



**Generalità su terreni
e rocce**

CENNI SULLA STRUTTURA E COMPOSIZIONE INTERNA DELLA TERRA

Le conoscenze dirette sulla struttura e composizione interna del nostro pianeta sono molto scarse in quanto si limitano a profondita' molto modeste se paragonate al diametro della Terra: le miniere piu' profonde raggiungono una profondita' massima di circa 2500 m; le perforazioni petrolifere hanno raggiunto profondita' massime di circa 8000 m e la perforazione piu' profonda finora eseguita (e' ancora in corso) ha finora raggiunto (Dicembre 1983) la profondita' di 12000 m. Queste profondita' sono ben poca cosa se paragonate ai 6378 km del raggio medio terrestre. Le conoscenze su quanto sta sotto queste modestissime profondita' raggiungibili direttamente devono percio' necessariamente basarsi su metodi indiretti.

Densita': la densita' media della Terra e' di 5.43 t /m³; poiche' la densita' delle rocce a noi direttamente accessibili ha valori variabili tra circa 2 e 3.4 t /m³ (densita' media 2.8 t /m³) la densita' delle rocce profonde deve necessariamente essere superiore al valore medio della densita' terrestre, ossia superiore a 5.43 t /m³.

Dal momento che la densita' non e' uniforme sorge il problema di stabilire la sua distribuzione in profondita'. Sono possibili tre modelli teorici:

- 1 - La terra e' costituita da un involucro esterno leggero e da un nucleo interno piu' pesante;
- 2 - La densita' cresce uniformemente con la profondita';
- 3 - La Terra e' costituita da diversi involucri concentrici ciascuno piu' denso del sovrastante.

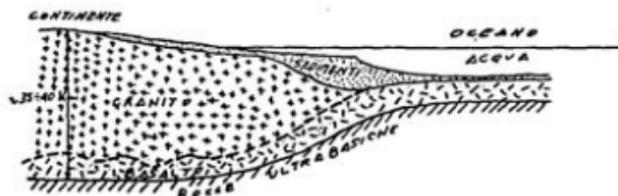
La risposta a quale di questi tre modelli e' quello piu' probabile ci viene dalla velocita' di propagazione delle onde sismiche causate dai terremoti. Le onde sismiche, infatti, si propagano con velocita' maggiore tanto maggiore e' la rigidita' del mezzo attraversato.

Senza entrare nei dettagli delle metodologie di studio, riassumiamo i risultati ai quali si e' pervenuti:

La costituzione interna della Terra (piu' probabile) e' data da una serie di involucri concentrici con caratteristiche di densita' e temperature diverse, vediamole partendo dal piu' esterno verso il piu' interno:

CRUSTA : e' la parte piu' esterna ed ha uno spessore variabile da circa 5 a circa 40 km. Lo spessore e' maggiore al di sotto dei continenti e minore al di sotto degli oceani.

Gli studi hanno permesso di stabilire che sotto i continenti lo spessore medio e' di circa 33 km ed e' costituito nella parte superiore da rocce granitiche ricoperte da uno strato sedimentario piuttosto sottile (relativamente allo spessore della crosta) e nella parte inferiore da rocce basaltiche. Sui margini continentali la crosta si assottiglia rapidamente a causa della scomparsa del livello granitico: cosi', sotto agli oceani la crosta e' costituita esclusivamente dal livello basaltico (spessore circa 5 +8 km) ricoperto da un sottile livello di sedimenti.

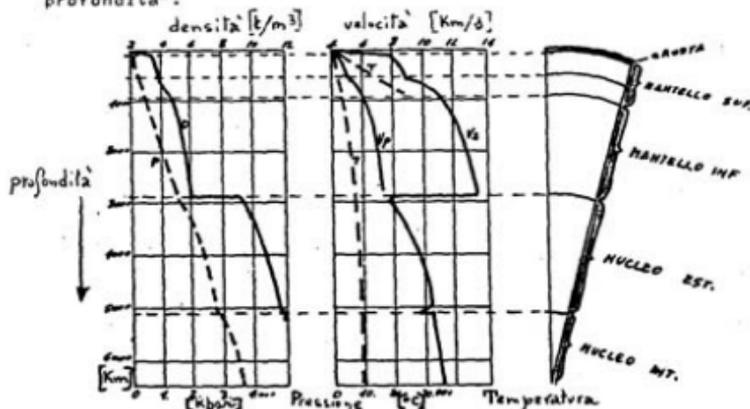


STRUTTURA DI UN MARGINE CONTINENTALE

MANTELLO: e' suddiviso in Mantello superiore (da circa 30+40 km fino a circa 950 km) ed in Mantello inferiore (da circa 950 Km fino a circa 2900 km); la densita' risulta essere di $3.3 + 4.4 \text{ t/m}^3$ nel Mantello superiore e di $4.4 + 5.6$ nel Mantello inferiore.
Sia la crosta che il Mantello si comportano come corpi solidi.

NUCLEO: e' suddiviso in Nucleo esterno che si comporta come un liquido ed in nucleo interno che si comporta come un solido.
Il Nucleo esterno (da 2900 a 5100 km di profondita') presenta densita' di $5.6 + 15 \text{ t/m}^3$; il Nucleo interno (da 5100 a 6378 km) ha densita' variabili tra 15 e 18 t/m^3 .

Temperatura all'interno della Terra: Al di sotto della profondita' alla quale si propagano le variazioni termiche esterne (qualche decina di metri) si ha un aumento della temperatura fino alle massime profondita' finora raggiunte. Si chiama "Gradiente geotermico" il valore in gradi centigradi corrispondente all'aumento di temperatura ogni 100 metri di profondita'. Il valore medio del gradiente e' di circa 3°C , ma varia sensibilmente da zona a zona in funzione di diversi fattori. Questa regola non sembra essere valida alle grandi profondita'.



ROCCE E TERRENI

Per Rocce si intendono degli aggregati naturali di minerali che costituiscono masse abbastanza grandi da poter essere considerate come parti essenziali della crosta terrestre.

Le rocce possono essere costituite da una sola specie di minerali (ad esempio la quarzite, il gesso, il salgemma) e vengono chiamate rocce semplici, oppure rocce mineralogicamente eterogenee ossia composte da due o più minerali e vengono dette rocce composte: queste ultime sono di gran lunga le più abbondanti.

Geologicamente parlando, sono rocce non solo gli aggregati minerali lapidei ma anche le rocce incoerenti come le sabbie, le ghiaie, ecc..

In ingegneria civile, invece, i termini roccia e terreno indicano due tipi di materiali notevolmente diversi:

Terreno (oppure Roccia sciolta): è un aggregato naturale di particelle granulari o lamellari che possono essere separati gli uni dagli altri per semplice immersione in acqua con o senza agitazione meccanica.

Roccia: è un aggregato naturale di minerali connessi fra loro da forze coesive che non si perdono neppure per immersione in acqua con o senza agitazione meccanica.

Ciclo delle rocce

Delle tre maggiori classi di rocce esistenti in natura (R. ignee, R. sedimentarie e R. metamorfiche) nessuna precede, necessariamente, un'altra come materiale originale.

Il modello schematico che correla le tre classi di rocce nelle varie possibili sequenze di trasformazione è conosciuto come "Ciclo delle rocce".

Nella forma più semplice il modello del Ciclo di trasformazione delle rocce è rappresentabile con un diagramma triangolare i cui vertici rappresentano, ciascuno una delle tre classi di rocce.

La sequenza di trasformazioni che portano da un tipo di roccia ad un altro è indicata sui lati del diagramma triangolare.

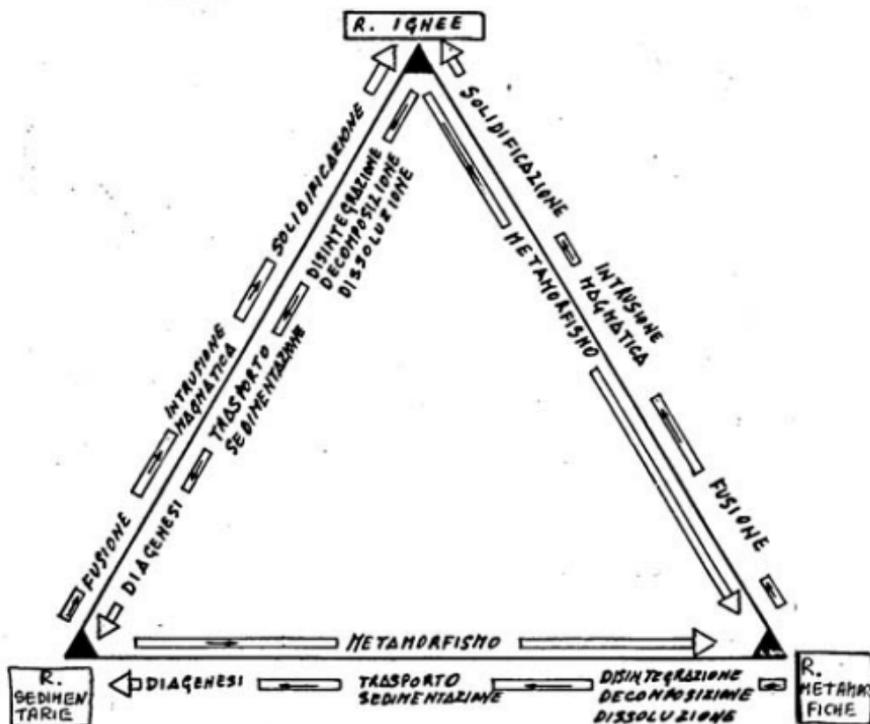
La trasformazione R. Ignee R. Sedimentarie e quella R. Metamorfiche R. Sedimentarie passa attraverso una catena costituita da tre attività:

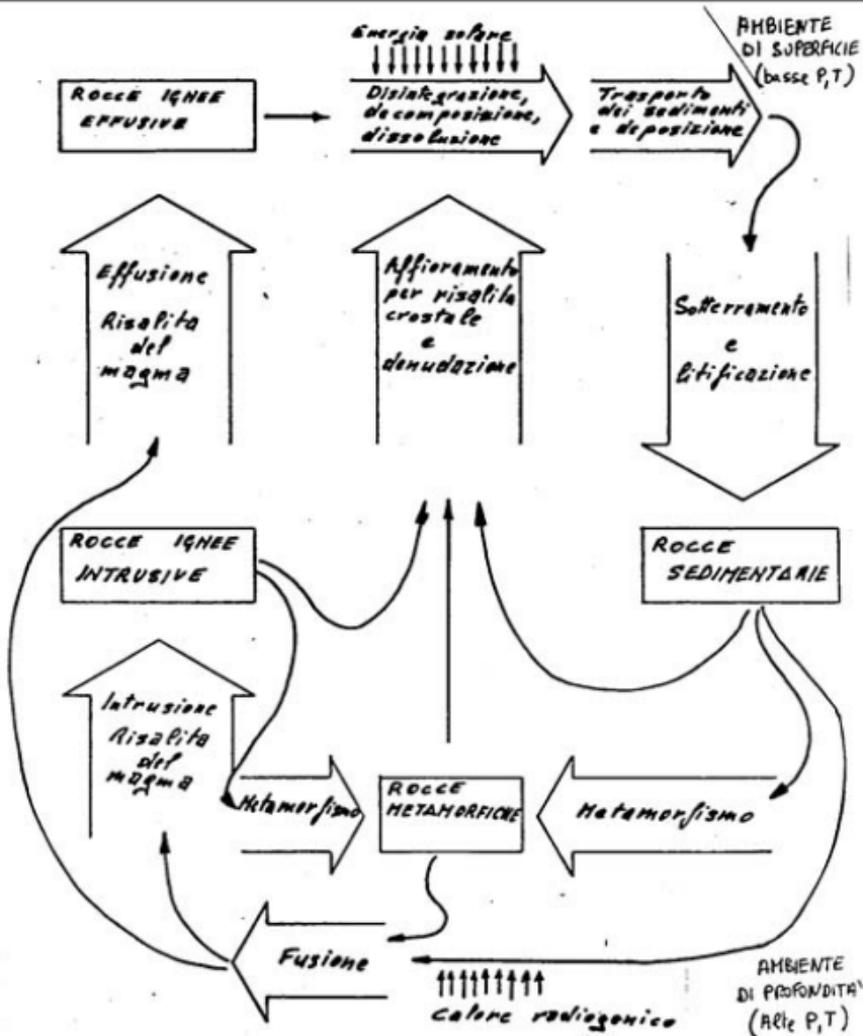
- 1 - La roccia dura (litificata) viene rotta fisicamente in piccole particelle (Disintegrazione) e/o alterata chimicamente (decomposizione) o per dissoluzione.
- 2 - Le particelle risultanti, che possono avere dimensioni variabili dal ciottolo allo ione in soluzione, vengono trasportate e depositate attraverso un mezzo fluido, come le acque correnti superficiali, il vento, i ghiacciai e le correnti marine.
- 3 - I sedimenti una volta depositati vengono ricoperti da altri sedimenti (sotterrati) e, talvolta, litificati (diagenesi).

Un sotterramento sufficientemente profondo, puo' portare le rocce sedimentarie in un ambiente di pressioni e temperature relativamente alte e causare una trasformazione in rocce metamorfiche.

Le trasformazioni R. Sedimentarie, R. Ignee e R. Metamorfiche R. Ignee sono conseguenti ad una fusione parziale causate dal calore esistente in profondita'. Il magma liquido puo' muoversi da un posto ad un altro, all'interno della crosta terrestre (intrusione) a causa della pressione esistente e di una minore densita'. Questo movimento e' generalmente dal basso verso l'alto da un ambiente ad alta temperatura e pressione ad un ambiente con temperatura e pressione relativamente minori. In casi estremi, quando il magma emerge alla superficie terrestre per effusione, esso viene direttamente a contatto con l'atmosfera.

Il metamorfismo sia delle rocce sedimentarie che di quelle ignee non comporta necessariamente dislocazione o trasporto della massa rocciosa: esso puo' avvenire anche completamente all'interno della stessa massa rocciosa o puo' comportare l'assimilazione di sostanze chimiche da altre masse.





Ciclo di trasformazione delle rocce

ROCCE SCIOLTE (TERRENI)

Dal punto di vista tecnico le rocce sciolte possono essere divise in:

- Rocce pseudocoerenti (o terreni coesivi): sono quelli che, se asciutti, hanno una resistenza a trazione non trascurabile, ma se vengono impregnate d'acqua perdono ogni consistenza (argille, limi, rocce a cemento argilloso)
- Rocce incoerenti (o terreni granulari): sono quelli che non posseggono alcuna resistenza a trazione (ciottoli, ghiaie, sabbie)
- Torbe: sono formati principalmente da resti vegetali piu' o meno alterati che conferiscono al terreno proprieta' particolari e soprattutto una grande elasticita'. L'espulsione dell'acqua contenuta in questi depositi a seguito di compressione avviene molto rapidamente ed altrettanto rapidamente il suo riassorbimento in presenza d'acqua quando cessa la compressione.

Tipi principali di terreni:

La tabella sotto riportata elenca i principali tipi di terreni naturali ed artificiali che generalmente si incontrano:

Terreni residuali	Terreni di degradazione in posto
	Depositi detritici di falda
	Depositi eolici (dune costiere e desertiche)
	Depositi glaciali (morene)
Terreni sedimentari	Depositi alluvionali
	Depositi deltizi
	Depositi lacustri
	Depositi marini
	Depositi organici (torbe)
Terreni piroclastici	Di origine vulcanica (pozzolane, cineriti, ecc.)
Terreni tettonici	Brecce sabbie di frizione
Terreni di riporto	Discariche urbane e minerarie.

I terreni alluvionali e glaciali ed anche quelli organici sono i terreni che piu' frequentemente si incontrano in Italia; terreni piroclastici sono presenti in maniera estesa nel Lazio ed in Campania.

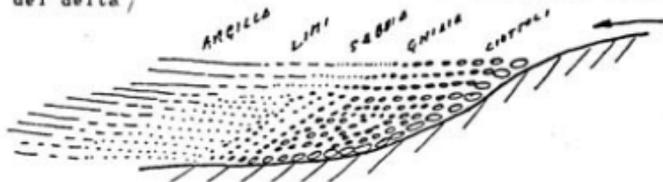
Cenni di geodinamica:

In dipendenza delle caratteristiche mineralogiche delle rocce d'origine, dei diversi agenti disgreganti, dei processi di trasporto e sedimentazione si hanno i diversi tipi di rocce. Di queste, quelle sciolte ossia quelle che ci interessano in questa sede, sono i ciottoli, le ghiaie e le brecce che costituiscono le frazioni piu' grossolane e le sabbie, i limi e le argille che costituiscono le frazioni via via piu' fini.

Le rocce clastiche, trasportate dalle acque superficiali, danno luogo alle alluvioni che sono le formazioni piu' frequenti nelle zone vallive e delle grandi pianure alluvionali. Lo spessore di tali depositi puo' essere notevole. La velocita' e la turbolenza delle acque influiscono grandemente sul trasporto solido: particelle molto fini come quelle delle argille possono dar luogo a delle sospensioni di tipo colloidale che rimangono in sospensione indefinitivamente fino a quando non avviene una variazione dell'ambiente (ad esempio contatto con acqua marina) che le fa precipitare. Una sabbia resta in sospensione soltanto per fenomeni di turbolenza. Nel caso poi di ciottoli e ghiaie il trasporto avviene per rotolamento sul fondo ed in presenza di turbolenza molto forte. Il trasporto del materiale piu' grossolano e' facilitato dalla presenza in sospensione di particelle piu' fini che aumentano la densita' del fluido trasportatore.

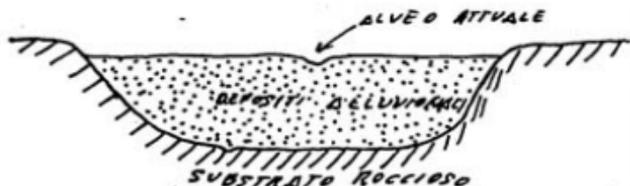
Azione dell'acqua: i fenomeni di erosione e deposito nei corsi d'acqua sono generalmente alternati: nei periodi di piena si ha erosione e nei periodi di magra deposito. I depositi alluvionali assumono quindi una diversa granulometria, con passaggi graduali da una granulometria all'altra, in funzione del periodo di crescita o di calo delle piene. Se si e' verificato il primo evento, i sondaggi mostreranno materiali a granulometria decrescente andando in profondita' e viceversa.

Nei terreni alluvionali recenti le variazioni granulometriche sono notevoli da un livello ad un altro ma sono notevoli anche in direzione orizzontale. Un esempio e' dato dai con di deiezione all'uscita di una gola e dai delta lacustri. In questo caso si depositano materiali via via piu' fini allontanandosi dall'apice del cono o del delta,



La configurazione della superficie terrestre e' dovuta in gran parte a fenomeni di erosione e deposito. La maggior parte delle valli e' dovuta a fenomeni erosivi. Torrenti scavano un solco che a mano a mano si approfondisce, dalle pareti frana materiale cosicche' il solco si estende in profondita' e larghezza. In tal modo l'acqua trasporta a valle non solo il materiale eroso ma anche quello franato dalle sponde.

I cicli di erosione e deposito si alternano nel tempo e cosi' si possono avere valli originate da profonde erosioni poi colmate da alluvioni piu' recenti.



Azione del mare: la conoscenza delle trasgressioni e regressioni del mare nelle varie epoche e' fondamentale per studiare la successione dei depositi. Caratteristico e' l'alternarsi dei calcari organici con gli apporti terrigeni dal continente. Lo spessore del deposito carbonatico cresce con l'aumentare della profondita' dell'acqua a partire dalla costa fino alla profondita' della penetrazione della luce. L'apporto terrigeno, invece va diminuendo in spessore verso il largo, passando da una zona a granulometria piu' grossolana in prossimita' della costa fino ad una zona limoso-argillosa nella parte piu' profonda. Il mare ha anche una azione diretta: crea ad esempio cordoni di dune causati da correnti parallele al litorale; il moto ondo ha un'azione selettiva provocando una classazione idraulica dei terreni dei litorali.

Azione del ghiaccio: grandi fenomeni erosivi sono prodotti dal movimento verso valle dei ghiacciai. Restano tracce del passaggio dei ghiacciai nelle striature delle rocce erose, prodotte dallo sfregamento delle rocce trasportate sulle rocce in posto. I depositi glaciali hanno un aspetto particolare: ai lati del ghiacciaio si creano delle vere dighe di detriti (cordoni morenici); al fronte vengono spinti i detriti che formano delle barriere (morene frontali). Tali depositi sono caratterizzati da una notevole eterogeneita' granulometrica. Spesso al fronte dei ghiacciai si formano dei laghi, detti laghi proglaciali, nei quali si depositano i terreni piu' fini dando luogo a tipici depositi argillosi fittamente stratificati in funzione degli apporti stagionali (depositi varvanti).

Azione della gravita': gli agenti atmosferici, disgregano la roccia provocando dei distacchi di materiale che a causa della gravita' precipitano verso valle. Questi depositi subiscono un trasporto molto ridotto e, quindi, a differenza dei depositi alluvionali che presentano ciottoli piu' o meno arrotondati e appiattiti, i clasti risultano generalmente grossolani ed a spigoli vivi.

CLASSI GRANULOMETRICHE

Come gia' accennato i terreni vengono normalmente suddivisi in base alla loro composizione granulometrica:

CIOTTOLI	dimensioni maggiori di 60 mm
BRECCE	come i ciottoli ma a spigoli vivi
GHIAIE	dimensioni comprese tra 2 e 60 mm
SABBIE	dimensioni comprese tra 0,06 e 2 mm
LIMI	dimensioni comprese tra 0,002 e 0,06 mm
ARGILLE	dimensioni inferiori a 0,002 mm.

Forma dei clasti:

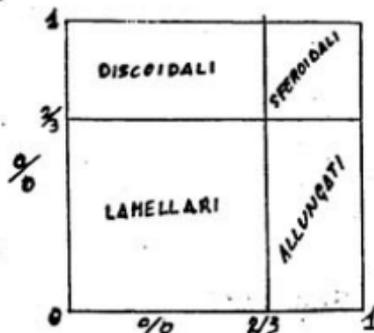
Considerando tre assi perpendicolari tra loro (a, b, c) il rapporto esistente tra le dimensioni di questi assi fornisce un sistema di classificazione della forma dei clasti stessi.

Le forme possibili sono:

- discoidale
- sferoidale
- lamellare
- allungata



a = dimensione massima del ciottolo
b = " perpendicolare ad a
c = " " al piano ab



Sfericità dei clasti: per sfericità si intende il grado di avvicinamento alla forma sferica senza tener conto dello smussamento degli spigoli.

Ciottoli di ambienti diversi ma di ugual origine hanno sfericità diversa: i ciottoli di spiaggia tendono ad essere più appiattiti di quelli di fiume.

Arrotondamento dei clasti: si intende il grado di smussamento degli spigoli indipendentemente dalla forma



ANGOLARE



SUB-ANGOLARE



SUB-ARROTONDATO



ARROTONDATO



BEN ARROTONDATO

PRINCIPALI PROPRIETA' E CARATTERISTICHE DEI TERRENI

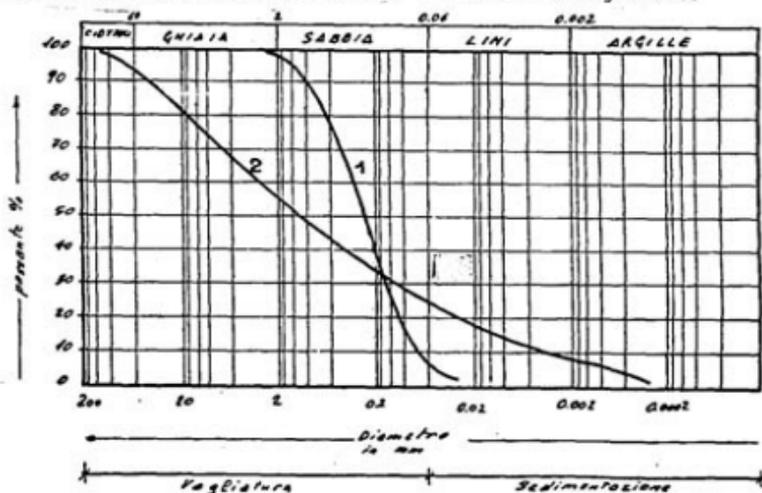
Proprieta' indici:

La piu' importante proprieta' dei terreni a granulometria grossolana e' costituita dalla distribuzione percentuale dei grani secondo le dimensioni o "granulometria".

La granulometria e' determinata con l'analisi meccanica a mezzo vagli per il materiale a grana grossa e con il metodo del densimetro, cioe' misurando la densita' di una sospensione del terreno in acqua, per il materiale piu' fine.

I risultati di tali prove sono normalmente rappresentati in un diagramma con una curva di distribuzione delle dimensioni (curva granulometrica). Sulle ordinate (in scala naturale) e' riportata la percentuale di materiali appartenenti alle varie classi granulometriche e sulle ascisse (in scala logaritmica) il corrispondente diametro dei granuli in mm.

La forma della curva granulometrica e' indicativa della distribuzione percentuale: una curva quasi verticale indica terreno granulometricamente uniforme, mentre una curva molto distribuita orizzontalmente indica un terreno ben gradato.



La proprieta' piu' importante dei terreni a granulometria fine e' la composizione mineralogica ed in particolare quella delle particelle di dimensioni inferiori a 0,002 mm, ossia dei minerali argillosi. A causa delle ridottissime dimensioni e della forma lamellare delle particelle che costituiscono i minerali argillosi, questi hanno superfici specifiche molto grandi per cui, diventa preponderante l'influenza delle forze di coesione di tipo molecolare con tutti i fenomeni connessi.

La determinazione della composizione mineralogica viene eseguita in laboratorio con tecniche particolari e comunque viene effettuata solo in rari casi: l'influenza della composizione mineralogica sulle proprieta' dei terreni e' pero' legata ad alcune proprieta' indici.

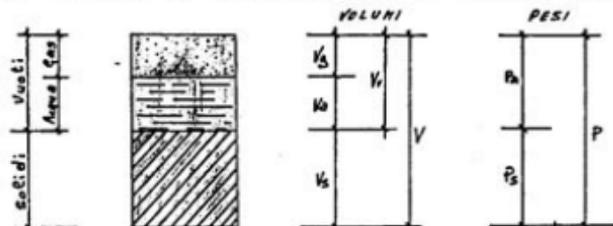
Le particelle di varia forma e dimensione si dispongono nel terreno formando strutture di vario tipo. Si definisce "struttura primaria" di un terreno la disposizione dei grani dovuta ai processi di sedimentazione o di decomposizione delle rocce. La struttura primaria puo' essere: - granulare; - cellulare; flocculata.

In una struttura granulare ogni grano e' a contatto con parecchi dei grani adiacenti e l'aggregato e' stabile anche se non si sviluppano forze di adesione nei punti di contatto tra grano e grano. L'aggregato puo' essere denso o sciolto e le sue proprieta' dipendono essenzialmente dalla densita'.

In una struttura cellulare i grani si toccano gli uni con gli altri solo in poche punti e la struttura risulterebbe instabile se non esistessero forze di adesione nei punti di contatto.

In una struttura flocculata gruppi di materiale a struttura cellulare vanno a formare celle piu' grandi. La struttura flocculata puo' essere stabile solo grazie a grandi forze di coesione tra le particelle e puo' essere facilmente distrutta.

Per definire la densita' di un terreno si utilizzano normalmente i termini "porosita'", "indice dei pori" e "densita' relativa".



Nella figura qui sopra e' schematizzato un terreno suddiviso nelle tre fasi che lo compongono: solida, liquida e gassosa.

Il volume del solido e' indicato con "Vs"; quello dell'acqua con "Va" e quello del gas con "Vg". Il rapporto tra Va e Vg varia al variare delle condizioni dell'acqua nel terreno e al variare delle condizioni di carico: e' allora utile indicare con Vv il volume dei vuoti, ossia tutto il volume non occupato dalla fase solida. Il volume totale viene indicato con V.

La porosita' e', allora, definita come il rapporto (generalmente espresso in percentuale) tra il volume dei vuoti ed il volume totale

$$n = Vv/V$$

L'indice dei vuoti e' il rapporto tra il volume dei vuoti ed il volume dei solidi

$$e = Vv/Vs$$

Il contenuto naturale d'acqua e' un'altra importante proprieta' indice, specialmente per i terreni fini; esso e' espresso dal rapporto tra il peso dell'acqua ed il peso della parte solida

$$w = Pa/Ps$$

Il grado di saturazione indica il rapporto esistente tra volume dell'acqua contenuta nei pori ed il volume dei pori

$$Sr \% = V_a/V_v$$

Compattezza:

Sono proprietà del terreno che si riferiscono essenzialmente alla disposizione spaziale degli elementi che lo costituiscono.

La compattezza è una proprietà inversa alla porosità. La compattezza (o stato di addensamento) è un parametro relativo ai terreni incoerenti e viene definita tramite prove penetrometriche statiche o dinamiche. I termini usati per definire lo stato di addensamento sono:

Stato di addensamento	Resistenza alla SPT (nr. di colpi/piede)
Sciolto	0 - 4
Poco addensato	4 - 10
Moderatamente addensato	10 - 30
Addensato	30 - 50
Molto addensato	oltre 50

Consistenza:

La consistenza indica la resistenza dei terreni fini. Per indicare la consistenza delle argille e degli altri terreni fini si usano termini come: molle, compatto, ecc. (o meglio "consistente").

Il valore numerico che risulta più indicativo della consistenza è costituito dal carico per unità di superficie capace di provocare la rottura di un campione di terreno non soggetto a pressione laterale di contenimento. Questo valore è noto come resistenza alla compressione semplice. Il valore numerico della consistenza è quindi espresso in N/mm².

La consistenza di un terreno fine dipende dal suo contenuto d'acqua. Se il contenuto d'acqua di una sospensione d'argilla densa viene gradualmente ridotto, la miscela acqua/argilla passa dallo stato liquido allo stato plastico e, quindi allo stato solido. I vari limiti di consistenza vengono determinati tramite prove di laboratorio, ma esistono delle procedure di cantiere che permettono di valutare, almeno grossolanamente la consistenza delle argille.

Resistenza dei terreni:

La resistenza di un terreno e' collegata alle azioni reciproche tra le particelle che lo costituiscono e specialmente allo scorrimento tra esse.

La resistenza allo scorrimento tra le particelle e' dovuta all'attrito che si sviluppa tra una particella e l'altra ed e' proporzionale alla pressione perpendicolare allo sforzo di taglio.

La resistenza allo scorrimento tra le particelle non e' dovuta pero' esclusivamente all'attrito fra di esse (detto attrito microscopico) ma anche al mutuo incastro dei grani (attrito d'insieme).

Alla resistenza dovuta all'attrito puo' sovrapporsi, nel caso di terreni fini, un'altro tipo di resistenza legata ad azioni elettriche di legame chimico; detta "coesione". Questa e' indipendente dalla presenza e dimensione di una pressione perpendicolare allo sforzo di taglio.

Nei terreni granulari (incoerenti) prevalgono le forze legate all'attrito, mentre nei terreni fini (coesivi) prevalgono le forze legate alla coesione.

La misura della resistenza al taglio dei terreni coesivi, oltre che con prove in foro o con prove di laboratorio, puo' essere eseguita in maniera speditiva (e necessariamente approssimata) anche con due apparecchi tascabili: il "Pocket Penetrometer" (o Penetrometro tascabile) ed il "Vane Test" (o Scissometro tascabile).

Il Pocket Penetrometer e' costituito da una punta cilindrica che puo' scorrere all'interno di un tubo nel quale e' situata una molla tarata di contrasto. Facendo penetrare la punta nel terreno fino ad una tacca di riferimento si comprime la molla in funzione della resistenza del terreno. La pressione necessaria all'affondamento della punta puo' essere letta su un apposito dinamometro.

Lo scissometro tascabile e' un apparecchio con alette disposte a croce che infisse nel terreno e sottoposte a rotazione rompono il terreno secondo una superficie cilindrica. La coppia torcente necessaria alla rottura puo' essere letta attraverso un dinamometro.

CLASSIFICAZIONI DEI TERRENI

Le classificazioni dei terreni possono essere fatte in modo diverso a seconda dei parametri che si utilizzano. Vediamo quelle piu' comunemente usate.

Classificazione di cantiere delle terre (AGI):

E' una classificazione che identifica i terreni in base ad osservazioni dirette e/o prove che possono essere eseguite senza l'ausilio di attrezzature particolari, direttamente nel luogo d'indagine.

Classificazione granulometrica

Questa classificazione si basa sulla dimensione delle particelle costituenti il terreno. Una tale classificazione per essere precisa necessita' di analisi granulometriche eseguite in

laboratorio, ma già in cantiere e' possibile con metodi empirici e buona esperienza stabilire le percentuali delle varie classi granulometriche. I termini descrittivi principali sono: Ciottoli, Ghiaie, Sabbie, Limi e Argille (vedi pag.).

La denominazione completa di un terreno composto da piu' frazioni granulometriche deve seguire il seguente criterio:

- Il primo nome e' quello della frazione granulometrica piu' abbondante seguito in ordine decrescente dalle altre frazioni granulometriche.
- Nel caso di due frazioni presenti in quantita' uguali i due termini saranno uniti dalla congiunzione "e" (ad esempio: ghiaia e sabbia).
- Le frazioni granulometriche presenti in minore quantita' dovranno essere precedute dalla congiunzione "con" se sono comprese tra il 50 ed il 25% della quantita' totale; dovranno essere seguite dal suffisso "oso" se comprese tra il 25 ed il 10%; ed infine seguite dal suffisso "oso" ma col nome preceduto da "debolmente" se comprese tra il 10 ed il 5%.

Ad esempio, un terreno composto da:

50% Ghiaia
30% Sabbia
20% Limo

verra' designato da: Ghiaia con sabbia limosa

Un terreno composto da:

70% Sabbia
20% Limo
8% Argilla
2% Ghiaia

verra' designato da: Sabbia limosa debolmente argillosa.

Questa classificazione deve essere completata, ove possibile, dalla classificazione dello stato di compattezza o di consistenza.

SABBIE

N	valutazione dello stato di addensamento
0 - 4	sciolto
4 - 10	poco addensato
10 - 30	moderatamente addensato
30 - 50	addensato
> 50	molto addensato

TERRENI COESIVI

N	valutazione della consistenza
< 2	privo di consistenza
2 - 4	poco consistente (molle)
4 - 8	moderatamente consistente
8 - 15	consistente
15 - 30	molto consistente
> 30	estremamente consistente (duro)

DIMENSIONI DEI GRANI		CONSISTENZA	
	Caratteristiche generali	Denominazione	
Terre incoerenti o granulari	— elementi lapidei di dimensione > 2 mm	ghiaia	sciolto
	— granuli di dimensioni > 0,06 mm, visibili a occhio nudo; privi di coesione se essiccati	sabbia	addensato
Terre coesive	l'aggregato si secca rapidamente e può essere sbriciolato con le dita; i pezzi essiccati possiedono coesione ma possono essere facilmente polverizzati con le dita		lievemente cementato
	— granuli di dimensioni < 0,06 mm, non visibili a occhio nudo	limo	privo di consistenza
Terre organiche	l'aggregato è liscio al tatto e plastico; può essere ridotto in cilindretti con le dita; si essicca lentamente; si ritra apprezzabilmente nell'essiccare; essiccato mostra delle fratture	argilla	poco consistente
			moderatamente consistente
			consistente
			molto consistente

Nota: R_p = resistenza alla penetrazione col penetrometro tassabile

