



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 1664A -

ANNO: 2015

A P P U N T I

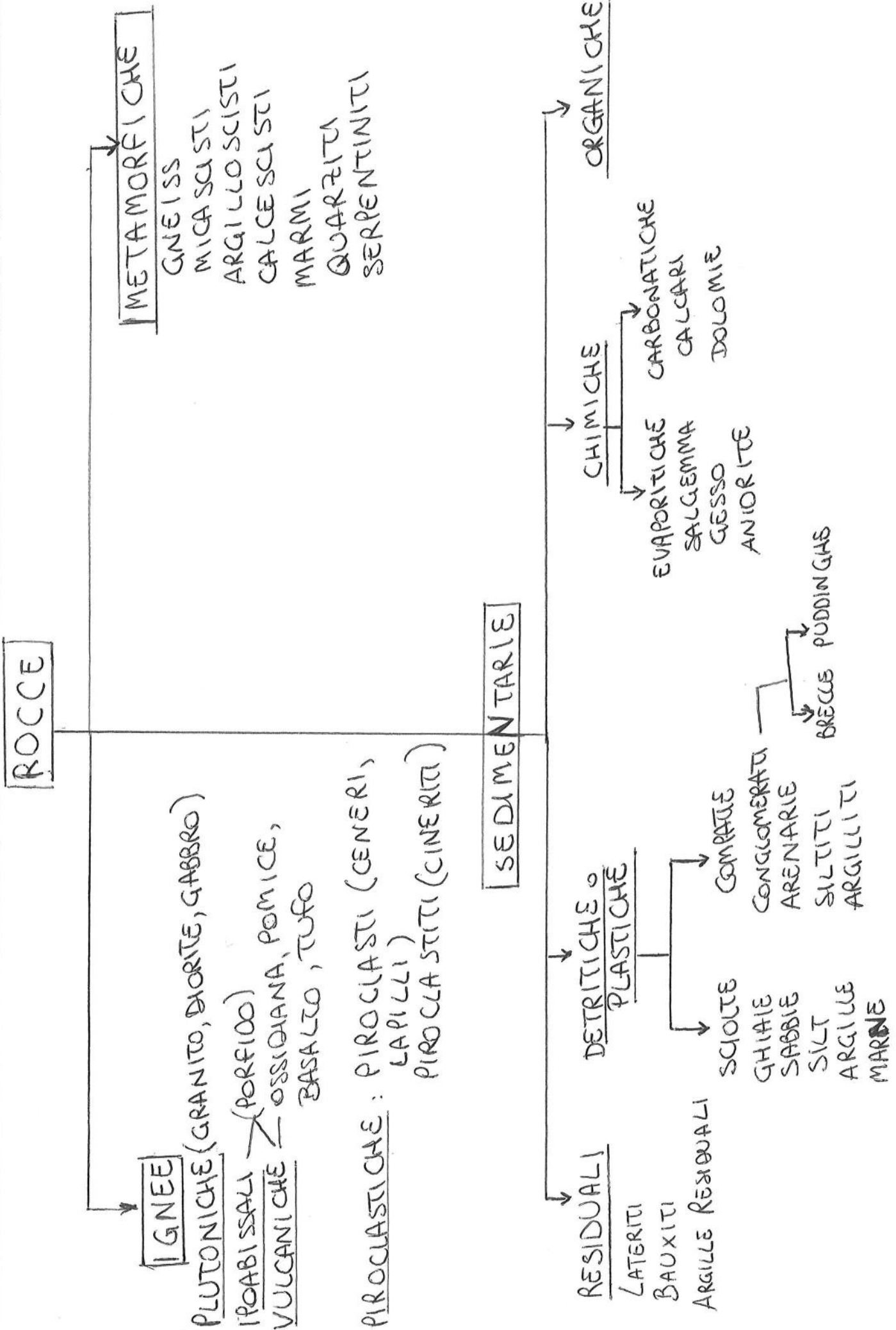
STUDENTE: Monticelli

MATERIA: Geologia. Prof.Vigna

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.



è strettamente legata alla geometria delle diverse placche.

TERREMOTI

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

TIPI DI ONDE

- ONDE P: Longitudinali (o Prime) si propagano mediante oscillazioni delle particelle costituenti il mezzo attraversato in direzione della propagazione dell'onda. Il mezzo sarà soggetto a sforzi di compressione e dilatazione. Più veloci, non le percepiamo, ma sembra vengano percepite dagli animali.
- ONDE S: Trasversali (o Secondarie) si propagano mediante oscillazione delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Più catastrofiche

Faglie: frattura lungo la quale c'è stato movimento, può essere di tipo diretta, inverso o trascorrente. Ad una faglia principale sono associate numerose faglie secondarie.

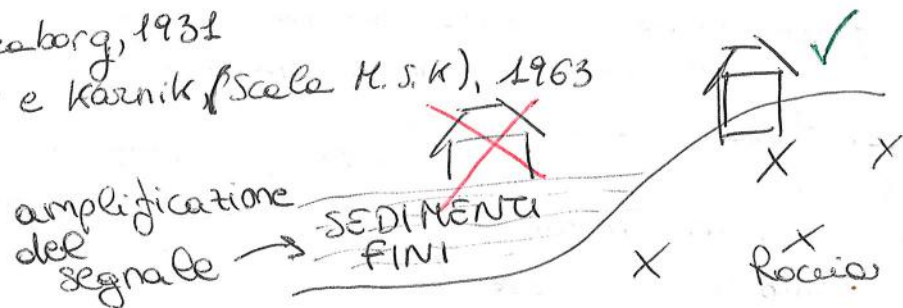
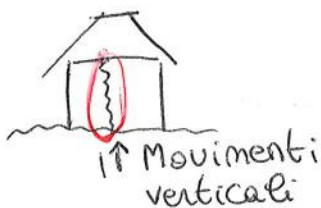
In un terremoto distinguiamo ipocentro (punto in cui si origina il terremoto, più profondo) ed epicentro (ipocentro proiettato sulla crosta).

Il sismografo è lo strumento che viene utilizzato per registrare i fenomeni sismici e spesso viene ubicato all'interno di luoghi in profondità come cantine per evitare il rumore di fondo. Si distingue dal sismometro che effettua le sole misure e non la registrazione dello stesso. Spesso i sismografi sono collegati ad antenne per trasmettere i dati a distanza (grotta di Bossea).

Localizzazione dell'epicentro: tempo S - tempo P = secondi di ritardo
 Velocità nel mezzo roccioso = km/sec = cost
 Velocità x ritardo = raggio in km
 Scale di intensità: valutazione eseguita attraverso gli effetti prodotti dal sisma su persone, manufatti e terreno.

- Rossi e Forel, 1878
- Mercalli, 1902
- Mercalli, Cancian e Seaborg, 1931
- Medvedev, Sponheuer e Karnik (Scala M.S.K), 1963

Intensità = Magnitudo



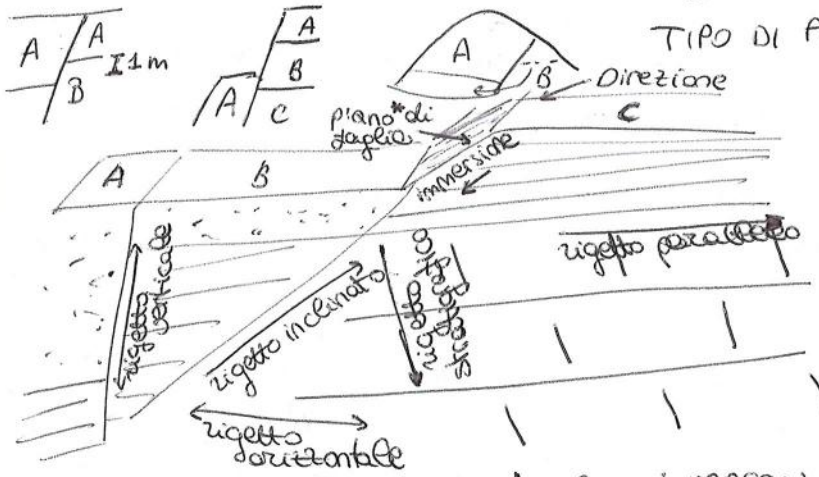
Problemi legati ad un terremoto: vittime, danni infrastrutture*, liquefazione dei terreni, innesco di frane, movimenti verticali del terreno, tsunami, inondazioni legate a rottura di dighe, incendi e fuoriuscita di materiali tossici, problemi risorse idriche

*Calcestruzzo = Sabbia + Cemento
 La pulita, se c'è argilla o limo non va bene!
 → la metto in un secchio d'acqua, se la sabbia è pulita, l'acqua rimane pulita. Sabbia marina non va bene perché ha minerali legati al NaCl che è deleterio per il cemento

DEFORMAZIONI DELLE ROCCE

Fragili Plastiche

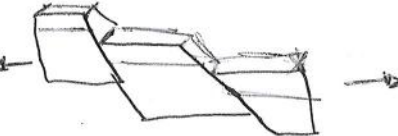
Deformazioni fragili o rigide = le faglie: frattura lungo la quale c'è stato movimento. Rigetto: spostamento della faglia, se c'è poco rigetto troverò sempre la stessa roccia, se il rigetto è importante troverò una roccia con caratteristiche anche molto differenti.



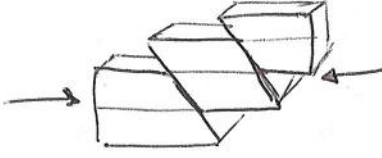
* piano specchio di faglia

faglia ←
 faccio una serie di incisioni e blocco il flusso d'acqua.

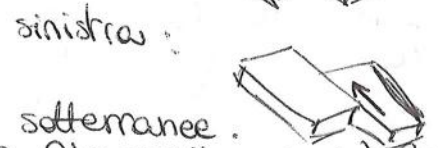
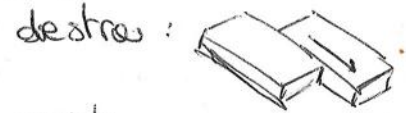
faglia diretta:



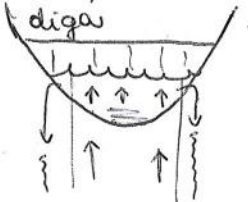
faglia inversa:



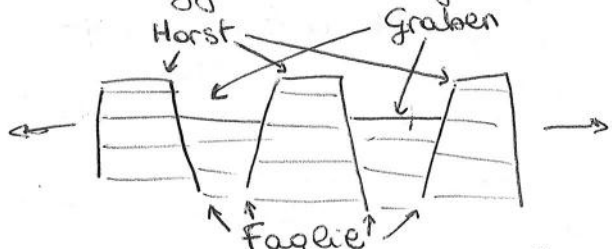
faglie trascorrenti:



faglia → Problemi nelle costruzioni, soprattutto sotterranee. Vi è una relazione tra la situazione tettonica e l'aspetto morfologico del territorio, infatti in corrispondenza delle faglie si possono avere: colli, valloncini e scarpate.



devo fare un invaso: l'acqua fa da lubrificante e le faglie si muovono, quindi possono andare a distruggere la diga che ho costruito.



Horst: strutture ad alti, dove generalmente si innescano i fenomeni geomorfologici erosivi

Graben: strutture a bassi, dove si innescano i fenomeni geomorfologici di accumulo tramite la dinamica fluviale, la creazione di laghi, l'ingressione marina

- Quando la tensione massima è verticale si forma un sistema di faglie dirette i cui piani si intersecano secondo l'orizzontale: le intersezioni con la superficie topografica sono quindi parallele e non ci sono reticolati di faglie. Si tratta tuttavia di un'apparenza dovuta all'orientamento dei piani di faglia, infatti su un piano verticale le due famiglie sono facilmente osservabili: avendo una delle famiglie la prevalenza sulle altre, si definiscono delle faglie sintetiche corrispondenti al rigetto principale e faglie antitetiche subperpendicolari alle precedenti ai cui rigetti secondari permettono ai terreni di adattarsi ai movimenti di distensione

Faglie e zone milonitiche (ancora peggio) caratteristiche tecniche uguali ad argilla impastata ad acqua. TBM: Macchine per gallerie
 Microfratturezioni dell'ammasso roccioso (si arriva alle dimensioni di una milonite). In profondità sono molto umide
 Problemi connessi con la fratturazione delle rocce:

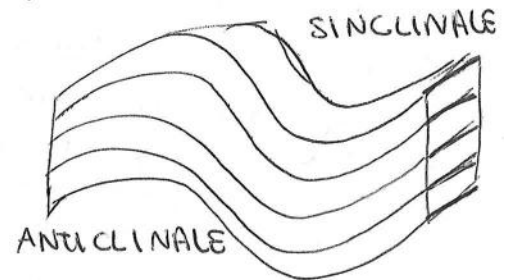
- Stabilità dei versanti (caduta blocchi e frane)
- Stabilità di vuoti sotterranei
- Improvvise ed abbondanti venute d'acqua →

Gallerie in fase preliminare: devio impermeabilizzatore prima.

Fronti di accavallamento: unione di fratturazione rigida e plastica
 Deformazioni plastiche: le pieghe

Anticlinale
 Convessità verso l'alto

Sinclinale
 Convessità verso il basso



Cerniera: zona di maggior curvatura

Piano assiale: superficie (piana o curva) passante per tutti i punti di massima curvatura degli strati formanti la piega

Nucleo: parte più interna degli strati costituenti la piega

Asse: Intersezione tra il piano assiale e la cerniera, ossia il luogo dei punti di massima curvatura dello strato più in alto

Più problemi livello ingegneristico (sono strutture sott'alti dello forti stress).

Cresta: linea che unisce tutti i punti morfologicamente più alti della piega

Vergenza: direzione verso cui tende a caricarsi o ribaltarsi una piega

Pieghe a piccola scala: spesso il piccolo riflette la situazione in grande

Alle pieghe sono legate venute d'acqua importanti e accumuli di tensione nelle rocce. Duomo salino: depositi rocciosi di sale molto plastici.

GIACITURE E CONTATTI DELLE ROCCE

- Rocce massicce
- Rocce ben stratificate (sono quelle che si riescono ad analizzare meglio)

La giacitura è molto difficile da individuare e si indica fornendo due indicazioni:
 - (Bussola) per misurare l'immersione, che indica in che direzione la roccia è disposta variando da 0° a 360° e, solitamente, si usano i punti cardinali
 - (Inclinometro) per misurare l'inclinazione e varia da 0° a 90°.

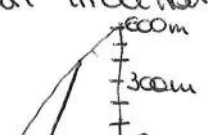
Sulle carte topografiche, la giacitura si riconosce tramite degli strati:

• Strato orizzontale: segue le curve di livello, il limite segue l'andamento delle isopse

• Strato verticale: il limite è una retta

• Strati inclinati: Andamento concorde con il pendio: franappoggio (scioglimento)
 Andamento discorde con il pendio: reggipoggio (situazione di stabilità, perpendicolare alla pendenza)

Si calcola sempre da Nord in senso orario



CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE

Le rocce sono composte da minerali. Un minerale è un elemento o un composto chimico che è normalmente cristallino e si è formato attraverso processi geologici (no sostanze biogeniche).

Genesi dei minerali:

- Pneumatolitica: i minerali si formano da gas caldissimi sia per diminuzione di temperatura e/o pressione, sia per differenti ambienti chimici
- Magmatica, idrotermale, sedimentaria: Cristallizzazione di silicati e ossidi ad alta temperatura da fasi liquide costituite dallo stesso tipo di composti che cristallizzano, più una bassa percentuale di solvente (generalmente acqua) che può essere trattenuto solo in presenza di adeguate pressioni (Magmatica).
(Idrotermale) quando la cristallizzazione avviene da un fluido a maggior componente acquosa.
(Sedimentaria) Deposizione di fasi cristalline da acque superficiali a temperatura ambiente.

ROCCE

Sedimentarie chimico o fisico
Diagenesi di sedimenti di diverse origini

trasformazione delle strutture minerali
Metamorfiche
Metamorfismo di rocce preesistenti

Ignee

Raffreddamento di fasi magmatiche

Plutoniche

Il raffreddamento avviene a profondità elevate

Vulcaniche

Il raffreddamento avviene in superficie

Ipoabissali

Il raffreddamento avviene a medie profondità

Piroclastiche

Sono il prodotto di attività vulcaniche con esclusione delle colate laviche

Residuali

Il sedimento non subisce trasporto

Detritiche

Diagenesi di sedimenti formati da frammenti di altre rocce

Chimiche

Precipitazione salina da soluzioni sovesature

Organiche

Metamorfismo di contatto

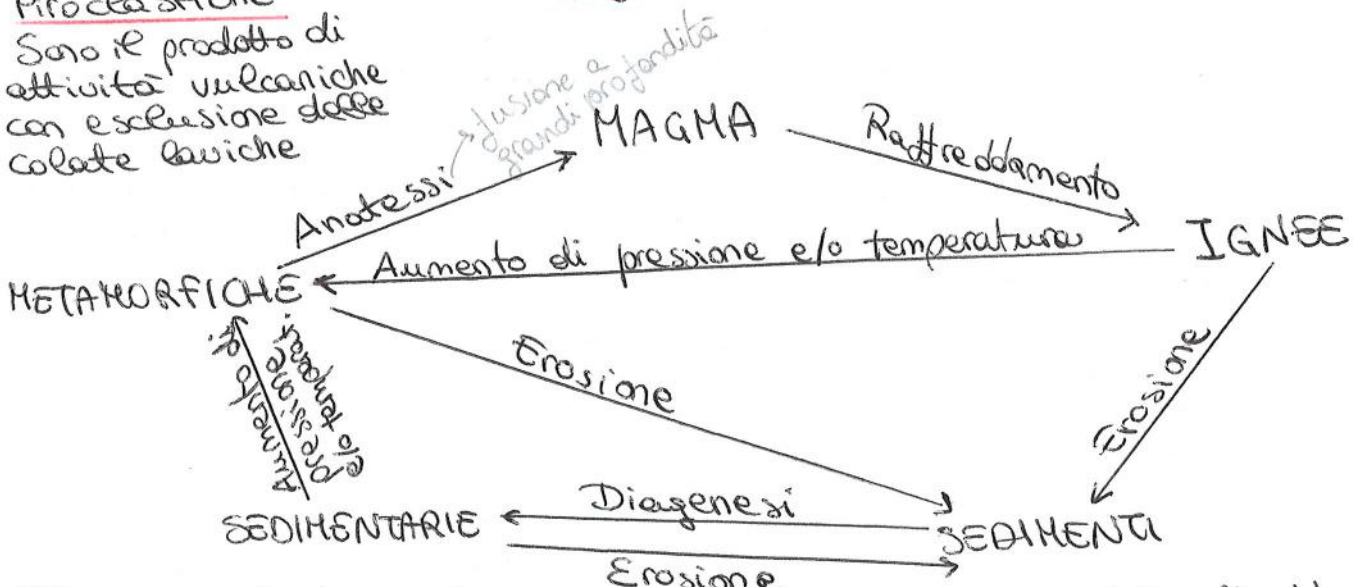
Aumento di temperatura

Metamorfismo di seppellimento

Aumento di pressione

Metamorfismo dinamico termico

Aumento di pressione e temperatura.



Il processo di formazione delle rocce parte sempre dal raffreddamento e dal cambio di pressione del magma salito in superficie

ROCCHE PLUTONICHE

Fenomeni magmatici

Rocce magmatiche intrusive:

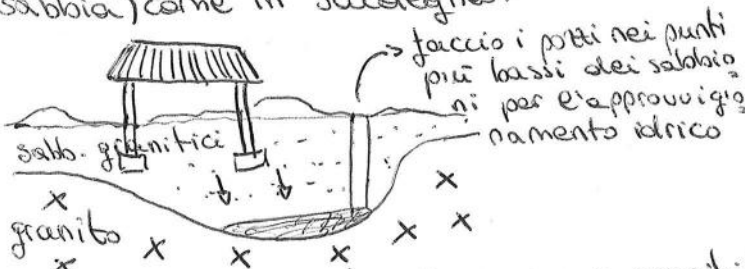
Si originano a partire da un magma che si è raffreddato lentamente all'interno di altre rocce ed ha avuto il tempo di formare una struttura a cristalli (es. Granito).

In genere sono molto dure e compatte, composti da tanti minerali tra cui il quarzo (che dona un aspetto vitreo) ed è il minerale più abbondante sulla Terra e il più duro.

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

I graniti presentano in genere caratteristiche geologico-tecniche molto buone, presentano infatti una fratturazione molto superficiale e poco invasiva. Nei climi caldo-umidi però tende ad alterarsi, si sfalda, alcune volte diventa argilla e ha un aspetto molto fratturato in superficie, solo sotto troviamo il granito.

Il prodotto di alterazione dei graniti nelle regioni italiane sono le sabbie granitiche (così chiamate perché hanno le stesse caratteristiche tecniche della sabbia) come in Sardegna.



Ci sono edifici costruiti in rocce granitiche. È una roccia molto utilizzata come elemento costruttivo (dura "per sempre"). Per fare delle ristrutturazioni bisognerebbe usare lo stesso materiale, dalla stessa cava o comunque dobbiamo trovarne uno che ci si avvicini molto. Esempio: le pavimentazioni, in genere in granito grezzo (esterni) e in granito lucidato (interni).

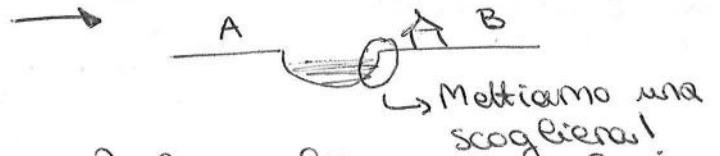
Rocce magmatiche effusive

Si originano a partire da un magma che si è raffreddato velocemente all'aperto, e quindi non ha una struttura cristallina (es. Ossidiana).

Un'altra roccia plutonica è il gabbro, molto scuro, contiene meno quarzo (molto usata nelle tombe).

La sienite è simile al granito ma è una punta più pesante.

Il granito viene usato spesso anche per costruire delle scogliere:



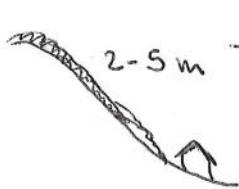
Per le scogliere sono molto usate anche le rocce di peridotite.

Bisogna però stare attenti alla presenza di minerali di ferro che in pochi anni macchiano vistosamente la roccia (in genere pirite).

(Importato dall'India!) Il granito rosso viene utilizzato come elemento da rivestimento esterno (Politecnico).

sospensione.

- Colate piroclastiche (nubi ardenti): Sono flussi di materiali piroclastici in sospensione entro gas molto densi e pesanti. Anche il termine Ignimbrite va inteso come sinonimo di colata piroclastica. Sono prodotte in eruzioni altamente esplosive correlate a magmi altamente viscosi e ricchi in silice (Pompei ed Ercolano).
- Surges Piroclastici: Sono flussi caratterizzati da una concentrazione molto ridotta di frammenti che fluiscono sia sotto la spinta dell'esplosione che per gravità. Sono il risultato delle esplosioni causate dal contatto dei magmi con acque sotterranee.
- Colate di detriti e colate di fango: dette anche Lahar, sono generate dal rimaneggiamento di materiale piroclastico operato dalle acque meteoritiche.
- Tefroclastiti: depositi piroclastici costituiti da frammenti di vetro vulcanico. La loro origine è legata a magma basaltico emesso a contatto con l'acqua. Possono formare veri e propri apparati vulcanici sottomarini: Seamount.



→ I depositi di cenere vulcaniche danno origine a frane anche di grandi dimensioni (si comportano come materiale fluido).

→ Si interviene con dei canali di deflusso:

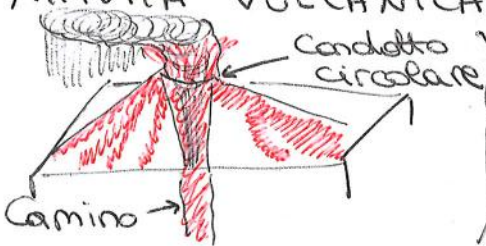


Rocce vulcaniche con prevalenza di cenere danno origine a frane a scioglimento rotazionale:



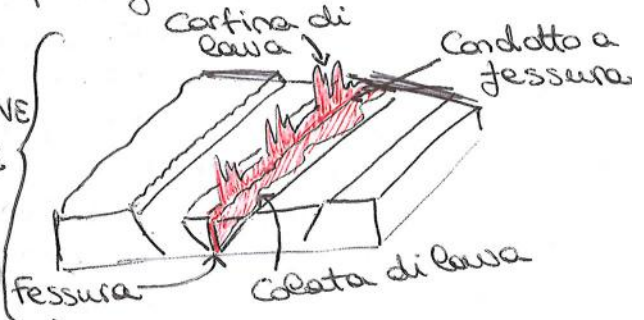
Un ammasso di tufo vulcanico si presenta come: massiccio e compatto, e si riconosce la presenza del materiale più grossolano.

ATTIVITA' VULCANICA:



ERUZIONE CENTRALE

ERUZIONE LINEARE (tipica in Islanda)



Attività parossistica: durata breve (1-2 mesi)

Attività persistente: si protrae per lungo tempo e, di solito, termina con attività parossistica

- Attività parossistica:
- 1) A condotto aperto (termine di un'attività persistente)
 - 2) A condotto ostruito (un'esplosione iniziale libera il condotto emettendo cenere e lapilli, in seguito si ha emissione di lava)
 - 3) Eruzione iniziale (eruzione in un'area dove non esistevano apparati vulcanici).

- Attività persistente:
- 1) Eiettiva (emissioni di scorie e brandelli di lava)
 - 2) Lago di lava (tipici dei vulcani hawaiani)
 - 3) Effusiva (colata lavica vera e propria)
 - 4) Esalativa (Emissione di gas)

ERUZIONE HAWAIIANA: Caratterizzata da espandimenti di lave piuttosto fluide, da attività continua associata a rare esplosioni, da formazione di laghi di lava con fontane e getti di qualche decina di metri. Magma fluido molto caldo e basico. Edificio vulcanico a scudo.

ERUZIONE STROMBOLIANA: Caratterizzata da attività costante, esplosioni più o meno frequenti di moderata intensità; il cratere contiene lava fluida in ebollizione con proiezione di gas e lapilli, molti dei quali ricadono nel cratere o debordano su di un fianco. Edificio vulcanico a strato vulcano.

CALDERA: È una struttura depressa a forma di conca che si forma nella parte alta di un vulcano (tipo strato vulcano o cono di cenere) per lo sprofondamento parziale dell'apparato vulcanico stesso. Lo sprofondamento può essere legato ad esplosioni o all'improvviso collasso delle lave consolidate all'interno del focolaio magmatico parzialmente svuotato in seguito ad un'eruzione.

Tra le grandi eruzioni del passato da ricordare c'è sicuramente quella del Vesuvio (24-25 Agosto 79 d.C.) la cui eruzione iniziò con alcune esplosioni e la formazione di una colonna di gas, ceneri, pomice e frammenti di rocce alta 15km. Il giorno dopo la colonna collassò provocando la formazione di flussi piroclastici che seppellirono Ercolano, Pompei e Stabia (10'000 morti).

Utilizzo delle rocce vulcaniche: una cava a giorno di tufo (spesso venivano scavate anche in sotterraneo), ora utilizzate come discariche. I tufi vulcanici sono stati in passato molto utilizzati come materiale da costruzione. Il tufo umido infatti si tagliava facilmente quindi veniva successivamente portato fuori e fatto asciugare. Le rocce con aspetto porfirico o porfidi sono molto utilizzate per pavimentazioni esterne. La colorazione rossastra di queste rocce viene molto apprezzata per pavimentazione di piste ciclabili (porfido rosso).

Rocce vulcaniche:

- Lava bollosa: (eruzione ricca di gas) è molto leggera ed ha una buona portanza.
- Tufo: Caratteristiche tecniche valide, si usa per ristrutturazioni.
- Basalto: Rocce più pesante in assoluto, ottima portanza, usata spesso per scogliere.
- Porfido: Utile per ristrutturazione di centri storici e pavimentazioni esterne. Non lucidabile, ruvida e difficile da spaccare.

l'alluvione
causa
frane che
fanno alzare
il livello dei
corsi d'acqua →



onda altissima
per poco tempo

In una fase secondaria gli spazi intergranulari possono essere riempiti da cemento carbonatico o da depositi argillosi in seguito a processi di alterazione.

La classazione e indice della presenza di diverse classi granulometriche all'interno di un sedimento.

Ben classato: è presente una sola classe granulometrica oppure poche di esse.

Mal classato: Sono presenti tutte le classi granulometriche oppure la maggior parte di esse.

La gradazione è data da una diminuzione graduale della dimensione dei granuli più grossi perpendicolarmente al piano di stratificazione.

Gradazione diretta
La granulometria diminuisce dal basso verso l'alto.

Gradazione inversa
La granulometria aumenta dal basso verso l'alto.

Rocce clastiche: ghiaie e conglomerati

Brecce: frammenti a spigoli vivi.

Conglomerati
Cementazione di ghiaie

Puddinghe: frammenti arrotondati

Se il sedimento è sottoposto a particolari situazioni climatiche, i clasti possono alterarsi cambiando pesantemente le caratteristiche geologico-tecniche dei materiali (ghiaia alterata). Un sedimento costituito da ghiaie molto alterate presenta caratteristiche geologico-tecniche simili a quelle di un'argilla.

Rocce clastiche: Sabbie e arenarie

Areniti → Cementazione di sabbie

Non minerali:

- Calcareniti
- Dolareniti
- Gessoareniti
- Quarzareniti

Poliminerali:
ARENARIE

→ Frazione sin-sedimentaria (Sabbie)

→ Frazione post-sedimentaria (Cemento)

(Il cemento può essere di diverso natura: calcareo, siliceo (opale [silice amorfa], quarzo microcristallino o calcenario [silice cristallina fibrosa]), argilloso, ferruginoso, glauconitico, dolomitico, fosfatico.

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 marma calcarea si fa il cemento a cottura molto elevata. 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.

all'erosione, usate per gli inertici.

Rocce sedimentarie chimiche: evaporitiche

Principali minerali: Carbonati, Solfati, Cloruri, gesso.

Si possono formare in bacini molto chiusi (es. Mar Morto)

I depositi morenici sono mediamente permeabili ed hanno una estrema eterogeneità dei sedimenti (intervallati e strati di altri sedimenti).

Morene: deposito lasciato dal ghiacciaio. Tipico aspetto: grossi blocchi disposti in modo caotico con ghiaie, sabbie e limi.

Massi erratici (o trovanti): grande roccia che è stata trasportata a fondovalle da un ghiacciaio. Questi massi, dopo che il ghiacciaio si è ritirato, occupano un'inusuale posizione in mezzo alla pianura, da non confondere con blocchi di frana.

Rocce interessate dal passaggio dei ghiacciai (erosione glaciale), vengono chiamate "rocce montonate".

Conoidi; depositi a forma di cono. Sono strutture sedimentarie legate alla variazione improvvisa del profilo topografico. Si suddividono in:

- Conoide alluvionale: generata dai corsi d'acqua, la cui geometria è legata alla continua migrazione del corso d'acqua. Più ci allontaniamo dalla zona di apice e maggiore sarà la quantità di materiale piccolo rispetto quello grosso poiché quest'ultimo viene rilasciato prima. Bisogna evitare di costruire su un conoide alluvionale, ma se siamo costretti possiamo usare delle reti per bloccare il materiale più grosso in modo da non farlo arrivare al paese. La Pianura Alluvionale Padana è costituita dalla deposizione di ghiaie, sabbie e localmente argille.
- Conoide detritico: 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

• Meandro: Canale principale che nel tempo tende a spostarsi. Da una parte del fiume viene lasciato il deposito di materiali, e dall'altra si erode; ha quindi una continua evoluzione nel tempo che tende a far cambiare forma al fiume.

• Terrazzi fluviali: Orli di scarpata che limitano le zone esondabili (nel disegno arrivano fino al terzo ordine). L'orlo di terrazzo (o sponda fluviale) può subire importanti modifiche. Durante un evento alluvionale, in pochi ore, il terrazzo fluviale può subire un arretramento di parecchi metri. Mi indicano la zona esondabile.



Ambiente lacustre o palustre, tendenzialmente di forma circolare (es. in un'antica caldera vulcanica), in cui si ha la deposizione di materiale fine. Le aree in prossimità delle coste presentano in genere ambienti legati a depositi lacustri-palustri. Sono ambienti caratterizzati dalla presenza di torbe: deposito composto da resti vegetali sprofondati e impregnati d'acqua che a causa dell'acidità dell'ambiente, non possono decomporre interamente. Bisogna fare particolare attenzione a costruire vicino le paludi.

In passato i blocchi di arenaria erano molto utilizzati come pietra da costruzione poiché è facilmente lavorabile (molto più tenera rispetto alle rocce lapidee). Arenaria → Prove di duareduetta.

Conglomerato = Roccia lapidea

Ghiaia

Breccia = ghiaia spigolosa

Arenaria calcarea (calcarenita) → PUGLIESE

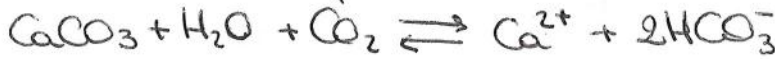
LE ROCCE SEDIMENTARIE CARBONATICHE ED EVAPORITICHE

MARNE:

Roccia	% CaCO ₃ (calcare)	% Argilla	$\frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO} =$
Argilla	0 - 5	100 - 95	CaO
Argilla marnosa	5 - 15	95 - 85	= Indice di
Marna argillosa	15 - 35	85 - 65	Idraulicità
Marna (bastardina)	35 - 65 (50%)	65 - 35 (50%)	0,10 - 0,50
Marna calcarea (da cui è nato il cemento)	65 - 85	35 - 15	calci idrauliche
Calcare marnoso	85 - 95	15 - 5	0,50 - 0,65
Calcare	95 - 100	5 - 0	Cementi a lenta presa
			> 0,65
			cementi a presa rapida

Rocce carbonatiche → Calcari
Dolomie

I calcari di deposito chimico



In ambiente marino

La sedimentazione carbonatica in ambiente marino è caratteristica delle Piattaforme carbonatiche dove, oltre al deposito, si riscontrano accumuli calcarei e di origine biocimica.

In ambiente continentale

Alabastrini calcarei
Stalattiti
Stalagmiti
Travertini { di Caserta
di Sargente

↑
Sui travertini spesso si ha la crescita di muschi ed

TIPI DI PIATTAFORMA

* vedi mappa classica, roccia da slides, alghe



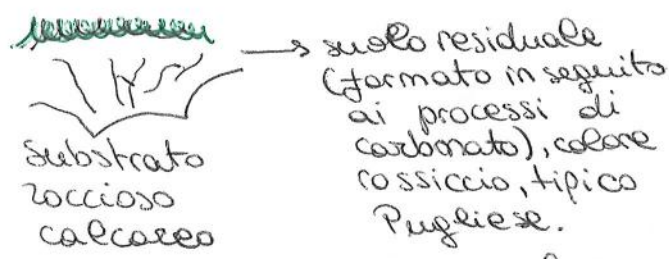
↑
Le lastre di travertino spesso vengono usate per rivestimenti esterni

Piattaforma continentale → peri-continentale (il mare trasgredisce il margine di un continente)
→ epi-continentale • intracratonica (il mare trasgredisce l'interno di un continente)

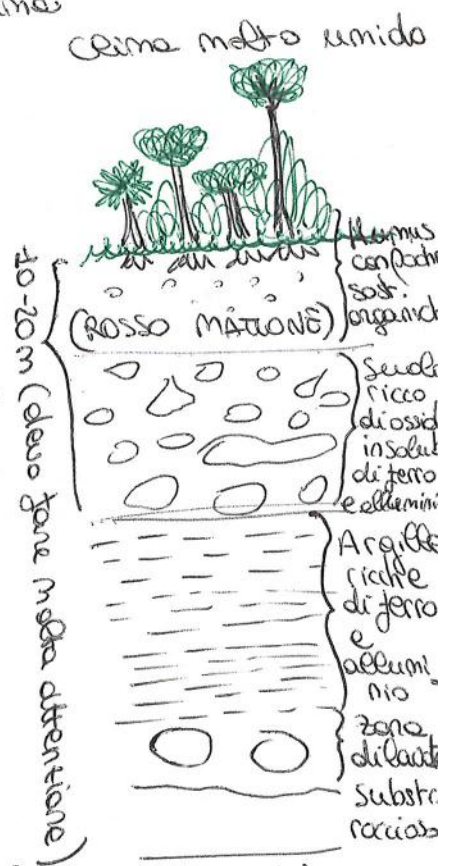
- Aspetto massiccio con bande di minerali = allineamento di minerali, quindi potenziali superfici di debolezza. → rottura secondo gli strati
- Aspetto massiccio con bande di minerali molto ripiegate = Roccia dalle caratteristiche tecniche eccezionali. Roccia molto antica.
- Aspetto massiccio con assenza di allineamento di minerali = es. Quarzite (roccia più dura in tutta Italia). Si perfora solo con punte di diamanti.
- Aspetto con vari piani di scistosità = Piani in cui la roccia tende a sfaldarsi, in direzione delle fibre. Una roccia con giacitura dei piani orientate possiede buone caratteristiche tecniche, con piani verticali le caratteristiche tecniche sono scadenti. Le rocce scistose si ricavano a spacco e non a taglio.

I principali minerali sono:

- Gneiss = Caratteristiche tecniche simili a quelle del granito. Roccia compatta che si spacca con facilità. Viene utilizzato per la costruzione di marciapiedi. Lucidabile quello occhialino, non lucidabile quello di "Luserna".
- Micascisti = Aspetto scistoso
- Talcoscisti = Rocce ricavate a spacco. È difficile campionare i piani di scistosità. Molto debole e con tanti piani di debolezza.
- Quarziti = Roccia durissima
- Serpentiniti o serpentinoscisti (pietra verde) = È in relazione con l'amianto (e può contenere). Utilizzato per pavimentazioni interne.
- Eclogiti = Utilizzati per le scogliere



Le alterazioni che subiscono le rocce sono legate al clima
 Clima umido Clima secco,



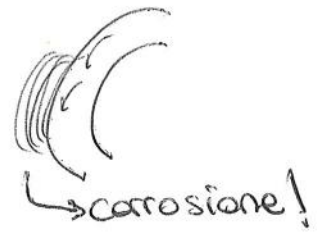
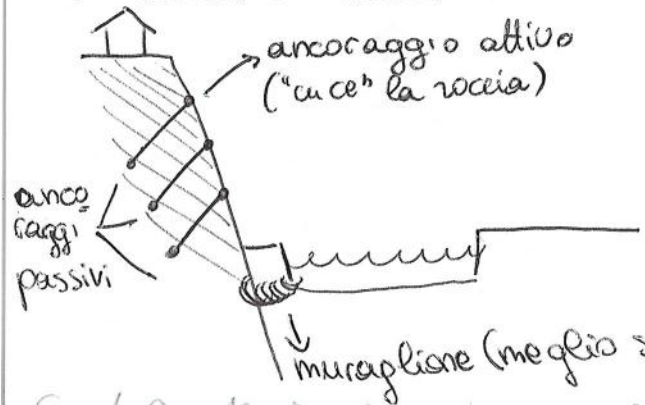
Roccia molto sbragata → Probabile elevato grado di alterazioni termiche.
 Oltre che in funzione dei climi, i suoli sono differenti anche rispetto all'età dei sedimenti:

Paleosuolo: Suolo in genere di colorazione rossastra con spessori elevati formatosi in condizioni climatiche diverse da quelle attuali. In zone collinari può raggiungere i 6-7 m.

Suoli evoluti: alluvioni antiche (classici suoli)

Suoli essenti: alluvioni recenti (portano via il suolo)

Attenzione alle zone pedemontane alle presente di suoli, paleosuoli o zone molto alterate con spessori elevati (fino 20-30 m). Notevoli instabilità di tali sedimenti, caratteristiche tecniche molto pericolose. In queste zone gli alberi evitano le frane. La cosa migliore per le infiltrazioni (l'acqua causa le frane) è la cotica erbosa.



notato lesioni nelle strutture in cemento armato e hanno scoperto che, quando negli inerti c'erano selci, questi cominciano ad avere reazioni con il cemento.


Attacco chimico delle acque con solfati sul cemento: 200/600 mg/l: debole, 600 - 3000 mg/l: moderato, maggiore di 3000 mg/l: elevato

↳ reagisce con il cemento e si crepa! ↙ ↘

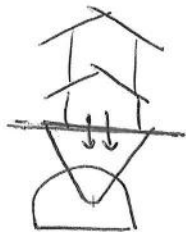
Scavi in sotterraneo con intercettamento di faglie e zone cataclastiche o scavi in rocce molto solubili (calcarei e rocce evaporitiche) → Improvvise ed abbondanti venute d'acqua con incidenti anche gravi in cantiere per allagamenti e possibili crolli:

Ambiente carsico → tipi di rocce coinvolte: carbonatiche ed evaporitiche



Gallerie incontrano dei sali e si rischia lo sprofondamento delle macchine da lavoro. La realizzazione di gallerie in ammassi rocciosi carbonatici spesso interferisce con le acque sotterranee portando gravi problemi di depauperamento sia quantitativo che qualitativo. Bisogna impermeabilizzare la galleria:  Ad esempio il traforo del Gran Sasso ha intercettato un esteso acquifero impostato in rocce carbonatiche portando un notevole depauperamento delle risorse idriche captate da numerosi acquedotti. Notevoli ed improvvise venute idriche prendono il nome di "inrush". Posso realizzare dei pozzi per abbassare il livello idrico.

In superficie si forma un esteso sinkhole. Con il termine di sinkhole si indica uno sprofondamento rapido ed improvviso del piano campagna, viene utilizzato anche il termine dolina di crollo o di sprofondamento.



→ Vuoti per estrarre il tufo → si forma il sinkhole

Subsidenza = fenomeno naturale ed abbassamento del suolo legato alla costipazione dei sedimenti

Subsidenza indotta = abbassamento del suolo legato alla estrazione di fluidi

(acqua, idrocarburi) con diminuzione della pressione nelle discontinuità (fenomeno legato alla profondità degli strati ed al quantitativo dei fluidi estratti, in particolare nella fase di produzione di un campo pozzi).

Capitolo 15 - "Idrointerpretazione" → da slides

USO DELLA SISMICA (utilizzo delle onde P)

- Precisione abbastanza elevata in particolari situazioni stratigrafiche
- Deve esserci una favorevole situazione stratigrafica (velocità maggiori in profondità), poiché in genere a profondità maggiori la velocità diminuisce
- Usata in zone anche con morfologie accidentate (chiamando un alpinista)
- Usata in zone montuose per definire l'assetto stratigrafico
- Usata in zone collinari e montuose per studi legati alla stabilità dei versanti
- Usata in qualsiasi zona per caratterizzare le proprietà meccaniche delle rocce.

METODI ELETTRICI impiegati nella geologia applicata:

Basati sull'energizzazione del terreno effettuata mediante l'immissione di corrente elettrica continua, e la misura della caduta di potenziale dovuta alla resistenza del mezzo roccioso che si crea dopo l'energizzazione. L'immissione e la misura della corrente si ottengono con l'impiego di un quadrupolo, un insieme di 4 elettrodi (picchetti) ed ordinari cavi elettrici. Gli elettrodi più esterni, indicati di norma con A e B e detti elettrodi di corrente (I) immessa nel terreno. Gli elettrodi più interni, indicati con N ed M, sono gli elettrodi di misura e sono collegati in serie con un voltmetro che misura le differenze di potenziale (ΔV). Le d.d.p. misurate vengono convertite, per mezzo della legge di Ohm, in valori di resistività del mezzo roccioso (o del terreno). A seconda della distanza dei picchetti A e B investighiamo una porzione $\overline{AB}/4$ di profondità: più sono distanti e meno precisi sono i dati. La quantità di corrente che attraversa una formazione rocciosa è funzione diretta della sua resistività (o del reciproco la conducibilità elettrica). Più l'ammasso roccioso è fratturato e/o pieno di acqua, e maggiore sarà la sua conduttanza e quindi anche la velocità di propagazione della corrente elettrica. Nel caso dei SEV (ormai tomografie elettriche), si ha un insieme di misure di d.d.p. ottenute modificando la distanza fra gli elettrodi del quadrupolo. Sono in genere necessarie tra le 10 e le 15 misure per ottenere i dati necessari alla determinazione della resistività reale delle formazioni rocciose. Per avere informazioni più precise, sarebbe opportuno associare il materiale trovato con i sondaggi, con le sue caratteristiche di resistività e conduttanza. La resistività è strettamente legata alla resistenza che, è nota, viene definita dalla legge di Ohm:

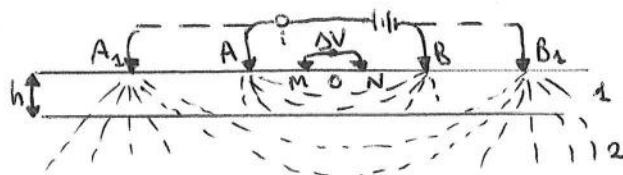
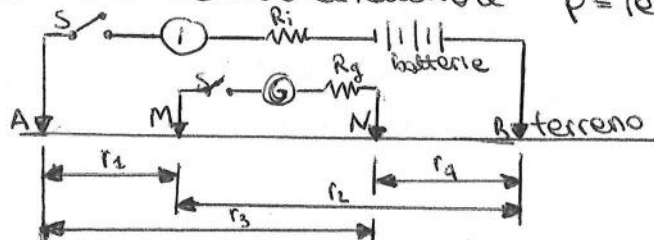
$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{da cui: } \rho = \frac{\Delta V A}{I L}$$

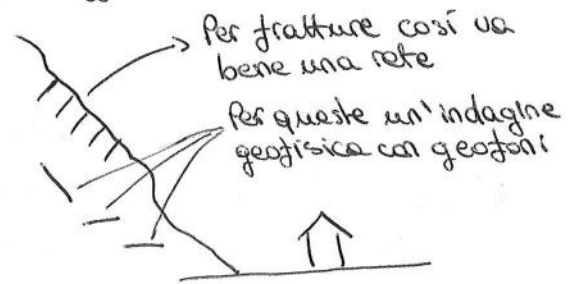
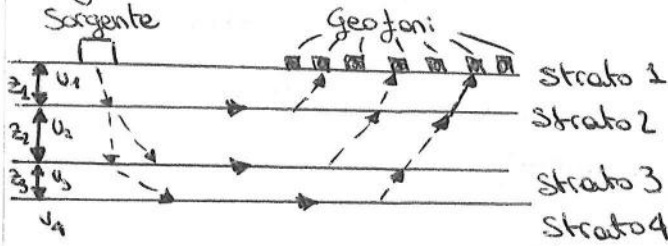
- R = Resistenza elettrica
- ΔV = Differenza tra i potenziali di 2 punti
- I = Corrente continua
- L = Lunghezza del conduttore

A = sezione del conduttore

ρ = resistività



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



INDAGINI CON GEORADAR

Le indagini georadar utilizzano segnali elettromagnetici ad alta frequenza (20 MHz - 3 GHz) per ottenere un'immagine del sottosuolo. Le variazioni delle caratteristiche elettromagnetiche (conducibilità e costante dielettrica) provocano la riflessione del segnale elettromagnetico che torna verso la superficie dove viene registrato ed in seguito interpretato.

Vantaggi - Svantaggi: • Maneggevolezza della strumentazione e rapidità dell'indagine, • Arriva a risoluzioni molto elevate, • Profondità di indagine molto ridotta.

È utile per individuare i sottoservizi (a pochi metri dal suolo), molto utile in campo archeologico. L'antenna può essere legata a vari strumenti a seconda dell'utilizzo.

In presenza di ghiaccio il georadar riesce a penetrare molto di più dando dati più precisi. Utile per individuare anche antichi canali sepolti che in altri casi avevano generato sink hole.

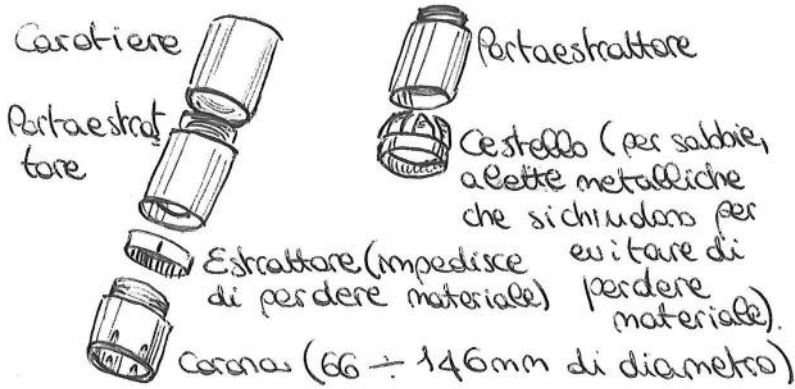


La geofisica ci dà dati a volte molto validi, altre volte molto sballati.

In genere c'è un sondatore con cui parliamo noi e i suoi "accompagnatori" con cui non dobbiamo parlare perché "non sono del settore".

Il tipo di corona sulla testa del carotiere, quella che fresa la roccia, decide il sondatore. Esempio: Corona diamantata, diamante artificiale per le rocce più dure, di natura quarzica.

Schema di un carotiere semplice:

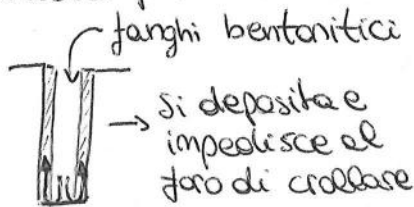


Estrazione di una carota da un carotiere doppio (per prove in laboratorio). Il campione è nella tubazione interna. L'acqua scorre solo tra i 2 tubi, abbiamo quindi dei campioni poco disturbati.

La tubazione provvisoria fa in modo che il foro rimanga in piedi.

La macchina avvolta sempre in senso orario.

Vasca per il mescolamento acqua - bentonite e formazione di fanghi bentonitici.



Bentonite → Argilla che fino a quando viene tenuta in agitazione è molto fluida, appena la si tiene ferma c'è la decantazione.

Ovviamente c'è il riciclo dei fanghi bentonitici.

La carota viene posata prima nel contenitore provvisorio e successivamente nelle cassette che, mentre prima erano in legno, adesso sono di plastica.

Delle cassette portacampioni a me ingegnere interessa solo il nome del sondaggio: S1, S2, S3, ...

Una pellicola di fango (denominata crosta) ricopre la carota estratta dal carotiere semplice, per osservare il campione bisogna asportare i primi cm della carota. Le cassette devono essere chiuse e conservate in locali riparati per almeno 1 anno. A seconda del materiale estratto possono essere eseguite una serie di osservazioni e misure. Sui campioni è possibile osservare l'inclinazione degli strati e la presenza di una stratificazione. Per la misura dell'inclinazione bisogna chiedere un sondaggio orientato.

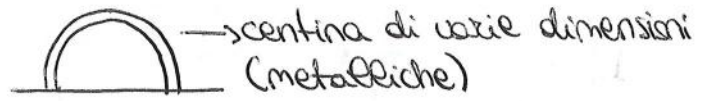
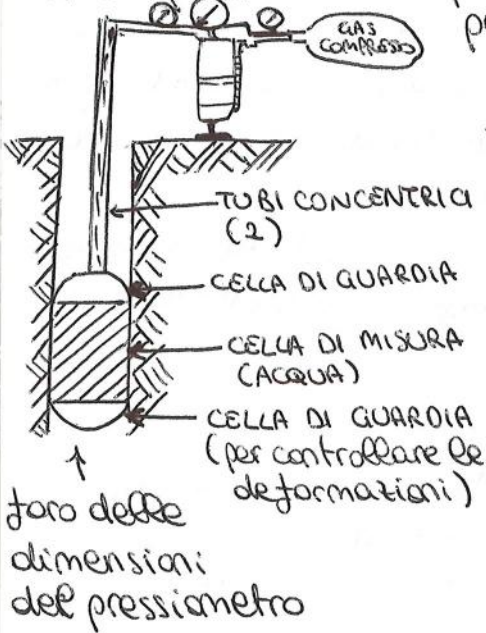
Nei dati da sondaggio devono essere indicati:

DITA		COMMITTENTE	QUOTA PERFORAZIONE	PROFONDITA'
LOCALITA' e PIANO		CAMPAGNA (deve essere quotata)		
PROVE (punti in cui deve essere eseguiti i campionamenti)	SCALA METRICA	COLONNA DESCRITTA DELLA STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE	
			Altezza dell'acqua rilevata al mattino.	

A volte nella medesima unità geologica si individuano strati con differenti litologie.

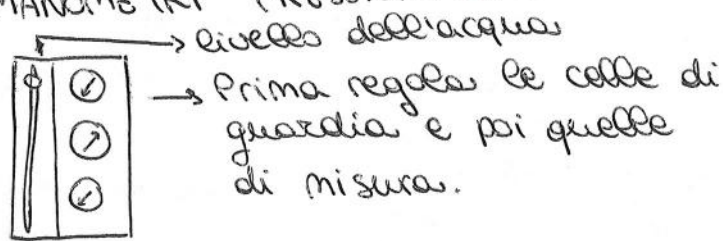
dei colpi, maggiore sarà la resistenza del terreno. A volte i terreni sono talmente scadenti che basta soltanto appoggiare l'attrezzo per infletterlo nel terreno. Se dopo 50 colpi non si è riuscito ad inflettere l'attrezzo di 45cm si suppone che il terreno ha buone caratteristiche tecniche.

- Prova pressiométrica: per caratterizzare il materiale. La uso soprattutto per gallerie e strutture profonde



Questa prova la fa l'ingegnere che lavora nella ditta di perforazione.

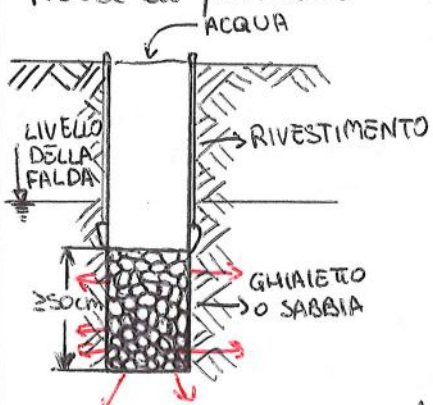
MANOMETRI PRESSIOMETRICO



Si usa su terreni con materiali fini e plastici ai fini di valutazione delle caratteristiche tecniche. L'attrezzo è formato da una membrana di plastica che è possibile dilatare o gonfiare, ed è collegato a due tubi concentrici che arrivano in superficie. Un tubicino, collegato al macchinario "esterno" contiene acqua distillata, l'altro è collegato a bombe ad aria compressa.

Data la pressione, a seconda del terreno, la membrana si gonfierà più o meno. Nel primo caso il livello d'acqua tenderà a scendere, nel secondo, a salire. La deformazione avviene solo nella cella centrale.

- Prova di permeabilità: Il sondatore fa il foro e riempie la parte terminale di ghiaia. La prima fase consiste nella saturazione del materiale, quindi riempie il foro di acqua e valuta l'abbassamento idrico nel tempo. La seconda fase serve a determinare quanto è la portata di acqua che riesce ad immagazzinare per rimanere costante nel tempo. Come esempio si immettono 2 litri/s e si nota che l'acqua comincia a scendere, allora si mettono 4 litri/s e l'acqua esce fuori, perciò si prova a fare la media con 3 litri/s e si nota che il livello d'acqua rimane costante. Questa prova si usa per sapere

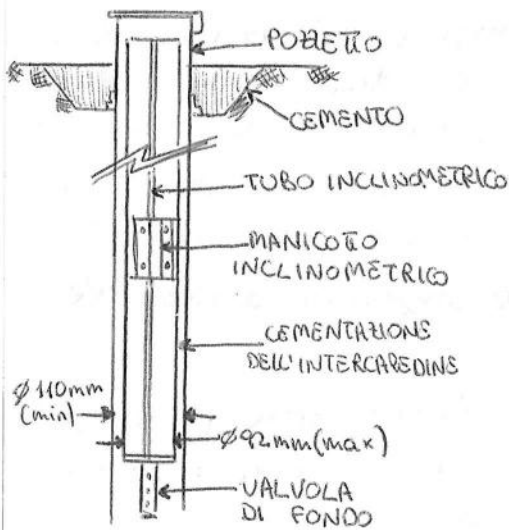


re la permeabilità delle rocce in modo da regularsi con le iniezioni (es. di scariche)

- Geofisica in foro. Estrapolo la stratigrafia dalla geofisica in foro, però il foro deve essere pieno di fanghi bentonitici. Detratto che viene fuori in superficie → "CUTTINGS" (spesso non è molto rappresentativo).

Campagna del livello idrico). (Vedi strumentazioni x misure dei livelli idrici da slides)

INCLINOMETRO



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.

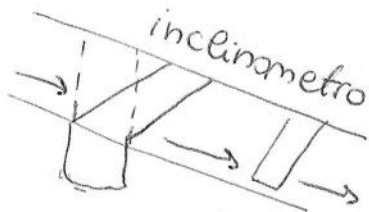
Realizzato un tubo inclinometrico, lo introduco nel foro del sondaggio e lo blocco ai fini di creare una cementazione "morbida" in grado di rilevare i piccoli movimenti. Il tubo contiene quattro specie di rotaie/scalanature che servono per contenere la sonda da introdurre all'interno del pozzetto. Il tubo inclinometrico non va posizionato nel corpo

perché altrimenti si rompe subito. I fori aperti della tubazione vengono chiusi con il silicone, perché altrimenti con la pressione forte non riesco a fare più nessuna misura. Tra precipitazioni e movimenti franosi solitamente c'è una relazione, e quindi opportuno effettuare le misurazioni in seguito ad abbondanti piogge. La lettura solitamente viene effettuata "in salita" (durante la risalita della sonda).

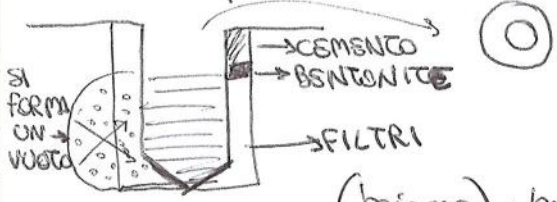
Le sonde odierne hanno due rotelle che, nel caso non si dovesse riuscire a far riemergere la sonda, si può comunque recuperare parte dell'attrezzatura. È bene avere dei riscontri utilizzando degli strumenti topografici: a volte, infatti, l'inclinometro non rileva movimenti avvenuti. Si posiziona quindi 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 due sonde, una in profondità, in una zona in cui sono sicuro non avvengano movimenti, e l'altra in superficie. Se il sistema acquirente superiore si sposta rispetto a quello inferiore, significa che si è verificato un movimento. La zona della testa dell'inclinometro deve essere adeguatamente cementata. Il pozzetto con tubo inclinometrico serve anche per misurare la verticalità del tubo.

Usa il "testimone" per non rischiare di perdere la sonda (1000€)



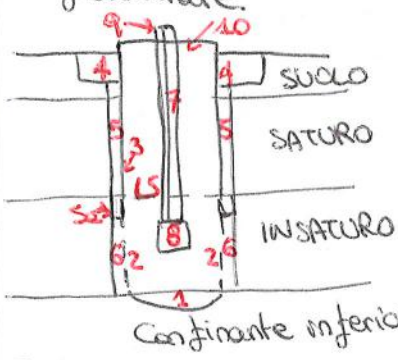
un materiale di ghiaietta chiamato prefiltro), nel quale poi viene infilato un tubo portante che ha all'estremità il tubo filtro. Al di sopra del



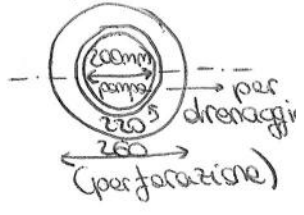
tubo, viene immesso un elemento di separazione composto da materiale bentonitico impermeabile. Subito dopo viene colato attorno al tubo portante il cemento liquido a pressione (biacca) → prida, per escludere alcun contatto con il piano-campagna e per ancorare bene l'opera.

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 delle 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 la 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. È fondamentale negli orizzonti di sabbia perché ha le fenditure piccole che evitano l'entrata all'interno del perimetro della sabbia.
- I filtri a pente vengono solitamente usati nelle ghiaie grossolane pulite.
- I filtri a fessure sono i meno costosi e i più semplici, indicati per rocce fessurate.



1. Scarpa di chiusura
 2. Filtro
 3. Rivestimento cieco
 4. Avampato cementato
 5. Cementazione
 6. Pre-filtro
 7. Tubazione di educatione
 8. Elettropompa sommergibile
 9. Cavo di alimentazione elettrica
 10. Coprchio stagno di protezione
- LS = livello statico.



ESPURGO DEI POZZI: Immobilizza il materiale fine e lo porta fuori. Il tempo di espurgo è diverso nei vari casi ed ha fine quando l'acqua che fuoriesce è pulita. Esistono vari metodi d'espurgo dei pozzi:

- Pompaggio: alternanza di pompaggi e stop con elettropompa
- Aspiraggio: inserimento di un pistone che esegue ripetitivamente il sale 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.

L'acquifero arenario fornisce acqua di buona qualità. Il rivestimento intorno deve essere rialzato rispetto al suolo e opportunamente tappato. Inoltre tutte le intercapedini tra le pareti del pozzo ed i rivestimenti sono cementate.

- Perforazione con trivella a secchio: si compone di un macchinario che nella parte terminale ha una specie di secchiello che varia in base al tipo di terreno da perforare. È un sistema a rotazione lentissima (infatti non ha bisogno di raffreddamento).

IDROGEOLOGIA: Concetti generali

Acque superficiali → Idrologi

↳ (Proviene anche da acque sotterranee)

Bottino di presa: opera in cui sono contenute tutte le vasche e le apparecchiature che danno origine all'acquedotto.

Il ciclo idrologico è formato da tre elementi fondamentali: evaporazione, condensazione e precipitazioni. Il calore del Sole fa evaporare l'acqua dai mari, dai fiumi, e dai laghi, il vapore acqueo sale nell'atmosfera, qui si condensa e forma le nubi che successivamente restituiscono l'acqua alla terra sotto forma di pioggia, neve o grandine. Parte di quest'acqua precipitata viene assorbita dalle piante, un'altra parte penetra invece nel sottosuolo e finirà poi per andare ad alimentare fiumi e torrenti che si riverseranno nei laghi e nei mari richiudendo il ciclo.

Tipi di discontinuità del terreno e di acque:

- Discontinuità del terreno:

- Pori: sono spazi intergranulari che si trovano nel mezzo poroso continuo (continuità tra i pori)
 - Porosità primaria: Acquisita dal sedimento quando viene depositato
 - Porosità secondaria: Rocce fratturate
- Microfessure: Si trovano in un mezzo fessurato continuo (solitamente in rocce lapidee)
- Macrofessure: sono cavità carsiche che si trovano in un mezzo fessurato discontinuo.

Tra un granulo e l'altro si accumula sempre dell'acqua.

- Acque distribuite tra i pori:

- Acque igroscopiche: asportabile solo per calcinazione
- Acque pellicolare: asportabile per centrifugazione
- Acque capillare (isolata): debolmente legata ma non soggetta alla forza di gravità
- Acque capillare (continue): debolmente legata e soggetta alla forza di gravità
- Acque gravifica: fluisce sotto la forza di gravità ed è estraibile per drenaggio e/o per pompaggio (Non riesco a fare il congelamento → Azoto liquido)
- Di ritenzione: legata al granulo aderendo alle pareti. È abbondante in argille e limi; in un mezzo dove i pori sono piccoli ho solo la presenza di acqua di ritenzione. Si sposta a velocità minime (come nelle argille). Gioca un ruolo importante per la stabilità.

Quando abbiamo un sedimento per descriverlo non possiamo basarci sulla semplice osservazione macroscopica. Utilizzo questa tecnica:

1. Prendo il sedimento
2. Sottopongo il sedimento a vibrazione mediante setacci. La vibrazione può avvenire a secco o a umido
3. Raccolgo la % dei diversi materiali depositati e li peso.

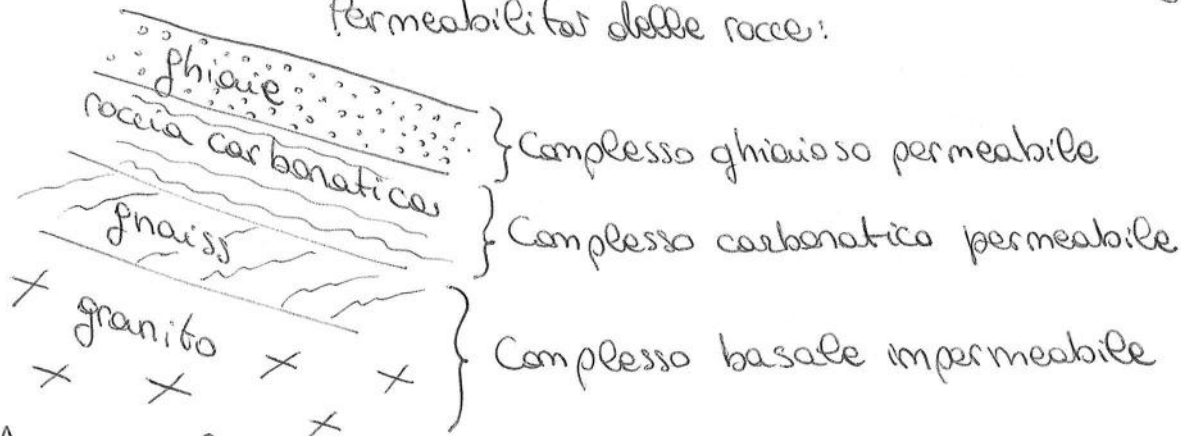
Ripartizione dell'acqua in un acquifero carbonatico → Tipico Pugliese
 La circolazione dell'acqua in un sistema carsico è impostata nelle discontinuità delle ammasso roccioso e nelle cavità carsiche

Discontinuità (faglie, fratture, giunti di strato con circolazione piuttosto lenta, funzione di serbatoi)

Cavità (circolazione piuttosto veloce, funzione di dreni).

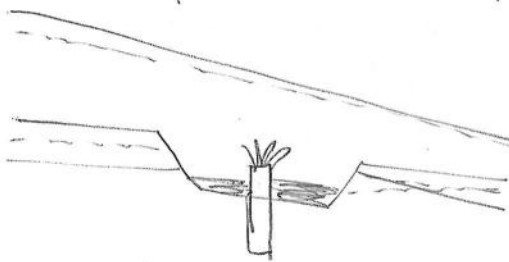
Fessurazione → Rocce lapidee fratturate

Permeabilità delle rocce:



Acque in Puglia scarse, lungo le coste è molto salata
 Falda confinata o impermeabile → Tra rocce impermeabili!

Falda a pochi metri dal piano campagna:



Sono riusciti a far abbassare il livello della superficie piezometrica con "fossi" colatori
 → fossi sfruttare quest'acqua con le pompe di calore!

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 le rocce stesse. Un acquifero si dice confinato quando è sovrastato 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.

La permeabilità di un mezzo roccioso è l'attitudine a lasciarsi attraversare da un fluido (in particolare dall'acqua) sotto l'azione di un carico idraulico o gradiente idraulico.

Il coefficiente di permeabilità o conducibilità idraulica, (k) è il volume di acqua gravifica che attraversa, nell'unità di tempo, l'unità di superficie di una sezione retta dell'acquifero, sotto l'effetto di un gradiente

L'infiltrazione diffusa avviene in corrispondenza delle microforme di corrosione e delle discontinuità dell'ammasso roccioso.

ZONA NON SATURA (acquifero carsico)

Volume dell'acquifero dominato dall'area di alimentazione e limitato verso il basso dalla zona saturata o dall'area sorgiva.

Epicarso: settore di intensa fratturazione che assorbe rapidamente le acque di infiltrazione

Zona di trasferimento: Circolazione temporanea delle acque

Gallerie inattive: Gallerie fossili

Zona di scorrimento: Circolazione perenne delle acque → fenomeni di erosione

ZONA SATURATA (acquifero carsico)

Volume dell'acquifero caratterizzato dalla saturazione totale dei condotti e delle discontinuità, con notevoli variazioni dei livelli idrici legate alle precipitazioni.

Collettori principali: condotti con velocità della circolazione idrica differente a secondo degli apporti (funzione di drenaggio)

Sistemi annessi: Reti di fratture e condotti con circolazione idrica molto lenta (funzione di serbatoi).

GALLERIE A SATURAZIONE TEMPORANEA: Nelle gallerie della zona di oscillazione il livello idrico può variare anche di parecchi metri, in tempi molto brevi, a causa della trasmissione delle pressioni idrauliche nei condotti a "pieno carico". Queste zone possono essere chiamate anche "gallerie a saturazione temporanea".

Zona saturata: le gallerie a pieno carico rappresentano le vie di drenaggio principali delle acque sotterranee. Morfologie accidentate e zone di crollo possono caratterizzare le gallerie a pieno carico.

AREA DI EMERGENZA: Zona altimetricamente più bassa della struttura carbonatica dove, in genere, sono ubicate le sorgenti del sistema carsico

MISURE DEI LIVELLI IDRICI ED IDENTIFICAZIONE DEI CAMPI DI MOTO DEI SISTEMI ACQUIFERI

In molte zone di pianura, si verificano spesso allagamenti parziali o totali di cantine, garage o altri spazi sotterranei dovuti alla risalita dei livelli idrici della falda. In genere tali allagamenti si verificano in occasione di piogge molto intense: nella città di Asti anche nelle zone non interessate dall'esondazione del 1994 si sono verificati allagamenti nei locali al di sotto del piano campagna. Per evitare allagamenti si possono costruire opere farametiche come quelle presenti nella città di Tokyo, ^(a monte) gigantesche cisterne sotto la città che raccolgono le acque superficiali e sotterranee, in cui enormi pompe drenano verso la superficie le acque sotterranee. Forse la cosa più semplice è quella di conoscere la quota dei livelli idrici delle acque sotterranee e di costruire le opere in sotterraneo al di sopra di tali livelli. Non dobbiamo inoltre dimenticare che i livelli idrici subiscono nel tempo anche

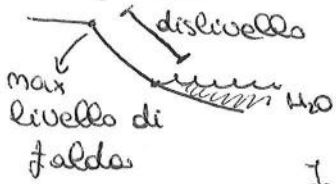
Nelle zone di salvaguardia delle sorgenti non posso realizzare idrostrutture

Variatione livelli idrostatici: $1 \pm 10m$

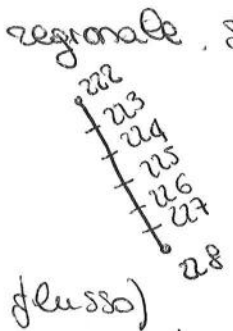
Utili i dati dei livelli in laghi di falda = livello del laghetto e quello di falda

Raccogliamo anche dati rilevati qui da altri

Quota di boccaporto \rightarrow mi dà la quota di dove si trova l'acqua.

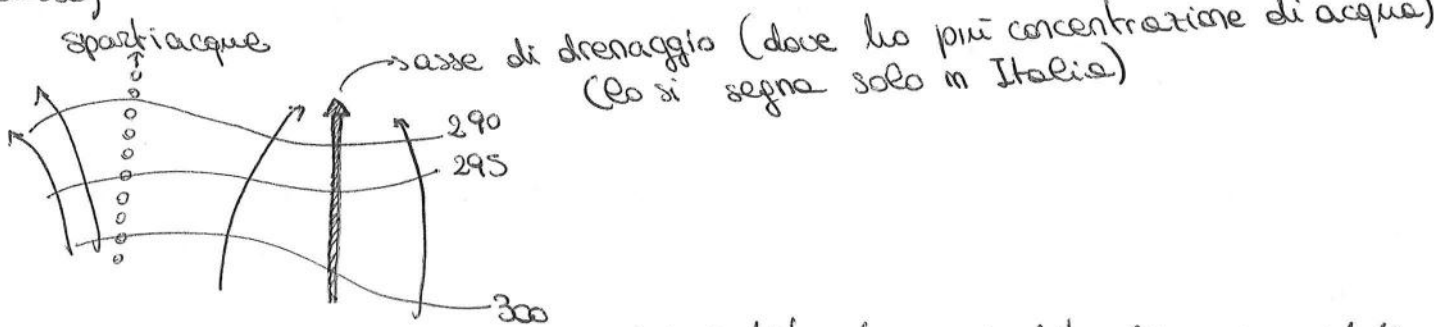


I punti misurati vanno riportati sulla carta tecnica regionale. Si triangolano i punti. Triangoli più regolari possibili. Ho due punti, 22 e 28: li collego e sulla retta traccio le quote che sono tra 22 e 28 \rightarrow ricostruisco fedelmente le quote idriche dell'area (che però oscilla nel tempo).



Disegno per la direzione del flusso idrico (\perp alle linee di

spartiacque

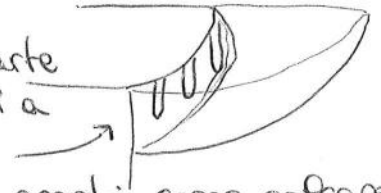


Intersasse delle isopiezometriche

$\left\{ \begin{array}{l} \text{più distanti} \rightarrow \text{perdite di carico ridotto} \\ \text{più vicine} \rightarrow \text{ " " " elevato} \end{array} \right.$

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.

per tagliare questa parte
 bastava fare dei fori a
 monte.



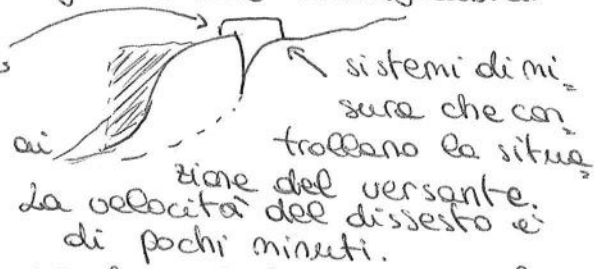
(prevedibili)

FRANE DA RIBALTAMENTO: Interessano rocce semicoerenti come calcare, niti ed arenarie che poggiano su materiali pseudo coerenti abbastanza scarsi. Si hanno ribaltamenti di porzioni di rocce che danno origine a frane meno pericolose rispetto alle frane da crollo (porzioni ridotte a 4-5m).
 Tipiche dell'Italia centro-meridionale. Sono facilmente identificabili.

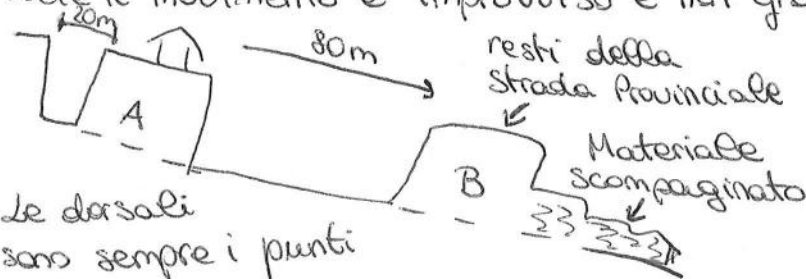
Le cause sono:

- fratture di detensionamento createsi a causa del "rilassamento" del terreno
- vibrazioni e scavi al piede (davuta anche ai corsi d'acqua)
- precipitazioni.

(prevedibili)

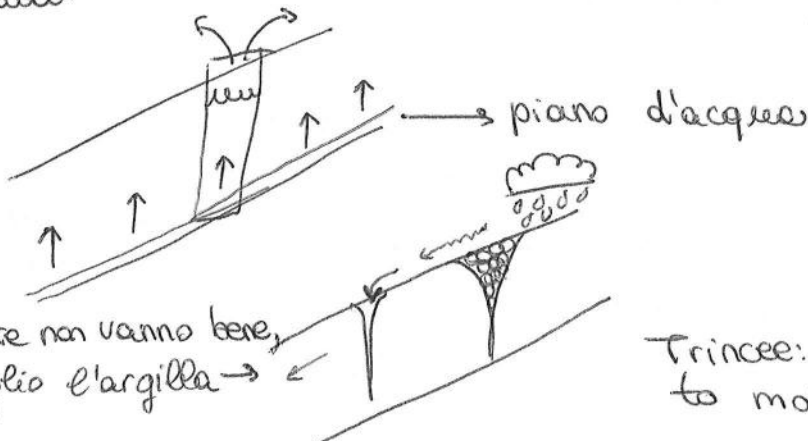
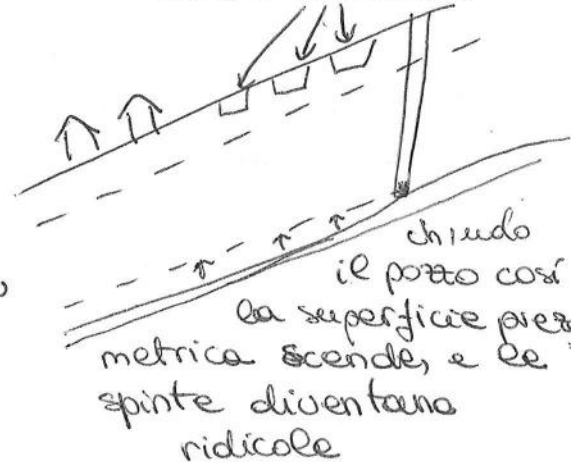


FRANE DA SCIOLAMENTO PLANARE: Esiste già la superficie di scioglimento portata dal contatto di due differenti superfici messe a frangimento (es. argille su rocce lapidee). Tipiche di rocce con alternante. Le cause principali sono le precipitazioni intense anche se di breve durata. La frana avviene anche se abbiamo delle pendente 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 da scioglimento planare incipiente, a causa di fratture di detensionamento che indicano 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 efficace poiché a volte il movimento è improvviso e non graduale.



Le dorsali
 sono sempre i punti
 più sicuri.

oppure faccio
 delle canalette



Le pietre non vanno bene,
 va meglio l'argilla

Trincee: fratture di detensionamento molto grandi.

MONITORAGGIO FRANE

Il monitoraggio delle frane si esegue prima, dopo e durante l'intervento. In Piemonte ci sono state 135 alluvioni e 280 frane monitorate nell'arco di 20 anni. Nel corso degli anni sono stati installati a cura della Regione Piemonte sistemi di controllo su numerosi siti che rivestivano un'importanza riconosciuta ai fini della tutela della pubblica e privata incolumità.

Motivi dei controlli:

- Sono stati osservati evidenti fenomeni dissestivi e se ne vuole conoscere la futura evoluzione
- L'area mostra delle caratteristiche morfologiche dubbie per cui si vuole approfondire il grado di conoscenza
- Pur non essendoci dissesti evidenti la presenza di importanti opere necessita un attento controllo.
- Si vuole verificare l'efficacia, nel tempo, degli interventi di sistemazione.
- Sui fenomeni franosi noti, si vogliono fornire dati a supporto delle decisioni in caso di eventi alluvionali.

Nella maggior parte dei casi i sistemi di controllo vengono installati dai singoli comuni sulla base di finanziamenti regionali. Tutti i sistemi di controllo, per essere efficienti ed efficaci, richiedono attenzione, manutenzione e controllo, protratti lungo archi di tempo di parecchi anni. La gestione di sistemi di controllo sui movimenti franosi e l'interpretazione delle relative risultante richiedono personale con specifiche conoscenze tecnico-scientifiche. I comuni però raramente dispongono di personale tecnico per seguire direttamente l'effettuazione e l'interpretazione delle necessarie misure e difficilmente dispongono di risorse economiche per affidare incarichi duraturi ad esperti esterni. La Regione Piemonte ha quindi istituito apposita struttura, RERCOMF, per farsi carico di controlli la cui attività si configura quindi come un servizio reso dalla struttura tecnica regionale agli enti locali nel campo dei controlli strumentali sui movimenti franosi.

Obiettivi della RERCOMF:

- Garantire che le strumentazioni, installate con finanziamento pubblico, siano utilizzate al meglio ed adeguatamente mantenute
- Valutare l'evoluzione nel tempo dei fenomeni franosi
- Informare, ad intervalli regolari di tempo, le autorità competenti circa lo stato di evoluzione dei fenomeni franosi.
- Fornire elementi per eventuali interventi di sistemazione
- Verificare l'efficacia di eventuali interventi di sistemazione realizzati.
- Promuovere il reperimento di risorse da destinare ai controlli strumentali sui movimenti franosi.

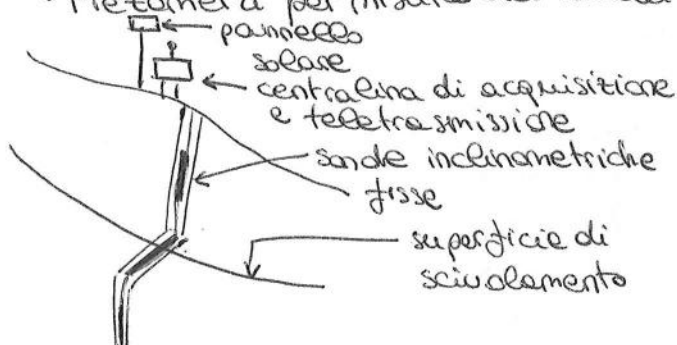
La rete è di tipo "estensivo", ovvero include molti siti ciascuno dei quali attrezzato con pochi strumenti.

Ceimonetro: cambiamento di pendenza, può essere uniassiale o bressiale *

- Sistemi di controllo per la misura di spostamenti in profondità:

- Controlli di verticali inclinometriche mediante misure manuali
- Controlli di verticali inclinometriche mediante sonde inclinometriche fisse
- Estensimetri in foro
- Piezometri per misura dei livelli di falda

* misura l'angolo e la verticalità.



Inclinometri fissi (10 installazioni)

Distometro: lettura manuale, a cavallo della frattura.

Misura dei livelli di falda: Sono installati essenzialmente piezometri a tubo aperto (circa 300), la misura è automatica su circa 90 colonne piezometriche, in 10 casi la misura è teletrasmessa presso gli uffici regionali.

- Tecniche in corso di verifica e sperimentazione:

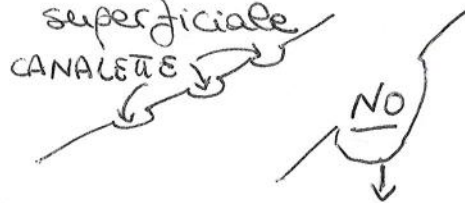
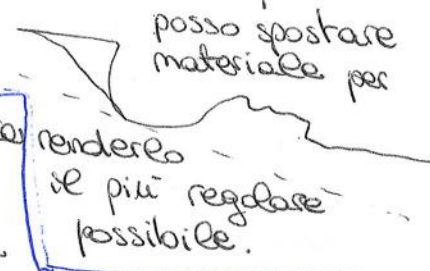
- TDR (misura di deformazioni lungo cavo coassiale)
- Estensimetro di profondità
- SIA (Sistema inclinometrico automatizzato CNR - IRPI Torino)
- DICLAS (estensimetro ottico, Politecnico di Losanna)
- SAR (Synthetic aperture radar) per la verifica di spostamenti verticali tramite sistemi satellitari Politecnico di Milano.

LIMITI DEL METODO: Il controllo dei movimenti franosi risente di limitazioni di carattere generale, legate alle caratteristiche genetiche ed evolutive dei movimenti franosi. L'evoluzione nel tempo dei fenomeni franosi prevede, in generale, periodi di quiescenza o di movimenti limitati e accelerazioni o attivazioni parossistiche in concomitanza con fattori esterni di innesco. In Piemonte il principale fattore di innesco è rappresentato da piogge intense o prolungate. I controlli non permettono di prevedere quali fenomeni franosi, o quali porzioni degli stessi, possano attivarsi a fronte di piogge intense o prolungate, anche se previste nella loro intensità o durata. I molti fenomeni franosi a sviluppo rapido che coinvolgono porzioni limitate delle coperture superficiali, ancorché frequenti e pericolosi, non sono strutturabili, causa il largo margine di alea nella ubicazione e la rapidità di sviluppo degli stessi. Molte grandi frane alpine presentano uno schema evolutivo con movimenti complessivi di entità più o meno limitati ed evoluzioni rapide nei settori del fronte in presenza di eventi piovosi intensi e prolungati. I sistemi di controllo, se pur in grado di cogliere l'evoluzione complessiva del movimento franoso, non sono in grado di prevedere né nel tempo, né nello spazio, lo sviluppo di fenomeni veloci sul fronte.

INTERVENTI FRANE

Interventi su pendii interessati da fenomeni di intensa erosione o piccole frane da scivolamento rotazionale:

- Riprofilatura del versante (movimenti di terra) →
- Inerbimento e interventi di ingegneria naturalistica
- Canalizzazione delle acque di ruscellamento superficiale



→ deve essere parallela alle curve di livello, ma poi viene scaricata in una canaletta perpendicolare che scende.

Inerbimento: è un intervento non di facile realizzazione, ma che costituisce un'ottima soluzione ambientale. È la crescita imposta di vegetazione spontanea, tramite la semina da parte dell'uomo, per evitare ruscellamenti.

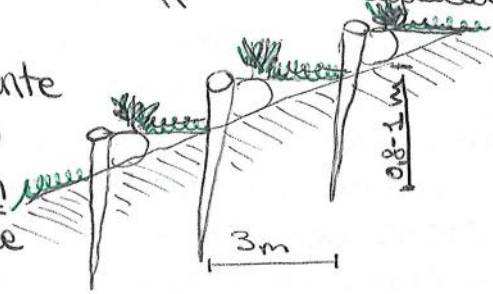
- **Inerbimento con georeti:** dopo la semina si riveste il terreno con delle reti di juta per evitare che la semente venga dilavata dalle piogge. Nell'arco di 2-3 anni le georeti marciscono ed il pendio sarà già inerbito. È un intervento semplice ed economico.
- **Inerbimento con geogriglie:** In principio è lo stesso delle georeti, ma si usano delle griglie formate da nastri di 3-4 cm di altezza, disposte ad alveare. Vengono poggiate sul terreno e formano delle canalette dove l'acqua non riesce a ruscellare e non erode il terreno, l'erba quindi cresce senza problemi.



Idrosemina: Le sementi vengono spruzzate sul pendio tramite una pompa ad alta pressione, cioè che viene spruzzato è una miscela di acqua, semi e materiale organico. Dopo la semina si posano georeti o geogriglie.

Viminate: Si creano dei piccoli terrazzamenti. Vengono infissi dei paletti di legno e ortogonalmente si fa un'arditura di legno; nella trincea così ricavata si inseriscono delle fascine cariche di materiale organico con delle piante che, sviluppando l'apparato radicale, sostengono il terreno.

- **Viminate contatee:** identica alla precedente ma si utilizzano piantine nella fascina.
- **Viminate in georete:** identica alla precedente, ma l'arditura trasversale che regge le fascine viene costruita con delle georeti.



Palificate: Vengono sistemati dei tronchi in modo ortogonale alla pendenza dei versanti, questi tronchi devono però essere trattati per non deteriorarsi troppo in fretta.

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 alla 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, sgansati, e cementati con piastra ripartitrice. A volte si usano anche delle resine particolari che resistono meglio e fanno subito presa.

- Interventi passivi su roccia fratturata:

• Barriere paramassi (barriere elastiche): sono barriere d'acciaio formate da una griglia e da delle travi incerniate 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 4m.

• Valle paramassi: È un'opera molto grossa che si può applicare solamente su versanti non troppo ripidi. Si scavano delle trincee ripartendo 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 perché dove ci sono i movimenti, devo usare delle strutture deformabili

La velocità elevata tende a sottoscavare l'area. Bisogna quindi agire con opere trasversali come diaframma di pali.

- **Diaframmi di pali:** (solitamente in cotta) 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. È a discrezione dell'ingegnere decidere la dimensione dei pali e la distanza tra un palo e l'altro. Una volta costruiti i pali posso

- **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 5-6m (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 grado di stabilità del terreno.

- **Dreni suborizzontali:** Sono dei tubi metallici in pvc, posti in posizione orizzontale o leggermente inclinati verso valle che servono a facilitare la fuoriuscita dell'acqua in zone instabili, evitando il collasso (portata 1lt/minuto). I tubi non possono superare i 60 m.

- **Gallerie drenanti:** (costose) strutture immerse nell'ammasso roccioso per drenare l'acqua. Deve essere ortogonale alla linea di massima pendenza ed hanno un'altezza di 1,80m.