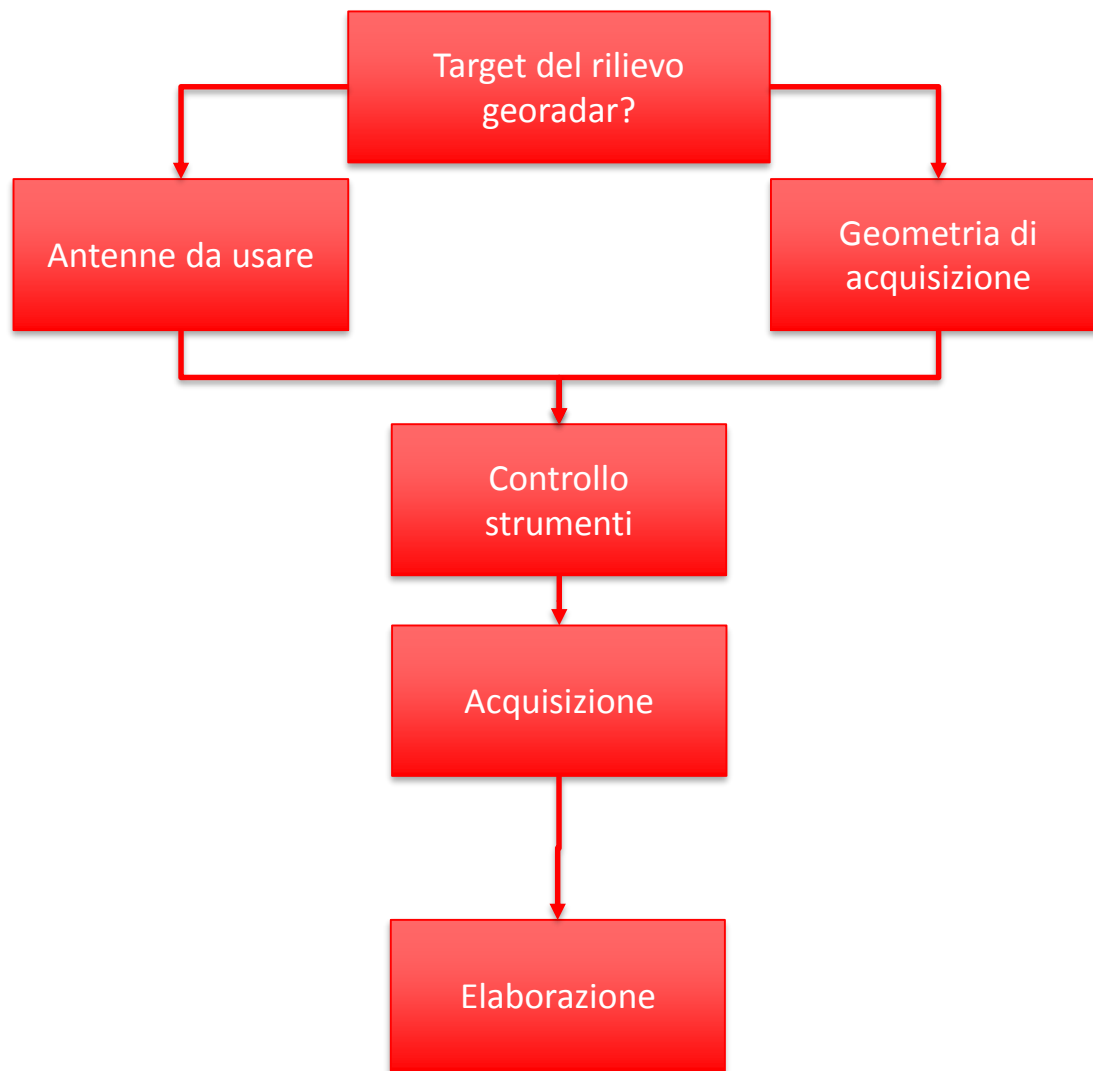
# Acquisizione dati

Acquisizione

- Non consiste nel solo rilievo georadar
- Prendere nota di anomalie
- Incrocio di informazioni esistenti
- Utilizzo dei marker
- Le note aiutano sempre, soprattutto su un lavoro fatto in più tempi e da più persone



# Flusso di lavoro



# Perché si elabora?

Elaborazione

L'elaborazione si esegue per:

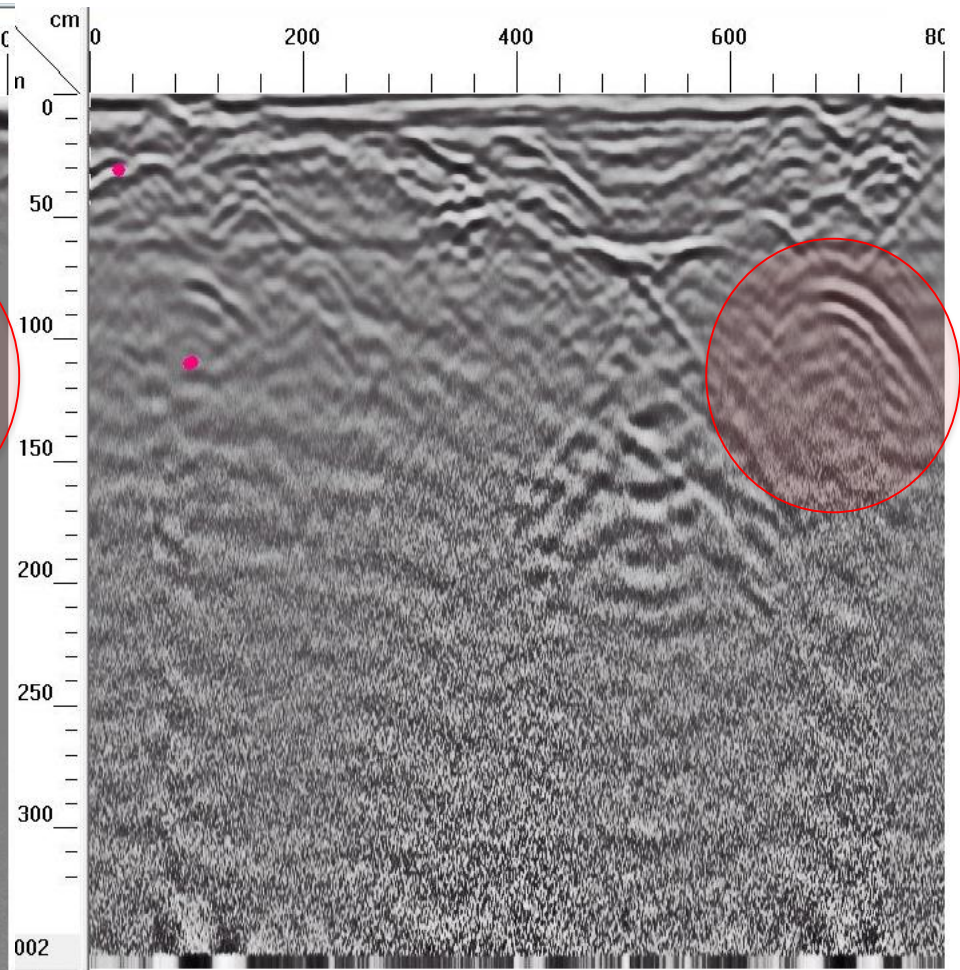
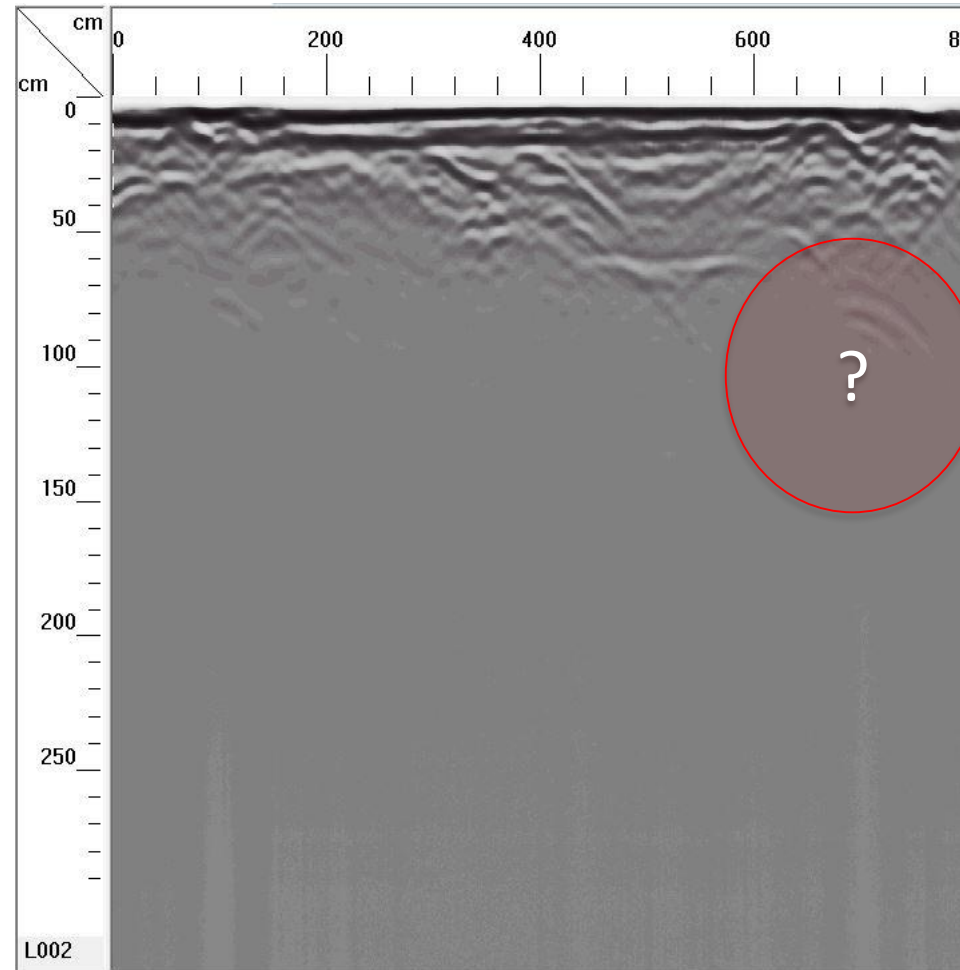
- **Avere un dato corretto (localizzazione esatta dell'oggetto - profondità di indagine, velocità dell'onda)**
- **Individuare l'oggetto che nel dato grezzo non vedo**
- **Migliorare l'immagine acquisita**
- **Restituzione grafica**



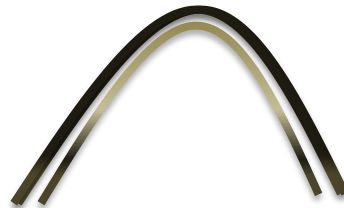
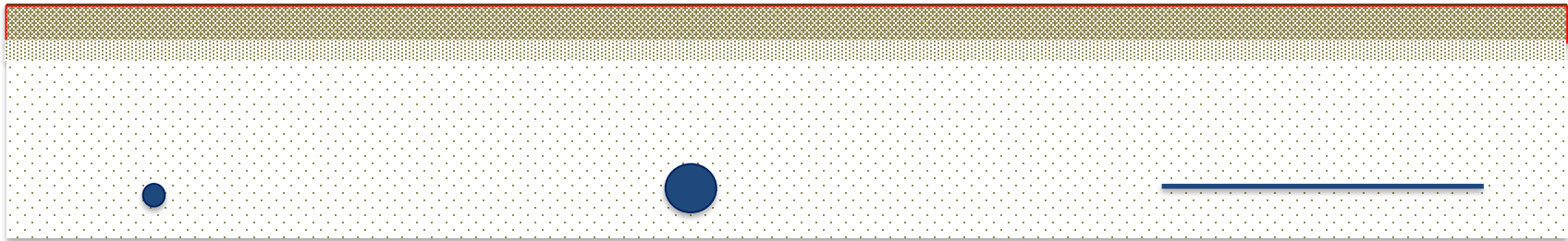
# Elaborazione dei dati

Dato grezzo

Dato elaborato



# Interpretare

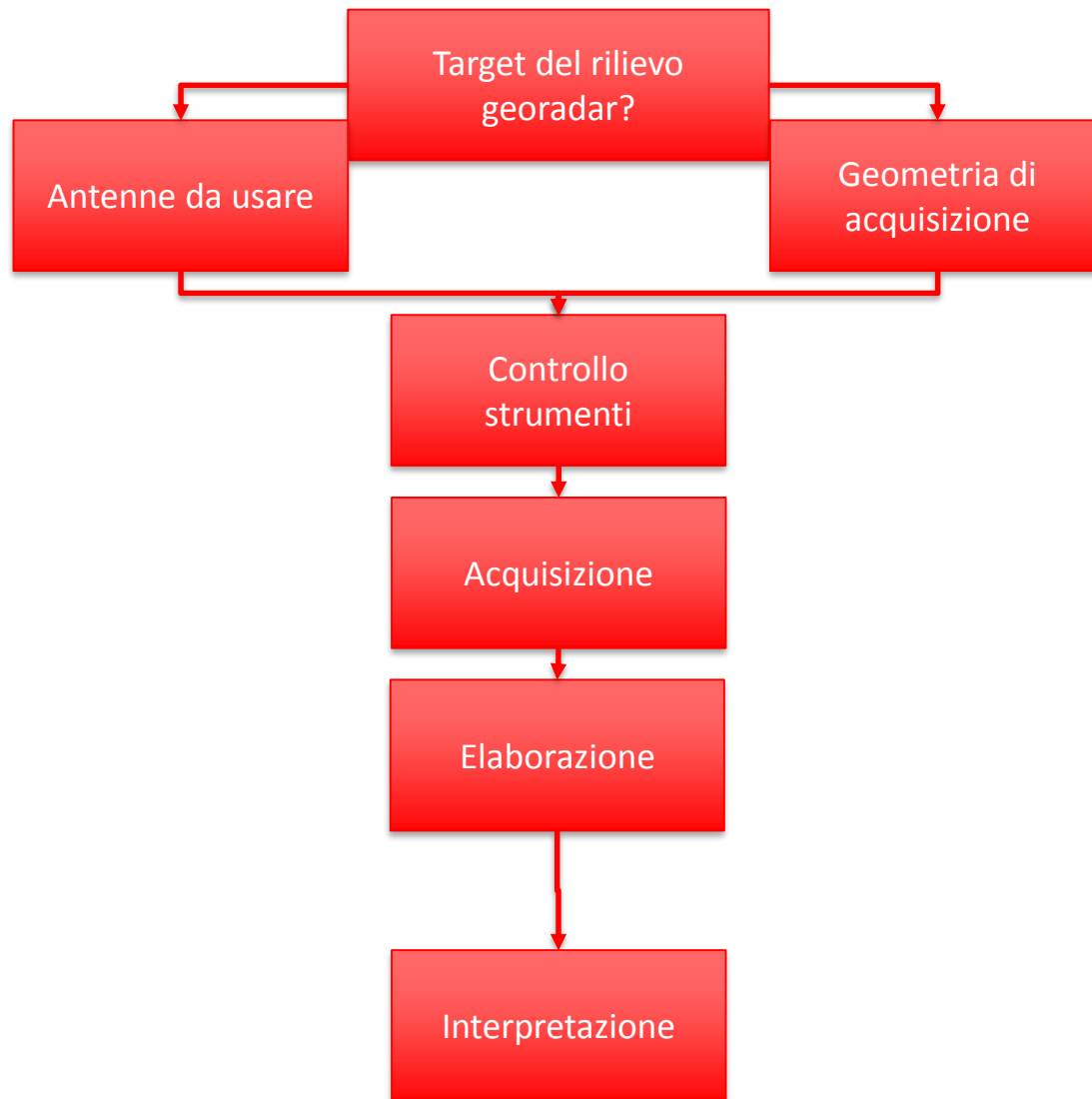


La forma dell'anomalia georadar può ricondurre a una determinata geometria



**CODEVINTEC**

# Flusso di lavoro



# Interpretazione

Interpretazione

- **Interpretare i dati incrociando tutte le informazioni in possesso**
- **Analizzare le immagini elaborate e acquisite anche per raffronto**
- **Tenere conto del materiale indagato**
- **Attingere alla bibliografia e casi studio**





# CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra



**Maurizio Porcu**

**[maurizio.porcu@codevintec.it](mailto:maurizio.porcu@codevintec.it)**

Via Labus 13 – 20147 Milano

tel. 02-4830.2175

[www.codevintec.it](http://www.codevintec.it)

follow us on social media

