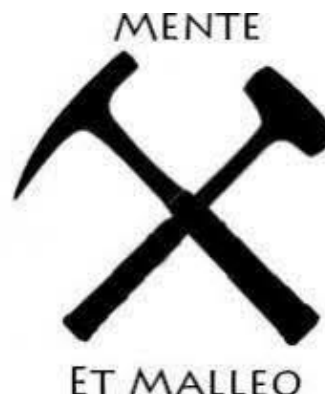


61 - L'occhio del geologo studi ricerche fantasie favole magie

Antonio Dal Prà geologo settembre 2023



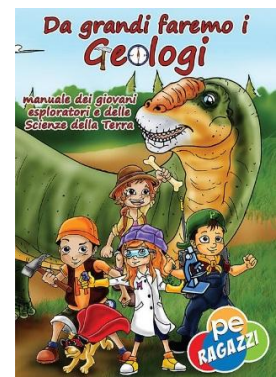
Vi siete mai domandati come fanno i geologi a sapere tutto o quasi sul sottosuolo ? Li avete mai sentiti declamare ? Raccontano e illustrano con enfasi e supponenza ogni fenomeno possibile e immaginabile e talorafanno la pipì fuori dal vaso , fanno invasione di campo, scontrandosi con i colleghi delle altre discipline. Ed hanno anche una buona dose di fantasia. Ma in Geologia un buon pizzico di fantasia non guasta.....

La Geologia è la Scienza che studia la terra. Lo sanno quasi tutti. Studia quello che abbiamo sotto i piedi, il sottosuolo. Non il suolo vegetale dove crescono piante e fiori, e neppure le acque superficiali, i mari, gli oceani, i laghi e i fiumi. Questi sono competenze di altre discipline. Al geologo interessa soprattutto la crosta terrestre , la crosta solida, rocciosa, che galleggia sui magmi viscosi sottostanti. Normalmente si limita ad esplorare fino a qualche km di profondità, e ne ha già a sufficienza. Ma ci sono anche quelli più avventurosi e ficcanaso, i geofisici, che si spingono a curiosare anche su profondità maggiori, per capire cosa succede oltre la crosta fino a tentare di esplorare il centro del nostro pianeta. Vi ricordo che il raggio della terra misura più di 6.000 km.

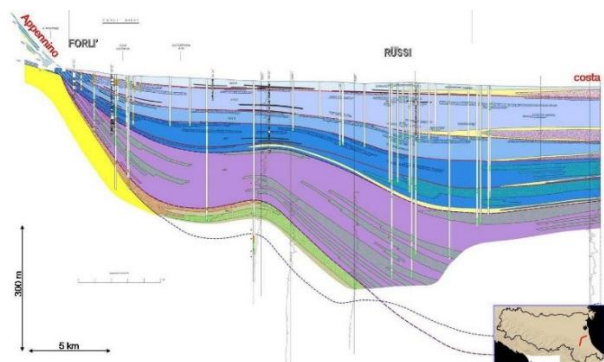
Si dice che il Geologo, con il suo martello appuntito e la bussola, sbattendo qua e là, legga nel Libro della Natura. E leggendo con grande curiosità questo affascinante e complicatissimo libro ha ricostruito la lunghissima e terrificante storia della terra, partendo dall'epoca del raffreddamento della crosta e seguendo tutte le grandiose fasi della formazione dei mari e degli oceani, delle numerose catene montuose, dei continenti , delle infinite pianure e dei deserti immensi. Ha scoperto , studiando e decifrando affannosamente i fossili rinvenuti nelle rocce, l'inizio della vita e la sua evoluzione nel tempo. Con lo studio dei resti fossili ha individuato anche le prime forme umane e le numerose e strabilianti evoluzioni, trasformazioni , estinzioni e migrazioni. Insomma , i geologi sostengono di sapere vita, morte e miracoli della terra, soprattutto della crosta terrestre, l'involucro più superficiale del nostro pianeta, del nostro sottosuolo. Ma sarà vero ?

Tutti sanno che il sottosuolo, quello strato su cui camminiamo , svolgiamo la nostra vita, vi costruiamo le nostre innumerevoli e varie strutture, è complicato, complicatissimo, strano, spesso imprevedibile, caratterizzato da numerosi aspetti, talora molto diversi tra loro. Per questo la Geologia si articola in molte discipline, ciascuna delle quali studia e si interessa di uno di questi aspetti. La **Geologia di base**, che è la Scienza dei Fondamenti della Geologia, si interessa della mineralogia , della petrografia, della paleontologia, della stratigrafia, della geologia strutturale, della

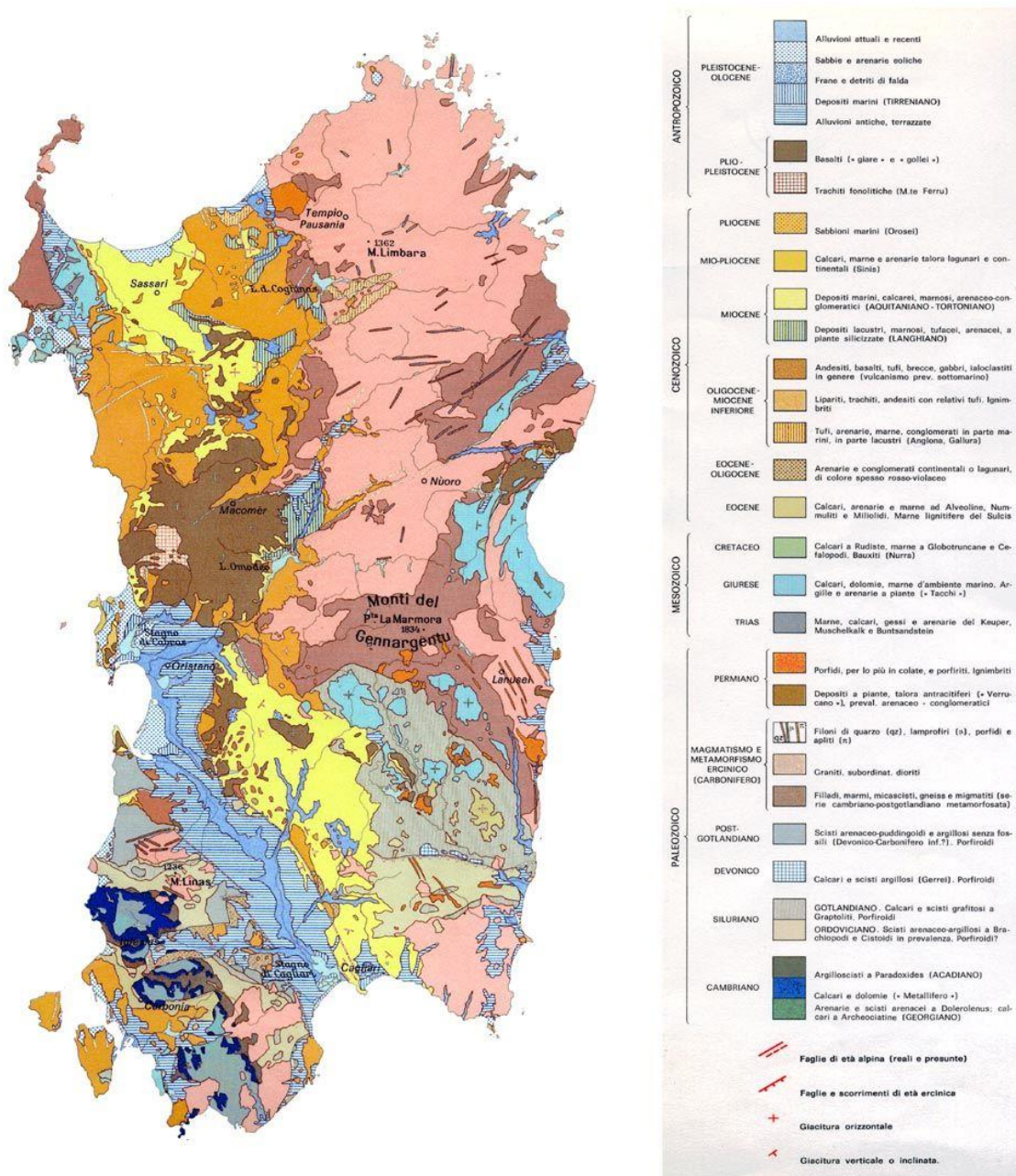
vulcanologia, della geografia fisica, della geofisica e di altre ancora. Dunque la Geologia di Base studia i minerali, le rocce, i fossili, la formazione dei vari litotipi (sedimentari, eruttivi, metamorfici) e anche la storia della terra e le evoluzioni complicatissime della crosta terrestre, i movimenti continui delle placche tettoniche che animano continuamente il nostro pianeta con micidiali terremoti ed eruzioni vulcaniche. Invece la **Geologia Applicata**, quella strettamente inerente agli aspetti che più direttamente interessano le attività umane, studia i rischi sismici, le frane e le erosioni, le cave e i materiali da costruzione, si interessa della ricerca ed utilizzazione delle acque sotterranee e della loro protezione qualitativa e quantitativa, della costruzione delle gallerie e delle edificazioni in genere, si occupa della ricerca e sfruttamento degli idrocarburi e dei giacimenti minerari, si occupa della protezione ambientale. Insomma, una quantità notevole di aspetti del sottosuolo, importantissimi a livello sociale ed economico.



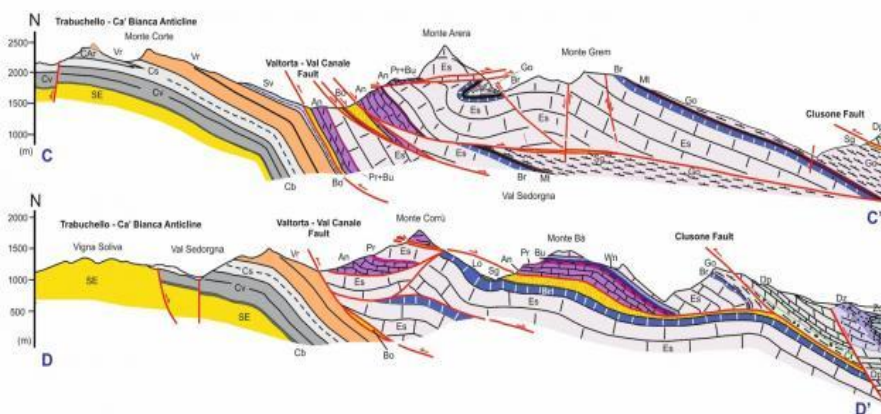
La diversificazione in numerose discipline è tipica delle grandi Scienze, come la medicina, l'ingegneria, la chimica. Nelle nostre Università queste Scienze prevedono specifiche specializzazioni nelle differenti discipline, soprattutto la medicina: c'è il cardiologo, l'ortopedico, l'oculista. Purtroppo per la Geologia nel nostro ordinamento universitario non sono previste per ora specializzazioni, o sono piuttosto rare: solo i normali piani di studio possono contenere insegnamenti ad indirizzo specifico. La Geologia è una Scienza giovane e non ancora ben matura, in attesa di un necessario perfezionamento. I temi che la geologia affronta sono di importanza sociale notevolissima, come i rischi geologici inerenti frane, erosioni, terremoti e la protezione ambientale. Cosa si può fare? Alcuni dicono: meno discipline di base e più discipline applicative. Altri dicono che la Geologia Applicata dovrebbe trasferirsi ad Ingegneria, come Engineering Geology. C'è in tutto il mondo. Mah. Molta gente, ahimè, pensa ancora che i geologi siano quelli che cercano fossili e minerali, che si divertono a spaccare sassi con il loro tipico martello....



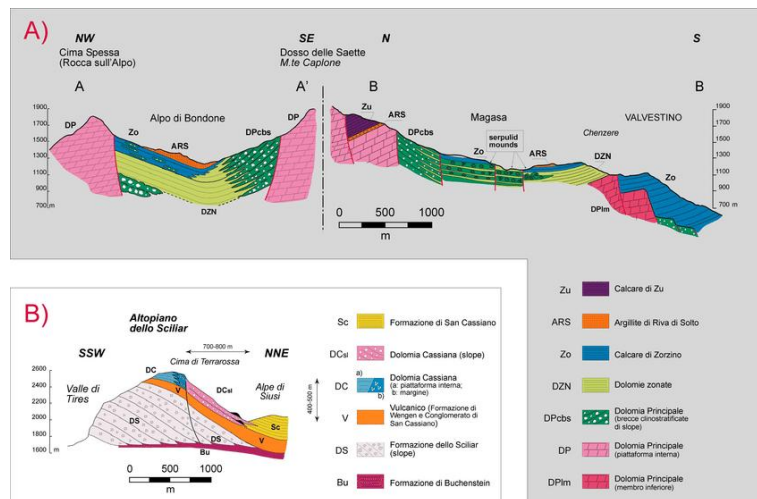
Due aspetti diversi del sottosuolo



Carta geologica della Sardegna



Esempi di sezioni geologiche



Esempi di sezioni geologiche

Ora, dopo avervi raccontato, in quattro e quattr'otto, che cosa è la Geologia, vi parlerò, con parole semplici e comprensibili a tutti (mi perdonino i colleghi geologi), come fa il nostro bravo e furbacchiotto geologo a conoscere il sottosuolo operando dalla superficie. Come fa a buttare un occhio sottoterra e a dirci tutto quello che c'è o quasi. E, sia chiaro, il geologo supponente pretende naturalmente di essere creduto...come fanno i rabadomanti, quelli che con la bacchettina cercano l'acqua sottoterra.

Per esplorare e ricostruire le strutture del sottosuolo la Geologia utilizza vari mezzi di indagine, a partire dalle fondamentali osservazioni di superficie con il Rilevamento Geologico, fino all'esplorazione diretta con perforazioni, che possono raggiungere alcune migliaia di metri di profondità. Sapete che le più profonde hanno superato i 12.000 m ??? Sembra impossibile !

I geologi hanno ricostruito la storia della terra e soprattutto della crosta terrestre attraverso l'osservazione sul terreno, scarpinando per le montagne, e attraverso lo studio delle rocce che affiorano in superficie, sui monti, sulle colline, negli altopiani. Il Rilevamento Geologico di superficie, con l'aiuto di esami al microscopio e di analisi di laboratorio, ha consentito di conoscere le strutture a pieghe e a faglie, i ricoprimenti alpini, le grandi fratture tettoniche, i movimenti delle placche sopra il magma viscoso del mantello, fino alla formazione dei continenti. Naturalmente...con molta fantasia.

Sulla base del rilevamento geologico di superficie vengono costruite le Carte Geologiche, che riportano i vari tipi di rocce e materiali sciolti che affiorano al suolo, le giaciture degli strati, l'età stratigrafica, il contenuto fossilifero. Dalle carte geologiche vengono interpretate e costruite le sezioni geologiche verticali, le strutture del sottosuolo, basate su criteri stratigrafici ben precisi. E qui bisogna dire che la storia della geologia è piena di terribili confronti, di litigi, di baruffe sulla interpretazione delle grandi sezioni stratigrafiche, soprattutto dei ricoprimenti montuosi. D'altra parte è ben noto che il progresso delle scienze è sempre avvenuto grazie a furiose dispute.

Evidentemente le sole osservazioni di superficie sulle rocce affioranti non consentono di ottenere garanzia delle interpretazioni geologiche svolte sul sottosuolo, che talora coinvolgono rilevanti profondità. Quando poi le rocce non appaiono a vista, ma risultano ricoperte da materiali detritici, allora poco si può dire sul sottosuolo. Il substrato roccioso è spesso ricoperto, nelle aree montuose, da morene, detriti di falda, accumuli di frana, ghiaioni. Non parliamo poi delle grandi pianure

alluvionali e dei territori desertici sabbiosi, dove la base di roccia può trovarsi , ricoperta, a varie centinaia di metri di profondità.

Con il progredire delle conoscenze e dell'interesse geologico, come in tutte le Scienze, si sono affinati i mezzi di ricerca, individuando e mettendo a punto sistemi di indagine che consentono una esplorazione più precisa del sottosuolo. Come la Medicina dispone di strumenti per radiografie, ecografie, risonanze magnetiche e altro, anche la Geologia dispone da tempo di metodi di prospezione indiretti, che operando dalla superficie consentono di ottenere valide informazioni sui caratteri del sottosuolo. Questi metodi permettono di ottenere verifiche e informazioni di dettaglio nelle aree coperte da materiali detritici, ma anche danno la possibilità di esplorare le grandi profondità, come nelle ricerche petrolifere per l'individuazione delle trappole-serbatoio a migliaia di metri sotto il suolo. Insomma anche i geologi si sono fatti furbacchiotti e hanno messo a punto strumenti utili per le loro esplorazioni.

E ora arriva la parte noiosa , la parte un poco tecnica , ma necessaria per illustrare brevemente questi metodi. Perdonatemi, portate pazienza. Potete fermarvi qui o saltare pari passo alla fine e leggere l'ultima pagina.

I metodi di indagine indiretta più diffusi e molto usati in geologia sono le Prospezioni Geofisiche, che si avvalgono soprattutto di due metodi : la Sismica e la Geoelettrica. Questi metodi consentono di misurare alcuni parametri fisici del sottosuolo strettamente dipendenti dai caratteri geologici dei materiali : i parametri numerici misurati devono essere interpretati e trasformati in termini geologici. I risultati di questi metodi di esplorazione indiretta, come tutti i metodi indiretti di indagine, sono per loro natura approssimativi e vanno usati con cautela, e possibilmente tarati con sondaggi meccanici diretti.



Georabdomanti

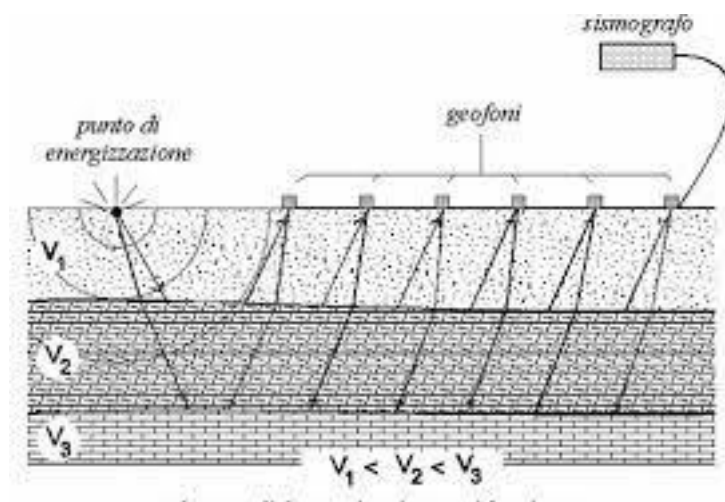
Le prospezioni sismiche misurano le velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo, che dipendono dalla quantità di vuoti (porosità) presente nelle varie formazioni geologiche. Rocce differenti, con differente compattezza, fanno rilevare velocità differenti. Nello stesso litotipo, per esempio un granito oppure un calcare o un'arenaria, velocità differenti indicano zone a differente porosità per fratturazione, alterazione, disgregazione. Nei materiali naturali le velocità sismiche variano da valori massimi di 7-8 km/s a valori minimi di 200-300 m/s. I valori maggiori si riscontrano nelle rocce compatte (graniti, ortogneiss, trachiti, calcari dolomie, basalti), quello minori nei materiali sciolti (detriti di falda, alluvioni, morene, accumuli di frana).

Nelle rocce i valori di velocità tipici dell'ammasso compatto vengono notevolmente abbassati da alterazioni, decompressioni, fratturazioni, disgregazioni, stratificazioni fitte, scistosità marcate.

Questo metodo serve per numerosi casi di esplorazione, per evidenziare lo spessore di coltri di copertura di substrati rocciosi (detriti di falda, alluvioni, morene, frane, ghiaioni); lo spessore dello strato di alterazione , degradazione, decompressione di ammassi rocciosi; zone di fratturazione; le strutture tettoniche a grandi profondità nelle ricerche petrolifere.

L'applicazione del metodo sismico richiede tassativamente che la serie di terreni sovrapposti nel sottosuolo abbia velocità sismiche crescenti con la profondità, come succede con le coperture detritiche sopra substrati rocciosi.

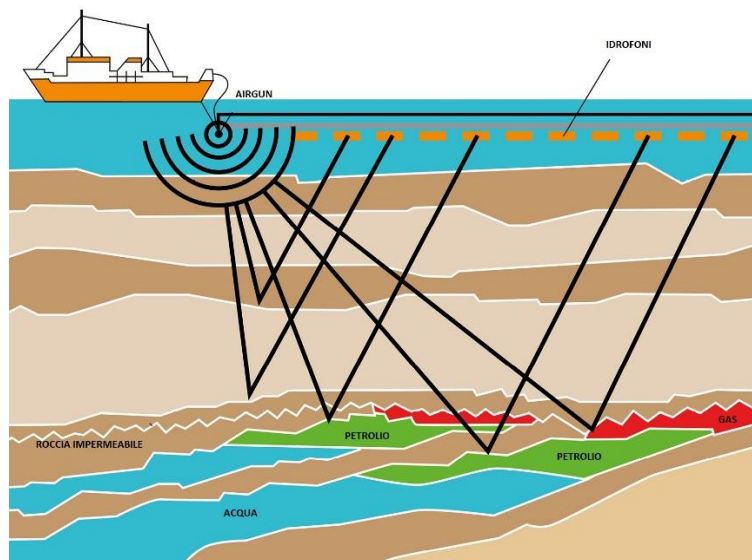
Come funziona questo metodo : se in punto qualsiasi del suolo viene provocata artificialmente una vibrazione, tramite carica esplosiva o la caduta di una massa battente, l'energia irradiata si propaga nel sottosuolo sotto forma di onde elastiche ; il metodo studia i tempi di propagazione di queste onde, che dipendono dai caratteri fisici (porosità) delle rocce e dalla loro disposizione reciproca.



Dispositivo per le indagini sismiche

Si possono misurare sia le onde rifratte e sia le onde riflesse (sismica a rifrazione e sismica a riflessione). Dei due sistemi, quello di gran lunga più usato è il metodo a rifrazione: infatti il metodo a riflessione può dare buoni risultati solo per profondità superiori a qualche centinaio di metri, come nelle ricerche petrolifere, che indagano sulle trappole serbatoio a migliaia di metri sotto il suolo. L'apparecchiatura necessaria per la sismica è costituita da una serie di geofoni, che vengono spazati regolarmente lungo un determinato allineamento , e da un cronografo che registra l'istante di partenza della vibrazione (scoppio o caduta della massa battente) e i tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono. Con i dati ottenuti si costruisce il sismogramma, il *diagramma del sondaggio sismico*. Le prospezioni sismiche vengono eseguite ed interpretate da geologi specializzati in geofisica e richiedono molta esperienza e attenzione soprattutto nella trasformazione dei dati numerici sismici in dati geologici, tenendo in evidenza la approssimazione del metodo e l'opportunità di effettuare tarature con sondaggi meccanici o con situazioni strutturali note.

Vi indico alcuni valori di velocità sismiche di differenti materiali, per evidenziare le differenze tra formazioni che spesso sono tra loro a contatto : sabbie, ghiaie, detriti di falda, accumuli di frana = 0.3-0.8 km/s ; morene, argille, coltri di alterazione = 0.8-2.2 km/s ; arenarie compatte = 2.5-3.5 km/s; calcari e dolomie , rocce granitiche compatte = 4.0-6.0 km/s ; rocce effusive compatte : 3.5-6.0 km/s; gneiss compatti = 4.5-7.5 km/s.



Sismica a mare

La grande differenza nei valori di velocità tra i materiali sciolti detritici e i substrati rocciosi consente di utilizzare questo metodo con rilevante frequenza in geologia applicata, soprattutto in problemi di fondazione e altro (dighe, ponti, fabbricati, metropolitane, gallerie, frane).

Le prospezioni elettriche, l'altro metodo di esplorazione indiretta di quello che abbiamo sotto i piedi e che non si vede, sono basate sulla misura della Resistività Elettrica dei vari materiali che costituiscono il sottosuolo. Le rocce esistenti in natura sono generalmente dei cattivi conduttori di elettricità e quindi sono molto resistive. Tuttavia, quando contengono acqua, anche in piccole quantità, possono diventare conduttrici per conduzione elettrolitica o ionica, attraverso i sali presenti in soluzione nell'acqua.

I principali fattori che condizionano la resistività dei materiali del sottosuolo sono dunque la porosità, la granulometria, la forma dei meati, il grado di cementazione, il contenuto in acqua di imbibizione e la salinità dell'acqua stessa.

L'interpretazione delle indagini geoelettriche richiede una preliminare conoscenza della probabile composizione del sottosuolo indagato. Infatti lo stesso tipo di roccia può presentare resistività diverse a seconda delle variazioni di porosità e della conducibilità dell'acqua di imbibizione, e differenti tipi di roccia possono avere valori di resistività simili.

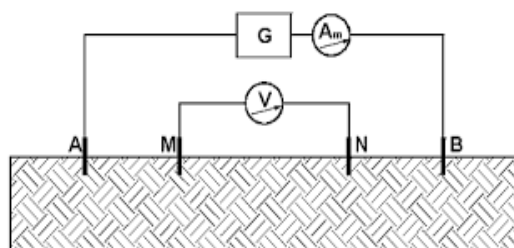
Si può osservare che la resistività delle rocce compatte (praticamente asciutte) è altissima, dell'ordine del migliaio di ohm.m, mentre quella delle rocce alterate porose e umide è di alcune centinaia di ohm.m. In altre parole la resistività tende a diminuire con l'aumentare della porosità, che consente l'imbibizione di acqua. Vi ricordo che tutte le acque sotterranee contengono, poco o tanto, sali in soluzione (i più comuni sono bicarbonati, solfati, cloruri di calcio, sodio, magnesio).

Vi mostro alcuni valori indicativi della resistività di alcuni materiali, in ohm.m: sabbie e ghiaie asciutte 1.000-10.000; sabbie e ghiaie impregnate di acqua 50-500; sabbie e ghiaie impregnate di acqua salata 0.5-5; argille 2-20; marne 20-100; calcari 100-10.000; calcari marnosi 80-300;

arenarie argillose ; 50-300 ; arenarie quarzose 300-10.000 ; tufi vulcanici 10-100; lave 300-15.000 ; gneiss e graniti alterati 100 -1.000 ; gneiss e graniti compatti 1.000-10.000. Le notevoli differenze di valori nello stesso litotipo dipendono dalla differente porosità (fratturazione, alterazione) e quindi dal differente contenuto d'acqua. Da quanto descritto si può dire che formazioni geologiche diverse hanno generalmente porosità diverse e quindi resistività differenti. Un ammasso roccioso formato dallo stesso tipo di roccia ha resistività costante solo se è uniformemente compatto oppure uniformemente fratturato o alterato. Nella stessa roccia, zone di fratturazione o di alterazione mostrano valori più bassi di resistività rispetto alle zone sane. Nei materiali argillosi la resistività è di solito molto bassa perché porosità e contenuto d'acqua sono molto rilevanti.

Il metodo geoelettrico più usato è il quadripolo di Schlumberger, costituito da una linea che immette nel sottosuolo una corrente continua mediante due picchetti piantati a terra (A e B), e una seconda linea (M e N) con due picchetti che misura la differenza di potenziale che si crea per la resistenza opposta dalle rocce del sottosuolo al passaggio della corrente. I 4 elettrodi sono allineati e disposti simmetricamente rispetto al centro del dispositivo. Spostando gli elettrodi A e B di invio corrente e tenendo fissi gli elettrodi misuratori M e N si aumenta la profondità di indagine. Con le misure della resistività ottenute spostando A e B si costruisce il *diagramma del sondaggio elettrico*. Il diagramma deve venire interpretato per trasformare i dati elettrici in dati geologici. I metodi geoelettrico, come i metodi sismici, richiedono l'impiego di operatori, di solito geologi, specializzati in questo tipo di indagine. L'interpretazione del diagramma elettrico viene solitamente effettuata assieme al geologo applicato che sta studiando il problema oggetto dello studio.

I Geofisici, quella specie di simpatici raddomanti che utilizzano i metodi sismici ed elettrici di indagine, spesso giurano e speriurano sulla infallibilità dei loro sistemi di esplorazione del sottosuolo. Ma occorre ricordare che sono metodi di studio indiretti, e come tali possono essere imprecisi ed approssimativi, come tutti i sistemi di indagine indiretti.



Schema di strumentazione per misure di resistività: A e B elettrodi di corrente M e N elettrodi di potenziale; G: generatore di corrente; Am: Amperometro; V: Voltmetro

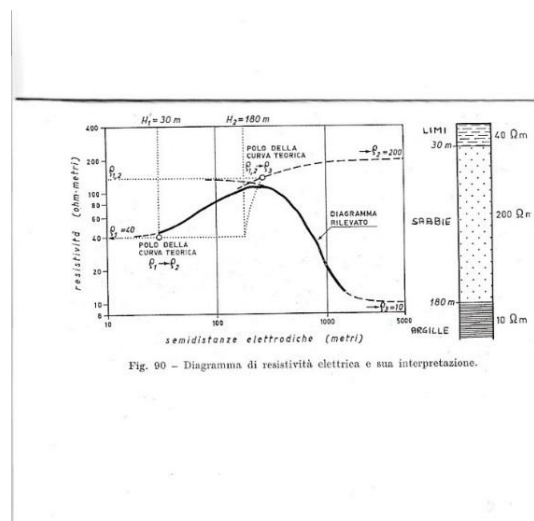


Fig. 90 - Diagramma di resistività elettrica e sua interpretazione.

L'approssimazione può dipendere dalle modalità di operazioni sul terreno. Ma soprattutto dalla interpretazione sia geoelettrica che sismica. E' ben noto che la stessa risposta sismica o elettrica può essere data da formazioni geologiche differenti. E che la stessa formazione può dare risposte diverse. Per ottenere un buon grado di attendibilità, i risultati geofisici vengono tarati con sondaggi meccanici che consentono una più esatta interpretazione dei dati fisici. In ogni caso sono sistemi di indagine molto utili, se ben adoperati, poco costosi, che spesso vengono utilizzati insieme.

Attenti, fate bene attenzione. Quando il problema geologico da risolvere è importante e richiede dati certi per non sbagliare la diagnosi geologica, occorre utilizzare il classico metodo di indagine diretta : il *sondaggio meccanico*, che serve anche a tarare le indagini geofisiche. Sono usatissimi nello studio delle fondazioni di ponti, dighe, fabbricati vari, nello studio di frane, di gallerie, di tracciati stradali, di cave e miniere, di ricerche d'acqua. Con questo metodo il geologo non solo può vedere, toccare, annusare, assaggiare direttamente a vista il materiale che costituisce il sottosuolo, attraverso i campioni prelevati dal sondaggio meccanico, ma anche eseguire dentro fori tutta una lunga serie di misure e sperimentazioni in funzione del problema posto.

Le profondità di sondaggio variano da pochi metri a centinaia di metri : nelle ricerche petrolifere e di metano, o di energia geotermica i pozzi esplorativi si spingono anche ad alcune migliaia di metri di profondità.



Sonde per perforazioni geognostiche

Le perforazioni meccaniche sono un sistema di esplorazione molto usato, di fondamentale importanza per il gran numero di informazioni che può fornire. Una macchina a motore, la *sonda*, imprime un moto di rotazione ad uno *scalpello* che incide verticalmente la roccia come un trapano, spingendosi sempre più in profondità per mezzo di aste cave avvitata l'una all'altra. Nei sondaggi geognostici lo scalpello è un tubo dentato, il *carotiere*, che ruotando isola al suo interno i campioni di roccia attraversata, le *carote*. Le carote normalmente vengono portate in superficie sollevando le aste ed estraendole dal carotiere. Esistono anche sistemi di estrazione delle carote senza sollevare le aste, ma recuperando il campione attraverso le aste cave con una speciale attrezzatura (Wireline). Con i campioni prelevati si costruisce la *stratigrafia del sondaggio*, che mostra la successione delle formazioni geologiche attraversate. Perforando a carotaggio continuo, dalla percentuale di carote recuperate riferita alla lunghezza del tratto perforato, si definisce il grado di fratturazione della roccia (*% di carotaggio*). Tutte queste operazioni richiedono l'assistenza attenta del geologo. Sulle carote si possono fare esami micropaleontologici, mineralogici, petrografici, prove geotecniche e geomeccaniche di resistenza . Nei fori di sonda, con particolari attrezzature è possibile eseguire in profondità indagini geoelettriche e sismiche che forniscono informazioni sulle rocce circostanti il foro di sonda. Nei fori si possono installare strumenti di misura dei livelli di falda (piezometri) per misurare profondità e oscillazioni della superficie dell'acqua e ricostruire il regime idrogeologico dell'acquifero ; inoltre consente di prelevare campioni d'acqua per le analisi microbiologiche e chimiche e determinare le variazioni temporali dei caratteri qualitativi e il monitoraggio della qualità delle acque sotterranee. Nello studio di frane in terreni argillosi a lento movimento le deformazioni vengono studiate mediante *tubi inclinometrici* installati dentro fori di sonda, che indicano la profondità della superficie di scivolamento e le velocità delle deformazioni.

Nei fori si può misurare la permeabilità delle rocce attraversate , in differenti profondità, mediante prove di iniezione d'acqua.

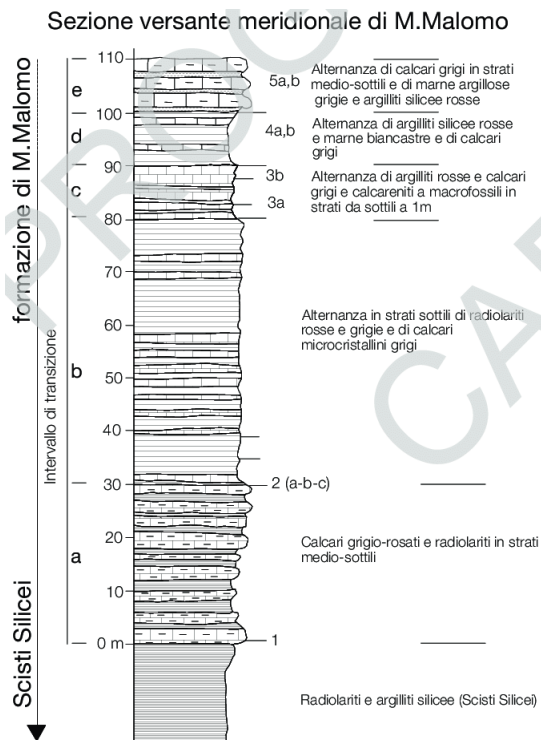
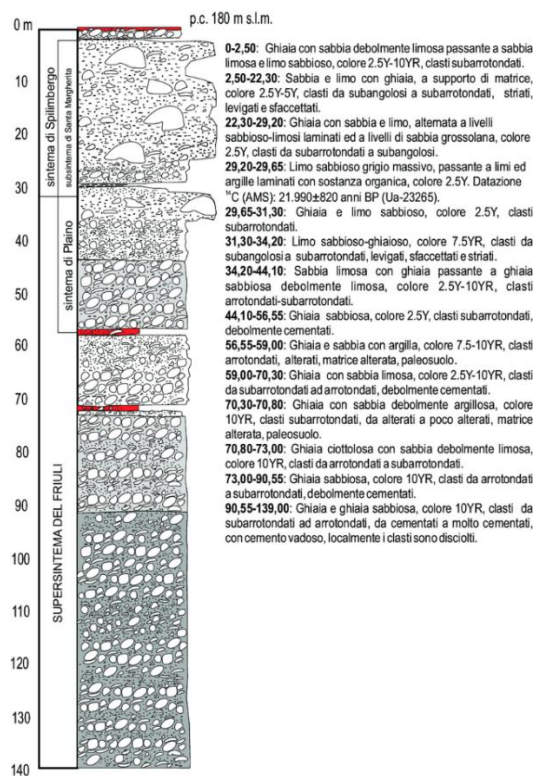
Dicono in giro che la curiosità dei geologi non abbia limiti. Dicono che convivano perennemente con il martello in mano. Dicono che vogliano buttare l'occhio sempre più giù.



Carote di sondaggio nelle cassette portacampioni



Carotiere con scalpello a denti diamantati e vari tipi di scalpelli per carotaggi



Stratigrafie di sondaggio



Scalpello diamantato per carotaggi , scalpello a distruzione e carotieri Wire Line



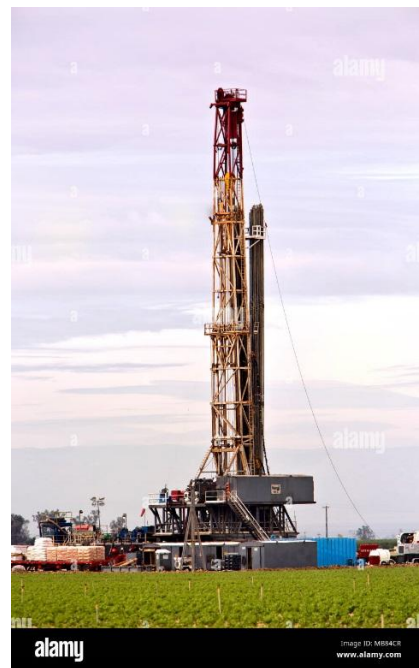
Aste cave di perforazione ed estrazione di una carota dal carotiere

Sentite questa. Nel 1970 alcuni geologi e geofisici di un ente di ricerca russo hanno progettato un sondaggio geognostico verticale che doveva raggiungere la profondità di 15 km. Avete letto bene ? Quindici chilometri. Sulla penisola di Kola sopra il famoso scudo granitico Baltico. Nel 1989 la perforazione, tra mille difficoltà, aveva raggiunto la profondità di ben 12.262 m, con un diametro finale di foro di 23 cm. La perforazione è stata interrotta nel 1992 a causa della elevata temperatura incontrata, ben 180°, e per la viscosità della roccia in profondità, che creavano ostacoli insormontabili. Le indagini sismiche preliminari avevano indicato che la roccia granitica arrivasse fino a 3-6 km dal piano di campagna , per poi passare a rocce eruttive basaltiche. Invece i graniti continuarono fino a oltre 12 km. Gli studiosi spiegarono che le riflessioni sismiche osservate nei dati registrati dagli strumenti geofisici delle indagini preliminare nella zona erano dovute non ad un cambiamento di formazione geologica (basalto) ma alla trasformazioni subite dalla roccia granitica in seguito a processi metamorfici causati dalle elevate temperature e pressioni presenti.

Comunque la profondità raggiunta rimane ancora oggi un record per un sondaggio esplorativo. Altre perforazioni hanno superato la quota di alcune decine di metri in sondaggi esplorativi per ricerche petrolifere, tuttavia con direzioni non verticali ma inclinate.

Si legge in letteratura che nel 2008 , in Qatar, un sondaggio inclinato per ricerche di gas e olio, è stato spinto in soli 36 giorni fino a 12.289 m , perforando a distruzione di nucleo, senza carotaggi.

Nel 2011-2012 in Russia, nell'isola di Sachalin, due perforazioni petrolifere hanno raggiunto 12.345 e 12.376 m di lunghezza, con direzioni inclinate.

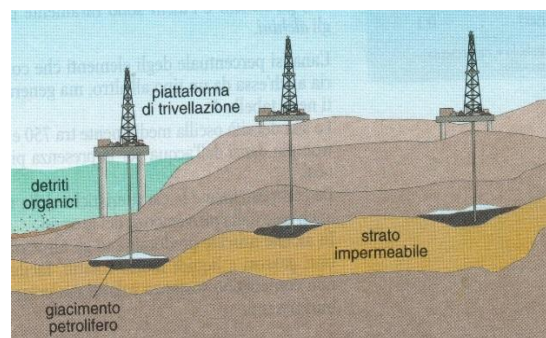
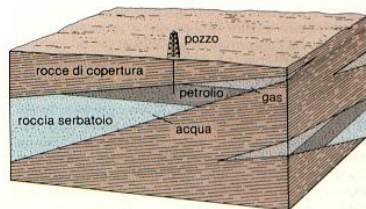
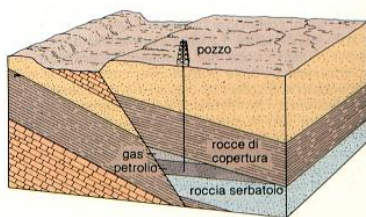
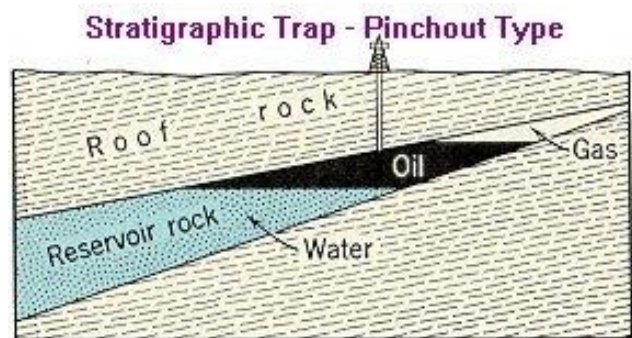
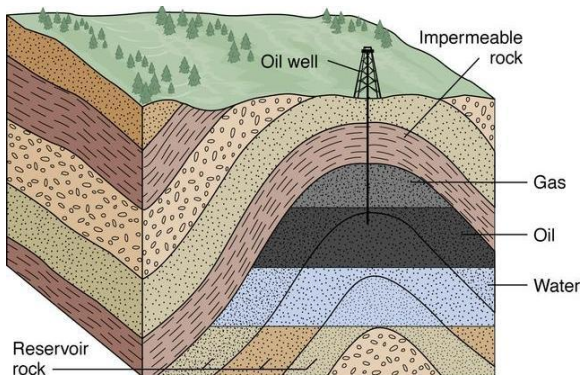


Sonde per la perforazione di pozzi petroliferi

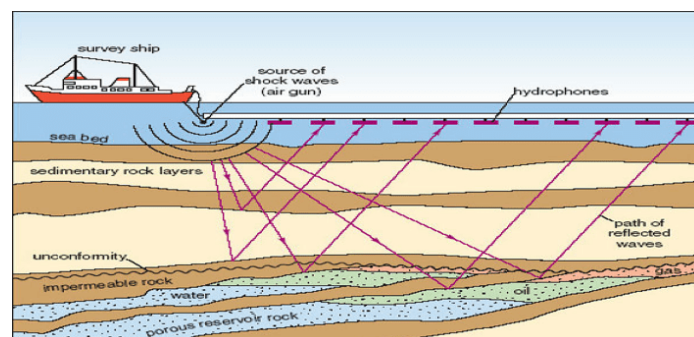
Se siete curiosi e vi interessano maggiori dettagli, potete entrare in rete. Esistono numerosi tipi di sonde, di carotieri, di scalpelli e differenti sistemi di perforazione, e vari tipi di operazioni , illustrati nei siti delle numerose Ditte specializzate in questo tipo di lavoro.

Le perforazioni geognostiche più profonde sono quelle dedicate alle ricerche di idrocarburi. Infatti i serbatoi sotterranei di metano e petrolio, le cosiddette trappole, si trovano assai spesso a profondità

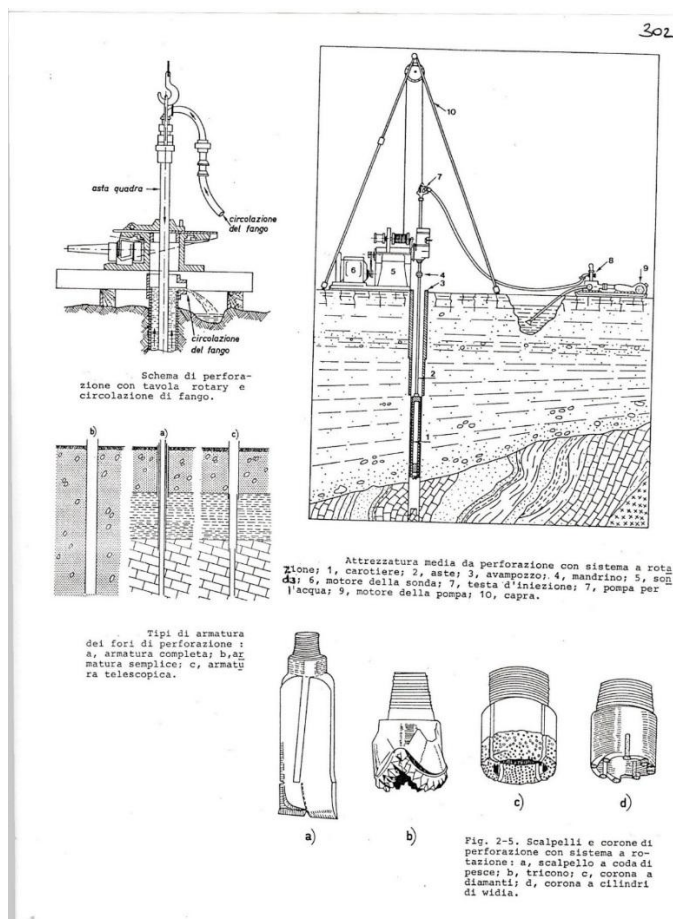
di alcune migliaia di metri. Occorre considerare che gli attuali sistemi di ricerca non sono in grado di individuare direttamente la presenza di idrocarburi nel sottosuolo, ma mettono solo in evidenza la struttura geologica che potrebbe contenerli. Con i sondaggi meccanici si verifica poi se la trappola individuata contiene metano oppure olio, oppure è sterile, come succede per oltre il 90% dei casi. L'individuazione preliminare della struttura geologica favorevole, il possibile serbatoio di idrocarburi, avviene mediante prospezioni sismiche a riflessione. Individuata la trappola con le indagini sismiche, geologi e ingegneri minerari predispongono e realizzano la perforazione esplorativa di verifica. Se l'esito è positivo, si progetta e si costruisce uno o anche più pozzi di produzione.



Alcuni tipi di trappole petrolifere in strutture geologiche profonde



Sismica a riflessione per ricerche petrolifere



Schema di sondaggio

Vi dicevo che esistono altri metodi particolari di indagini del sottosuolo.... oltre la bacchettina del raddomante, ma sono piuttosto particolari, poco usati, e difficili: meglio non fidarsi molto.

Quando si vuole essere certi di quello che abbiamo sotto i piedi, meglio fare come San Tommaso: perforare e metterci il naso...

Anche perché spesso la troppa fiducia nelle proprie conoscenze può fare brutti scherzi in geologia. Si ricordino i geologi che Madre Natura è capricciosa, imprevedibile, dispettosa, talora crudele e malvagia e anche vendicativa. Molto meglio avere dubbi che certezze soggettive e...azzardate. Non abbiano i geologi difficoltà a manifestare le proprie incertezze e la necessità di approfondire le indagini, anche con mezzi che sembrano troppo costosi. Gli effetti di errori nella progettazione di opere che coinvolgono il sottosuolo possono essere disastrosi e comunque sono molto più onerosi di indagini esplorative preliminari che tolgano i dubbi evidenziati. Tenete ben presente che non esistono **sorprese geologiche**, ma solo carenze negli studi eseguiti o interpretazioni azzardate sulla base di dati insufficienti.

Volete che vi elenchi tutta la serie di disastri dovuti a sottovalutazioni, o ignoranza, oppure interpretazioni azzardate della situazione geologica? Meglio, molto meglio, di no!