



## **SPECIFICA TECNICA PER LA LOCALIZZAZIONE E MAPPATURA DELLE INFRASTRUTTURE DEL SOTTOSUOLO**

### **SISTEMI GEORADAR O GPR**

Il radar, nell'applicazione della introspezione del suolo, è una tecnica che consente di rilevare in modo non distruttivo e non invasivo la presenza e la posizione di oggetti sepolti utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche.

Attualmente sono disponibili sistemi ad array di antenne, generalmente modulari. Questi sistemi sono in grado di acquisire simultaneamente un elevato numero di canali, aumentando l'efficienza delle attività campali e di elaborazione dati.

Normalmente questi sistemi acquisiscono il dato di posizione attraverso un odometro, in alcuni casi si possono utilizzare sistemi di posizionamento quali i GPS cartografici.

Usualmente le sezioni radar possono essere visualizzate in tempo reale, durante l'acquisizione, o in post-processazione attraverso appositi software.

Questi sistemi sono particolarmente indicati per la mappatura di sottoservizi.

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI**

Di norma le modalità di esecuzione delle indagini georadar sono le seguenti:

#### **Attività Preliminari**

Prima dell'inizio dei lavori vengono raccolte le seguenti informazioni:

*Definizione dell'impianto e del tipo di intervento:*

- chiara identificazione del sito sede di indagine (Città, Via/e o Piazza/e);
- tipologia di lavoro: pianificazione territoriale, scavo a cielo aperto, perforazione guidata, tipo di posa prevista, ecc.;
- tracciato di scavo previsto e tracciato di indagine richiesto.

*Definizione del requisito della indagine:*

- chiara identificazione delle normative e documenti di riferimento;
- eventuali requisiti aggiuntivi, ad esempio una fascia di indagine superiore a quella standard o eventuali zone dove l'indagine deve essere particolarmente approfondita (aree interessate dalla realizzazione di camerette o pozzetti);
- ogni requisito e richiesta aggiuntiva del Committente.

### Acquisizione di informazioni preliminari

- Valutazione cartografia esistente;
- Eventuale integrazione della cartografia di base con rilievo topografico;
- Apertura ed ispezione dei tombini, necessaria per verificare i bersagli indagati;
- Rilievo di armadietti, caditoie, chiusini, pali illuminazione, collegamenti verticali, ed altri elementi collegati a sottoservizi.

### Attività di Rilievo Radar

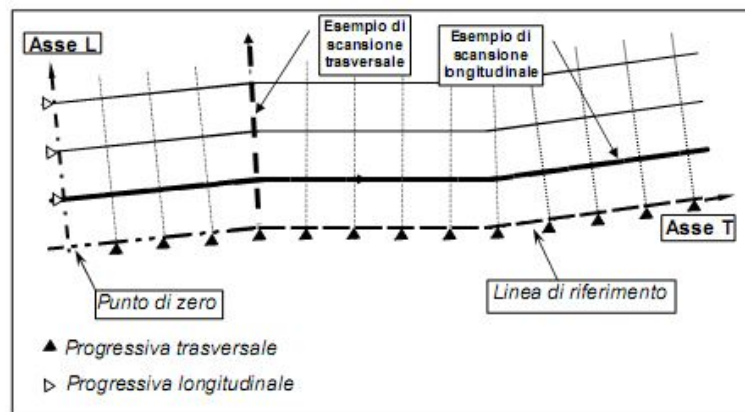
#### Sequenza delle operazioni campali

- Predisposizione sistema georadar nella configurazione più adeguata allo scopo dell'indagine;
- Definizione del sistema di riferimento;
- Esecuzione di scansioni lungo direzioni opportune al fine di identificare i servizi;
- Verifica della profondità di penetrazione del segnale;

#### Definizione del sistema di riferimento

Come illustrato in Fig. 1, il sistema di riferimento da utilizzare sulle sedi stradali è costituito da:

- un punto di zero (riferimento di partenza per tutta l'indagine); deve essere un elemento topografico noto e ricostruibile (p.e. uno spigolo di palazzi, un angolo di un marciapiede, ecc.);
- una linea di riferimento, che deve corrispondere ad elementi topografici noti e ricostruibile (p.e. profilo fabbricati o recinzioni, bordo marciapiede, limite carreggiata, ecc.), e che, insieme al punto di zero, costituisce l'elemento di partenza per la misura di tutte le coordinate del sito; di norma la linea di riferimento segue la direzione di sviluppo della strada.



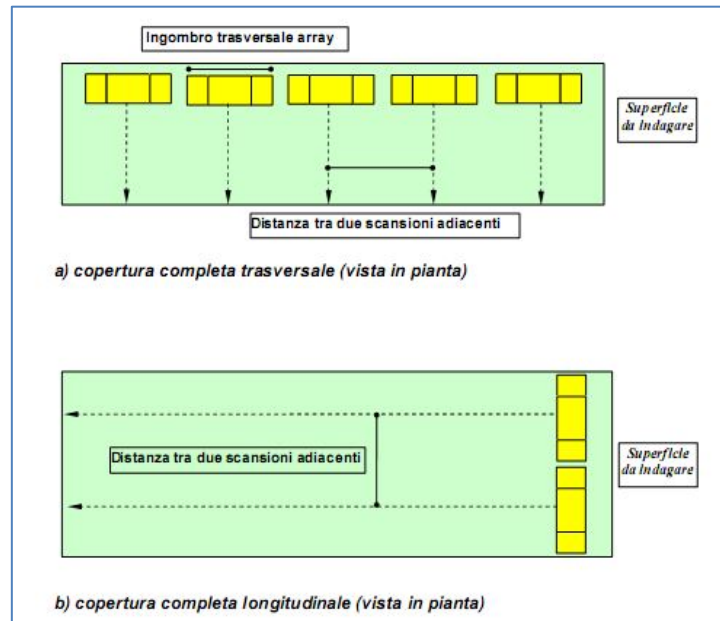
**Figura 1 - Definizione del sistema di riferimento**

Una volta definito il sistema di riferimento si materializzano sul sito le progressive trasversali (non richiesto nel caso si utilizzino GPS differenziali o Stazioni Totali robotizzate per le registrazioni delle coordinate di scansione). La misura e materializzazione delle progressive trasversali viene effettuata con la massima cura, per non degradare le prestazioni di precisione di localizzazione dell'indagine.

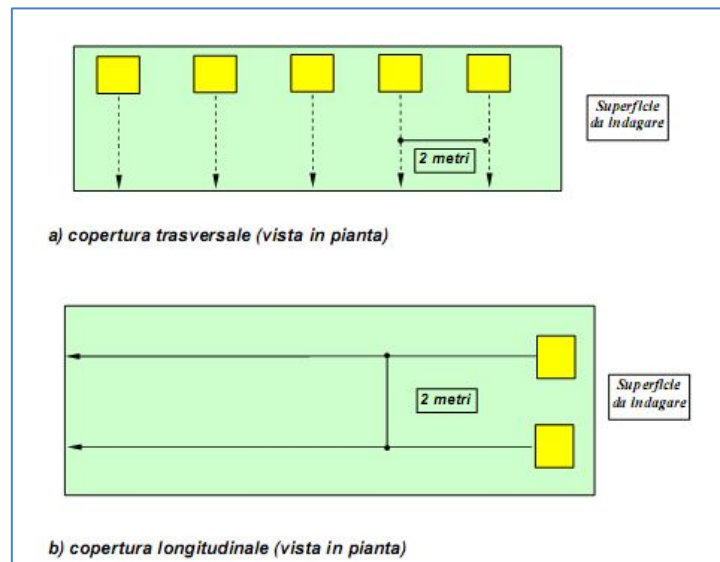
### Esecuzione delle scansioni radar

Viene eseguita in modo differenziato in dipendenza dal livello di qualità che si vuole ottenere, e sulla base delle condizioni ambientali presenti nell'area di indagine.

Le seguenti figure riportano rispettivamente, un'acquisizione GPR a copertura completa con array di antenne, ed un'acquisizione GPR a maglia allargata.



**Figura 2 – Acquisizione dati a copertura completa con array di antenne**



**Figura 3 – Acquisizione dati a copertura a maglia larga con antenna singola**

### Ricerca dei servizi trasversali: scansioni longitudinali

Per la ricerca dei servizi trasversali vengono eseguite scansioni longitudinali dell'array radar (ovvero nella direzione longitudinale rispetto alla linea di riferimento).

La scansione longitudinale consente di effettuare, inoltre, una stima della profondità di penetrazione la cui conoscenza è utile per appurare l'eventuale necessità di eseguire rilevazioni a più bassa frequenza. Nella relazione tecnica finale saranno riportate le profondità di penetrazione raggiunte con le varie configurazioni di antenna.

Allo scopo di evitare l'accumulo di errori, vengono acquisiti marker di posizione con la spaziatura variabile in base alla morfologia e tipologia del sito.

#### *Ricerca dei servizi longitudinali: scansioni trasversali*

Per la ricerca dei servizi longitudinali vengono eseguite scansioni trasversali dell'array radar (ovvero nella direzione trasversale rispetto alla linea di riferimento).

### **Attività di elaborazione**

Terminata la fase di acquisizione dei dati radar, è necessario passare alla processazione degli stessi, mediante una trasformazione ed ottimizzazione del segnale registrato agendo su di esso tramite varie tipologie di filtri e amplificazioni.

In seguito, i dati processati possono essere interpretati da tecnici specializzati che si occupano dell'individuazione e stima delle profondità di sottoservizi e strutture; vengono utilizzati software dedicati di interpretazione 3D, creati e ottimizzati per la mappatura delle tubature. I risultati vengono trasferiti automaticamente in un programma CAD/GIS per essere integrati al rilievo cartografico.

### **Elaborati cartografici**

Al termine delle attività di prospezione ed elaborazione, vengono preparati gli elaborati contenenti i risultati delle indagini eseguite.

Gli elaborati cartografici vengono consegnati nella versione digitale e, se richiesto, in formato cartaceo. Data la natura delle informazioni prodotte, la versione digitale permette un'analisi dettagliata delle informazioni acquisite. Gli elaborati cartografici consegnati in formato digitale possono contenere informazioni in 2D o 3D.

Il file CAD conterrà una legenda riportante il significato di tutti i simboli utilizzati.

Le seguenti informazioni vengono prodotte all'interno del file:

- Denominazione ed riferimenti della Società che ha svolto la indagine;
- Dati del Cliente che ha commissionato il lavoro;
- Data in cui è stato eseguito il rilievo e Data di stampa degli elaborati;
- Identificazione del sito. Cartografia fornita dal Cliente;
- Cartografia dell'indagine per una visione d'insieme del sito e del sistema di riferimento scelto sul campo. Essa riporterà: la planimetria del sito, contenente gli ingombri architettonici (fabbricati,

marciapiedi, ecc.), lo zero del sistema di riferimento e la linea di riferimento stessa, la cartografia tecnica (tombini, caditoie, armadietti, ecc.) e l'area indagata.

- Le informazioni relative alla posizione e natura dei servizi: rappresentazione dei servizi con polilinee 2D o 3D a seconda del tipo di file consegnato, chiara indicazione del Livello di Qualità di tutta l'indagine, profondità dei servizi rispetto al piano stradale o al piano campagna, laddove possibile, e se richiesto, la natura dei servizi e la dimensione approssimativa (fascia di ingombro);
- Sezioni schematiche, che rappresentino le informazioni sulla profondità dei sottoservizi in una posizione definita.

### **Relazione tecnica**

La relazione tecnica documenta i risultati dell'indagine. Essa contiene un numero minimo di informazioni di carattere generale, ed un certo numero di informazioni tecniche relative ai risultati raggiunti.

#### *Informazioni di carattere generale*

- Dati del Cliente che ha commissionato il lavoro;
- Dati completi del Tecnico che ha predisposto e verificato la mappatura eseguita;
- Univoca identificazione del sito, con i dettagli dell'area di indagine, perimetrata sulla cartografia;
- Eventuali requisiti aggiuntivi richiesti dal Cliente (aree di indagine allargate, zone di indagine approfondita, ecc.).

#### *Informazioni di carattere tecnico*

- Descrizione del sistema di riferimento locale utilizzato per l'acquisizione, riportato in cartografia;
- Descrizione delle strumentazioni utilizzate per eseguire il rilievo;
- Livello di Qualità ottenuto nel rilievo, unitamente alla modalità di esecuzione delle indagini;
- Commenti sulle aree di anomalia e alta attenuazione del segnale elettromagnetico;
- Stima della profondità di penetrazione del segnale radar.