

Rodan

La Prospezione Geofisica

La parola "Prospezione" indica il criterio di esplorare il sottosuolo, per scoprire cosa contiene, senza dover scavare. In pratica consiste di un insieme di tecniche simili, ma basate su principi diversi, adatte in ciascun caso al tipo di terreno da esplorare ed al tipo di risposte che si vogliono ottenere. Tutte queste tecniche sono nate da studi militari e via via che se ne è allargata la loro conoscenza, sono passate dal segreto militare alle applicazioni scientifiche e civili.

Durante la seconda guerra mondiale nacque la fotografia aerea a raggi infrarossi, che rivela segni chiari su fondo scuro, in corrispondenza delle strutture che vi sono sepolte. Essa appartiene alla tecnica "Termografica" in quanto rileva le differenze di temperatura (sia pur minime) che assume il terreno sotto i raggi del sole. Dove vi è solo terra, l'umidità mantiene una temperatura più bassa di dove vi è sotto un muro asciutto.

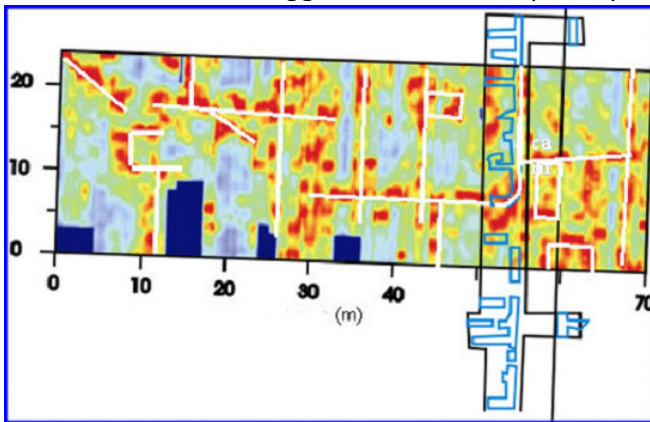
L'osservazione dall'alto di un aereo od un pallone aerostatico, consente di accertare la situazione di ampie aree, nonostante che le immagini siano spesso confuse dalla presenza di rocce, alberi, case, ed altre opere umane. Con questo metodo si accerta dove c'è o non c'è qualcosa, così da guidare poi rilievi più precisi da condurre con altri metodi.

Prima ancora della guerra mondiale, nacque l'esplorazione acustica ad ultrasuoni, con lo strumento detto "Sonar", usato dai sottomarini per la navigazione cieca. Anche questa tecnica è poco precisa perché dà solo l'idea della presenza di oggetti nell'acqua, come dimensioni e distanza, ma non ne indica la forma e consistenza per poter sapere esattamente di cosa si tratta. Questo metodo applicato alla Geologia è molto efficace, perché rivela chiaramente la disposizione degli strati di roccia, fino a grandi profondità.

Il sonar percepisce le variazioni di densità, e dunque individua dove cambia il tipo di roccia, e soprattutto avverte dove si trovano le forti variazioni di densità, prodotte dal vuoto di una grotta, dall'acqua di una falda o fiume sotterraneo, da un giacimento petrolifero o di un filone di minerali metallici. Gli ultrasuoni sono molto usati anche nella diagnostica medica chiamata "Ecografia", che consente valutazioni rapide ed economiche sullo stato di salute del corpo umano.

A metà degli anni sessanta, mentre frequentavo la scuola sommergibilisti, ci fu un Ufficiale della marina Italiana, esperto di telecomunicazioni e radar, che ideò il metodo di esplorazione subacquea con onde elettromagnetiche ultralunghe, in sostituzione del "Sonar". Il sistema ebbe un tale sviluppo che oltre ad essere divenuto quello fondamentale per la navigazione subacquea, è stato applicato anche all'esplorazione del sottosuolo.

Il "Georadar" oggi è lo strumento più importante per la prospezione sotterranea, ed è una



Mappatura di un Sito con rilievo al Georadar delle strutture sepolte.

evoluzione del precedente strumento subacqueo. Oggi consente di scoprire se si nascondono bunker, fortezze, basi lanciamissili o laboratori segreti sotterranei.

Il criterio di applicare onde elettromagnetiche per penetrare parti ad alta densità come i solidi, è di sorprendente efficacia perché la radiofrequenza offre un enorme campo di variazione di frequenze. I limiti della "termografia", dell'acustica e sismica, sono dovuti allo stretto campo di variazione di questi segnali, per cui la bassa selettività dà imprecisione di risposte.

Con gli strumenti che sfruttano la radiofrequenza, si possono emettere in continuazione onde diverse su un larghissimo campo di variazione, ed ottenere una altissima varietà di risposte.

Praticamente si scandaglia il sottosuolo con tutta la gamma di frequenze adatte, e si valutano tutte le risposte, frequenza per frequenza. Chiaramente risulta una enorme massa di dati che giungono rapidamente, che la mente umana non riesce a cogliere e diagnosticare, perciò possono solo essere gestita da un computer dotato di adeguati software di decifrazione.



Disegno CAD ricavato dalle tracce

Questo sistema consente di scegliere quale profondità si vuole esplorare e quale tipo di materiali si vogliono trovare. Più si stringe il campo di selezione, e più nitida è la risposta di ciò che si vuole trovare, perdendo l'indicazione di altre cose diverse che sono presenti.

Un "georadar" civile può essere sintonizzato per cercare muri, fogne, cavi elettrici; per un geologo può essere sintonizzato per trovare rocce, acqua o petrolio, miniere o grotte, per la polizia può essere sintonizzato per trovare esplosivi, armi, corpi umani sepolti; per un archeologo può essere sintonizzato per trovare tombe, muri, statue, anfore, gioielli. E' solo un problema di conoscere ed applicare la tecnica, e tutto si può riconoscere, localizzare, valutarne forme e dimensioni, per quel fenomeno fisico che è detto "Risonanza Magnetica".

Tutti ormai conoscono questa parola perché si usa negli ospedali per vedere con più precisione ciò che l'ecografia soltanto avverte esservi presente. Ma occorre dire cosa è la "Risonanza Magnetica" per comprendere l'enorme portata di possibilità che offre

In natura qualsiasi sostanza si compone di molecole, tutte le molecole vibrano quando c'è un qualcosa che le fa vibrare, ma ogni tipo di molecola ha una sua tipica vibrazione di riconoscimento, cioè se viene messa in vibrazione con quella sua tipica frequenza, essa non vibra più con l'intensità della causa che la fa vibrare, ma si mette a vibrare di 10, 100, 1000 volte più forte. Questa si chiama vibrazione di risonanza, e se la causa perturbatrice è composta da onde elettromagnetiche, si chiama "Vibrazione di Risonanza Magnetica".

A questo modo, un emettitore di onde con radiofrequenza che varia continuamente da un massimo ad un minimo, mette alternativamente in vibrazione di risonanza, tutti i diversi tipi di sostanze che vi si trovano, e dunque un'antenna ricevente percepisce che a determinate frequenze sono presenti determinate risposte esagerate, se queste risposte sono abbinate ad un sistema di riconoscimento, di cosa è la sostanza che sta vibrando ad ogni frequenza; ecco che un particolare *software* di *computer* riesce ad indicare delle forme situate a precise posizioni e profondità, che corrispondono a grotte, falde d'acqua, pietre, ferro, oro, ossa, corpi umani, e qualsiasi cosa si sappia impostare nel *personal computer*. Questa è in sintesi la "Risonanza magnetica" e questo è anche il "Georadar".

Metodi della Prospezione geofisica

Col termine "Prospezione Geofisica" si indica tutto l'insieme delle tecniche di esplorazione del sottosuolo, con le quali si individuano e misurano caratteristiche fisiche del terreno, o presenza di oggetti sepolti. Il metodo si utilizza in molti settori quali: ingegneria civile, Ingegneria per l'ambiente, mineraria, petrolifera, geotecnica ed anche archeologia, e si effettua con apparecchiature di nuova concezione, che qui riassumiamo:

Sistema Acustico

La propagazione degli ultrasuoni, viaggia a velocità maggiori negli strati a maggiore densità, e dà echi di risposta indicando la distanza a cui si trova un qualcosa che varia bruscamente di densità. Lo strumento di misura è il "Sonar" che funziona ad impulsi, trasmettenti e riceventi come il "radar". Il tempo che intercorre tra una emissione e la risposta di un'eco, misura la distanza dell'oggetto o strato.

Sistema Sismico

In geologia serve l'esplorazione a grandissima profondità, per rilevare come è fatta la crosta terrestre di una zona, in questi casi il "Sonar" è troppo debole come penetrazione, e per ottenere onde acustiche più forti, si seppelliscono cariche esplosive, e poi si ascoltano e misurano gli echi provocati dalle esplosioni. Il criterio è lo stesso del "Sonar".

Sistema Geoelettrico

Piantando nel terreno un certo numero di paletti metallici, cui viene applicata una differenza di potenziale elettrico, si formeranno correnti elettriche di propagazione nel terreno, più intense dove vi sono materiali a maggiore conducibilità elettrica (es. metalli). Misurando queste correnti con adeguati Galvanometri si riesce a localizzare dove si trovano determinate sostanze od oggetti.

Sistema magnetometrico

Applicando al terreno campi magnetici artificiali, questi interagiscono col campo magnetico terrestre, in modo diverso a seconda della diversità dei materiali che vi sono contenuti. La misurazione di queste variazioni di campo si fa con uno strumento detto "Magnetometro Differenziale o Gradiometro". I segnali più forti sono dati dai materiali maggiormente magnetici, di cui il ferro lo è per eccellenza.

Termografia ad infrarosso

Il terreno si riscalda sotto i raggi del sole, in modo diverso a seconda delle sostanze che si trovano nel terreno, queste differenze anche minime si vedono con la fotografia a raggi infrarossi. Uno strumento più efficace è il moderno "Laser Scanner 3D", usato anche in ingegneria civile, per misurare la dispersione termica degli edifici.

Sistema Georadar

L'ultima generazione di strumenti di prospezione è data dal sofisticato e preciso "GPR" (Ground Probing Radar o Ground Penetrating Radar) che utilizza l'emissione degli impulsi elettromagnetici nel terreno, i quali si propagano e sono riflessi o rifratti da ogni discontinuità fisica dei materiali presenti nel sottosuolo. La capacità di penetrazione in profondità dei segnali dipende dalle frequenze usate e dalle proprietà fisiche del terreno.

Le risposte migliori si hanno nei terreni asciutti, quelle più confuse sono nei terreni intrisi d'acqua.

Con le frequenze più basse si va a maggiore profondità e minor nitidezza delle risposte, con le frequenze più alte si vede bene ciò che si trova a poca profondità.

Questa tecnologia è in piena evoluzione e promette ampie possibilità di perfezionamento e sviluppo.

La Prospezione Archeologica



Il sistema "Georadar" si dimostra come lo strumento principale in archeologia, perché è adatto ad operare proprio nel campo tipico di questa scienza dell'indagine storico strutturale.

L'Archeologia cerca muri, strade, tombe, metalli, suppellettili, monete e tesori nascosti, che solitamente si trovano tra uno e quattro metri di profondità, l'archeologia non dispone di finanziamenti che consentono scavi imponenti, l'archeologia necessita di non distruggere od alterare le suppellettili sepolte, per opera dello stesso scavo. Quindi il Georadar è lo strumento provvidenziale perché opera proprio in questo ambito di profondità, e consente di disegnare preventivamente le cose che vi sono sepolte in modo da praticare scavi soltanto dove sono necessari, con le informazioni per trattare con delicatezza i punti dove si trovano oggetti deperibili.

PROSPEZIONE ARCHEOLOGICA

- 1 - Rilievo tracce con Georadar
- 2 - Disegno CAD ricavato dalle tracce
- 3 - Scavo mirato con guida a disegno

Il metodo consente di sapere cosa vi è sepolto prima di iniziare a scavare, e poi consente di scavare solo dove si trovano le parti interessate.