



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO : 42

DATA : 04/02/2011

A P P U N T I

STUDENTE : Rkc | | qmc "F cxkf g

MATERIA : I gqrqi kc "/" Rtqh0Xki pc

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

CAPITOLO 1: L'INTERNO DELLA TERRA

DIMENSIONI DELLA TERRA

- Raggio medio: 6371 Km
- Volume $1,083 \times 10^{12} \text{Km}^3$
- Massa $5,976 \times 10^{24} \text{kg}$
- Densità 5.52 g/cm^3

La Terra è suddivisa a zone in base alla profondità (crosta, mantelli, nucleo). Queste zone sono state scoperte utilizzando le onde sismiche, che si comportano diversamente in base al materiale che attraversano: ad esempio le onde S non attraversano i liquidi mentre le onde P si.

La **crosta** è rigida e si poggia sul **mantello superiore** che è fluido. In corrispondenza dei continenti abbiamo la **crosta continentale** che è più spessa, mentre in corrispondenza degli oceani abbiamo la **crosta oceanica** che è più sottile. Il componente maggiore che si trova all'interno della crosta è l'ossigeno. L'insieme della crosta più il mantello superiore è chiamato **litosfera**. Andando in profondità, avvicinandoci al nucleo, troviamo temperature sempre più alte e in ordine di profondità abbiamo l'**astenosfera**, **mantello inferiore**, **nucleo esterno e interno**.

L'interno della terra è rimescolato da lenti movimenti di materiale, detti **correnti convettive**, che servono a disperdere l'elevatissimo calore presente all'interno del pianeta. Queste correnti sono quelle che generano terremoti, rilievi montuosi e spostamento dei continenti.

LA DINAMICA A ZOLLE

La dinamica a zolle è il fenomeno per cui delle porzioni di crosta terrestre dette **zolle**, tendono a spostarsi. Dove c'è lo spostamento, siccome la crosta è rigida c'è una spaccatura detta **faglia** (discontinuità). Da un'immagine del pianeta in cui si ipotizza non ci siano gli Oceani (**pangea**) è ben visibile la **dorsale medio atlantica** che corre tra l'Africa e l'America (zona di inizio apertura e primi movimenti = **rift africani**) e corrisponde alla risalita della spaccatura dove sono iniziati i movimenti.

Le porzioni che si spostano con velocità differenti, se da una parte tendono ad aprirsi (**margini passivi**), dall'altra si chiudono (**margini attivi**). Lo spostamento delle zolle provoca l'espansione degli oceani, in quanto il materiale costituente l'interno della terra tende ad uscire nelle zone di frattura allargando la discontinuità, poi raffreddandosi diventa la nuova crosta oceanica. In uno scontro, una porzione va in profondità e l'altra si corruga formando dei rilievi montuosi (la zona in cui avviene lo scontro e l'immersione di una delle zolle si chiama **subduzione**).

Gli scontri non necessariamente avvengono solo tra zolle oceaniche, ma anche tra oceano e continente o tra due continenti.

Le **orogenesi** sono le diverse fasi di sollevamento e quindi la formazione delle catene montuose. All'epoca della nascita della Terra i continenti erano tutti uniti (**pangea**) e piano piano hanno iniziato a distanziarsi. All'inizio del '900 si pensò che un tempo esistessero dei "Ponti Continentali", perché risultava strano che fossero presenti le stesse specie animali sulla costa Orientale Americana e su quella Occidentale Africana; ma Wegener, capì che l'unica spiegazione era l'esistenza di un unico super- continente.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

CAPITOLO 2: TERREMOTI

Il terremoto è prodotto dalla brusca liberazione dell'energia accumulata da una roccia sottoposta a sforzo.

Le **Onde P** dette anche Longitudinali, solitamente non vengono avvertite dall'uomo ma solo dai sismografi. Anticipano il sisma e sono più veloci.

Le **Onde S** dette anche Trasversali, sono avvertite dall'uomo e sono le onde del sisma vero e proprio, che sono più lente ma più forti e arrivano dopo le onde P.

Le varie onde sono avvertite dai sismografi che sono posizionati in posti strategici dove c'è meno rumore di fondo possibile. Quando si verifica un terremoto, per trovare l'epicentro, si utilizzano più stazioni a triangolazione per identificare la sua posizione in base alla distanza tra le stazioni, il tempo tra le onde p ed s.

La **magnitudo** esprime l'intensità del terremoto che si misura con il sismografo e con la scala **Richter**.

I terremoti sono divisi in superficiali e profondi. Quelli superficiali hanno il loro punto di propagazione che si chiama **epicentro**, mentre quelli profondi hanno il nome di **ipocentro**.

L' **epicentro** è posizionato sulla verticale dell'**ipocentro**.

SCALA D' INTENSITA'

Valutazione eseguita attraverso gli effetti prodotti dal sisma su persone, manufatti e terreno. La scala di intensità più utilizzata è la scala **mercalli**:

- I. Avvertito solo dai sismografi
- II. avvertito negli interni dei piani alti delle case
- III. avvertito negli interni ove gli oggetti pendenti oscillano
- IV. oggetti pendenti oscillano, forti vibrazioni
- V. avvertito anche esternamente
- VI. avvertito da tutti
- VII. difficile reggersi in equilibrio
- VIII. danno alle costruzioni in pietra e guida delle automobili difficile
- IX. panico generale. Costruzioni di fango completamente distrutte, costruzioni in pietra fortemente danneggiate, gli edifici crollano.
- X. La maggioranza delle costruzioni è distrutta
- XI. Rotaie incurvate, tubi sotterranei inutilizzabili
- XII. Danno quasi totale. Grandi massi di roccia spostati. La morfologia è alterata. Oggetti lanciati in aria

A seconda del terreno che l'onda attraversa, questa viene più o meno amplificata. I terreni molto compatti o rocciosi non amplificano il segnale. La sabbia e l'argilla amplificano il segnale.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

CAPITOLO 3: L'ETA' DELLE ROCCE

Il pianeta terra ha una storia lunga 4,6 miliardi di anni, e il tempo geologico è suddiviso in 5 ere principali dalla più recente alla più antica:

- NEOZOICO (quaternaria)
- CENOZOICO (terziaria)
- MESOZOICO (secondaria)
- PALEOZOICO (primaria)
- ARCHEOZOICO

I tempi geologici, sono stati suddivisi grazie alla diversità di rocce con caratteristiche tecniche differenti in base alla loro età.

La datazione delle rocce è stata possibile su basi:

- **litostratigrafiche** (rocce calcaree),
- **biostratigrafiche** (fossili, in base al tipo di AMMONITE)
- **cronostratigrafiche** (carte geografiche),

Foramminiferi: rocce con fori di grandezza millimetrica che indicano le varie età.
In generale, più si va in profondità più le rocce sono antiche.

Le caratteristiche delle rocce in base all'età sono le seguenti:

Depositi quaternari: (pianura) rocce sciolte, lapidee (vulcani).

Giacitura: orizzontale, deformazione nulla.

Depositi terziari: (colline anche a Torino), rocce lapidee consolidate, semicoerenti.

Giacitura: blandamente inclinate, deformazione blanda.

Rocce mesozoiche e paleozoiche: (verso le montagne) rocce lapidee molto dure.

Giacitura: molto variabile, deformazione elevata.



GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

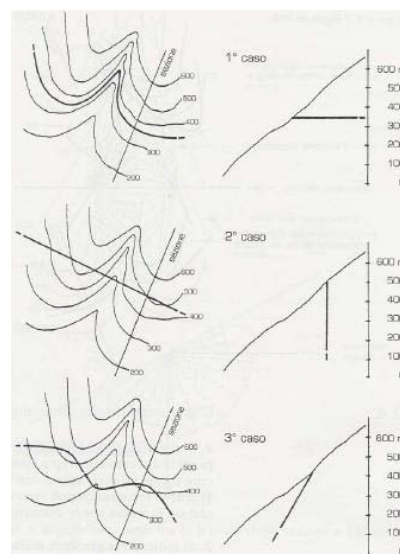
CAPITOLO 5: GIACITURE E CONTATTI DELLE ROCCE

La giacitura è molto difficile da individuare e si indica fornendo due indicazioni:

- L'**immersione**: indica in che direzione la roccia è disposta variando da 0 a 360° e, solitamente, si usano i punti cardinali (si effettua con una bussola).
- L'**inclinazione**: si misura con un inclinometro e varia da 0 a 90°

Sulle carte topografiche, la giacitura si riconosce tramite degli strati:

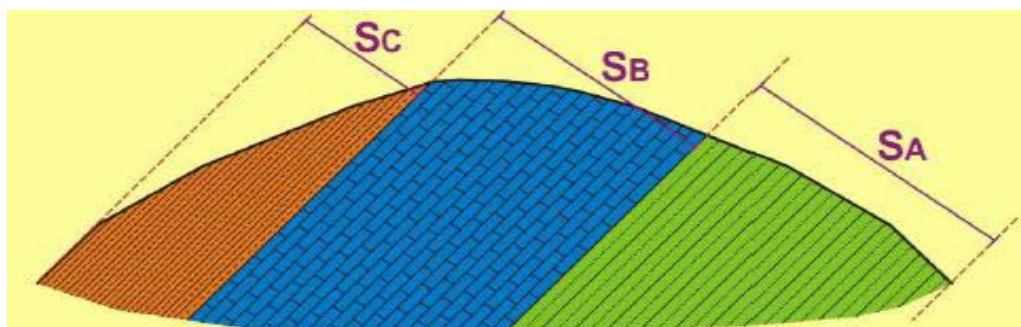
- **Strato orizzontale**: segue le curve di livello
- **Strato verticale**: visto in sezione è una linea verticale
- **Strato inclinato**:
 - Andamento concorde con il pendio: **franapoggio** (scivolamento)
 - Andamento discorde con il pendio: **reggipoggio** (situazione di stabilità, perpendicolare alla pendenza).



PRINCIPALI TIPI DI CONTATTO DELLE ROCCE

- **Stratigrafico**: contatto tra strati diversi (le rotture con conseguente stacco di una parte di roccia avvengono in corrispondenza dei piani di strato)
- **Tettonico**: faglia (debolezza), difficile da distinguere con quello stratigrafico.
- **Superfici di discontinuità**: contatti tra rocce a giacitura diversa

E' abbastanza difficile fare delle prove stratigrafiche per individuare l'esatto spessore di ogni strato. Bisogna per forza sapere la giacitura degli strati per non rischiare di incorrere in errori, ad esempio acquisendo l'estensione di uno strato invece che il suo spessore solo perché è posizionato non in verticale. Lo spessore è sempre considerato perpendicolare alla linea del cambiamento di strato.



GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

CAPITOLO 7: LE ROCCE IGNEE

ROCCE PLUTONICHE

I plutoni sono delle masse magmatiche che solidificano in profondità formando un corpo igneo intrusivo che cristallizza nella litosfera (**batolite**).

La composizione dei magmi che formano i plutoni sono varie e in base a queste si distinguono: magmi basici (basaltici), magmi intermedi e magmi acidi.

La roccia più importante è il **granito**. È una roccia durevole nel tempo e molto dura in ambienti freddi e asciutti, ma in climi caldo-umidi perde le proprie caratteristiche tecniche alterandosi in argilla e sabbie.

ROCCE VULCANICHE

La roccia vulcanica si ha per solidificazione veloce del magma. Essa ha un'elevata bollosità ed il raffreddamento la porta alla fratturazione. In prossimità di rocce vulcaniche si hanno risorse idriche molto mineralizzate. Le lave si dividono in

- **viscose** (da origine a fenomeni esplosivi) come Duomi e Guglie
- **fluide** che sono le colate laviche.

DEPOSITI PIROCLASTICI

Sono costituiti dai frammenti eiettati durante le eruzioni vulcaniche esplosive. Tali frammenti sono denominati **piroclasti**.

Piroclasti: ceneri o lapilli

Piroclastiti: tufi a lapilli, tufi cineritici (vengono utilizzate al sud come rocce da costruzione).

In base alla genesi si distinguono i seguenti tipi di depositi piroclastici:

- **depositi piroclastici di caduta:** frammenti che raggiungono il suolo dopo aver percorso una traiettoria balistica.
- **colate piroclastiche;** flussi di materiale piroclastico in sospensione dentro gas molto densi e pesanti.
- **colate di detriti e colate di fango;** dette anche **Lahar**, sono generate dal rimaneggiamento di materiale piroclastico operato dalle acque meteoriche.

ATTIVITA' VULCANICA

- **Eruzioni centrali**
- **Eruzioni lineari**, molto più pericolose
 - Attività parossistica: durata breve (1 o 2 mesi)
 - Attività persistente: si protrae a lungo termine
 - Attività di caldera: si crea dallo sprofondamento parziale dell'apparato vulcanico dopo la sua esplosione

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

CAPITOLO 8: LE ROCCE SEDIMENTARIE

Le rocce sedimentarie hanno origine dai **clasti**.

Si dividono in:

- **detritiche o clastiche**
- **residuali**
- **chimiche**

La formazione delle rocce sedimentarie viene suddivisa in 2 fasi:

1. Formazione ed accumulo dei sedimenti (Fase sinsedimentaria).
2. Trasformazione del sedimento in roccia coerente (Fase postsedimentaria).

Fase sinsedimentaria:

scheletro (frazione grossolana)

matrice (frazione più fine)

Fase postsedimentaria:

cementazione; in seguito alla presenza d'acqua si forma il carbonato di calcio che cementa.

alterazione; disaggregazione, vengono alterate (in peggio) le caratteristiche.

Rocce sedimentarie detritiche o clastiche: **epiclastiche**

- **Conglomerati**: Breccie (frammenti a spigoli vivi)
Puddinghe (frammenti arrotondati)

Rocce sedimentarie detritiche o clastiche: **terrigena**

- **Areniti**: sinsedimentaria: sabbia;
postsedimentaria: cemento (può essere calcareo quindi scadente, siliceo perciò ottimo)
,
cementazione di sabbie, poliminerali: Arenarie

Rocce sedimentarie detritiche o clastiche: **marne**.

Le marne sono rocce composte da carbonato di calcio e argille in tutte le proporzioni.

Maggiore è la quantità di argilla e più la roccia è scadente.

Con la marna calcarea si fa il cemento a cotture molto elevate.

Le calce idrauliche hanno buone caratteristiche e solidificano se a contatto con grandi masse d'acqua, invece le calce a presa rapida sono più scadenti poiché hanno molta argilla.

Rocce sedimentarie chimiche: **carbonatiche**.

Tra le rocce carbonatiche abbiamo le Calcari e le Dolomie

Minerali carbonatici da ricordare:

- **travertino**: roccia formata in prossimità di grosse sorgenti (grandi quantità di carbonato di calcio). Ha valide caratteristiche ma a contatto con le piogge acide si scioglie. Si usa solo per ristrutturazioni ma prima si facevano anche i davanzali delle case.
- **calcite**
- **dolomite**: meno solubili come rocce carbonatiche ma soggette comunque all'erosione. Usate per gli inerti.

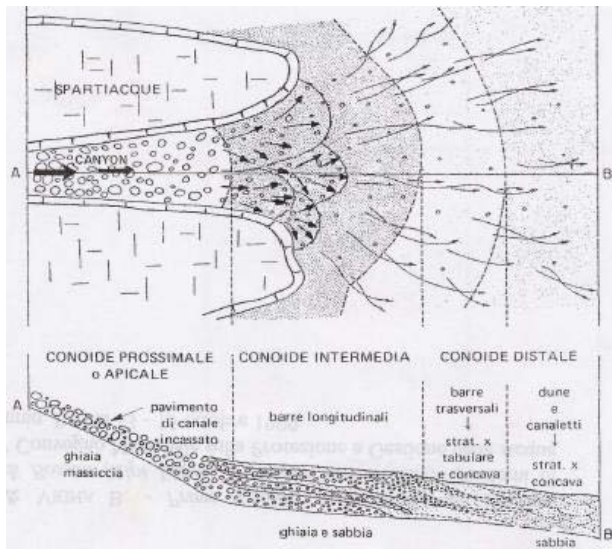
Rocce sedimentarie chimiche: **evaporitiche**.

Principali minerali: Carbonati, Solfati, Cloruri, gesso

Si possono formare in bacini molto chiusi, es. Mar Morto

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

- **conoide detritica** (il mezzo di trasporto è la forza di gravità). Alta permeabilità e l'acqua circola facilmente tra i blocchi. A volte la vegetazione fa da freno alla caduta dei blocchi.



MORFOLOGIA FLUVIALE

- Corso a **canali intrecciati** (ghiaie + sabbie); si sposta in seguito a piogge intense
- Corso **meandriforme**, deposizione sabbia-ghiaia sulle sponde del fiume

Spostamento del fiume in tempi brevissimi, quindi costruire ponti con luci ampie

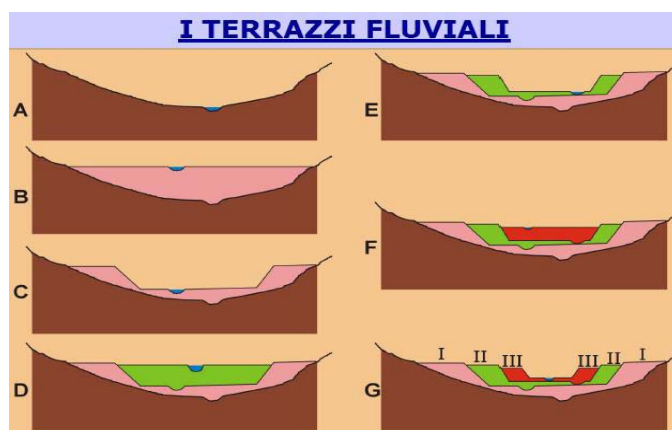
Meandro: canale principale che nel tempo tende a spostarsi. Da una parte del fiume lascia il deposito e dall'altra fa un'erosione, quindi ha una continua evoluzione nel tempo che tende a far cambiare forma al fiume

Terrazzi fluviali: sono degli orli di scarpata che limitano le zone esondabili e nella figura arrivano fino al terzo ordine.

Il delta: I corsi d'acqua trasportano e accumulano detriti che provocano un avanzamento della costa. A questo segue la compattazione di questo materiale che causa un abbassamento del piano di campagna: **subsidenza**. Quando si realizzano pozzi in queste zone si dice **subsidenza indotta** perché toglie enormi volumi di acqua.

Canyon sottomarino: quando si hanno delle frane sottomarine, ovvero il deposito di materiale fine che cade dalla scarpata, si creano correnti di torbida che scavano canyon.

Depositi di spiaggia: sono zone in cui è difficile costruire a causa delle argille.



GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

CAPITOLO 10: I SUOLI

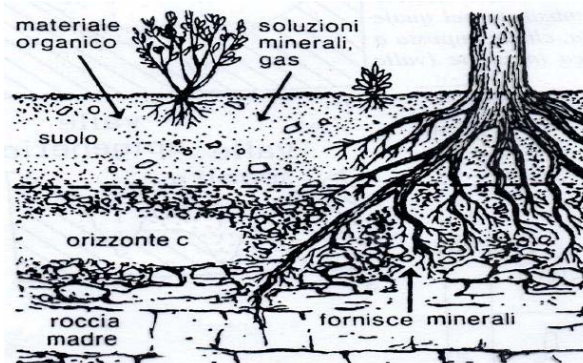
Il suolo è la parte più superficiale delle rocce che è legata ai processi di alterazione:

- **Processi chimici:** idrolisi e dissoluzione
- **Processi fisici:** disgregazione legata a dilatazioni termiche e gelifrazione
- **Processi biologici:** decomposizione delle sostanze organiche ad azione degli organismi.

Il suolo viene studiato dai **pedologi**, che lo classificano in strati:

Suolo naturale

- Suolo: suolo vero e proprio dov'è presente solo materiale organico, quindi è scadente
- Orizzonte C (sottosuolo): è la zona di passaggio tra suolo e roccia madre, infatti sono presenti entrambi
- Roccia madre: è lo strato più profondo, in cui non è più presente materiale organico.



Suolo agrario

- Cotica erbosa
- Orizzonte A: strato attivo
- Orizzonte B: strato inerte
- Orizzonte C: zona di transizione
- Substrato roccia madre

La stratificazione dipende anche dai vari climi (molto umido, umido, secco), più il clima è umido e maggiore sarà il sottosuolo. Oltre che in funzione dei climi, i suoli sono differenti anche rispetto all'età dei sedimenti:

- **Paleosuoli** : suoli molto sviluppati con alti spessori. In zone collinari, il suolo ha un'altezza anche di 6 – 7 m
- **Suoli evoluti:** alluvioni antiche
- **Suoli assenti:** alluvioni recenti

IMPORTANZA DEI SUOLI

- Stabilità dei versanti: dopo piogge intense c'è il rischio di frane superficiali.
- Portanza dei terreni: nessuna opera ingegneristica può poggiare direttamente sul suolo perché ha portanza nulla dato che è costituito da molta argilla, perciò viene sempre asportato. Usato anche per ricoprire zone spoglie ma non hanno nessuna funzione ingegneristica.
- Vulnerabilità acquiferi: il suolo filtra gli inquinanti perciò gli acquiferi sottostanti sono migliori
- Agricoltura: il raccolto cresce sul suolo

Ecco alcuni tipi di rocce con e senza suoli:

Rocce affioranti: ad esempio un promontorio che spunta direttamente dal mare senza il suolo

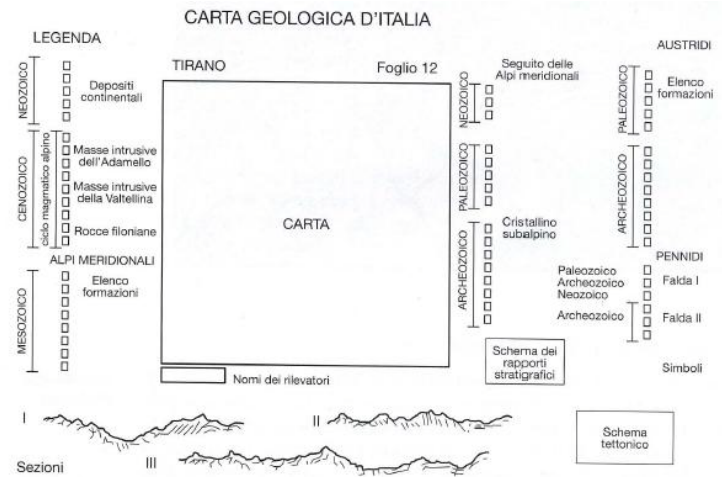
GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

CAPITOLO 12: CARTOGRAFIA GEOLOGICA

La carta **geologica** è un documento ufficiale. In una relazione bisogna sempre far riferimento al nome della carta e al numero del foglio. Scala di rappresentazione 1:100.000; poco dettagliata, è una carta sommaria di riferimento generale. Quella al 50.000 è ancora di difficile interpretazione. La carta geologica di sintesi è perfetta per il lavoro dell'ingegnere. A volte può capitare che le carte diano informazioni sbagliate e quindi è necessario fare più indagini. In genere lo spessore degli strati nelle sezioni sono sbagliati, ma ci servono solo per avere un'idea generale di cosa troviamo negli strati.

Sulla carta **geologica** possiamo trovare carte che indicano le pieghe, le faglie, anticlinali, sinclinali.

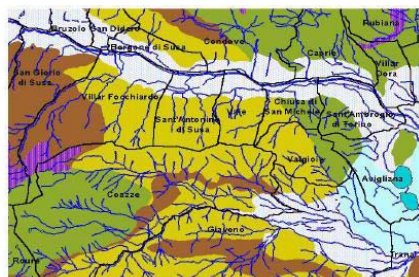
Sulla carta **geomorfologica** possiamo trovare gli altopiani dolomitici, fenomeni franosi, idrogeologia, opere e interventi ingegneristici.



sinclinali e anticlinali

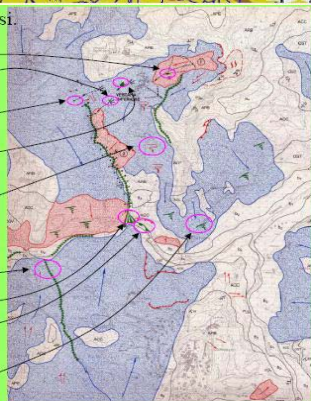
pieghe e faglie

Esempio di carta geologica di sintesi:
versante destro
bassa Valle di Susa.



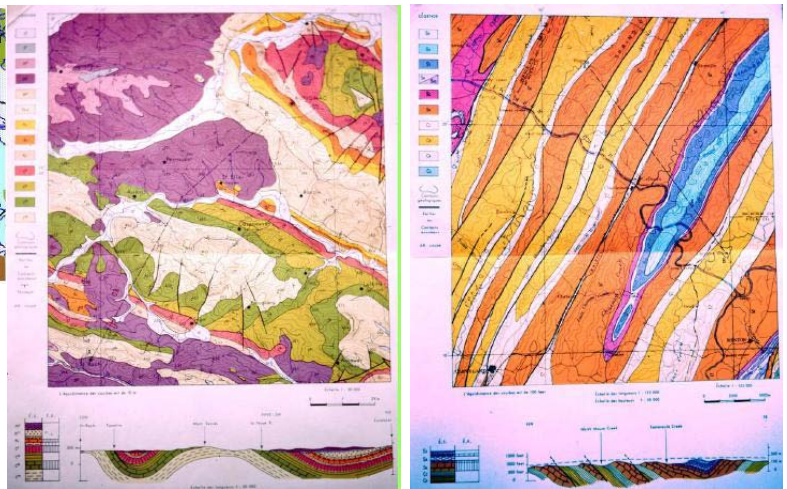
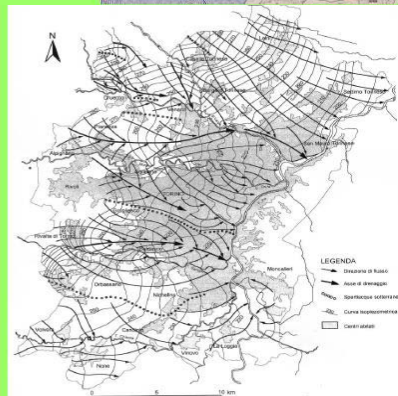
Carta tematica dei fenomeni franosi.

Drenaggi/fossi di scolo
Dreni suborizzontali
Briglia
Sorgente
Area interessata da soliflusso generalizzato
Erosione dell'alveo nelle alluvioni
Conoide
Erosione di sponda
Area interessata da ruscellamento diffuso

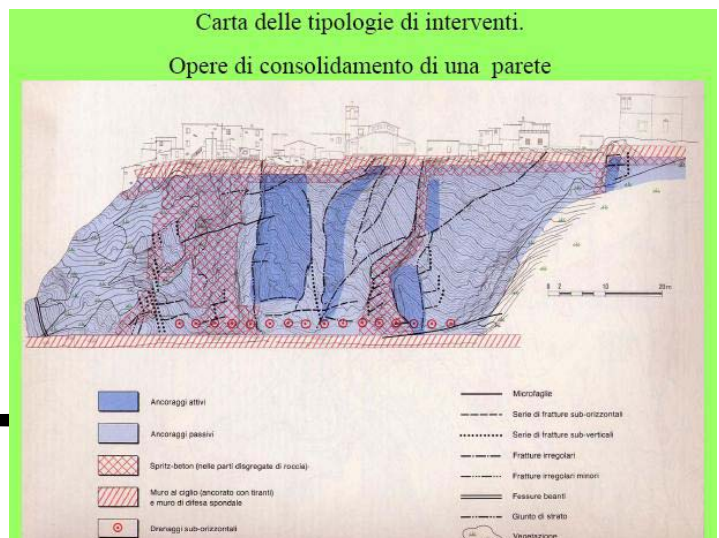


Carta idrogeologica

Rappresentazione del campo di moto di un acquifero.



Carta delle tipologie di interventi.
Opere di consolidamento di una parete



GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

- Individuare possibili frane da crollo
- Individuare dissesti in atto, dissesti incipienti (che potrebbero provocare una zona, che in futuro potrebbe essere instabile), di inghiottitoi (zone dove l'acqua s'interra) e di laghi interrati.

CAPITOLO 14: INDAGINI GEOFISICHE

Le indagini geofisiche sono una serie di misure effettuate in superficie o in fori appositamente allestiti (**sondaggi geognostici**) o in pozzi per acqua. Servono a misurare la variazione nello spazio di una proprietà fisica delle rocce, dei terreni e dei suoli. Queste proprietà possono essere: **densità, elasticità, suscettività, magnetica, conducibilità, resistenza, induttanza, permeabilità magnetica e permittività elettrica.**

Si possono eseguire anche in zone dove i macchinari pesanti non possono arrivare ed è meglio se ci sono anche dei **sondaggi di taratura** (sondaggi fatti anche in posti distanti che mi permettono di definire i materiali). L'indagine geofisica è più estensiva (copre una zona maggiore), veloce (una giornata) ed economica di un sondaggio geognostico, anche se esiste sempre un'incertezza su ciò che si è misurato. L'unica pecca è che siccome sono tutti dei valori, devono saper essere interpretati.

Poichè fare i sondaggi risulta molto costoso, si fanno prima le indagini geofisiche.

Il tempo di realizzazione di tutte le indagini geofisiche sono entro una giornata.

- **Sev a 60 m:** sondaggi elettrici verticali che si effettuano in 3 ore. Costo 400 E
- **Tomografia elettrica 100 m:** sezione terreno in $L = 100$ m e 25 in profondità. Costo 600 E
- **Tomografia sismica a rifrazione 100 m:** sezione $L = 100$ m e 20 in profondità. Costo 800
- **Tomografia sismica a riflessione 100 m:** molto usata dai petrolieri. Costo 2500 E

METODI DELLA GEOFISICA APPLICATA

Metodo gravimetrico: poco utilizzato

Metodi elettromagnetici: poco utilizzati

Metodi magnetici: poco utilizzati

Metodi sismici:

- Sismica a rifrazione (più usato)
- Sismica a riflessione (per ingegneri petroliferi)
- Analisi spettrale

Metodi elettrici:

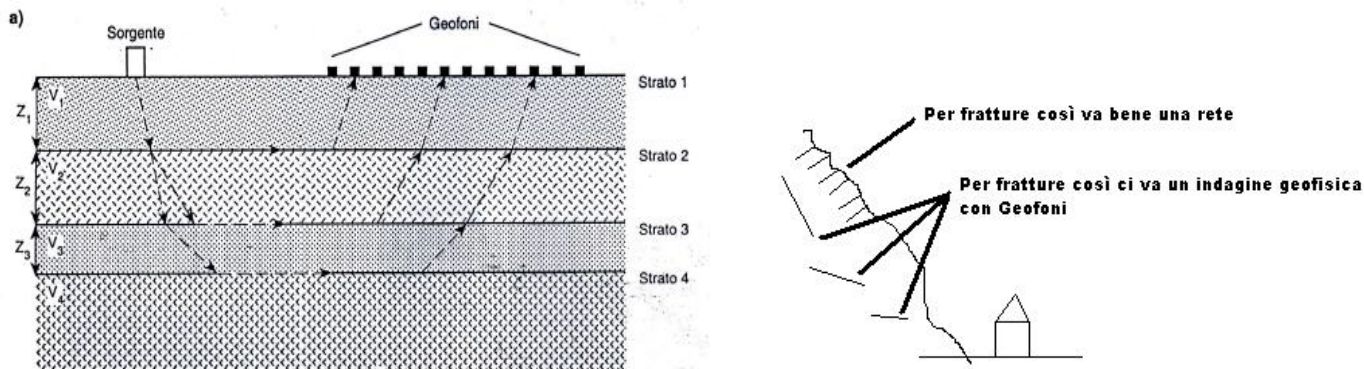
- Geoelettrica classica (campi artificiali)
- Potenziali spontanei (campi naturali)
- Polarizzazione indotta (campi artificiali)

USO DELLA GEOELETTRICA

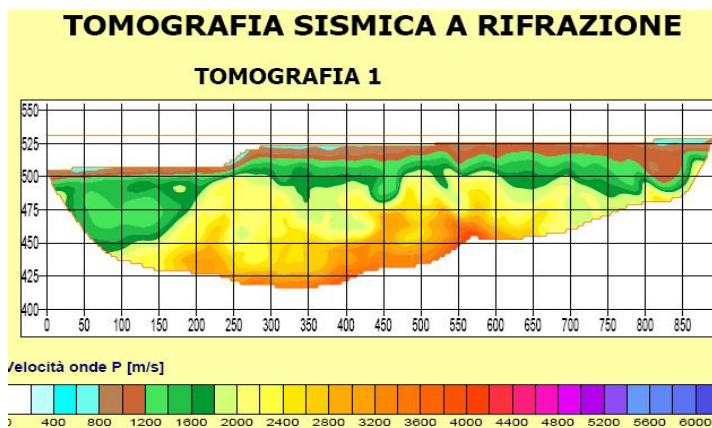
- Precisione non molto elevata (errori di quasi una decina di metri)
- Bisogna conoscere almeno grossomodo l'assetto stratigrafico generale
- Inutilizzabile in zone dove passano linee elettriche (non indicato in città)

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Si posizionano sul terreno l'oggetto sorgente (esplosivo, fucile o massa battente) e molti **geofoni**, situati distanti dalla sorgente ma vicini gli uni agli altri. Dalla sorgente viene sparata l'onda che va ad incidere le diverse superfici degli strati e ad ogni strato, andando in profondità, la velocità di propagazione dell'onda aumenta (se così non fosse si perderebbe il segnale). Il raggio incide il nuovo strato e si propaga lungo una superficie di discontinuità sub orizzontale. Nel caso l'angolo di incidenza superi l'angolo limite non si ha più raggio rifratto ma riflessione totale. Questo è un metodo poco efficace se c'è molta acqua.



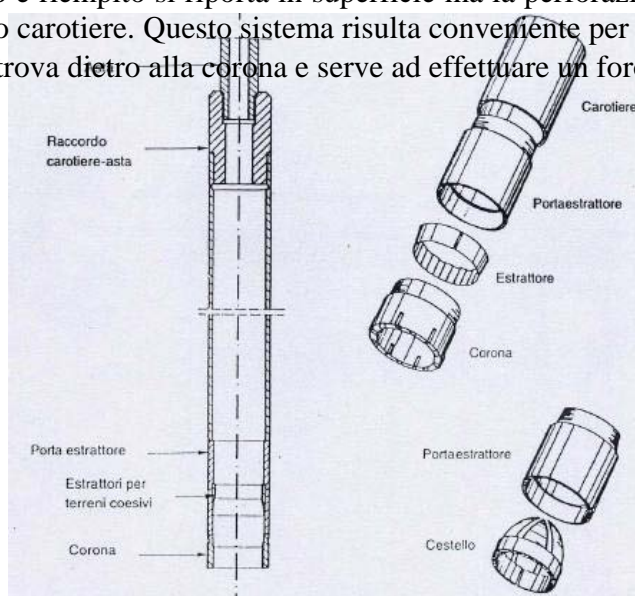
Devo capire lo stato di fratturazione



GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

corona di perforazione. Serve per mantenere il campione indisturbato dalla circolazione del fluido e dalla torsione del cilindro che ruota.

- **Wire line:** consiste nel far scendere il carotiere dentro le aste di rivestimento e quando è riempito si riporta in superficie ma la perforazione può continuare calando un'altro carotiere. Questo sistema risulta conveniente per sondaggi più di 100 m.
- **Alesatore:** si trova dietro alla corona e serve ad effettuare un foro perfetto.



- **Cassetta porta campioni:** Una cassetta, in genere, contiene 4 – 5 m di carota. Sulla stessa cassetta vengono riportati i dati relativi al sondaggio, sui bordi della stessa si trovano dati riferiti alle profondità di carotaggio.

DATI DA INSERIRE PER
CAMPIONATURA:

- Nome e ditta
- Committente
- Località sondaggio
- Quota perforazione
- Descrizione
- Profondità
- Altezza dell'acqua rilevata al mattino.
- Punti in cui devono essere eseguiti dei campionamenti



Utensili che servono a fare una verifica primitiva del materiale.

Scissometro: misura la deformazione del terreno

Poket penetrometrico: è una prova che può essere fatta in loco; appoggiando il pocket al sondaggio si vede lo sforzo necessario per avere l'infissione, misurando con un manometro.

Campione indisturbato: è un campione molto più rappresentativo ottenuto con un doppio carotiere. Viene contenuto in una fustella sigillata agli estremi con del silicone.

PROVE IN SITU

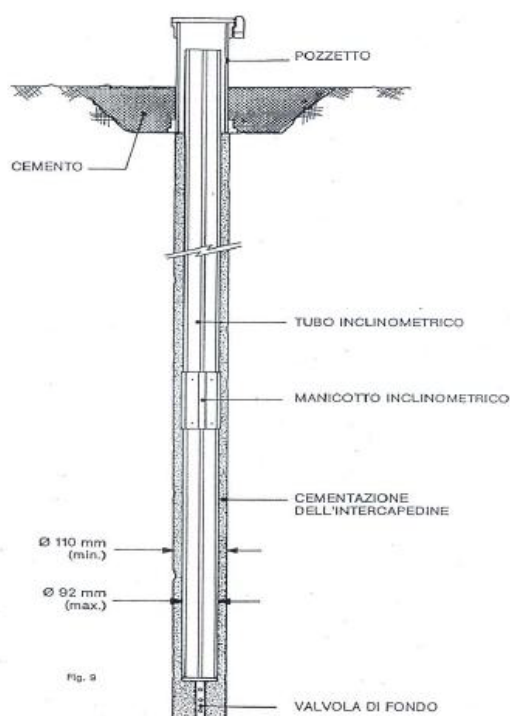
Le "prove in situ" servono per caratterizzare il materiale, la **prova penetrometrica** ne è un esempio. Le prove vengono solitamente eseguite su materiali fusi che sono quelli che creano maggiori problemi.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

senso che, a contatto con l'acqua, invia un doppio segnale (sonoro e luminoso). Misuro la quota di livello dell'acqua.

È possibile impostare degli intervalli a distanza dei quali il piezometro rileva la misura (anche per mesi consecutivi).

Esiste anche il **piezometro a 2 tubi**, che serve per monitorare due diversi acquiferi e misurare i due livelli della falda; una più superficiale e l'altra più profonda. Se le altezze dell'acquifero sono diverse significa che i due orizzonti sono separati, diversamente, se sono uguali, i due acquiferi appartengono allo stesso orizzonte.



Gli **inclinometri** sono utili nel misurare i movimenti del terreno nel tempo. Dai valori della pendenza si risale al valore dello spostamento orizzontale; eseguendo delle misure nel tempo si può valutare il tipo di spostamento e la velocità del movimento.

Realizzo un **tubo inclinometrico**, lo introduco nel foro del sondaggio e lo blocco ai fini di creare una cementazione "morbida" in grado di rilevare i piccoli movimenti.

Il tubo contiene 4 specie di rotaie/scanalature che servono per contenere la sonda da introdurre all'interno del pozzetto. Il tubo inclinometrico non va posizionato nel corpo frana.

Tra precipitazioni e movimenti franosi solitamente c'è una relazione, è quindi opportuno effettuare le misurazioni in seguito ad abbondanti piogge.

La lettura solitamente viene effettuata "in salita" (durante la risalita della sonda). Le sonde odierne hanno 2 rotelle che, nel caso non si dovesse riuscire a far riemergere la sonda, si può comunque recuperare parte dell'attrezzatura.

È bene avere dei riscontri utilizzando degli strumenti topografici; a volte, infatti, l'inclinometro non rileva movimenti avvenuti. Si posiziona quindi lo strumento su un punto fermo e fisso sul versante opposto all'inclinometro. Ormai oggi si utilizza il gps.

All'interno del tubo inclinometrico vengono posizionate 2 sonde, una in profondità, in una zona in cui sono sicuro non avvengano movimenti, l'altra in superficie. Se il sistema acquisitore superiore si sposta rispetto a quello inferiore significa che si è verificato un movimento.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

OPERAZIONE DI CONDIZIONAMENTO DI UN POZZO

Si fanno scavi rettangolari o circolari di lunghezza elevata e larghezza pari ad un metro. Nel foro viene infilato un **tubo di manovra** (il quale ha attorno un materiale di ghiaietta chiamato **prefiltro**), nel quale poi viene infilato un **tubo portante** che ha all'estremità il **tubo filtro**. Al di sopra del tubo, viene immesso un elemento di separazione composto da materiale bentonitico impermeabile. Subito dopo viene colato attorno al tubo portante il cemento liquido a presa rapida, per escludere alcun contatto con il piano-campagna e per ancorare bene l'opera.

Funzione dei filtri: impediscono che i materiali fini entrino nel foro (pozzo) e si depositino sul fondo. Molto spesso, le pompe che portano la sabbia in superficie provocano nel tempo la formazione di vuoti dalle pareti del foro, che infine provocano il collasso. Quando un filtro non funziona correttamente, la portata dell'acqua diminuisce e dopo poco tempo il pozzo crolla.

Il filtro è posizionato in corrispondenza della zona acquifera. La zona di **prefiltro** ha funzione di trattenere le parti più fini; come prefiltro viene sistemata una ghiaietta quarzosa. Per le acque aggressive è l'ideale.

- Il filtro più costoso e più indicato per filtrare l'acqua è il **filtro Johnson**. E' fondamentale negli orizzonti di sabbia perché ha le fenditure piccole che evitano l'entrata all'interno del piezometro della sabbia.
- I **filtri a ponte** vengono solitamente usati nelle ghiaie grossolane pulite.
- I **filtri a fessure** sono i meno costosi e i più semplici.



ESPURGO DEI POZZI

Espurgo: immobilizza il materiale fine e lo porta fuori. Il tempo di espurgo è diverso nei vari casi; l'espurgo ha fine nel momento in cui l'acqua che fuoriesce è pulita.

Esistono vari metodi d'espurgo dei pozzi:

- **Pompaggio:** alternanza di pompaggi e stop con elettropompa
- **Pistonaggio:** inserimento di un pistone che esegue ripetitivamente i sali e scendi.
- **Lavaggio:** lavaggio in pressione con acqua e polifosfato di sodio
- **Aria compressa:** alternanza di insufflaggio e scarico di aria compressa a fondo foro

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

- **Zona satura:** spessa da 50 cm a centinaia di metri, può subire una variazione da pochi centimetri a 8 mt. È la zona in cui in qualsiasi parte c'è acqua che si muove orizzontalmente.

La linea **piezometrica** è quella che separa la zona satura da quella insatura. L'insieme delle due zone, viene detto **Acquifero**. D'inverno, il livello piezometrico sale perché tutta l'acqua delle piogge caduta non si disperde (l'evaporazione è ridotta e le piante, in letargo, non ne fanno uso).

Visto che la falda durante l'anno può variare il suo spessore è bene, prima di costruire, valutare a che livello massimo arriva, per non fare delle fondazioni che poi vanno a bagno. A questo proposito, se scopro che nel sottosuolo di un abitazione c'è una falda acquifera, sarà bene impedire la risalita capillare dell'acqua utilizzando un bello strato di ghiaia per impedire di intaccare la casa. Si utilizza la ghiaia poiché tra i pori del materiale, il fenomeno della risalita capillare è insignificante a causa dell'elevato spazio tra un granello e l'altro, mentre se fosse un terreno fine, la risalita sarebbe molto maggiore.

Dobbiamo tener conto di un altro fattore importante che è la **perdita di carico**: l'acqua che transita in un terreno dissipa sempre energia, ma se il terreno è poco permeabile, ne dissipa tanta e quindi aumenta la perdita di carico. A titolo di esempio, nei mezzi permeabili come la ghiaia, l'acqua circola bene e il livello idrico scende poco con conseguente minima perdita di carico; se ho un mezzo poco permeabile, l'acqua circola male e il livello idrico tende a scendere più velocemente con conseguente elevata perdita di carico.

L'esperienza di **Darcy** mostra le perdite di carico che subisce l'acqua attraversando un materiale.

ACQUIFERI

L'acquifero in idrologia, è lo strato di roccia porosa in grado di immagazzinare, filtrare e cedere acqua; se i pori di una roccia sono in comunicazione, è possibile inoltre la migrazione dell'acqua attraverso la roccia stessa. Un acquifero si dice confinato quando è sormontato da uno strato di roccia impermeabile, e non può essere pertanto raggiunto dalla percolazione di acque superficiali; esistono pochi acquiferi veramente confinati, poiché una certa infiltrazione d'acqua esterna avviene quasi sempre, seppure in lunghi intervalli di tempo. Di solito le rocce porose che ospitano gli acquiferi sono costituite da arenarie e calcari.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

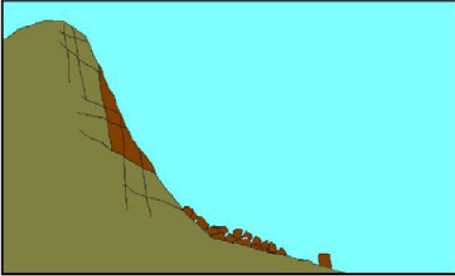
CAPITOLO 19: CLASSIFICAZIONE DEI FENOMENI FRANOSI

I fenomeni franosi si dividono in:

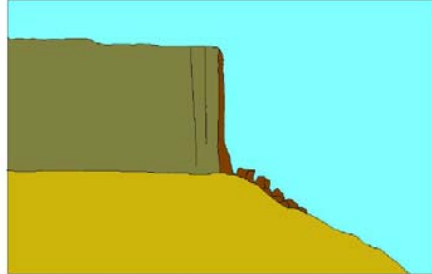
- **Fenomeni di intensa erosione** tra cui:
 - **Caduta blocchi:** interessano materiali lapidei e sono di dimensioni limitate
 - **Ruscigliamento superficiale calanchi:** interessano le argille (si chiamano calanchi delle grosse pareti rocciose solcate da acque superficiali di ruscellamento).
L'acqua cambia la morfologia erodendo e scavando rivoli sulla roccia.
- **Frane** tra cui:
 - **Frane da crollo:** interessano un ammasso lapideo fratturato.
Le cause principali sono:
 - l'inclinazione delle fratture, quindi se franapoggio, entità dell'inclinazione e stato di fratturazione della roccia. Un ingegnere farebbe della geofisica per capire quanto si spinge all'interno la frattura: se $< 5\text{m}$ si ha caduta blocchi, se $> 5\text{m}$ crolla tutto.
 - vibrazioni dovute a sismi a causa di terremoti o esplosioni di cariche
 - presenza d'acqua all'interno delle fratture a seguito di insistenti precipitazioni.
L'acqua cambia le caratteristiche tecniche dell'argilla presente nelle fratture.
 - Eventuali scavi fatti ai piedi dell'ammasso rocciosoLa velocità del dissesto è di alcuni istanti, ed essendo un fenomeno rapidissimo è difficile prevederlo. Per fare delle previsioni è importante andare a vedere se nelle zone circostanti ci sono stati dei fenomeni simili. È anche importante eliminare la presenza di piante sulla parete della roccia per capire in che stato è la fratturazione (in particolare ai lati delle strade). Ciò non vale in generale, poiché se ho foreste con piante ad alto fusto, innesco dei fenomeni di frana estraendo le radici. A volte, eliminando l'acqua (drenaggio), si previene o evita la frana.
 - **Frane da ribaltamento:** interessano rocce semicoerenti come calcareniti e arenarie che poggiano su materiali pseudo coerenti abbastanza scarsi. Si hanno ribaltamenti di porzioni di roccia che danno origine a frane meno pericolose rispetto alle frane da crollo (porzioni ridotte a 4-5 metri). Le cause sono:
 - fratture di detensionamento createsi a causa di un "rilasciarsi" del versante
 - vibrazioni e scavi al piede (dovuta anche ai corsi d'acqua)
 - precipitazioniLa velocità del dissesto è di pochi minuti ma la frana è molto prevedibile.
 - **Frane da scivolamento planare:** esiste già la superficie di scivolamento portata dal contatto di due differenti superfici messe a franapoggio (esempio: argille su rocce lapidee). Le cause principali sono le precipitazioni intense anche se di breve durata. La frana avviene anche se abbiamo delle pendenze blandissime. Queste frane sono prevedibili in base allo studio di quel versante nel passato e si verificano in meno di un minuto. Possiamo avere anche delle **frane di scivolamento planare incipiente**, a causa di fratture di detensionamento che indicando un accenno del movimento del pendio. Nelle zone soggette a queste frane, si possono effettuare dei controlli mediante l'utilizzo di un inclinometro. Non sempre questa prevenzione si rivela essere efficace poiché a volte il movimento è improvviso e non graduale.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

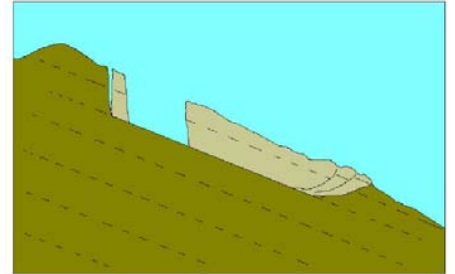
FRANE DA CROLLO



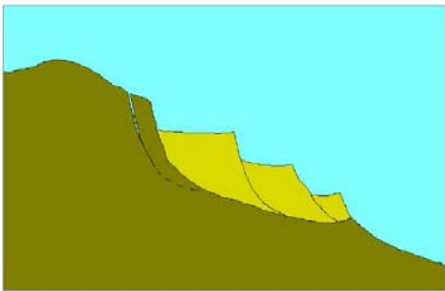
FRANE DA RIBALTAMENTO



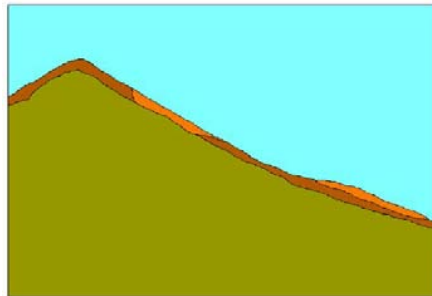
FRANE DA SCIVOLAMENTO PLANARE



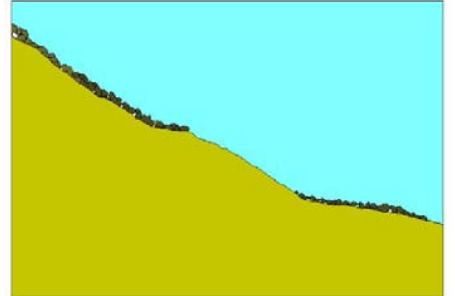
FRANE DA SCIVOLAMENTO ROTAZIONALE



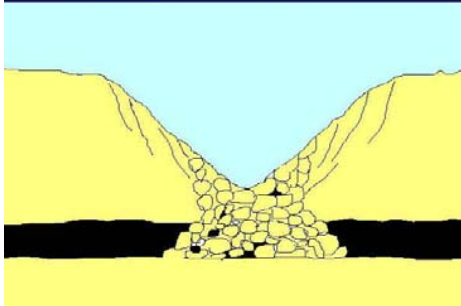
SOIL SLIP



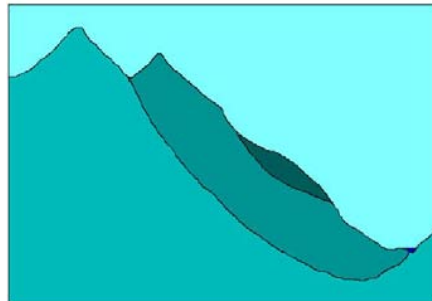
COLATE DETRITICHE



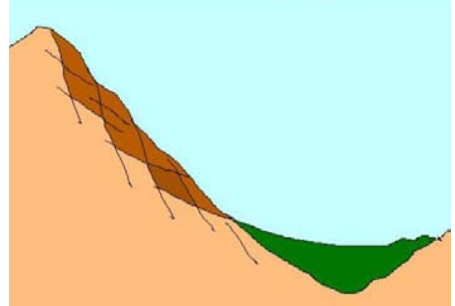
FRANA DA SPROFONDAMENTO



DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE



GRANDI FRANE COMPLESSE



GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

alla sua rottura, i detriti si accumulino sulla rete che, gonfiandosi, arriverebbe al punto di rottura. Le fasi della messa in opera delle reti sono:

- **DISGAGGIO:** si fanno cadere i massi che sono più in bilico
- **DISBOSCAMENTO:** tutte le piante vengono eliminate perché allargherebbero la frattura.
- **CHIODATURA:** le reti vengono tese e fissate con dei chiodi.

Paesaggisticamente non sono molto belle ma vanno bene su versanti non troppo estesi e con un grado di fatturazione non troppo alto.

Spesso si usano anche delle funi d'acciaio che hanno il doppio compito di tenere la rete ben aderente e di sostenere i blocchi più grossi poiché, altrimenti, sfonderebbero la rete.

- **Spritz beton:** è un metodo più duraturo perché è una miscela cementizia (acqua, sabbia e legante) che viene sparata ad altissima pressione sulla parete, e quindi non si arrugginisce come le reti e non necessita di essere cambiata. È un intervento non adatto in montagna perché l'acqua, gelando, tenderebbe a staccare la miscela dalla parete. Ha il vantaggio di essere un po' meno vistoso delle reti.
- **Ancoraggi:** sono le opere più grandi e più costose, ma le uniche in grado di sostenere fratture molto profonde (anche decine di metri). Il problema è quello di riuscire a portare in parete uomini, attrezzature, e macchine, quindi l'unico sistema è quello di costruire delle impalcature. Le macchine devono essere di dimensioni ridotte e dobbiamo dire alla ditta di riferimento, il luogo dove realizzare i buchi, la loro inclinazione e profondità. Nel buco inseriamo un tassello di ferro (tondino filettato) lungo massimo 10m e con diametro dai 30 ai 50mm. Poiché il bullone è di massimo 10m, la frattura non deve superare i 5-6m di profondità. L'ancoraggio va fatto su roccia sana e per stabilire l'inclinazione del foro, deve vedere le fratture più instabili e inserire il bullone ortogonale ad esse. Esso va poi serrato attraverso l'avvitatura inserendo anche una piastra ripartitrice. È chiaro che non si mette solo un bullone, ma diverse batterie in proporzione alla frattura e a distanza opportuna.
- **Tirantatura:** faccio delle perforazioni fino a 50 – 60m di profondità sempre perpendicolari alla frattura: si calano dei trefoli di acciaio, si cementano per 2/3 e, in superficie, vengono tesi con dei martinetti idraulici, sganasciati, e cementati con piastra ripartitrice. A volte si usano anche delle resine particolari che resistono meglio e fanno presa subito.

INTERVENTI PASSIVI SU ROCCIA FRATTURATA (ROCCIA LAPIDEA)

- **Barriere paramassi (barriere elastiche):** sono barriere di acciaio formate da una griglia e da delle travi incernierate nel terreno, che devono compiere un'azione elastica nei confronti dei blocchi. Devono essere posizionate non troppo sotto l'ammasso roccioso altrimenti, se la roccia rimbalza rotolando dalla parete, potrebbe eludere la rete e saltarla. Possono essere alte al massimo 4 m.
- **Vallo paramassi:** è un'opera molto grossa che si può applicare solamente su versanti non troppo ripidi. Si scavano delle trincee riportando il materiale verso valle, in modo tale che un evento franoso andrebbe a depositarsi nella trincea. Attenzione a non scavare trincee sul pendio perché il materiale di riporto sarebbe instabile.
- **Gallerie artificiali**
- **Contrafforti o speroni**
- **Muro in cemento armato:** è meglio non farlo mai poiché dove ci sono i movimenti, devo usare delle strutture deformabili.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

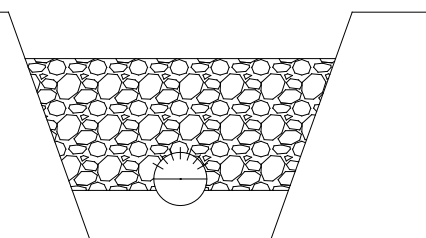
pannelli l'uno all'altro e renderli più stabili. Se il terreno è soggetto a movimenti non è consigliato. I muri costeggianti corsi d'acqua (come fosse un canale) durante una piena a causa dell'attrito, provocano l'aumento della velocità del corso con il probabile conseguente effetto di crollo dei muri. (lungo i corsi d'acqua le scogliere vengono cementate tra loro per avere una miglior tenuta). La velocità elevata tende a sottoscavare l'area ; bisogna quindi agire con opere trasversali come diaframma di pali.



- **Diaframmi di pali:** (solitamente in città) In situazioni precarie di questo tipo (terreno instabile dove non si può costruire il muro prima che il terreno frani) , prima di effettuare lo scavo, costruisco un diaframma facendo dei cordoli con tirantature. E' a discrezione dell'ingegnere decidere la dimensione dei pali e la distanza tra un palo e l'altro. Una volta costruiti i pali posso procedere con lo sbancamento.
- **Jet Grouting:** consiste, mediante l'utilizzo di una macchina di perforazione particolare, nella creazione di un palo in cemento. L'ugello posizionato al fondo del macchinario spruzza ad alta pressione cemento man mano risale in superficie dopo la perforazione.

INTERVENTI DI DRENAGGIO

- **Trincea drenante:** opera che serve per raccogliere le acque che circolano nell'ammasso roccioso ad una profondità massima di 5 - 6 m (profondità alla quale arriva la cucchiaia rovescia). Una volta eseguito lo scavo, se ho materiali instabili, viene fatta una gettata di cemento dove sono sicuro non avvengano movimenti.



Si inserisce poi un tubo forellato in pvc in modo che nella parte superiore, filtra l'acqua dai



fori e va ad incanalarsi nella parte sottostante per scorrere nel tubo. Si riempie poi la trincea con del materiale drenante come la ghiaia che sia molto permeabile. Il tutto sarà ricoperto da un materiale detto geotessuto. Le trincee drenanti sono posizionate sulla linea di massima pendenza e l'inclinazione delle pareti della trincea sono in funzione del

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

- **Soglie:** le costruisco per evitare l'erosione a monte. Sono degli sbancamenti interrati che sporgono di 20-30cm, dove l'acqua non può scavare. Per impedire l'abbassamento del fondo, bisogna proteggere a valle della soglia.
- **Scogliere:** sono enormi ammassi di blocchi che vengono appoggiati gli uni sugli altri. Sono indicate per evitare fenomeni di erosione lungo le sponde dei fiumi ma presentano un problema di natura estetica: sono di forte impatto visivo, solitamente si cerca di mascherarli con della vegetazione e delle piante ornamentali.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA
