



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO: 1138

DATA: 20/10/2014

# **A P P U N T I**

STUDENTE: Bavera

MATERIA: Geologia, Sicurezza e Protezione Civile

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.**

# GEOLOGIA, SICUREZZA E PROTEZIONE CIVILE

3/10/2013

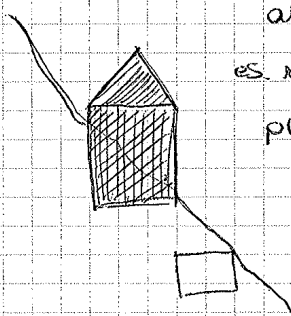
Primo 6 settimane : modulo di Sicurezza - Prof. PATRUCCO → vale 3/12  
prof. VIGNA : geologia / protezione civile → vale 9/12 voto finale  
↓  
novembre - aprile      maggio - giugno

Ricevimento su appuntamento : email

bartolomeo.vigna@polito.it ;

modulo prof. Vigna:

ESAME : orale 20 min



analisi critica

es. realizzare villa con  
piscina su pendio

modulo prof. Patrucco:

ESAME : scritto (multipla - aperta)

5-6 dicembre

Squadre 10-15 persone + PBL → lavoro consegnato almeno 1 settimana  
prima dell'esame

↓  
LISA.MAIDA@polito.it

## SICUREZZA

SAFETY = sicurezza, benessere sul lavoro

SECURITY = sicurezza da eventi delittuosi

Safety e security a volte sono in conflitto

accettabilità del rischio : dipende dal contesto e difficile da definire → si  
fonda su parametri  
↓  
rapportare il rischio alla situazione in cui ci si  
trova → impatto ambientale

es. salvavita 30 mA (statisticamente non è detto che rischio sia = 0)

Costi della mancata sicurezza, I veri costi sono quelli della mancata  
sicurezza e non per mettere in sicurezza. Perché più perdite soldi causate

Valutazione del rischio  $R = M \cdot P = ED \cdot Fc \cdot P$

$M$  = Magnitudo del danno = pesatura del danno

$P$  = Probabilità che si verifichi evento scatenante

$ED$  = entità del danno in termini di denaro / giorni persi

$Fc$  = fattore di contatto = tempo per il quale sono esposti al pericolo

intervento precauzionale  $\rightarrow$  incide sulla produttività, sull'efficienza produttiva  
es. imbragature scorse

DPI = dispositivi protezione individuale per limitare conseguenze di un  
pericolo che non siano evitabili o limitare. Es. cuffie per il rumore  
 $\rightarrow$  un'ulteriore passo: PPE!

trasferimento del rischio all'operaio

formazione = trasferimento di cultura  $\times$  le procedure ed evitare pericoli  
addestramento  $\rightarrow$  trasferire (pratico) molte in pratica le  $th$

1989 Sicurezza secondo approccio europeo. Valutazione e gestione dei rischi  
 $\rightarrow$  documento. Oggi il problema è la gestione della sicurezza in qualità  
(palcorsi da migliorare)

$\rightarrow$  rivedere sistematicamente documento per rinnovarlo

Sicurezza occupazionale = nei luoghi di lavoro

INAIL si occupa di tutto tipo di sicurezza, fa statistiche

LUOGO DI LAVORO = qualunque luogo destinato ad ospitare i posti di lavoro

può essere interno o esterno all'azienda

accessibile: <sup>al lavoratore</sup> non ha importanza quanto tempo ci sta

es. compressori macchine che accendi e poi non guardi +, magari 1 volta

al mese mette olio. es. neve e operaio cade: tetto è un luogo di lavoro

è indipendente dal tempo di durata



$P$  = frequenza scivolamento È la probabilità di deviazione  
 ↓ va da 0 → 1 e la si ricava da dati  
 ← storici (da analisi statistica) su sistemi  
 uguali al nostro e già utilizzati,  
 oppure

dalle storie dei singoli componenti che non già stati usati (nel caso non è storia progressiva) che compongono il sistema  
 Richiede cioè la rappresentatività statistica dei dati

Conviene parlare di FREQUENZA di scivolamento perché dati non sono molti  
 ↓ e non di probabilità

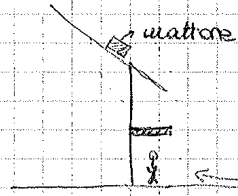
RISCHIO  $R = N \cdot P$

- identif. cause rischi / pericoli
- scivolamento gerarchico rischi (dal + grande al + piccolo)
- minimizzare / eliminare rischi

GESTIONE  
 DEL RISCHIO

PREVENZIONE

se si può eliminare il rischio, si elimina  
 oppure si può agire sui fattori di pericolo o modificare fattori di  
contatto  
 ↓ non si può + porre  
 lì sotto oppure  
 strutture pesanti



o Modificare entità del danno es. Faccio perimetro leggero  
 la scelta migliore è eliminare fattore di pericolo

in posto modo  
 i 2 spazi sono  
 riparati

(definzioni date finora derivano dalle norme)

CONSEQUENZA = risultato diretto di una deviazione → = variazione dei parametri di processo dai valori ottimali di funzionamento

Percorso dalla conseguenza alla causa con fasi intermedie (percorso basso → alto)  
 da alto → basso. Identifico fattore di pericolo e arrivo alla conseguenza.

DATORE DI LAVORO Ha capacità economica. Fa analisi di fattibilità sia economica sia tecnica. ↓ ha quindi l'obbligo di gestire responsabilità della sicurezza dei lavoratori.

Decide cosa fare e gestisce denaro e quindi ha responsabilità della sicurezza

Vanno esplicitati i costi di sicurezza (non si fa ribasso sulla sicurezza)

→ prezzi delle opere pubbliche

## NORME

Distinzione tra norme di PRINCIPIO (contengono principi) e direttive europee 89/391 - 89/392 (sul quale si fonda unione europea su sicurezza) e norme tecniche (norme UNI).

Testo unico che raggruppa leggi sulla sicurezza (attualmente)

1° principio Costituzione art 41: Repubblica fondata sul lavoro. Iniziativa privata è libera purché non vada in contrasto con <sup>salute, sicurezza</sup>

2° principio Codice Civile art 2087: imprenditore è tenuto a garantire sicurezza e salute dei lavoratori

imprenditore ha capacità di spesa.

tenuto Sicurezza concepita tenuto conto della specificità dell'attività e dei progressi della tecnica e della conoscenza (di tipo epidemiologico) su sostanze, prodotti

Codice penale { art 589 - 590

art 437 Rimozione o mancata apporzione dei dispositivi di sicurezza

nei sistemi moderni a uso di dispositivi di lock out e tag out

omissione

CULPA INELIGENDO

① infortuni avvenuti perché non si è rispettata la norma (es operaio senza imbragatura e casco)  
oppure infortuni nonostante lavoratore abbia seguito norma

② Mi serve sapere se infortuni sono avvenuti rispettando o no la normativa

In ① mi servono tutti infortuni

dati sui infortuni

- INAIL banca dati nazionali
- SITO COMMISSIONE EUROPEA
- OSHA → unico che mi dice se l'infortunio è avvenuto in rispetto o no della normativa

Stati Uniti

indice di frequenza =  $\frac{\text{rapporto}}{\text{IF}}$  n° infortuni che ci sono e n° ore lavorate. Però non tiene conto della gravità

$$IF = \frac{\text{N° INFORTUNI}}{\text{N° ORE LAVORATE}}$$

Si utilizzano <sup>perciò</sup> indici di frequenza morte, di frequenza feriti gravi, di frequenza feriti lievi

Indice di gravità  $I_g$

$$I_g = \frac{\text{N° ORE PERSE}}{\text{N° ORE LAVORATE}}$$

Realità caratteristica è + complicata di quella di 1 azienda perché il cantiere è sempre in divenire: è difficile prevedere organizzazione per evitare infortuni che ci sono sempre imprevisti (es alito in ritardo...)  
Gli infortuni + alti sono infatti quelli che avvengono in cantiere.

Deterioramento delle condizioni ambientali nei luoghi di lavoro:

Inquinante = sostanza che altera condizioni ambientali...

Conseguente inquinante → infortunio  
malattia professionale

valore limite di soglia (di presenza l'inquinante)

Concentrazione minima tecnicamente

RES = requisiti

e possono circolare in tutti i paesi europei

2 direttive europee x regolare sicurezza macchine: durante le lavoraz  
89/391 → stabilisce requisiti minimi di sicurezza RMS  
89/392 → RES

↓  
= ogni comunità può rendere ± restrittivi  
psti requisiti

Queste direttive non erano self executing e i vari paesi devono recepirle nel  
loro ordinamento. In Italia è stata fatta con queste 2 leggi:

(se è self executing diventa norma vigente altrimenti paesi dove recepire)

DLgs 626/94 ← direttiva sociale 89/391 riguarda i datori di  
lavoro  
DPR 459/96 ← direttiva economica 89/392 riguarda i fabbricanti  
delle macchine

in pratica sociale: scelta soluzioni macchine + sicure ... va tenuto conto  
dal datore di lavoro. Marcatura CE: obbligo anche del datore  
verificare <sup>correttezza</sup> autocertificazione CE a livello macroscopico. Se problema è  
inteso: responsabilità è del fabbricante della macchina; se è macroscopico  
va al datore lavoro xché vuol dire che non l'ha provata.

89/391 è ancora viva → prevede principi e aveva 12 direttive figlie

89/392 è stata aggiornata

video terminali

contenitori mobili

94/626 unifica alcune di queste 12 direttive (tra cui contenitori mobili (92/57))  
che è stata invece recepita nello 494/96)

624/96 sulle attività estrattive non c'era richiamo alla direttiva madre e  
ha perciò → deve passare da gestione rischi

causato morti / infortuni

recepisce direttive sociali

Oggi la 626 + altre norme comprese sono state scorporate dal 81/2008 e si  
chiama TESTO UNICO DI SICUREZZA

↓  
È rimasto fuori: norme sui attività estrattive, galleggianti in sottoragno  
(a se stanti) DPR 320/56 (e vale ancora oggi)

- documento  $\left\{ \begin{array}{l} \text{manuale montaggio e installazione} \\ \text{uso e manutenzione e elevazione} \end{array} \right\}$  forniti all'operatore

Non è possibile attaccare "CE" (le macchine non "marcate" (e non marchiate!!)  
→ cascina ecologica!)

Fattore pericolo / danno / rischio  $\left\{ \begin{array}{l} \text{danno da rumore: associare p.sti 3 a eleuco} \\ \text{7500 / } \rightarrow \text{lavare in alto} \end{array} \right\}$

## ENERGIE

ENERGIA IDRAULICA  $\left\{ \begin{array}{l} \text{generazione} \\ \text{utilizzo: progetto di macchine lavorato ad oleodinamica} \end{array} \right.$   
dal punto di vista della sicurezza è meglio l'olio dell'aria.  
es. crepa sul condotto  $\left\{ \begin{array}{l} \text{a olio: no esplosione} \\ \text{ad acqua: esplosione} \end{array} \right.$   
poco compressibile / molto compressibile

EN. AD ARIA COMPRESSA

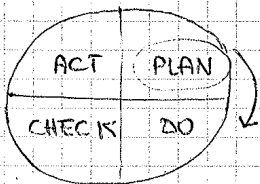
EN. ELETTRICA movimento va e viene  $\rightarrow$  motore avanti - indietro

EN. MECCANICA

dal punto di vista sicurezza deve essere progettato bene la macchina e poi tutti i tipi di energie sono sicure.

## METTI E ATTREZZATURE

le macchine fanno parte delle attrezzature. Datore di lavoro quindi sceglie attrezzature sicure e quindi macchine.



processo di verifica di funzionamento in rispetto della norma. Bisogna sempre rivedere la produzione perché le norme si evolvono.



Istituto della prescrizione (slide 304)

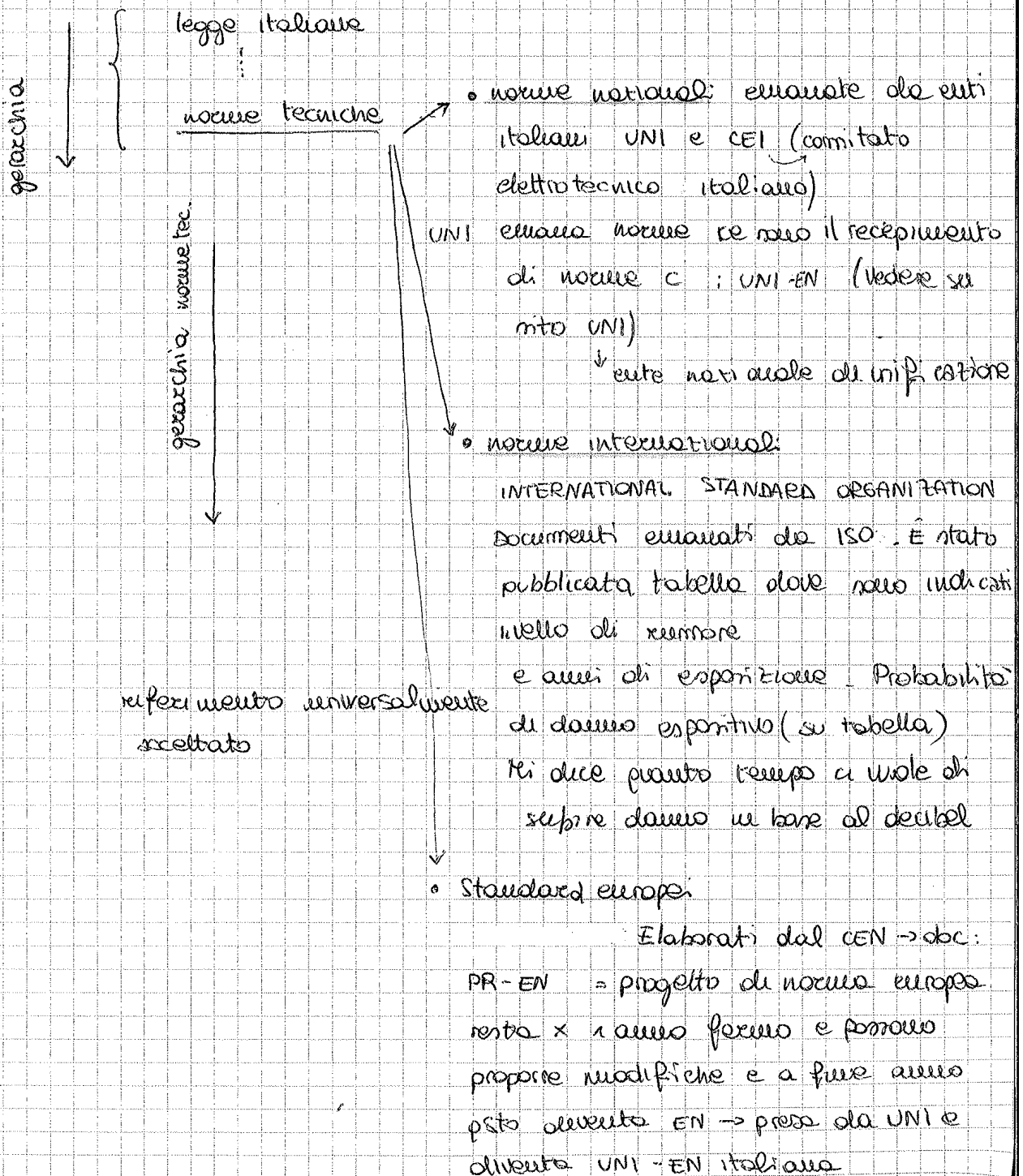
mettere x iscritto ...

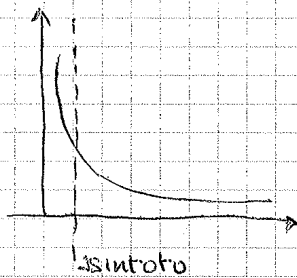
Il datore di lavoro decide di non accettare, lo a spiegare ragioni al PR e magari poi ha anche ragione.

### NORME, SPECIFICHE E REGOLE TECNICHE

2 articoli 1968 su apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti e non hanno + ostacolato progresso tecnico.

Norme CE valide. Nessuna norma tecnica. Piccola garanzia la sicurezza assoluta di tutti → xcs fatta su statistiche





IARG = associazione internazionale su cause e gestione del rischio

### TECNICHE DI SICUREZZA E GESTIONE DEL RISCHIO

24/10

3 tosse: hazard identification, risk assessment, risk management

↓  
ordinamento  
gerarchico rischi

↓ 19%  
(neutra caso TISSEN)

Cinghie pericolose → giornale dell'apprendista 1960 → oggi ancora incidenti presso nostri trasportatori

### PROCEDURA DI GESTIONE DEI RISCHI RELATIVI ALLA SPECIFICA TIPOLOGIA LAVORATIVA

Identificare in modo efficace fattori di pericolo e calcolati quindi il rischio (con la formula).

Calcolare frequenza attesa di accadimento sulla base dei fattori di pericolo (vedere sito INAIL e OSHA) - Risultati che mi ottengo sono essere cattivi

No indicazioni circa vibrazioni alle norme → solo nel mito dell'OSHA sono indicate

Difficoltà quindi di calcolare frequenza

Situazione a norma contiene minimizzazione della probabilità di accadimento

→ valutazione relativa e non assoluta del livello

PR = frequenza attesa di deviazione (norma)

minima frequenza attesa di accadimento (e tutto è a norma)

↳ misera relativa

3 CASI { tutto a norma

• + sicuro di punto richiesto dalla norma

• situazioni peggiori di punto richiesto dalla norma.

↓  
Siamo fuori legge e non si può calcolare valutazione rischi

Se non è a norma non si può misurare entità danno, né organizzazione non è a norma.

opera dei giapponesi)

Ripartire attività in operazioni elementari. Regola dice che ci si ferma quando regola successiva non dice niente<sup>di +</sup>. Analizzare 1<sup>a</sup> le interferenze e poi si fa job safety.

Causione può essere diversificata e quindi ogni job safety per ogni mestiere che operato fa. Es Marco Rossi che si occupa di manutenzione di 1 petto e poi abilito anche a mettere gocce olio alla pressa → 2 job safety!

Impo il coinvolgimento dei lavoratori: collaborazione lavoratori.

↳ x evidenziare criticità: operai conosce finitivamente tutto meglio dell'ingegnere.

Discutere la soluzione con operai x trovare soluzioni che portino alla sicurezza.

Macchina abilitata da 2 punti di vista - risponde ai requisiti di sicurezza macchina (guarda RES)  
macchina sia adeguata al lavoro che deve fare (guarda destin. d'uso)

Alla fine job safety, FR è = 1! Abbiamo ristretto tutto

Job safety si applica ad 1 caso esistente - Modello predittivo creando 1 ambiente virtuale con uomo virtuale.

\* si sceglie 1 rappresentante.



- analizzare tempo sottofasi ricavare fattore di contatto
- costruire individuazione fattori pericolo x ogni sottofase → miscele di correzione x ogni fattore di pericolo.
- Analizzare sicurezza macchina ai punti tale
- Risultato atteso

Struttura porta a costruire 1 documento di sicurezza.

Grafico torta : analisi tempi - operazioni

Torta delle sottofasi :

preparazione / preparazione

"

mettere tutta da lavoro

"

ricambiarsi x andare a casa

ispezione : 1<sup>a</sup> di adoperare macchina si guarda che non tutto ok

Manutenzione - ingrassaggio = fase che avviene periodicamente interrompendo la perforazione, ogni foro ha posto foro.

Manutenzione - utilizzo utensili = punta del trapano

Poi c'è tabella che raggruppa identificazione pericoli x ogni sottofase

x ognuno fattori pericoli già identificati posso fare scheda ÷ in 3 parti

- parte a dx : servizi di appoggio garantiti delle condiz. sicurezza (pronto soccorso) + dati generali

- parte sx : situazioni di criticità - Soluzioni tecniche, procedurali, tecniche temporanee

# GEOLOGIA

## INTERNO DELLA TERRA

21/11

Ci interessa la LITOSFERA

Crosta galleggia su mantello caldo

GRADIENTE GEOTERMICO : aumento medio di  $3^{\circ}\text{C}$  ogni 100 m di profondità.  
Man mano che scendo di profondità temperatura aumenta.

Nel sottosuolo T media  $18^{\circ}-20^{\circ}\text{C}$  (zone + calde) (Torino intorno  $10^{\circ}-13^{\circ}\text{C}$ )

GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA:

possiamo utilizzare  $\text{H}_2\text{O}$  sottosuolo: in inverno lo utilizzo x scaldare ambienti  
(es pannelli radianti) in estate: impianto di refrigerazione

=> Sistema di utilizzo  $\text{H}_2\text{O}$  sotto suolo: sistemi a bassa entalpia

Utilizzo di pompe di calore.

MISURE DI TEMPERATURE IN ALCUNE GALERIE ITALIANE:

In fase progettuale devo prevedere sistemi di ventilazione forzata: xche temperature  $\neq$  nelle rocce  $\rightarrow$  vedi Traforo Sempione dove posso arrivare a  $50^{\circ}\text{C}$ ;

Traforo del Monte Bianco: T sale e poi scende: vuol dire che c'è  $\text{H}_2\text{O}$  che raffredda ammasso roccioso.

Tunnel Gran Sasso: T scendono xche enormi quantità di  $\text{H}_2\text{O}$  che nutrono colonne <sup>fluviale glaciale</sup> idrotermali (circuiti carichi) all'ammasso roccioso.

L'interno della Terra è trasformato da lenti movimenti di materiale (correnti convettive) che servono a disperdere l'altissimo calore presente all'interno della terra. Tali correnti sono il motore che fa muovere le placche e determinano tutta la dinamica delle croste tettoniche.  
Sp. tettoniche galleggiano nel mantello. Zone calde: si creano zone convettive  $\rightarrow$  catene medioceaniche, zone galleggianti.

Se psta roba che continua a muoversi continuamente

zone di subduzione: problema x terremoti

(spostamenti di continenti, vulcani, terremoti, nascita catene montuose)

OROGENESI = sollevamento e formazione delle catene alpine

Risultato dei movimenti è la formazione delle placche tettoniche

Movimenti placche misurati con stazioni GPS (cm/anno)

= TERREMOTI (ubicazione terremoti è strettamente legata alla geometria delle placche)

onde P sono onde di compressione e sono velocissime. Non danno problemi dal punto di vista ingegneristico; le onde S invece danno problemi ingegneristici

Faglie che provocano terremoti si chiamano SISMOGENETICHE

Faglie = spaccature lungo le quali c'è stato movimento

Prevedibilità terremoti è difficile

prodotti della fusione liberazione di energia accumulata da roccia sottoposta a sforzo

Inondazioni legate a rotture di dighe

Dighe possono essere in c.a.

terza → da problema di liquefazione → collasso diga

Problema incendi: terremoti causano incendi

e fuoriuscita materiali tossici in prossimità di industrie

Problemi interruzione flusso idrico: H<sub>2</sub>O circola nell'ammasso roccioso e, in seguito a movimenti dovuti a terremoto, esce da frattura e non dalla sorgente principale, che si prosciuga.

Come individuare zone a rischio? attraverso dati storici

ipocentro + profondo è meno pericoloso di uno + superficiale.

Dal 2003 territorio italiano diviso in 4 categorie: la 1<sup>a</sup> è la + pericolosa e la 4<sup>a</sup> è la -  
 Ogni comune ha la sua categoria di riferimento  
 e prende provvedimenti x la costruzione (si vede normativa zona minima)

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

realizzata a suoli rigidi

## ETÀ DELLE ROCCE

Rocce nuove hanno caratteristiche ≠ rispetto a quelle antiche.

Per sapere età rocce: si basano su anelli e su formazione della roccia

e con foraminiferi (= conchiglie piccoline). Per datare rocce usano Fossili: so in che età hanno vissuto e determino età roccia.

Generalmente rocce + antiche (+ profonde) e in sup ci sono rocce + giovani

rocce durissime nuove: nelle zone vulcaniche (lapidee)

deponiti terziari: rocce pseudocoerenti

consolidate hanno

caratteristiche tecniche migliori di quelle pseudocoerenti partecche

Rocce mesozoiche: + dure → buone caratteristiche tecniche

zone collinari: deponiti terziario

zone pianure: deponiti pliocenico

} vale in generale

↑ è 1 piano di debolezza

Piano di faglia è 1 piano di scivolamento e può causare franamento.

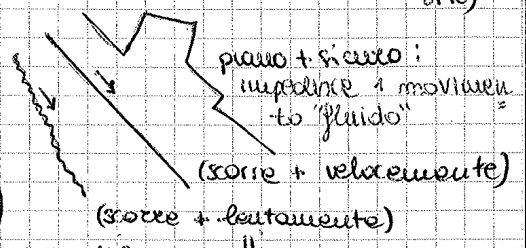
Rocce interessate da fratture (chiamate anche discontinuità).

All'interno di fratture

- vuote → c'è circolazione di H<sub>2</sub>O
- piene di sabbia → " (scorie poco)
- di argilla → non c'è circolazione di H<sub>2</sub>O (impermeabile)

Importante capire geometria della fratturazione

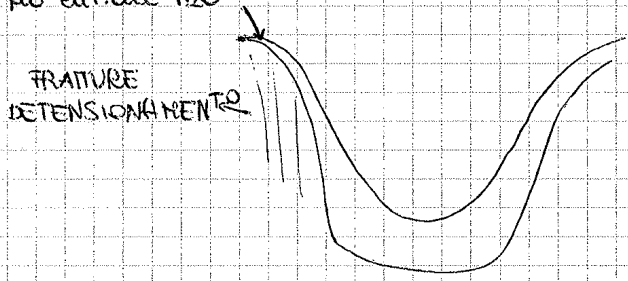
Le fratture generate nei tempi passati non sono alle fratture di detensionamento (che sono // al versante)



↓ punti di debolezza: possono dare origine a crolli

pericolose xrie può estrarre H<sub>2</sub>O

Si formano con il tempo per EROSIONE



(\*) zone di alterazione lungo una discontinuità indicano l'esistenza di 1 circolazione idrica

Verificare se fratture si stanno muovendo con interni monitoraggio

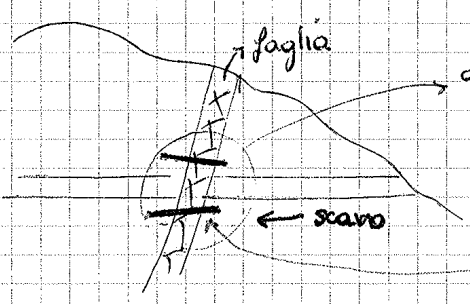
Faglie e zone CATACLASTICHE  
fratturazioni importanti. (\*)

= rocce caratterizzate da

Per fare cemento posso prendere inerte nelle zone cataclastiche

idrocarburi presenti nelle zone cataclastiche (petrolio)

ES. scavo di 1 tunnel



devo fare nodaggio in psta zona: devo consolidare ammasso roccioso (mettendo cemento)

grandi problemi perché è 1 materiale più saturo d'acqua (tipo fango)

(\*) Se stress è elevato: rocce in polveretta, si chiamano zone KILONICHE

↓  
in profondità queste porzioni di roccia sono solente molto umide con caratteristiche geologico-terriche molto scadenti

Deformazioni complesse a grande scala: <sup>→ centinaia di Km</sup> generate da deformazioni <sup>molto importanti</sup> rocce.

folda sovrascorrimento, piani di scarrallamento (zone interessate da sismi, cioè rischio di sismi)

Sono zone da evitare quando fanno opere sotterranee (tunnel)

PROBLEMI LEGATI ALLA PRESENZA DI STRUTTURE PROFONDE

- venute d'acqua
- instabilità <sup>ammasso</sup> roccia

GIACITURA ROCCE

• ROCCE MASSICCE

= Non riconosciamo nessun piano di stratificazione

Come riconoscere giacitura rocce? Impo x la stabilità roccia. Si può vedere dove affiorano, guardando le carote.

Come misurare la giacitura: bussola e inclinometro (\*)

↓  
misura immersione = come è inclinato l'ammasso (nord-sud)

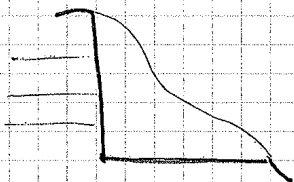
Espresso con una freccia → compreso tra 0° e 360°

(\*) mi dà giacitura rispetto all'orizzontale

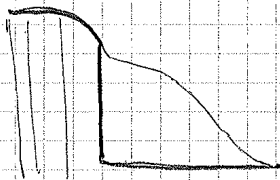
STRATI ORIZZONTALI : non danno problemi

STRATI VERTICALI : " "

⊕ STRATI INCLINATI : a seconda dell'angolo, pendii di ≠ inclinazione → danno problemi



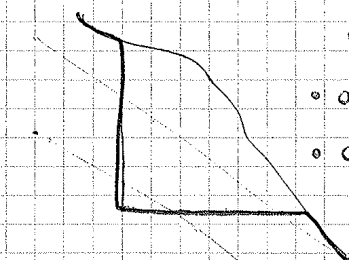
STRATI ORIZZONTALI



STRATI SUB VERTICALI

molto soggetto a movimenti

⊗ { strato franapoggio  
strato reggipoggio  
↓  
soggetto a pochi movimenti



versante franapoggio pericoloso

- andamento concorde con il pendio
- angolo di inclinazione minore dell'angolo di pendio



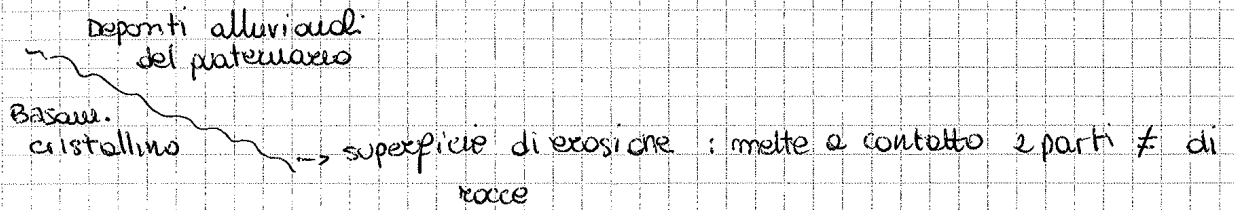
strato reggipoggio

- andamento discorde con il pendio



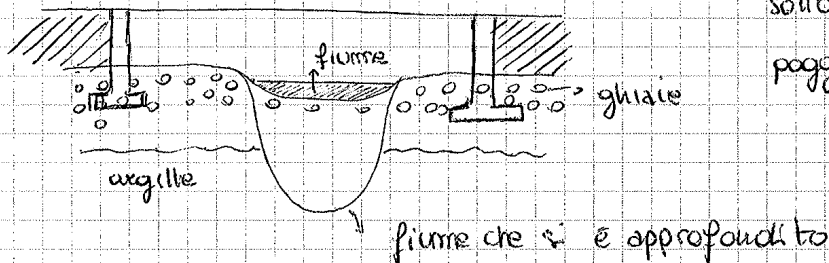
Ancora sui tipi di contatti:

• SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ



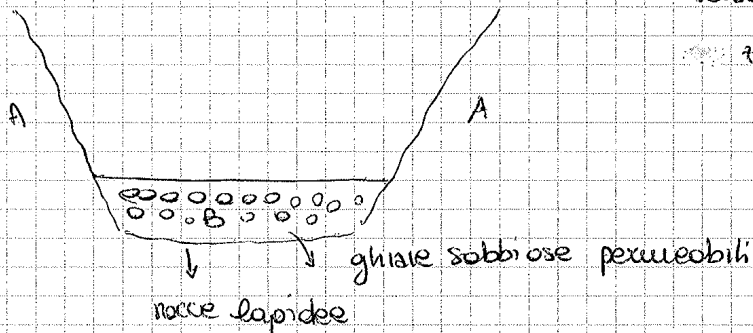
Rocce del basamento: rocce lapidee

Fiume in piena: erosione corso d'acqua  
sotto piante avrebbero dovuto  
poggiare su pali



versante A = rocce lapidee

zona piana B = deponti alluviali



CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE

Rocce sono composte di minerali. I minerali possono avere ≠ origini: da gas caldissimi, origine magmatiche (la maggior parte)

↓  
x diminuzione di  
temperatura e/o  
pressioni

↓ lava che si solidifica e si formano le rocce  
magmatiche. Poi soggetti a erosione e poi  
sedimentate e poi magari sottoposte a  
grandi pressioni → rocce trovano nel sottosuolo:  
rocce metamorfiche

Oggi granito viene molto utilizzato.

Poli: granito rosso

Presenta di minerali di ferro che si ossidano e macchiano la roccia.

In alcuni casi graniti si alterano  $\rightarrow$  prove geomeccaniche x verificare la durezza.

• GRANITO:

$$2,7 \text{ kg/dm}^3 = \text{peso roccia}$$
$$\text{t/m}^3$$

Sierite, diorite  $\sim$  granito!

- Gabbro: roccia che m usano nei ciimitex: (dure molto, indistruttibile)
- Peridotite: roccia pesante (non viene utilizzata)

## ATTIVITÀ VULCANICA

2 modi - vulcani

fratture che eruttano lave (come in Islanda)

ATTIVITÀ PAROSSISTICA: di tipo esplosivo o eruttivo

PERSISTENTE: nel tempo lava e lapilli continuano a fluire nel tempo  
a cause di esplosioni

Camera magmatica e si svuota collassa e si forma la CADEERA, ossia una  
conca. → molti laghi nell'Italia centrale in zone formate così

Monte S. Helens eruzione 1980

vulcano Vesuvio

## UTILIZZO ROCCE VULCANICHE

Molto utilizzate in centro-sud Italia x le costruzioni.

- TUFFI VULCANICI: roccia seghata appena estratta x'è morbida (es. Napoli)  
È una roccia piuttosto porosa.

PORFIDO: più utilizzato - Porfido rosso (pista ciclabile)

Termine TUFO utilizzato in tutt'Italia, ma tufo langhe ≠ tufo Napoli: non  
c'entra niente!  
↑ uso vulcanico      ↑ roccia vulcanica

- BASALTO: roccia scura compatte
- PORFIDI: x pavimentazioni esterne x'è molto rugosi

## ROCCE SEDIMENTARIE

Rocce sciolte possono cementarsi: acqua deposita carbonato di calcio e si cementa.  
Si forma così: erosione che disgrega roccia e viene trasportata da acqua  
fino a fondo viene sedimentata.

Vergolo diviso in base alla granulometria: ghiaia > 0,2 mm grossa  
Sabbia = fine

limo = silt - argille = sedimenti molto molto  
piccoli

## ANALISI GRANULOMETRICA:

- 1) Campione rappresentativo del terreno: se mat ha granulometria grossa  
ne prendo volumi grossi, se è fine ne prendo di meno (1kg).

2) Peso il campione

Per il calcestruzzo: niente deve essere pulito e non troppo fine (mat. argilla non  
vanno bene)  
Per i rilevati ho bisogno di mat. ± grossi x riuscire a compattare.



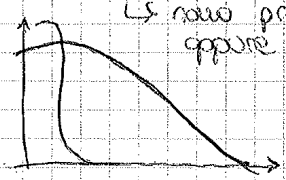
CLASSAZIONE  $\rightarrow$  = indice dello presenza di  $n$  classi granulometriche all'interno di 1 documento

ben classato

mal classato

$\downarrow$   
è presente 1 sola classe granulometrica

oppure poche di loro



$\rightarrow$  non presenti tutte le classi granulometriche oppure la maggior parte di esse  
curva granulometrica

DIRETTA

granulometrica diminuisce dal basso verso alto

INVERSA

granulometrica aumenta dal basso verso alto

13/12

CONGLOMERATI = ciottoli arrotondati cementati (ghiaie cementate)

Per costruire su ghiaie alterate devo 1° consigliare xè caratteristiche tecniche scadenti (simili a pelle di corno argilla)

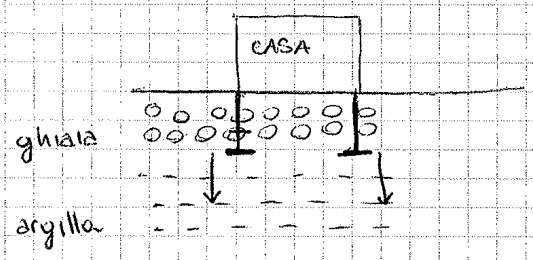
Sabbie e arenarie cementate

loam = sabbia + silt

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE ARGILLE (chiede a esame!!!)

argilla da problemi. Costituita da lamelle piccole ed è molto porosa.

- ARGILLE { PLASTICHE o ORGANICHE: contengono particelle organiche che danno il colore + scuro. Tendono a dare notevoli deformazioni
- CONSOLIDATE: in tempi lunghi. Diminuisce la porosità. caratteristiche tecniche medie
- SOVRACONSOLIDATE: sono durissime. Ottime caratteristiche meccaniche



nel tempo casa dà carichi differenziali

Argille più essere xò molto scadente o buone. Bisogna fare prove in laboratorio.

Argille varicolori sono molto presenti in Calabria danno problemi enormi, vanno evitate. (danno deformazioni molto elevate)

Argille caolinitiche sono buone

N.B. termine argilla indica una particolare granulometria. Poi ce ne sono di  $n$  tipi

CONOIDI ALLUVIONALI = mat. grossolani arrotondati - Danno problemi dal punto  
 vista ing. (ghiaie) ↳ a causa dell'acqua - Materiale viene portato

Sono legati alla migrazione dei corsi d'acqua - Sono molto pericolosi a valle  
 Quando le precipitazioni sono abbondanti la velocità con cui questi blocchi  
 scivolano aumenta visto che aumenta la velocità del corso d'acqua ed erode  
 materiale in tutta la discesa.

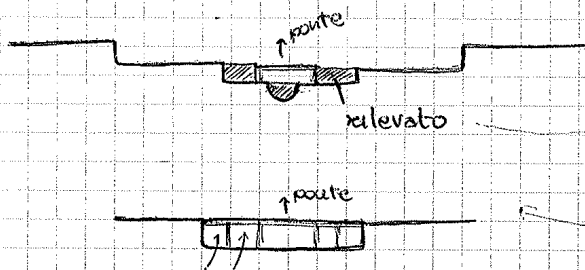
Pianura alluvionale Padana: costituita da deposizione di ghiaie, sabbie e argille

Corsi d'acqua depositano parti materiali:

- ≠ tipologie
- ↳ "torrentizio" → ghiaie
  - ↳ a treccia → ghiaie, sabbie (2)
  - ↳ fiume a meandri (3)

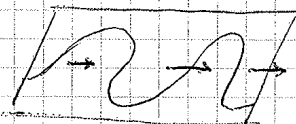
(2) In certe zone ci sono letti di argilla - Ghiaie e sabbie cementate → or,  
 buche x costruire (grattacielo S. Paolo)

Quando c'è alluvione → fiume in piena → cambia la sua portata e può anche  
 cambiare direzione! anelli contro rilevati - se crolla parte si forma ondata di  
 piena ancora + grossa - → e a valle: disastri!

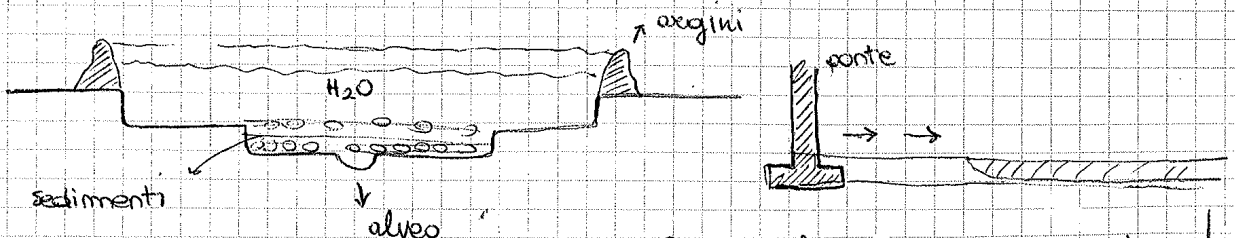


rilevato =  
 ghiaie, sabbia  
 H<sub>2</sub>O  
 H<sub>2</sub>O spinge e fa crollare  
 rilevato.  
 Al punto del rilevato faccio  
 tutto ponte (con H<sub>2</sub>O può scorrere)  
 (costa di + ma è + sicuro)

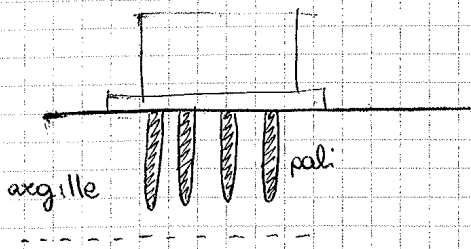
(3) Zone di pianura (di Torino) - Corsi d'acqua hanno forma particolare (MEANDRI)  
 In 1 evento alluvionale scavo e deposita e nel tempo tende a fare  
 particolari geometrie



In piena  
 fiume scorre dritto ed esonda  
 tutto ciò che incontra!



Care in alveo mi possono + fare!

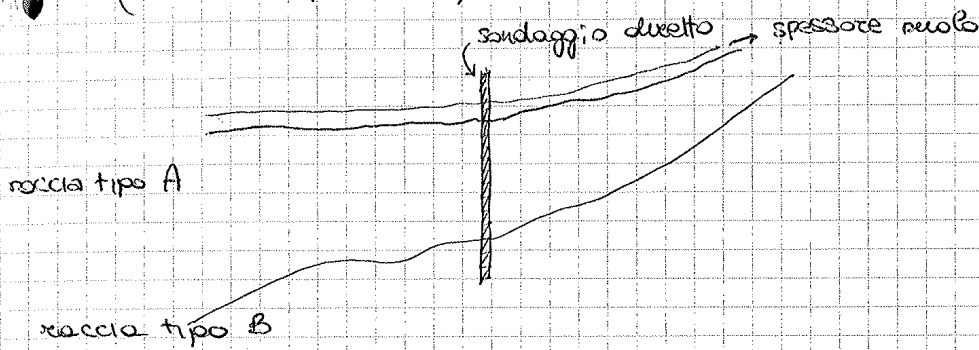


pali nell'argilla non marciscono. Nella  
 zone di emersione x<sup>o</sup> palo ne risultava →  
 rivestito x<sup>o</sup> di bitume.  
 (notto fondare in alle)

zone poco profonde = zone di off shore

||  
 si depositano argille

Dalla tomografia elettrica, faccio <sup>1 solo</sup> sondaggio diretto e ricostruisco geometria del substrato. Senza geofisica avrei dovuto fare  $t$  sondaggi diretti (e avrei speso di  $t$ )



### INDAGINI SISMICHE (usate x la ricerca di idrocarburi)

- 2 tipi di indagini
- sismica a riflessione (1)
  - sismica a rifrazione (2)

Si basa sulla generazione di onde sismiche e strumenti che rilevano situazione in profondità.

- (1) vengono fuori dei riflettori: obliqui e in sup orizzontali  
 ↓  
 in profondità

usata x la ricerca di petrolio ma oggi si incomincia ad usarla x ingegneria x<sup>ché</sup> mi dà riflettori.

- (2)  $t$  usata in ingegneria. Si basa sulla rifrazione che subiscono le onde. Se fronte d'onda che si propaga nel terreno incontra 1 mezzo  $\neq$  ad 1 certa profondità subisce tanti fenomeni: rifrazione, riflessione, rifrazione totale e correano lungo l'interfaccia e mandano equole in sup.  
 → no dove c'è cambiamento di strato
- Ho bisogno che ci siano strati con velocità maggiore in maniera progressiva con la profondità.

Ho sorgente dove creo onda.  $\neq$  tipi di sorgente

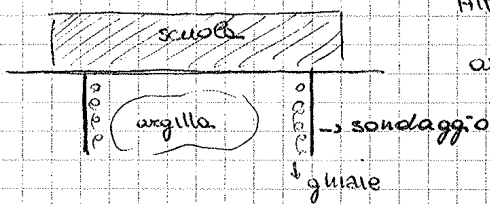
- massa battente
- vibrator.
- esplosivi.
- fucili

Sul terreno messi geofoni (che registrano arrivo dell'onda)

Problemi nel costruire su terreni argillosi. È importante conoscere la stratigrafia del suolo.

Versante stabile? dipende dalla tipologia del versante e lo posso conoscere attraverso sondaggi geognostici (sono molto cari)

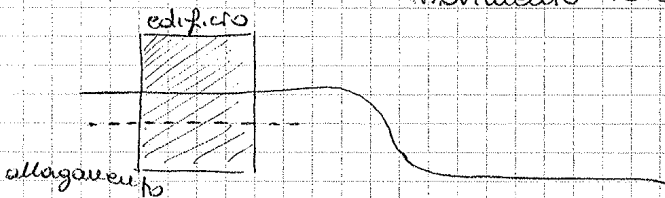
Dati sono puntuali: devo fare sondaggi rappresentativi



Attraverso 2 sondaggi, non hanno rilevato zona argille. Avrebbero potuto fare la geofisica

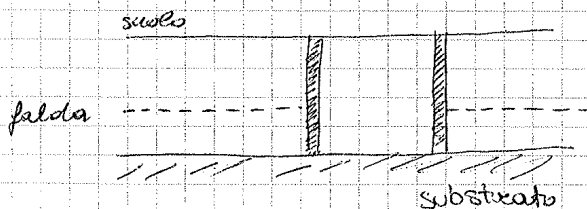
devo a quale profondità fare sondaggio e ogni pochi metri.

- ricostruzione dell'assetto stratigrafico
- prove in situ x conoscere caratteristiche tecniche delle rocce
- raccolta di campione x prove in lab x analisi rappresentative di prove geotecniche
- Condizionamento: installazione di strumentazioni di controllo del movimento terreni e altezza del livello idrico



Bisogna misurare livelli idrici

Opera in prossimità di falda: devo impermeabilizzare (vergato fatti sbarramenti)



Importante capire le direzioni della falda -> attraverso sondaggi geognostici

Macchina perforatrice x sondaggi

- pista di accesso al cantiere (ing. deve chiedere permesso es se ci sono alberi)
- Spesso ci sono alberi cingolati o gommati

Sondaggi spesso sono verticali, ma più capitate che siano obliqui -> insieme in tutte le direzioni. (anche orizzontale)



Guaisce svitano le aste.

Carota estratta e posata su porta carotiere provvisoria e poi messa nelle cassette porta campioni. Una cassetta porta 4-5 m di carote.

Cassette devono essere tenute al riparo <sup>da intemperie</sup> almeno x 1 anno xfe e documentate (-> legge). Documentazione fotografica della cassetta. Sulla cassetta è riportato il numero di sondaggio, numero della cassetta e la profondità della carota.

Se interessa litologia campiale basta carotiere semplice, x dettagli serve quello doppio.

Campione estratto presenta pellicola di fango (soprattutto con quello semplice) <sup>chiamata crosta</sup>  
-> con cazzuola tolgo pellicola x capire litologia.

↳ aspetto primario centimetri di carota

ma numero di punto -> serve sondaggio

• sui campioni è possibile osservare l'inclinazione degli strati orientato e la presenza di stratificazione fitta.

• In 1 annasso capideo si può esaminare lo stato di fratturazione <sup>(di solito non in fango, ma a volte sono richiesti)</sup> delle rocce.

Sondatore dà 1 foglio: nome dita che ha fatto sondaggio, come tenuto, num sondaggio, materiale, prove x caratterizzare campione (ogni prova costa ~ 100 euro) -> DATI DA SONDAGIO

Più sondaggi vicini: modo a ricostruire l'assetto stratigrafico

Modelli 3D x numeri alti di sondaggi

Misure e prove sui campioni estratti (fatte appena viene estratto campione)

2 strumenti: scissometro e pocket penetrometro.

Carota estratta e prove una vicina all'altra x vedere se campione di argilla è omogeneo -> (serve x capire caratteristiche meccaniche campione)

Si impedisce momento torcente: strumento misura sforzo applicato

Se valore misurato ai punti  $\neq$  e  $\pm$  uguale allora il campione è omogeneo

Con penetrometro applico pressione e manometro mi dice pressione applicata.

Campioni devono essere rappresentativi e si chiamano campioni indisturbati.

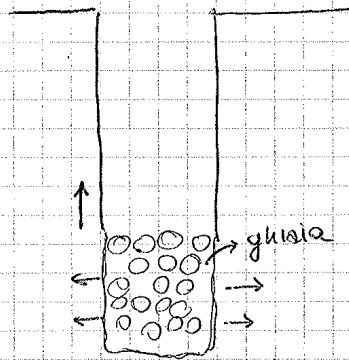
Si usa 1 doppio carotiere con campione non viene disturbato. È 1

↳ un po' # da quello precedente

A seconda del materiale estratto possono essere eseguite 1 serie di OSSERVAZIONI, 3 e MISURE

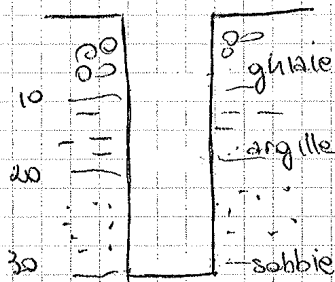
Processo di sifonamento: parte H<sub>2</sub>O tende a risalire dove trova spazio

Inelli scendano x H<sub>2</sub>O risale lungo le pareti e non perché viene assorbito dal terreno. Bisogna fare attenzione!  
 Più scallare i dati → fare attenzione alle caratteristiche litologiche del terreno (ghiaia sponda poco permeabile)



• PROVE GEOFISICHE IN FORO

Molto utilizzate in campo petrolifero. Nel vostro campo non fanno (costi)



Quando c'è attenuazione di strati il cutting non mi dà molte informazioni

Prove di resistenza vanno fatte a foro scoperto

• PROVA SCISSOMETRICA

Per caratterizzazione geologica - tecnica. Fatta <sup>solo</sup> nelle sabbie

Non molto utilizzata a TO, di + nel bolognese

Palette usate nel terreno. Momento torcente applicato alle palette

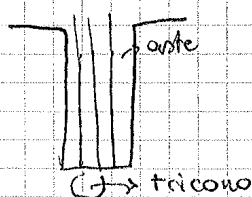
sedimenti grossolani

Scalpell triconici: servono per realizzare unicamente in foro chiamato

Foro a distribuzione di nucleo. Se devo fare prelievo non devo usare la

beutonite

Se devo fare 1 tubo inclinometrico va bene anche la beutonite

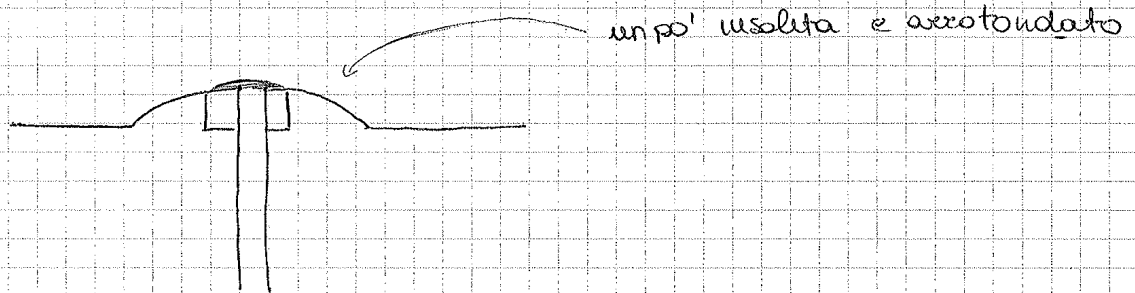


( 1 pollice = 2,5 cm )

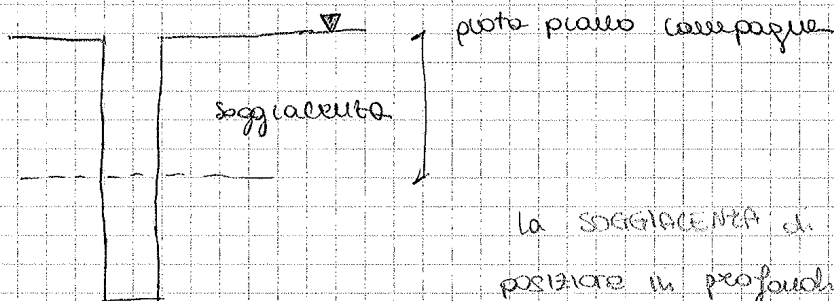
tipologie di tubi piezometrici : diversi di  $\varnothing$  in base  
al tipo di collegamento -  
( in solito si usano quelli da 2 pollici )

Chiusini per chiudere piezometri x impedire furti e guasti - si usano  
lucchetti resistenti e stessa chiave (con in uso 1 per tutti)

In prossimità di strade si utilizzano chiusini poco carenati



Portello deve essere ben visibile - Ci sono anche tappi in plastica x chiudere  
foro (ma non funzionano bene)



La SOGGIALETTA di una FALDA è la  
posizione in profondità della falda  
rispetto al piano campagna



CELLA DI CASAGRANDE : piezometro particolare

serve per misurare pressione interstiziale (x materiali fini: limi, argille) e

Piezometri normali li uso in presenza di acqua for. in psto modo misuro la pressione dell'acqua

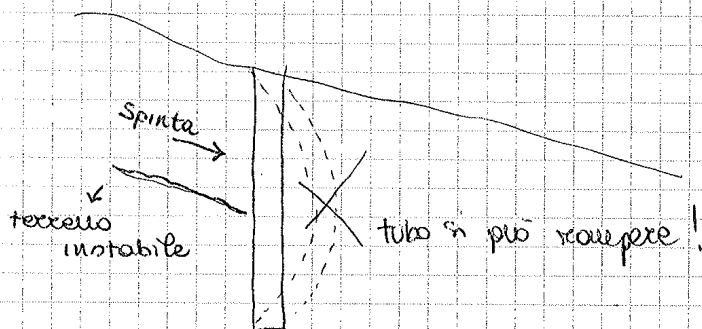
Cella ceramica porosa che lascia passare acqua verso quello zona che voglio investigare. 2 tubicini (collegata alla cella) arrivano in sup.

Con manodina piezometrica misuro altezza acqua e quindi la pressione nei pozzi. Faccio misure nel tempo

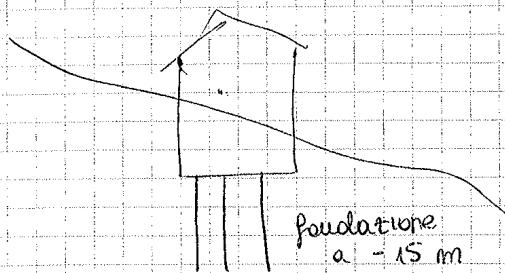
### STUDIO RELATIVO ALLA STABILITÀ DI UN VERSANTE

Per misurare i movimenti si usano gli INCLINOMETRI. Importante dove posizionarli (\*)

Per dimostrare stabilità terreno: perforazione e si mette tubo inclinometrico (generalmente in alluminio). Se c'è movimento sismico rotazionale: parte alta tubo si piega e se forza è tale tubo si può rompere → inclinometro sul versante o sui bordi fraus



(\*) Misura la deformazione indotta dal movimento



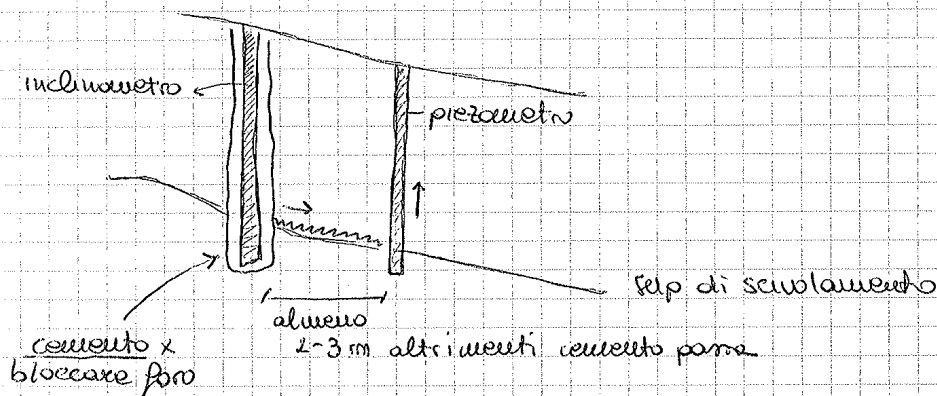
zone collinare che si muove

Con i piezometri: misure continue nel tempo.

Sonde automatiche: sonda posizionata in corrispondenza di  $\gamma$  deformazione  $\times 10$  controllo dei movimenti  $\rightarrow$  prendere dati in maniera automatica.

Spesso si lavora con dato piezometrico e dato inclinometrico. Se i due fori sono troppo vicini  $\rightarrow$  tenersi almeno a 2-3 m di distanza.  
 cemento passa e fuorisce dal piezometro

Conviene fare 1<sup>a</sup> inclinometrico (con iniezione di bilacca cementizia) e poi piezometro



### SCAVO DI PZZI E PERFORAZIONI

PZZI scavati a mano (una volta)

C'è differenza tra scavo e pozzo e le ditte sono #

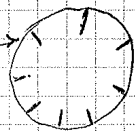
• Perforazione a percussione: solo su rocce sciolte (ghiaie)

(A Torino ci sono livelli di conglomerato e quindi cucchiata si ficca dentro ed è difficile da togliere!  $\rightarrow$  non si usa a TO!)

Si lavora con diametri molto grossi (1,50 m)

La cucchiata frantuma ghiaia

con psti con



Questa tecnica viene utilizzata dai 15 m di profondità in poi

## Tecnica a rotopercuSSIONE - tecnica martello fondo foro

Non si usa acqua di perforazione ma aria (ricompensore)

↓  
raffredda la punta e l'aria in pressione mi  
raffredda detriti portandoli in sup.

Martello fondo foro

Vantaggio: mi rende conto dove è giunta acqua in cunicolo (anche con uso acqua di perforazione)

↓  
se incontro tanta acqua, l'aria arriva in  
sup. (posso prendere campione acqua  
x vedere la qualità)

• Non si sono problemi di profondità

(fino a 400 - 500 m): scendo di molto in profondità

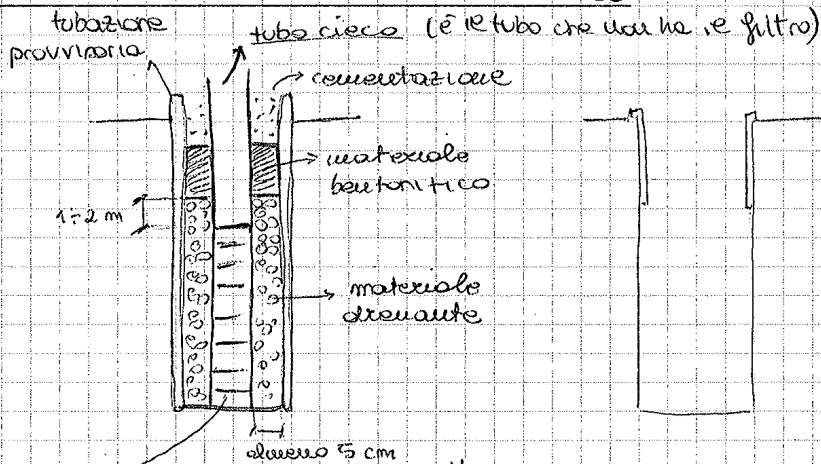
• Attraverso qualsiasi tipo roccia: se incontro argilla tubo non scende e allora

cambio di diametro

di diametro max tubo = 300 - 350 mm → stacaggio

Spesso conviene fare 2 pozzi di piccolo diametro rispetto a 1 pozzo con  
diametro + grande: con 2 pozzi ho 2 punte e se m rompe 1 c'è l'altra!

### OPERAZIONE DI COMPLETAMENTO DI UN POZZO



tubo filtro x filtrare acqua attraverso la tubazione. Lo metterò in corrispondenza  
za delle zone acquifere.

a partire da 1 certa quota in poi

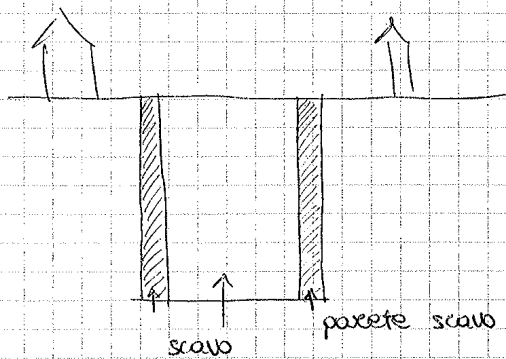
Materiale drenante: impo x materiali granulari - sabbioni

tra tubo e tubaz. provvisoria

Messo 1-2 m sopra il filtro

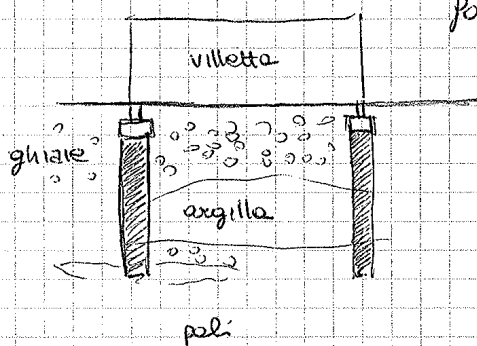
Scelta di filtri adeguati:

• filtro x le sabbie si chiamano Johnson. Ha dei fori sottili e forte azione di  
drenaggio (di richiamo dell'acqua)



FORI per migliorare le caratteristiche tecniche dei terreni:

Macchine di perforazione elicoidale. Bore x ghiaietto piccolo, no x ciottoli (xre elica non può con perli!). Non prevede intubaggio



fondazioni: argilla da cedimenti => devo fare  
sottofondazioni o fondazioni profonde

fori vengono armati e cementati  
chiamati "pali gettati in opera"

Molto utilizzati quando ho ghieie alterate in  
argilla

la profondità  $\checkmark$  è legata all'assetto stratigrafico del terreno  
L'entità spinta dipende dal tipo di materiale!

cordoli per collegare i pali. Prima si fanno i pali e poi cordoli



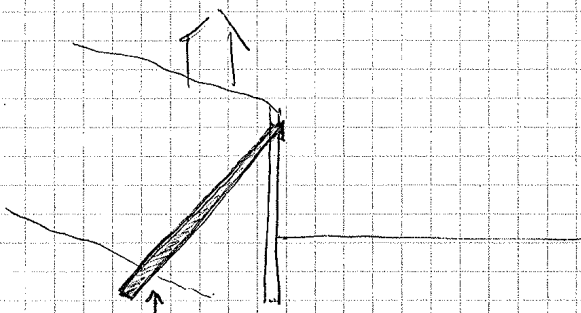
Pali devono essere + profondi dello scavo

Micropali per realizzazione di viadotti

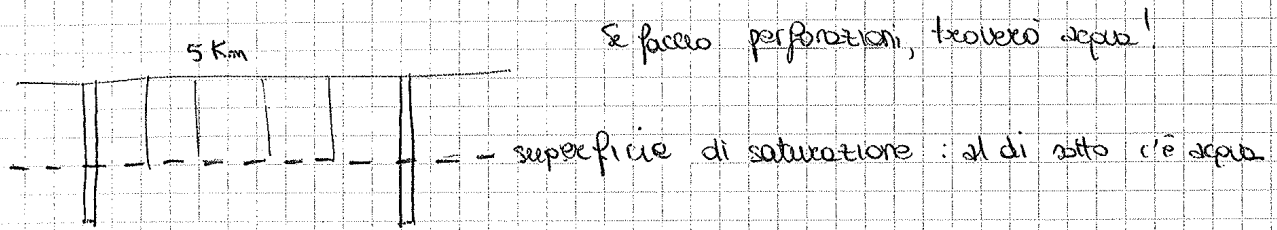
Tecnica BERLINESE foro (diametro piccolo) con cordoli traveati

Posso andare a notevole profondità

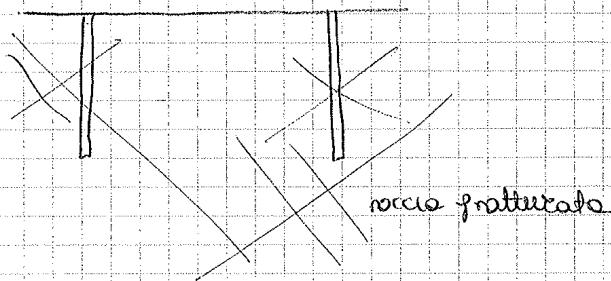
sono micropali



traveatura su roccia solida (lapidea)  
x stabilizzare



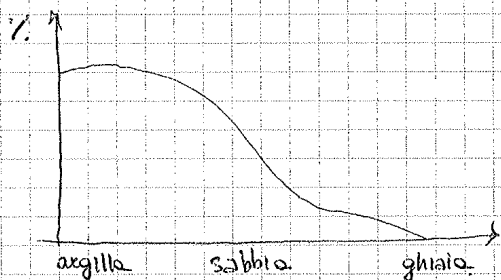
metto discontinuo: non riesco a trovare sup. piezometrica regolare - Non riesco a disegnare 1 sup. di saturazione



Attraverso indagini riesco a capire se metto è continuo o discontinuo

Tipi di porosità e legge del fuso:

legge del fuso: % di mat. fuso che determina la porosità di 1 successo roccioso e quindi la permeabilità del tutto roccioso.



cava granulometrica:  
 prendo 10% mat. fuso e capisco  
 quanto successo roccioso è permeabile

POROSITÀ PRIMARIA = legata alla presenza di pori

POROSITÀ SECONDARIA = legata alla presenza di fratture

Distribuzione di acqua nei pori:

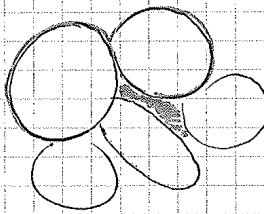
Acque di ritenzione non si muovono - Negli spazi piccoli c'è acqua di ritenzione  
 di H<sub>2</sub>O - Pellicola adsorbesce ai grani

no soggette a F gravità

Negli spazi + aperti

acqua si chiama gravifica

(soggetta alla forza di gravità)



In 1 argilla: pori piccoli -> c'è solo H<sub>2</sub>O di ritenzione

sedimento limoso: acqua di ritenzione e poco di H<sub>2</sub>O gravifica

Sabbioso-ghiaioso: acqua gravifica -> riesco bene a togliere acqua per pompaggio e/o drenaggio



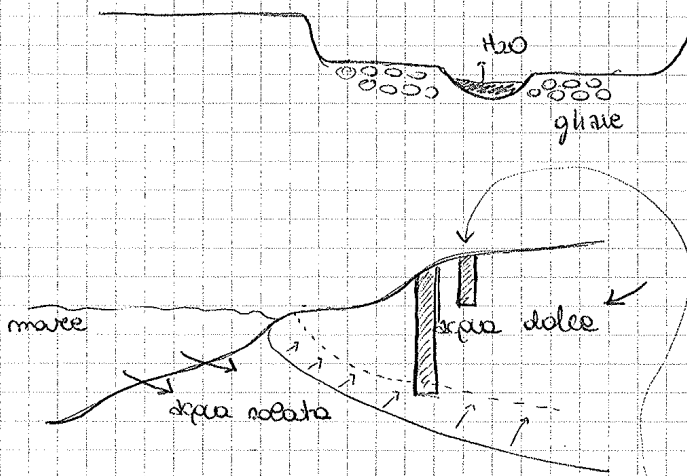


## Rocce mediamente permeabili:

- Sabbie e limi  
fius
- ghiaie in matrice sabbiosa
- ghiaie con sabbie e limo (nell'astigiano)
- Arenarie fessurate
- Dolomi
- Basalti (circolazione di acqua tra le fessure)

## Rocce altamente permeabili:

- Ghiaie sciolte o pulite  
[deposito alluvionale (ghiaie - ghiaie sporche)]  
Acqua circola negli altri anche se ci sono ghiaie perché livello di saturazione



Im estate (\*)

Se faccio pozzo più e prendo  
acqua dolce + di quella che c'è =>  
povero acqua salata!

=> meglio fare pozzi superficiali  
con un rischio di intercettare un po' di

(\*) i pozzi pompavano di + x<sub>0</sub> + persone al mare => > approvvigionamento

altamente permeabili sono  
Rocce molto soggette a variazioni di livello: quando piove aumentano grandi  
volumi di acqua e quando non piove  
lo portate è ridotta

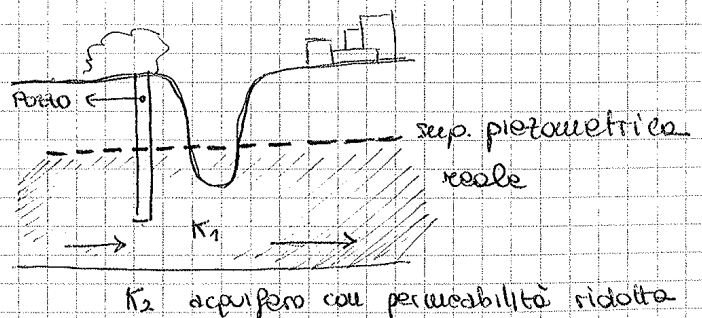
=> Non conviene approvvigionarsi da parte roccia!

## TIPI DI ACQUIFERI POROSI

• Acquiferi liberi: + superficiali - Presenti in tutta pianura  
dura

• Acquiferi confinati o  
in pressione

Acquiferi artesiani: acqua risale  
al di sopra del piano campagna



Quando studio sistema acquifero devo chiedermi da dove proviene acqua.

Nelle zone di salvaguardia della Sigeute non posso realizzare idrostrutture  
 → in genere si verificano in occasione di piogge molto intense

Evitare allagamenti (es in cantine):

- cuorchi cisterne che raccolgono acqua e poi  $H_2O$  viene pompata → Tokyo!
- Più economico è conoscere a che quota è l'acqua sotterranea! → costruzione di coste  
 I livelli <sup>però</sup> ~~libere~~ <sup>ruote</sup> sono statici (oscillazioni  $1 \div 10$  m)

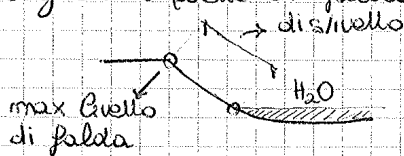
Utilizzo sondini piezometrici

Per ricostruire quota <sup>della falda superficiale</sup> ho bisogno di dati: costruisco piezometri (1, 2, 3 → una dove dove visione + estesa → faccio punti anche misure nei pozzi che esistono già e misuro quote del fiume)

Se pozzi vengono utilizzati periodicamente le misure non serie xkè contadino preleva acqua e livello non è quindi quello naturale.

Misure su pozzi idro potabili: misure non serie xkè pompe sono sempre in funzione e mi danno quello della 2<sup>a</sup> falda e non di quella superficiale (che è quella che mi interessa)

Scegliti di pianura non mi servono. Utili i dati del <sup>in laghi</sup> livello di falda = quello del Baghetto è quello di falda.



Uso GPS, carta tecnica regionale (se a scala piccola)

→ faccio punti quote con GPS

Misure piezometriche → quando eseguirle?

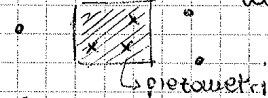
- Quando non piove

- individuare punti dove fare misure → le misure <sup>in campo</sup> ~~deve~~ <sup>e ausogues</sup> essere breve perché livello falda varia rapidamente

↓ in modo regolare tutto intorno alla struttura

lung che voglio costruire

↳ x sapere come varia la falda



dati intorno alla struttura

- Raccogliere dati rilevati già da altri

- Installazione di piezometri di controllo



## Sistemi impenetrabili:

Manti impenetrabili al di sotto dell'edificio e mi isolano la struttura → attenzione alle sottospinte  
" di bentonite

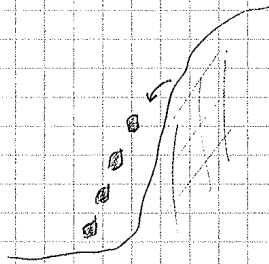
27/3

## FRANE

Problema delle frane è legato all'incrinazione.

2 tipologie - fenomeni di intensa erosione  
frane (dissesti - collassi) - caduta di blocchi (su massi lapidei rocciosi) (\*)<sub>1</sub>  
↳ blocchi di grandi dimensioni - Ruscellamento sup. colaruchi (mat. argilloni) (\*)<sub>2</sub>

(\*)<sub>1</sub> di piccole dimensioni. Ammassi fratturati in sup. o in profondità e quindi + imponente.



Ammasso con fratture sup. → caduta blocchi (all'interno però l'ammasso è compatto).

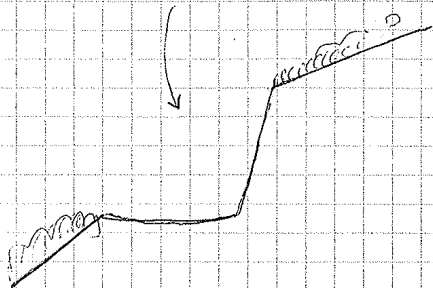
Studi da fare: geofisico x vedere profondità frattura, sondaggi

Fratture ⊥ al pendio non sono pericolose

Fratture // al versante sono pericolose x i si staccano blocchi

In seguito a piogge, escursione termiche (ad es. al mattino) si verificano cadute blocchi.

(\*)<sub>2</sub> Fenomeni di erosione sup.

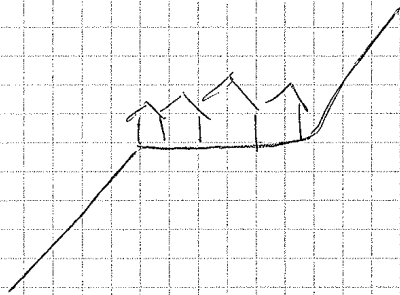


Colaruchi = fenomeni naturali

Rocce (argilla, argilla maruosa) nell'arco del tempo, con evento meteorologico, scava rocce formando ruoli e forsi. Tra ruoli e forsi ci sono zone di cernia. Da erosione → frana vera e propria.

## FRANE DI SCIOLAMENTO ROTAZIONALE

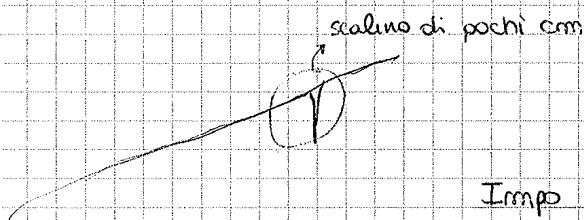
- Testata = zona dove si stacca roccia
- Scarpa principale = zona di distacco dal terreno >
- Gradino = zone con morfologie piatte



Paesi costruiti su zona piana

↑  
risultato di 1 zona che in  
messa tempo fa e magari  
può rivetersi in moto

Su 1 versante si cominciano ad avere fratture di deturramento

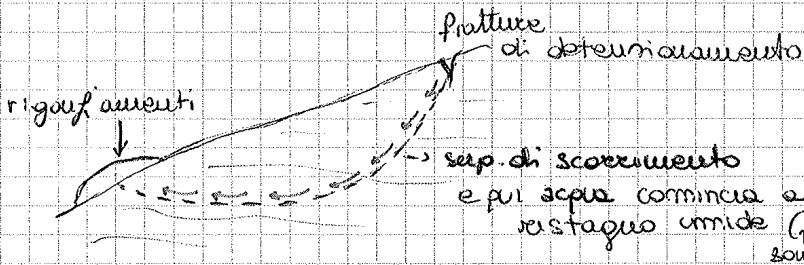


↓  
Sono segnali di allarme di possibile  
evento franoso

Impo vedere se frattura evolve nel tempo  
(-> monitoraggio!)

- fianco dx e sx della valle (schiena rivolta verso monte)

Superficie di scorrimento: sulla quale si verificano gli spostamenti



↓ a non scalini di qualche cm

e poi acqua comincia a scorrere -> si notano zone di  
vegetazione umide (erba rigogliosa)  
zona con

Osservare e poi fare indagini

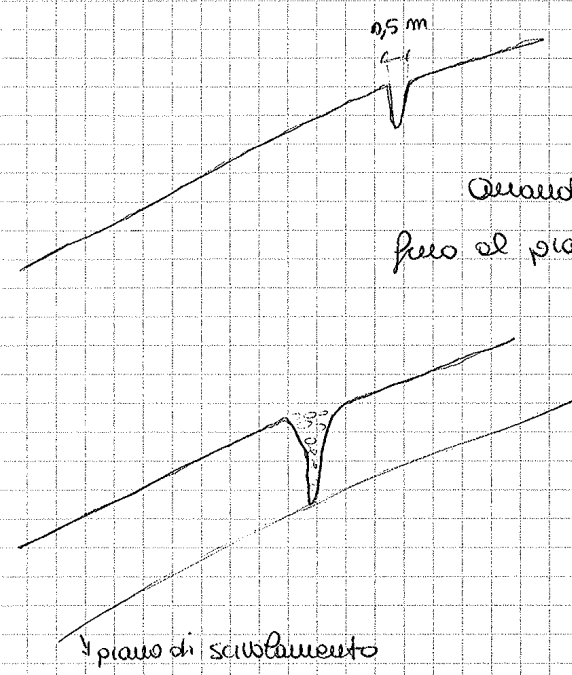
- Piede della frana = parete bassa della frana
- Zona di accumulo corrisponde al piede della frana

## FRANE DI CROLLO

Interessano gli ammassi rocciosi fratturati. Fratturazioni con  
pendente ≠ intano blocchi e danno origine a frane.

- Fattori predisponenti: fratturazione roccia, pendenze elevate
- scatenanti: terremoti, vibrazioni (es. mezzi pesanti), presenza di  
acqua (roccia lapidea fratturata e circolazione acqua -> sottospinta, se frattura  
è aperta (1 cm) -> in seguito a piogge ci sono sottospinte x5 frattura va in

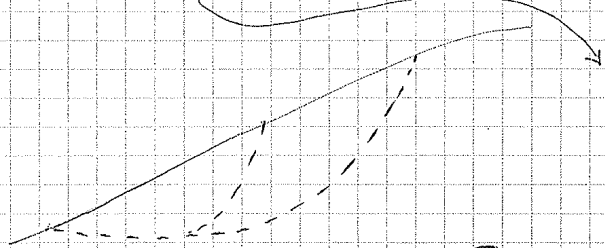
Spesso si te frane neo incipienti. Si nota fratture di detensione: versante si è spostato (es. di mezzo metro)



Quando la frattura è + profonda, essa arriva fino al piano di scivolamento. I contatti lentamente ci mettano pietraie nella frattura (una uccina bene xris pi scap m infiltra cmq)  
 Quando la frattura è molto larga è detta trincea

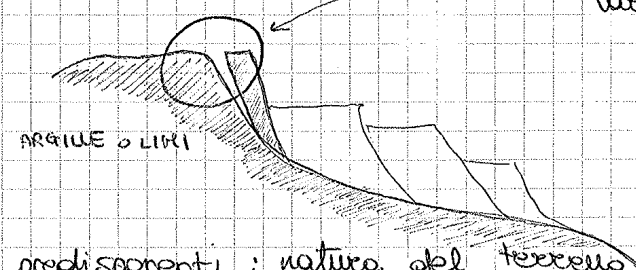
FRANE DA SCIOLAMENTO ROTAZIONALE

Frane molto ricorrenti in Italia - Rocce interessate sono materiali a granulometria fine (argille o limi). Queste frane non hanno piano di scivolamento preesistente, ma al momento del dissesto si forma una superficie accoppiata da sup. secondarie. Sono frane a lentissima evoluzione



si formano quindi zone piatte -> no costruire presini xris pericolose -> punto instabile

Frana: Inizia con frattura e poi nel tempo viene scavata



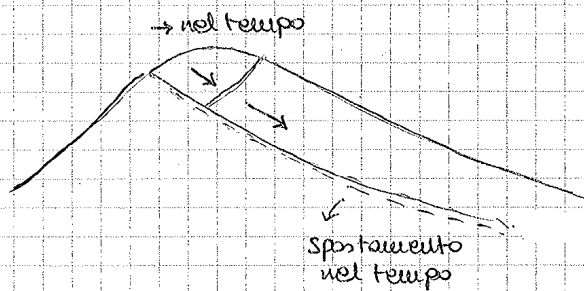
- Fattori predisponenti: natura del terreno e granulometria fine
- Fattori scatenanti: piogge intense, perdita di tubazioni, interventi fatti male

Al piede c'è un risalita del terreno, un rigonfiamento

## DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE (DGP)

Raggiungono dimensioni enormi. Fenomeni lenti

Interessano rocce microfessurate. Si forma 1 doppia cerna



Rocce molto fratturate o molto scistolose

Presentano sup. di scivolamento molto profonde

Presenza di zone piatte legate alla defloccazione

3/4

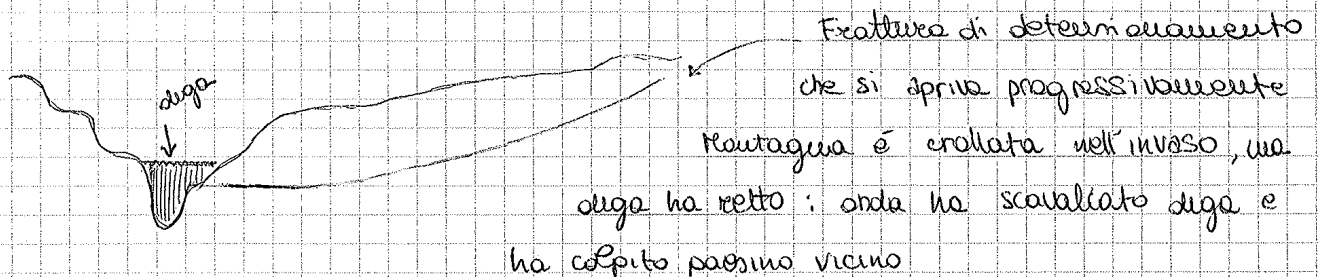
## GRANDI FRANE COMPLESSE

Cause predisponente: rocce <sup>lapidee</sup> fratturate anche a grande profondità

Possano interessare interi versanti e sono velocissime

Causa scatenanti: eventi alluvionali interni

Frana del Vajont: Vajont è un sbarramento



In questo caso la causa predisponente è stata opera dell'uomo: la diga

## STUDIO E MONITORAGGIO DELLE FRANE

Zona laghe a scavo frane pleistocene

non sono frane a evoluzione continua, quindi monitoraggio non serve → meglio interventi x impedire la frana

Im val de Susa a scavo deformazioni gravitative profonde → monitoraggio

Perché monitorare?

- 2) es. zone piatte sono anomalie morfologiche
- 3) es. terreni franapoggetti

Serie di antenne GPS all'interno e all'esterno del corpo frana.

↓ molto sensibili all'umidità dell'aria (e in genere alle condizioni ambientali.)

Come sono rappresentati dati?

Dati rappresentati da frecce di  $\neq$  lunghezza che rappresentano i movimenti differenziali del corpo frana:

- direzione freccia:
- lunghezza: velocità spostamento

### SISTEMI DI CONTROLLO CONVENZIONALI PER LA MISURA DI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI

7/4

Se pareti rocciose con fratture e con frane da crollo: le misure non sono valide

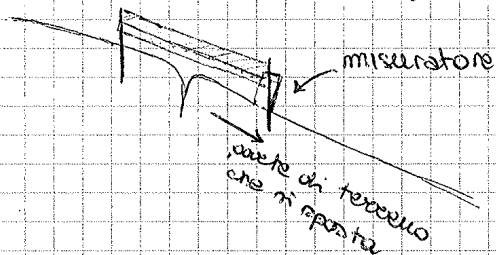
→ sono + utili gli estensimetri

### ESTENSIMETRO A FILO

pinnato sopra frattura di deterioramento (a cavallo della frattura)

Cavo ancorato sui 2 punti → registro deformazioni terreno (cavo tendere in acciaio protetto da tubo in plastica a tendere)

Acquisisce in continuazione i dati



### CLINOMETRO

Acquisisce la verticalità di un dato punto. Misura angolo e vede se tale angolo cambia nel tempo (e allora c'è stato spostamento)

### DISTOMETRO A NASTRO

Non ha sistema di acquisizione. Misuratore mi dice la deformazione

↓ la lettura è manuale

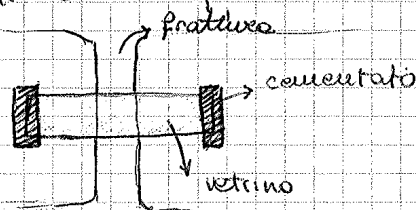
Viene messo a cavallo della frattura e

### VETRINO

Ho frattura che voglio monitorare. Cemento vetrino al terreno

Se c'è deformazione, il vetrino si spacca e vedo anche in che modo si spacca e capisco il tipo di deformazione

Selezione economica!





Serie di antenne GPS all'interno e all'esterno del corpo frane

↓ molto sensibili all'umidità dell'aria (e in genere alle condizioni ambientali)

Come sono rappresentati dati?

Dati rappresentati da frecce di  $\neq$  lunghezza che rappresentano i movimenti differenziali del corpo frana:

- direzione freccia:
- lunghezza: velocità spostamento

### SISTEMI DI CONTROLLO CONVENZIONALI PER LA MISURA DI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI

7/4

Se pareti rocciose con fratture e con frane da crollo: le misure non sono valide

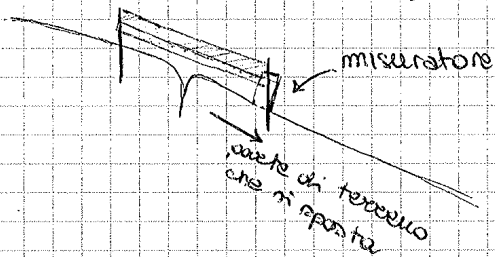
→ sono + utili gli estensimetri

### ESTENSIMETRO A FILO

piattato sopra frattura di deterioramento (a cavallo della frattura)

Cavo ancorato su 2 punti → registro deformazioni terreno (cavo tendere in acciaio protetto da tubo in plastica a tendersi)

Acquisisce in continuazione i dati



### CLINOMETRO

Acquisisce la verticalità di un dato punto. Misura angolo e vede se tale angolo cambia nel tempo (e allora c'è stato spostamento)

### DISTOMETRO ANASTRO

Non ha sistema di acquisizione. Misuratore mi dice la deformazione

↓ la lettura è manuale

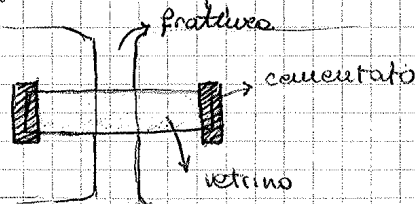
Viene messo a cavallo della frattura e

### VETRINO

Ho frattura che voglio monitorare. Cemento vetrino al terreno

Se c'è deformazione, il vetro si spacca e vedo anche in che modo si spacca

e capisco il tipo di deformazione  
Soluzione economica!

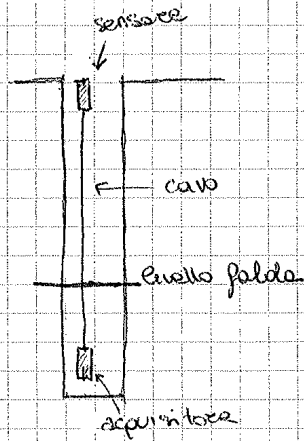




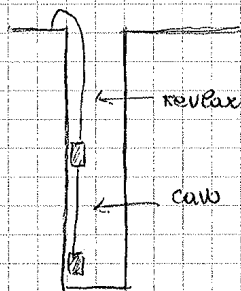
## MISURATORE DI LIVELLI DI FALDA

- Corpi frane profondi
- Zona bassa uento
- dequisitore

All'interno cavo ho tubicino che controlla la pressione atmosferica



Si usano cordini in kevlar al posto del cavo lungo



Misurazione ogni ora → vedi slide "confronto dei dati"

SAR (Synthetic aperture radar - Pci di rielaborazione) nel territorio

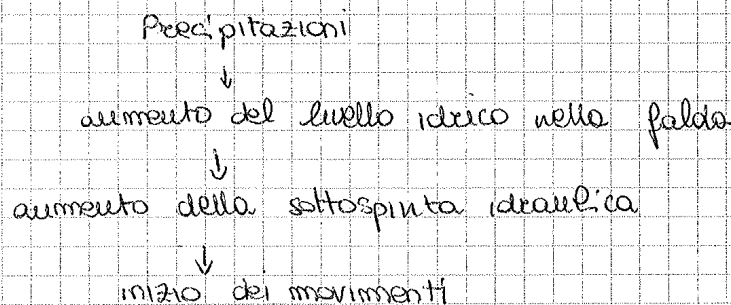
C'è satellite che fa misure su punti che  $\neq$  griglia (es. angolo di 1 metro, pilastro) ⇒ rileva spostamenti del punto (Rileva spostamenti millimetrici!)

Se la misurazione invece è importante non lo rileva + )

- Strumento buono x spostamenti differenziali. È 1 strumento topografico molto costoso

N.B. Normalmente si associano più sistemi di controllo in modo da avere info necessaria. Meglio sistema di controllo del sistema di allarme!

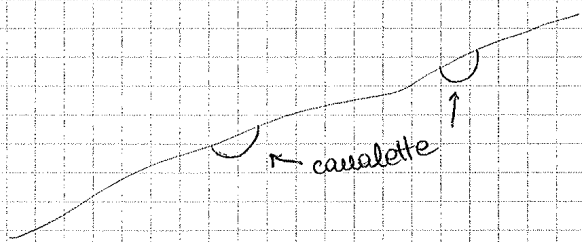
x la comprensione dell'evoluzione dei fenomeni



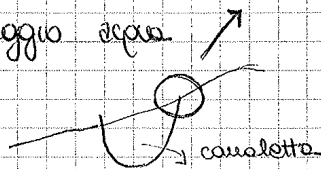
Problemi acque superficiali:

- sistema di canalizzazione acque: canalette messe // curve di livello x raccogliere acque

↓ ha 1 sua pendenza  
⊥ al pendio



canaletta se fatta ad opera d'arte deve essere messa sotto il piano campagna x favorire passaggio acqua



Acqua raccolta da 1 canaletta centrale che raccoglie l'acqua che proviene da canalette laterali

⇒ Sistema drenaggio sempre ⊥ alle linee di flusso

Manutenzione canaletta (perché potrebbe intasarsi!)

↓ perché acqua è sporca e materiale depositato su canaletta si accumula

### INTERVENTI IN PENDII DI ROCCIA LAPIDEA INTENSAMENTE FRATTURATA: CADUTA DI BLOCCHI O PICCOLE

1° intervento: bonifica della parete e disgaggio

FRANE DA CROLLO

↑ = far cadere blocchi di grosse dimensioni

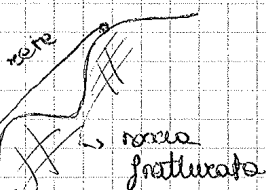
eliminare apparato radicale xché si infila dentro frattura

• RETI METALLICHE (zincate)

Messe perfettamente aderenti alle pareti. Sono ancorate alla parete

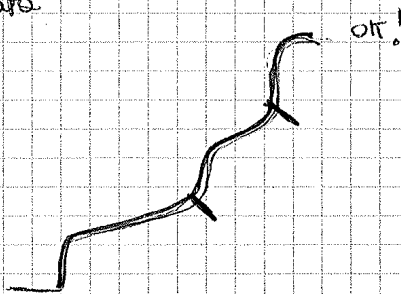
No!

perché nel tempo roccia si stacca e si formano "pance di rete"



Reti sistemate a regola d'arte

↓ devono impedire ai blocchi di staccarsi



Vantaggi rete: sempre da mettere, costi bassi

Svantaggi: umidità e salsedine, zona marina ⇒ reti hanno durata limitata (20-25 anni)

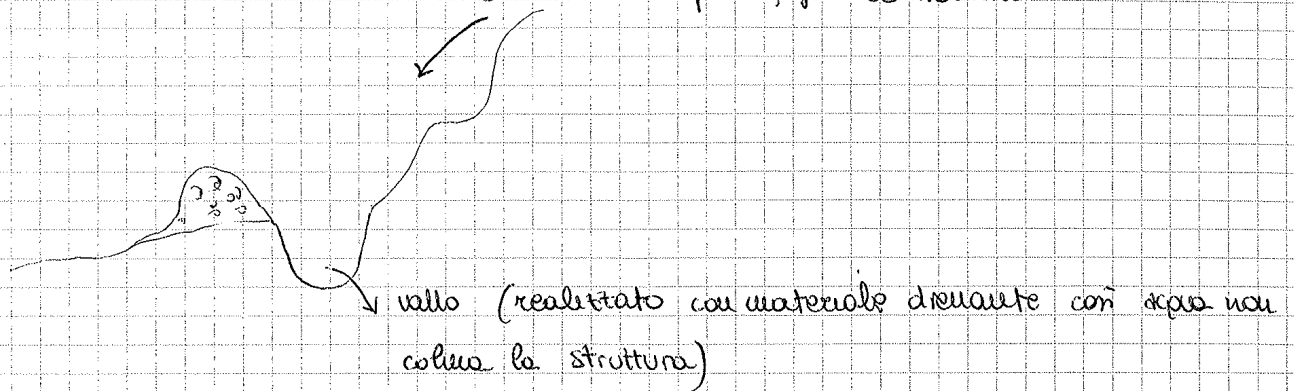
⇒ non vanno più impiegati al mare

generalmente in zona non marina 30-40 anni  
↑

## • VALLO PARAMASSI

Scavare nel detrito 1 vallo => struttura in grado di ospitare grandi volumi

se si stacca 1 pezzo, finisce nel vallo



(Struttura deformabile assorbe meglio di 1 rigida)

## • GALERIE ARTIFICIALI

Soluzione migliore in corrispondenza di strade

Prob con governo sulla trave: roccia! Basta mettere 2 m di terra e inerbirla con dei attutire urto blocchi ed evitare che trave in cemento si crepasse.

→ in corpo frana

INTERVENTI SU AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI: INTERVENI SU FRANE DA CROLLO IN ROCCIA

(blocchi di grosse dimensioni)

## • CONTRAFFORTI

Non + usati. Si appoggiano all'ammasso roccioso e impediscono cadute blocchi di grosse dimensioni. Molto impattante e costoso

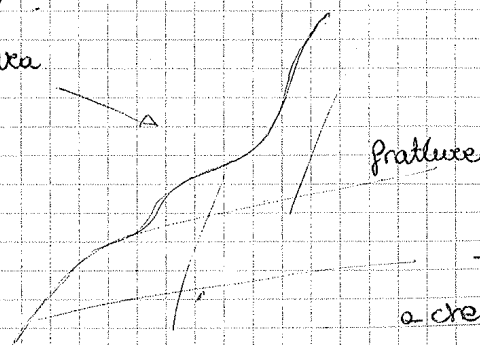
## • ANCORAGGI

Si opera in parete

Dobbiamo fare fori nella parete rocciosa: dobbiamo sapere la dimensione e

l'inclinazione del foro

Parete rocciosa e frattura



Decidere anche a che profondità fare la perforazione cioè mi devo ancorare alla roccia saia

→ faccio la geofisica x sapere a che profondità fare fori  
(sismica a rifrazione)

# INTERVENTI AL PIEDE DI CORPI FRANA DI PICCOLE DIMENSIONI O DI VERSANTI INSTABILI

## ◦ PALIFICATE DOPPIE

Struttura che si oppone al crollo

16/4

## ◦ SCOGLIERE

→ appoggiati tra di loro

Appoggio di grandi massi che si oppongono al movimento del terreno

Ad Asti non trovano grandi massi (dove prevalgono dalle Alpi e portarli ad Asti) → alternativa è fare grandi blocchi in cls.

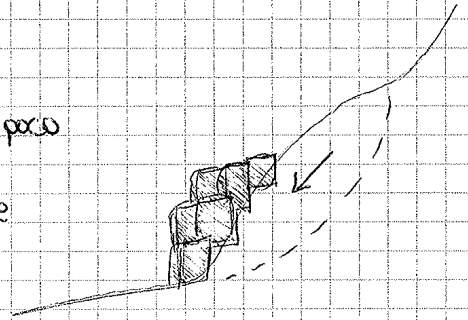
rocce lapidee: granito or, gneiss or,  
calcarei non tanto bene xché pesano poco

Sono strutture deformabili: accettano in ps' le spinte

Opera che va fatta sempre nella zona piatta  
al piede del versante o sui corsi d'acqua

Svantaggio: blocchi occupano i sorco di spazio

Vantaggio: economico, durata illimitata



## ◦ GABBIONATA

Opera molto utilizzata in valle. A monte non si fa mai opere di drenaggio xché i blocchi non sono cementati tra loro e quindi possono scivolare.

In realtà prima con rete e riempita poi di clasti rocciosi.

Utilizzata lungo corsi d'acqua x impedire erosione o movimento della zona e monte con proprio peso.

Svantaggio: costo > risp. scogliera xché fatta a mano e poi rete dopo 15 anni si avvinghinisce

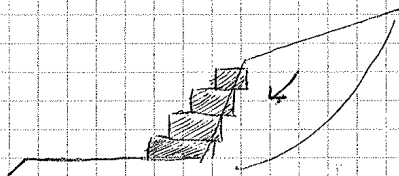
È 1 struttura molto deformabile

## ◦ MURI CELLULARI

Molto utilizzati lungo le strade. Elementi in doppio T in cemento <sup>travato</sup> prefabbricato (lunghezza 2-350 m). Grossi cubi con posti elementi e poi riempito con ghiaia e terra.

Se scavo, poi deve stabilizzare pendio: mette posti blocchi che si oppongono al movimento

Elementi permettono drenaggio acqua e sono struttura in ps' deformabili



In generale si preferiscono strutture deformabili

Non si devono utilizzare lungo i corsi d'acqua i muri a "L"!

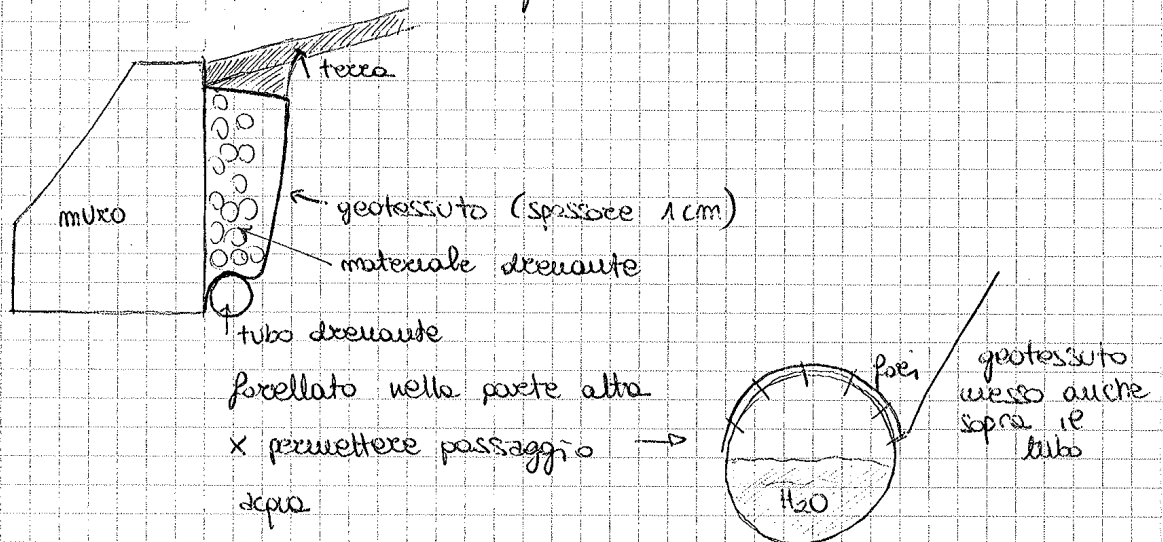
### MURI IN CLS ARMATO

No se ci sono fenomeni di intensa erosione

Muro si oppone al movimento con proprio peso. Struttura è rigida; quindi funziona bene se non ci sono spinte differenziali.

A monte del muro ci vuole foro x drenaggio acqua

↓  
mettere geotessuto!

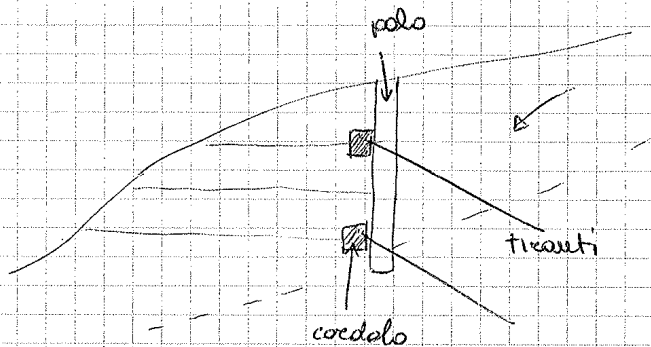


Lungo i corsi d'acqua i muri non si fanno! No fenomeni di erosione

### DIAFRAGMI DI PALI

Primo di realizzare scavo. Finora abbiamo in sto opere che si fanno dopo aver realizzato lo scavo.

Palì collegati da cordoli. Scavo sotto palì, man mano sotto cordoli e poi tiranti.

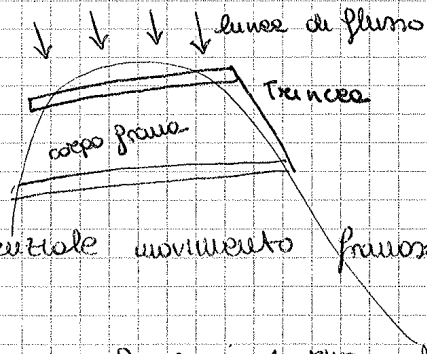




N.B. Trincea va fatta  $\perp$  al pendio

scopo trincea: abbassamento del livello di falda nel terreno

x incrementare forze resistenti al potenziale movimento franoso

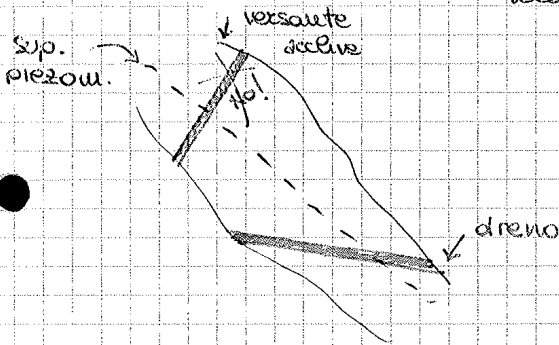


Poi c'è canale di raccolta acqua che va a finire in 1 rio naturale

### DRENI SUBORIZZONTALI

Inclinazione verso l'esterno dell'ammasso roccioso - Faccio fori sub orizzontali verso esterno

↓ deve avere 1 po' di inclinazione altrimenti acqua non scorre

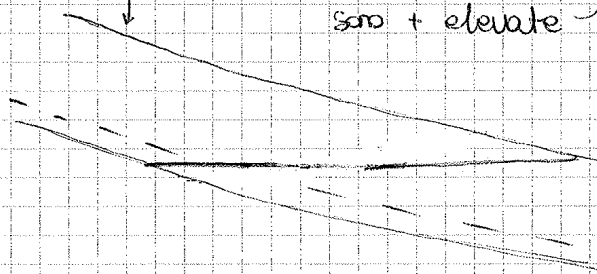


lunghezza max dreno = 50-60 m

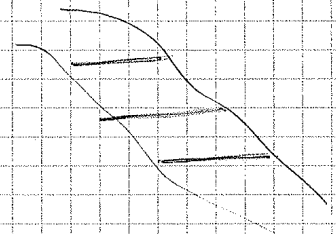
se lunghezza sono troppo elevate, tubi tendono ad imbarcarsi: acqua scivola 1 po' fuori e un po' dentro ammasso roccioso

l'acqua deve uscire x gravità!

se versante dolce, lunghezze dreno sono + elevate



In generale sul pendio si fanno batterie di dreni x raccogliere + acqua possibile

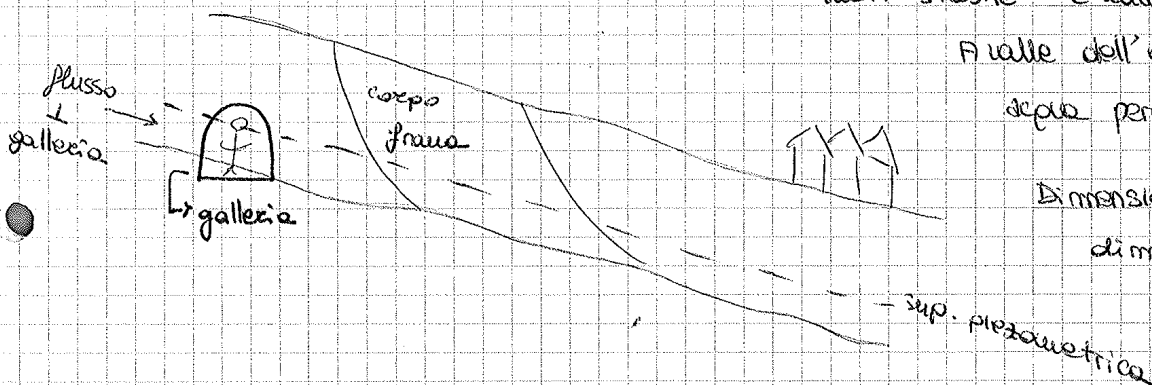


### GALLERIA DRENANTE

Molto costosa. Opera nelle zone est al corpo frana. Galleria appoggiata su mat. stabile e raccoglie acqua.

A valle dell'opera non trova acqua perché viene drenata

Dimensioni galleria = dimensione operaio





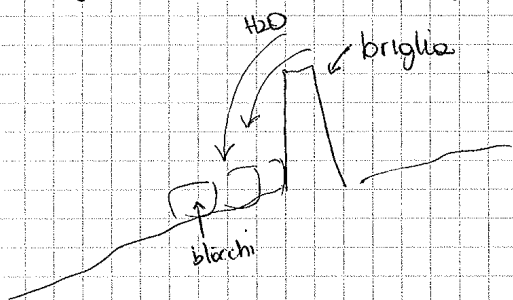
- DIFESA SPONDALE IN TERRA ARMATA (al prof. non piace il principio)
- BRIGLIE IN C.A. Crea a monte l'innalzamento. Sono indeformabili: veri e propri muri di sbarramento

28/4

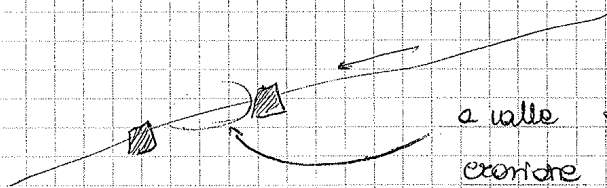
### INTERVENTI SUI TORRENTI

- BRIGLIE SELETTIVE A FINESTRA : ha bisogno di sottofondazioni
- BRIGLIE SELETTIVE CON RETE : ferri in acciaio che contengono i volumi della colata detritica. Usate dove vi è difficoltà di fare intervento precedente in c.a. con sottofondazioni
- SISTEMI RETICOLARI : tralicci montati in loco x trattenere materiale granulare e impedire che cada a valle. Non in uso più oggi

Briglie: scavalcano auto x ecosiste spondale -> soluzione? mettere scogliera  
 Ai piedi briglie messi blocchi di grosse dimensioni (in cemento o naturali)

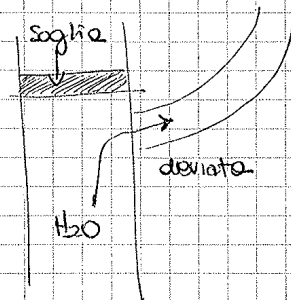


SOGLIA è a quello del corso d'acqua. Impedisce l'abbassamento del corso di H<sub>2</sub>O  
 Fatto in cemento. Fenomeno di erosione a monte non c'è  
 Si realizzano serie di soglie lungo corso d'acqua



a valle si possono verificare fenomeni di erosione

Scop anche x deviare l'acqua: al es. x i mulini



Legge obbliga a costruire pesciolini (protezione della fauna!)

scale ittiche x la risalita dei

FINE GEOLOGIA !!!

Per ogni rischio viene fatta normativa (Normative f. da regione a regione)

Abbiamo bisogno di carte di base (cartografie topografiche)

carte tematiche (a livello comunale)

banche dati di settore (es. punti morti di acqua nelle cadute in zona in passato ...)

Carte di vulnerabilità

Carte di rischio → il rischio è ridotto se c'è presenza

di ... una presenza auto, villaggi ...

↓  
è la  
carta finale

↓ punti devo  
far riferimen-  
to alla mia =  
regione!

• Bersagli: punti strategici

↳ nel territorio, mi indicano il territorio

• matrice pericolosità (colore, record grado di pericolosità)

risorse di mitigazione (x ridurre il rischio)

CARTOGRAFIA

Fornire una conoscenza del territorio. È il supporto base  
x pianificazione - progettazione - gestione del territorio

Riprodurre tessuto del territorio. Problema? tessuto sociale cambia nel  
tempo → aggiornare cartografia!

imp. altimetria perché mi permette di sapere se la zona sarà inondata

→ la precisione di planimetria e altimetria deve essere elevata

punti quotati - curve di livello

rilevato è 1 sbarramento

miglio tutto ponte e non rilevato

