



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 882

DATA: 12/03/2014

A P P U N T I

STUDENTE: Golisano

MATERIA: Sicurezza, Geologia, 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.**

Lezione 1 4-10-2012

Valutazione e gestione dei rischi occupazionali

La **scienza della sicurezza** è una disciplina che studia il rischio nelle sue varie forme ed il suo obiettivo è quello di ridurlo fino ad annullarlo o minimizzarlo in accordo con i progressi della tecnica e delle conoscenze.

La prima cosa da fare è dunque **individuare i possibili rischi**: cosa può andare storto? Quali possono essere le cause? Quali possono essere le conseguenze?

Forse ciò richiede un adeguato **approccio procedurale**: a differenza di molti problemi, infatti non ha una formula o una soluzione unica, in quanto l'analisi del rischio varia a seconda del contesto in cui ci si trova. Ad esempio i rischi che si corrono su un cantiere sono diversi da quelli che si corrono in fabbrica. Ma a loro volta i pericoli di una fabbrica di automobili sono diversi da quelli di una fabbrica della carta.

Notiamo così che il livello di approfondimento è sempre più alto e si vorrà a definire ogni caso come **unico e a se stante**.

Questo vuol dire che ciò che dobbiamo imparare è un **metodo**, un modo con cui ci dobbiamo porre di fronte al problema.

Sostanzialmente questo metodo si compone di due fasi:

- **risk assessment**: ricerca dei possibili rischi dovuti alle opere da realizzare e ricerca le conseguenze di questi.
- **risk management**: ordinare i rischi identificati in ordine gerarchico e gestirli uno per uno, individuando le soluzioni migliori atte a minimizzare o annullare i rischi.

Quest'ultima fase di **gestione dei rischi** è quella propria dell'ingegnere.

La materia è dunque molto vasta e tocca varie discipline, pertanto non può essere affrontata da un singolo, ma da una squadra competente in materia, che collabori per raggiungere il miglior risultato possibile.

L'approccio all'analisi degli eventi non deve essere di tipo **permanente**: in nostri scopi non è individuare chi ha sbagliato o chi ha fatto male il suo lavoro, perché questo, ai fini della sicurezza, è superfluo. Quello che dobbiamo fare è capire la **causa del danno**, in modo tale da prevenirlo in futuro tramite opportune soluzioni; procedendo quindi secondo un **approccio di sistema**, consistente nell'imporre delle **esigenze** partate: questo, infatti, è soprattutto una materia **empirica** e poi scientifica.

pericolo

FREQUENZA ATTESA: frequenza con cui si può verificare l'evento indesiderato
DI ACCADIMENTO
(P)

RISCHIO: in termini generali è la possibilità che un lavoratore subisca un danno in relazione all'attività che svolge.
in termini scientifici: $R = H \times P$
I dati di H e P devono essere stimati caso per caso, anche se l'ipotesi di rischio è la stessa.

Passi per pervenire ad una corretta gestione del rischio

Per la gestione del rischio occorre attuare le fasi seguenti:

- **identificazione di tutti i pericoli**: si presta particolare attenzione alla perdita tutti i T. quanti? Non si sa a priori quanti sono i rischi per poterli **trovare** tutti occorre lavorare con persone e sostituire con Squadra multidisciplinare, in cui un membro **cercare** i rischi che comportano la sua un danno probabile e del fattore di
- **analisi dei rischi**: valutazione quantitativa degli eventi
- **peratura dei rischi**: ordinamento gerarchico ottenuto nella fase **precedente** dei rischi individuati, in funzione dei d
- **eliminazione o minimizzazione del rischio**:
 - **prevenzione**: soluzione volta a modificare l'evento o il fattore d
 - **protezione**: soluzione volta a mitigare il danno (non posso intervenire solo prevenzione).

Osservazioni

L'analisi del rischio deve essere un coinvolgimento dei lavoratori, che non deve aver essere **informati** dei danni.

con documenti specifici e un deciso numero entrano a e **addestrati** alla prevenzione del

Quando un rischio nocente con **potenziale** non è totalmente eliminato che rimane prende il nome di **rischio residuo**, il quale deve

<p>CONSEGUENZA (trad.)</p>	<p>Risultato diretto -indesiderato- di una sequenza incidentale. La stima delle conseguenze può essere qualitativa o quantitativa circa gli effetti derivanti sulla salute, o in termini di perdite economiche e danni ambientali.</p>
<p>DATORE DI LAVORO Da T.U. (D. Lgs. 81/08 e smi)</p>	<p>Il soggetto titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore o, comunque, il soggetto che, secondo il tipo e l'assetto dell'organizzazione nel cui ambito il lavoratore presta la propria attività, ha la responsabilità dell'organizzazione stessa o dell'unità produttiva in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa.</p>
<p>EVENTO DANNOSO (trad.)</p>	<p>Avvenimento riferito a prestazioni di apparecchiature o ad azione umana, o ad un evento esterno al sistema, che ne causa una deviazione. E' la causa o comunque contribuisce all'incidente / infortunio, oppure è una conseguenza diretta dell'evento iniziatore. NOTA: Evento che può produrre un danno a persone, fisico, economico, ambientale (o anche morale). In linea di massima gli eventi dannosi hanno vari livelli di prevedibilità, funzione del grado di conoscenza del sistema.</p>
<p>EVENTO ESTERNO (trad.)</p>	<p>Evento esterno al sistema causato da un pericolo naturale -terremoto, inondazione, trombe d'aria, temperatura estrema, fulmine, ecc.- od associato ad attività umane -caduta di un velivolo, missile, insediamento industriale limitrofo, incendio, sabotaggio, ecc... NOTA: L'approccio corretto è mediante analisi di rischio fin dalla fase di analisi di fattibilità (cfr. PtD).</p>
<p>DEVIAZIONE (trad.)</p>	<p>Variazione dei parametri di processo dai valori ottimali di funzionamento.</p>
<p>DANNO (trad.)</p>	<p>Degrado significativo [riconosciuto tale] - temporaneo o definitivo- delle condizioni fisiche, psichiche o sociali di benessere di un lavoratore.</p>
<p>AGENTE MATERIALE / FATTORE DI PERICOLO (spesso impropriamente detto fattore di rischio)</p>	<p>Qualcosa (materiali, macchine od attrezzature, metodi e pratiche di lavoro) che ha il potenziale di causare un danno. "Materiale pericoloso": sostanza capace di generare un rischio per la salute, la sicurezza, e/o la proprietà.</p>

SISTEMI DI MITIGAZIONE	<i>Dispositivo e/o procedura progettata per eliminare o ridurre la propagazione dell'incidente e/o minimizzarne le conseguenze.</i>
GESTIONE DELLA SICUREZZA DI PROCESSO (trad)	<i>Programma o attività che coinvolge l'applicazione di principi di gestione e tecniche analitiche al fine di garantire la sicurezza dei sistemi produttivi.</i>
RISCHIO	<i>Prodotto tra la probabilità P (funzione della frequenza attesa di accadimento) dell'evento dannoso e la gravità delle conseguenze (M) sui soggetti esposti.</i>
<i>da T.U. (D. Lgs 81/08 e smi)</i>	<i>?? Probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione ??</i>
ANALISI DI RISCHIO	<i>Procedimento che porta all'identificazione di scenari di esposizione (M) ed alla determinazione di P (mediante tecniche di analisi), per il computo del Rischio.</i>
STIMA (VALUTAZIONE) DEL RISCHIO	<i>Processo mediante il quale i risultati dell'analisi di rischio sono usati per prendere decisioni sia attraverso una graduatoria delle strategie di riduzione del rischio o tramite confronto con gli obiettivi di minimizzazione del rischio.</i> PER QUESTO E' NECESSARIO CHE IL RISCHIO SIA ESPRESSO IN TERMINI NUMERICI. <i>NOTA: ha un significato diverso da quello dato dal T.U. dove ha una valenza puramente documentale.</i>
<i>da T.U. (D. Lgs 81/08 e smi)</i>	<i>Valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori presenti nell'ambito dell'organizzazione in cui essi prestano la propria attività, finalizzata ad individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione e ad elaborare il programma delle misure atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza.</i>
VALUTAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO (trad.)	<i>Valutazione, in base all'analisi di rischio, dell'effettivo raggiungimento degli obiettivi di minimizzazione del rischio.</i> <u>NB: Il documento aziendale di valutazione del rischio deve ovviamente fare riferimento ad una situazione già a norma e quindi riportare i rischi residui, diversamente assumerebbe mera funzione di autodenuncia.</u>

→ fattore di contatto

Lezione 2 9-10-2012

I costi della mancata sicurezza

A prescindere dai costi "moral", il costo degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali è molto più elevato dei costi palesi, cioè quei costi immediatamente rilevati dopo un infortunio, come i premi di assicurazione, il rimborso dello stipendio di base e delle spese mediche previste dall'assicuratore.

Vi sono cioè dei costi nascosti di cui il datore di lavoro non si rende conto immediatamente, ma che rientrano a far parte della somma complessiva persa per non aver adeguatamente provveduto a garantire la sicurezza dei lavoratori.

Questi costi nascosti, ad esempio sono:

- costi salariali: dovuti al tempo perso dalla vittima e dai colleghi che hanno operato il primo soccorso interrompendo il proprio lavoro, al tempo perso del personale medico e del personale tecnico impiegato per la riparazione dell'attrezzatura danneggiata...
- costi dovuti all'incremento delle spese di gestione del personale: cioè le spese sostenute per l'assunzione di un sostituto, temporaneo o definitivo, i costi della mutua, i costi sostenuti per il pagamento delle cure di straordinario recuperate dai lavoratori per il recupero del tempo perduto, alla formazione del nuovo assunto...
- costi per l'attrezzatura: riparazione e/o sostituzione dell'attrezzatura danneggiata, aumento dei premi di assicurazione riguardanti la "vittima dei macchinari"...
- altre spese per costi sociali della salute e dell'assistenza (pensioni, oneri avvocati, multe...)

Tutte queste perdite vengono stimate da due a quattro volte i costi palesi.

In generale il costo dell'intervento a posteriori per mancata sicurezza è sempre più oneroso e meno funzionale di quello di una realizzazione corretta seguita da un regolare programma di controllo e manutenzione: la sicurezza, quindi non è un parametro facoltativo, ma deve essere inserita come parametro di ingresso sin dall'inizio della progettazione.

È innegabile che il mantenimento di un'azienda in linea con le norme sulla sicurezza richiede un grande dispendio di energie, tempo e risorse, ma è dimostrabile che costa di più un'azienda non sicura.

Come dicevano prima, quindi, i costi per la sicurezza non sono costi addizionali, come spesso invece vengono considerati: garantire la salute dei propri

Per essere in linea con le norme del D.lgs 81/08 è dunque indispensabile svolgere una adeguata **analisi del rischio**, con la quale diventa impossibile individuare tutti i possibili fattori di pericolo e valutarne, caso per caso, l'intensità da adottare e i costi da sostenere.

Fattori da cui dipendono i costi

- Numero di lavoratori presenti in azienda
- Numero effettivo di incidenti
- Gravità degli incidenti
- Tipo di lavoro svolto
- Valore dei prodotti / servizi offerti dall'azienda
- Ruolo del lavoratore coinvolto nell'incidente
- Dimensioni e condizioni economiche dell'azienda

Esistono delle tabelle che mostrano, in maniera inequivocabile, come i costi per la mancata sicurezza siano molti di più e molto più onerosi di quanto ci si possa aspettare (basti pensare ai costi per i danni all'immagine, spesso difficilmente quantificabili).

Costi occulti nel caso di infortunio

Si potrebbe pensare che gran parte dei costi relativi ad incidenti sul lavoro siano coperti dalle assicurazioni. In realtà è esattamente il contrario: le assicurazioni coprono solo **grandi infortuni o danni**.

Spesso la voce "impatto su premi assicurativi" viene sottovalutata, ma la mancata sicurezza talvolta può addirittura indurre la società assicuratrice a cedere la copertura dell'azienda. Vi è un caso reale, avvenuto negli USA, in cui la società assicuratrice, pur di non aumentare i costi dei premi di assicurazione, risultati troppo alti in seguito ad un grave infortunio avvenuto in un'azienda sua cliente, pensò di utitare la copertura. Tuttavia, non lo fece, non dopo però aver stabilito i termini contrattuali, tra cui il coinvolgimento diretto dell'assicurazione nella gestione della sicurezza aziendale.

Glossario dei termini tecnici

- **Costi salariali**, costi dovuti all'incremento delle spese di spedizione del personale e costi per l'attrezzatura (vedi parte iniziale)
- **Perdite economiche per mancata produzione**: danni al prodotto, perdite per mancato rispetto dei termini di consegna, perdite di immagine, tensioni con il personale...
- **Altre spese**: per costi sociali della sanità e dell'assistenza, spese legali (oneri assicurati, perizie

- **Codice penale**: art. 437. Chiunge ometta di collocare impianti, apparecchiature o segnali destinati a prevenire disastri o infortuni sul lavoro, ovvero li ometta o li danneggi e punito con la reclusione da 3 a 5 anni. Se dal fatto deriva un disastro o un infortunio, la pena è della reclusione da 3 a 10 anni. art. 589 e 590. Viene considerato come aggravante il fatto di aver ometto o danneggiato dispositivi per la sicurezza in caso di omicidio o lesioni personali.

- **Statuto dei Lavoratori** legge n.300, nella quale viene detto che: lavoratori hanno il diritto di controllare che le norme sulla sicurezza vengono rispettate e il dovere di segnalare possibili pericoli al datore di lavoro, al fine di migliorare e garantire la sicurezza su e dai colleghi.

Dopo la II guerra mondiale...

... le attività industriali subirono il processo di riconversione: molte imprese avevano trasformato il loro settore produttivo per far fronte alle richieste di guerra. Con la fine di questa ebbe luogo il processo inverso, cioè la riconversione della produzione per beni di nuova concezione. In questo clima economico, gli infortuni sul lavoro erano considerati un prezzo da pagare per lo sviluppo economico della nazione. Il concetto di prevenzione degli infortuni sul lavoro venne così introdotto solo nella **seconda metà degli anni '50**.

I primi DPR in tale materia risalgono così al 1955-1956, e riguardavano norme di tipo **prescrittivo**: "se c'è questo... fai così...". La sicurezza, dunque, veniva garantita solo tramite dispositivi meccanici, lasciando tutta la parte di formazione, informazione e addestramento. Ben presto ci si rese conto che il sistema, così organizzato, non era funzionale. Si passò così ad un nuovo modello di prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali, con l'enumerazione di **divieti LEE**, a partire dagli anni '80-'90.

A partire dagli anni '80-'90...

... il mercato europeo prevedeva che le regole di sicurezza fossero le medesime in tutti i paesi membri produttori di beni e servizi.

Il sistema di prevenzione così adottato ad una analisi del rischio, ci si era, infatti, resi conto che la sicurezza e l'incolore dei lavoratori non dipendevano tanto dalla correttezza delle protezioni "oggettive" delle macchine, quanto da un errato utilizzo delle stesse.

1985: Single European Act:

contenuto di conformità: rispetto della sicurezza

A: direttive di conformità delle macchine in materia di requisiti di sicurezza

Assunto	Conseguenza
Caratteristiche di sicurezza del prodotto conformi agli standard approvati dalla Comunità	Illegittima applicazione di barriere alla libera circolazione sul mercato nazionale dei prodotti di altri stati membri
B: direttive in materia di sicurezza e salute dei lavoratori	
Assunto	Conseguenza
Condizioni di sicurezza del lavoro conformi agli standard approvati dalla Comunità	Condizioni omogenee di sicurezza dei lavoratori dei vari Paesi membri: (uguale incidenza sul costo del prodotto finito)

Le direttive nate in base a tale disposizione:

- diventano operative a seguito della loro emanazione nella Gazzetta ufficiale
- devono essere adottate completamente dagli stati membri entro un certo lasso di tempo dalla data della loro emanazione

Le direttive relative ai prodotti (macchine):

- stabiliscono ESR a cui i prodotti devono adeguarsi:
- pongono, trascorso un certo lasso di tempo, fuori commercio tutti i prodotti non conformi
- identificano i pericoli, ma non forniscono specifiche tecniche di dettaglio

Risultati recenti

La direttiva **89/391** definisce i criteri minimi di sicurezza in un piano generale. Essa venne integrata da 13 direttive figlie che così devono più approfonditamente alcuni aspetti della questione o attenti particolari. In Italia l'attuazione di queste direttive non avvenne tutta insieme, ma in tempi diversi, finché, con il **D. lgs. 81/08** il tutto venne accorpato in un unico documento valido.

Lo stesso accade con la direttiva europea **89/392**, relativa questa volta alle macchine, accorpata nel **TU 17/10**.

Tutte queste norme compiono un campo sterzissimo, senza stabilire soluzioni tecniche di dettaglio. Il compito infatti non è di come garantire la sicurezza, ma individuare le possibili fonti di pericolo.

Lezione 4 16-10-2012

Il rischio: come eliminarlo o ridurlo

Il rischio R viene definito come il prodotto della magnitudo del danno M (espressa in n° di morti, km² di territorio persi, danni in termini economici) e la probabilità del danno P (ampiezza della frequenza attesa di accadimento).

Se abbiamo una buona base di dati storici a cui fare riferimento, il rischio può essere valutato in maniera soddisfacente e realistica, se per questa base dati manca, allora la probabilità che un determinato evento si verifichi è data dalla somma delle probabilità dei singoli elementi che costituiscono il processo.

Questo può avvenire nel caso della valutazione di rischi dovuti a macchinari.

Nel caso di situazioni lavorative la magnitudo del danno viene calcolata come:

$$M = ED \times FC \times P$$

ED = entità del danno, espressa in n° di infortuni tenuti conto della loro gravità

FC = fattore di contatto, rapporto tra tempo di contatto e tempo di riferimento

P = probabilità di deviazione,

Durante l'analisi del rischio, dunque, si deve procedere, per ogni pericolo, nel seguente modo:

- identificare i fattori di pericolo
- agire su uno dei fattori FC e/o P e/o ED:
 - agendo su P si può procedere con sostituzione o riduzione.

Se si riesce ad agire per sostituzione, la magnitudo del danno scende a zero, infatti la sostituzione è l'unico modo per eliminare completamente il rischio. Essa, però non sempre è possibile.

- agire su FC, usando sistemi di telecontrollo o controllo esterno
- agire su ED, usando DPI o sistemi di protezione generalizzati

Polizia giudiziaria: definizione e funzioni

Per polizia giudiziaria si intende quella funzione dello stato volta ad assicurare le condizioni per l'esercizio dell'attività penale; il codice di procedura penale elenca i soggetti a cui sono attribuite le competenze della polizia giudiziaria.

Sono Ufficiali di Polizia Giudiziaria:

- gli agenti della **Polizia di Stato**
- gli agenti del corpo dei **Carabinieri**, **guardia di finanza**, **polizia penitenziaria** e **corpo forestale**

- il **sindaco dei Comuni** ove non abbia sede un ufficio della Polizia di Stato, dei Carabinieri o della guardia di finanza

I compiti della polizia giudiziaria sono:

- riferire la notizia di reato al PM per iscritto;
- identificare le persone nei cui confronti vengono svolte le indagini;
- raccogliere le dichiarazioni spontanee delle persone nei cui confronti.....;
- interrogare i testimoni;
- in flagranza di reato procedere alla perquisizione della persona e dei locali alla ricerca di cose o tracce pertinenti al reato
- prendere le giuste precauzioni nei confronti delle cose, dei luoghi e delle persone al fine di evitare che i dati sul reato si alterino o si disperdano
- possono svolgere indagini per accertarsi di qualsiasi reato.

Entato se l'ufficiale riscontrava gravi rischi immediati può avvisare il magistrato per sequestrare il fatto e bloccare la produzione. In seguito il magistrato decide il custode di ciò che è stato sequestrato.

Vigilanza in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

Quando il personale appartenente all'organo di vigilanza con la qualifica di ufficiale di PG accerta una contravvenzione, egli può impartire al contraente una apposita **prescrizione**: ciò vuol dire che al contraente viene data una multa e viene invitato a eliminare la violazione, senza così ricorrere in pena ben più gravi. Il PG ha inoltre il compito di segnalare al PM la notizia del reato.

Se entro 60 gg dalla scadenza del termine fissato nella prescrizione l'organo di vigilanza constata che la prescrizione è stata adempita, il contraente procede al pagamento di 1/4 della massima ammenda possibile per contravvenzioni di quel tipo ed entro 120 il PG segnala al PM che le cose si

Lezione 5 18-10-2012

Effetti su integrità e salute dei lavoratori, luoghi di lavoro, infortuni e malattie professionali

Aspetti igienico-ambientali:

Gli ambienti in cui vengono svolte delle attività lavorative possono essere suddivisi in due categorie:

- **ambienti generali**: luoghi di lavoro nei quali non vengono svolte attività che comportano particolari differenze nelle condizioni igienico-sanitarie rispetto ai normali ambienti di vita (abitazioni, uffici, etc...)
- **ambienti specifici**: luoghi di lavoro nei quali vengono svolte attività o lavorazioni che comportano sostanziali differenze nelle condizioni igienico-ambientali rispetto al caso precedente, dovute all'impiego di sostanze, attrezzature o energie che potrebbero rappresentare un fonte di pericolo per la salute dei lavoratori

Affinché l'ambiente di lavoro non comporti rischi di infortunio/malattie professionali deve avere alcune caratteristiche irrinunciabili, tra cui:

- **garanzia di un'adeguata percentuale di ossigeno**:

La parte delle norme OSHA che si occupa degli standard sulla protezione delle vie respiratorie definisce un ambiente carente di ossigeno come un ambiente in cui il contenuto di ossigeno è al di sotto del 19,5% del volume totale. Nei locali chiusi occorre pertanto assicurare un ricambio d'aria, il tutto in funzione della tipologia di locale e dell'affollamento presente.

In generale l'aria necessaria procapite $Q_a = 30 \div 35 \text{ m}^3/\text{h}$

- **garanzia di condizioni di comfort (termico, acustico-vibrazionale, visivo, etc...)**

Carico di lavoro

I principali parametri che influenzano le condizioni di sicurezza sono:

- caratteristiche strutturali (interne/esterne) e impiantistiche;
- macchinari, attrezzature e spese provisionali;
- aspetti fisici, chimici e biologici dell'ambiente di lavoro;
- aspetti fisiologici;
- aspetti soggettivi e ideologici (ruolo della persona nell'ambiente di lavoro);
- interferenze dei volumi funzionali (quando due o più volumi funzionali interferiscono tra di origine ad un incidente);

In questi casi è bene tenere conto che la sola diminuzione, a volte, non è che un il problema, ma semplicemente lo sposta: se infatti si alza la minima ammissione le immissioni nelle immediate vicinanze, ma il problema si sposta su scala più vasta.

Studio degli eventi infettivi: quale strumento prezioso per la prevenzione

I dati sulla registrazione degli infetti sul lavoro sono forse il principale strumento che ci permette di identificare le principali fonti di pericolo che magari, senza un corretto controllo, non sarebbero state identificate. Occhio, però, a quali sono i dati a cui facciamo riferimento e a come vengono letti: essi, infatti, devono essere:

- aggiornati: cioè registrati e archiviati in tempi brevi;
- realistici: cioè devono essere frutto di un'indagine fatta come si deve;
- completi: ogni violazione deve essere annotata alla norma di legge.

Se i dati non rispettano queste proprietà, oltre ad essere inutilizzabili, possono essere fuorvianti e portare ad una scorretta analisi di rischio.

Vi sono inoltre alcuni settori rispetto ai quali è impossibile produrre uno studio approfondito, perché non sono disponibili dati significativi relativi alle cause primarie degli eventi.

Igiene del lavoro: gli inquinanti

Gli inquinanti sono la principale causa di deterioramento delle condizioni igienico-sanitarie del luogo di lavoro. Essi possono essere classificati in tre categorie:

- chimici: gas, vapori, polveri, fumi, etc...
- fisici: vibrazioni, rumori, radiazioni;
- biologici: virus, batteri;

Non bastando azioni con rendimento limitato, ogni attività di lavoro a delle "scorie" che possono essere fonte di malattie sul lavoro.

Vi sono solo alcune tipologie di infetti rispetto ai quali è utile effettuare un'analisi di rischio:



Lezione 7

Principi di Hazard Identification (identificazione del rischio)

Una corretta valutazione dei rischi consente di identificare, in via preliminare, tutte quelle possibili fonti di malfunzionamenti e pericolosità che possono avere danno ai lavoratori. Il compito degli ingegneri di individuare i fattori di rischio si presenta molto complicato, perché, indipendentemente dalla procedura adottata, non si vorrà mai la certezza che tutti i rischi siano stati correttamente identificati e corretti.

Tutte le metodologie di analisi del rischio si basano sul presupposto che sia indispensabile la cooperazione tra diversi esperti con differenti competenze perché lavorare assieme piuttosto che separatamente consente di individuare più problemi. Questo concetto rappresenta la caratteristica nota come *multidisciplinarietà dell'analisi*.

I requisiti fondamentali che deve avere l'hazard identification sono:

- **sistematicità**: l'analisi deve essere effettuata su tutti i componenti dell'impianto secondo un filo logico in modo da non trascurare alcun punto che, in futuro, si possa rivelare come elemento debole del sistema;
- **completezza**: bisogna essere certi che per ogni linea o componente dell'impianto, si siano eliminate tutte le variabili di processo e i malfunzionamenti in grado di generare potenziali situazioni critiche;
- **formalizzazione**: lo studio deve essere condotto in modo prefissato e ripetibile, conciso, anche a distanza di tempo, e sia ricostruibile anche da persone diverse. È importante che questa procedura non si traduca in una mera operazione burocratica e che, documenti prodotti siano di facile consultazione e comprensibili da parte di tutti i lavoratori.

Principali tecniche di hazard identification

Le metodologie applicate per effettuare una corretta analisi del rischio possono essere raggruppate in base ad alcune caratteristiche comuni.

- possibilità di identificare le fonti di pericolo in uno specifico contesto e di verificare la correttezza delle soluzioni adottate (*safety review, check list*);
- possibilità di individuare in modo almeno qualitativo le deviazioni possibili rispetto alla situazione prevista e le loro conseguenze (*job safety analysis*).

in questa fase, quindi, non vengono considerate le possibili interazioni tra persone, mezzi e macchine diverse. Tale approccio semplifica il lavoro e demanda la soluzione dei problemi di coordinamento ad un secondo fase del lavoro. In questo modo vengono eliminate regole generali prive di efficacia pratica.

- è necessaria una attiva collaborazione tra i lavoratori, essi, infatti, sono coloro che meglio di chiunque altro conoscono i rischi della loro attività. Se sono proprio le utenze a segnalare gli problemi e a proporre soluzioni pratiche, non solo si ottimizza il lavoro, ma si rende il lavoratore responsabile.

Validi i seguenti requisiti si inizia con l'analisi nel dettaglio le operazioni svolte da ciascun addetto, e ridurre ciascuna operazione in più sottofasi elementari quanto consente di individuare tutti i possibili rischi in ciascuna di esse (preferibilmente con l'aiuto di una checklist). La scomposizione in sotto-operazioni elementari si termina quando una ulteriore sottofase non comporta ulteriori fattori di pericolo. In questa fase, per la sua natura, include l'eventuale coinvolgimento del lavoratore.

A questo punto si determina la durata media di ciascuna operazione elementare e conseguente calcolo del fattore di contatto (Diagramma tempo-operazioni).

Si individuano poi gli agenti materiali fonti di rischio, controllando che questi siano a norma e rispettino gli standard imposti in materia di sicurezza.

Si identificano le soluzioni tecniche, organizzative e/o procedurali e si procede con il collaudo.

A questo punto si può essere definiti a 2 stadi:

- il fattore di pericolo è stato eliminato
- il fattore di pericolo è stato solo minimizzato, pertanto, periodicamente occorrerà controllare che le misure adottate vengano rispettate.

La JSA risulta così più completa di una checklist analysis, in quanto studia il processo punto per punto, garantendo un'analisi più specifica ed accurata.

Lezione 8

Valutazione del rischio

Nelle direttive comunitarie in materia di tutela della sicurezza e salute dei lavoratori sul posto di lavoro, vi sono due aspetti che vengono chiaramente espletati, questi sono:

per l'infortunio mortale, ogni dato è espresso come percentuale di questo valore¹³
 La grandezza di un infortunio viene così espressa dal cosiddetto indice di gravità 16

$$IG = \frac{\text{lost days}}{\text{giornate lavorative}} \times K \quad K=10^4 \text{ (figlie di zero)}$$

In fine la frequenza attesa di accadimento viene calcolata come

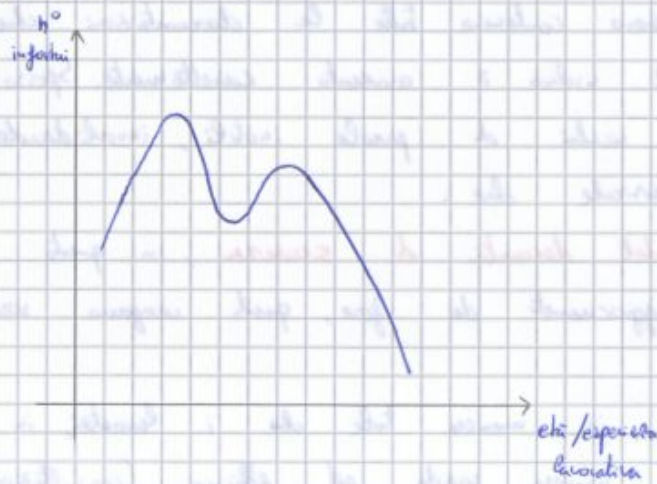
$$PR = \frac{\text{frequenza attesa di accadimento eventi dannosi}}{\text{minima frequenza attesa di accadimento}} \quad \begin{matrix} > 1 \text{ fuori norma} \\ \leq 1 \text{ a norma} \end{matrix}$$

Esiste anche un ulteriore indice detto indice di frequenza che distingue i dati in base alla tipologia di danno

$$IF = \frac{\text{n° infortuni}}{\text{n° ore lavorative}} \times K$$

$IF_H = \text{infortuni mortali}$
 $IF_{I/O} = \text{invalidanti o gravi}$
 $IF_L = \text{leggeri (da 3 a 30 gg)}$

In base a questi dati si osserva che, tracciando un grafico n° inq / et/h lavorati si ottiene il seguente risultato:



Questo ci dice che i momenti in cui si verificano il maggior numero di infortuni sono 2:

- uno quando il lavoratore è ancora in apprestata e si fa male perché è inesperto;
- l'altro quando il lavoratore pensa di essere esperto e adotta delle soluzioni che semplificano l'attività aumentando il fattore di rischio

Lezione 3 30-10-2012

Prevenzione, protezione, DPI, formazione, informazione, addestramento

Prevenzione

A. Interventi sul fattore di pericolo:

si interviene alla fonte del pericolo, in questo caso consiste di ottenere il migliore risultato sia in termini di protezione sia in termini economici.

Intervenendo sul fattore di pericolo si può **eliminare il rischio** (elimina la fonte del danno) o **minimizzare il rischio** (altro procedure atte a ridurre l'effetto del danno).

B. Interventi sulla formazione dell'inquinante

C. Interventi sulla dispersione dell'inquinante nell'ambiente di lavoro:

quando è stato fatto tutto il possibile per limitare la formazione dell'inquinante, occorre "bloccare" quanto il più vicino possibile al punto di formazione, evitando il suo diffondersi nell'ambiente di lavoro.

D. Interventi sull'ambiente di lavoro:

L'eventuale punto residuo di inquinante sfuggito alle fasi precedenti deve essere trattato per conservare le condizioni igienico sanitarie dell'ambiente di lavoro.

E. Interventi per la salvaguardia della salute dei lavoratori

In alcuni casi è impossibile contenere l'inquinamento ambientale: occorre dunque, per lo meno, garantire la salute dei lavoratori, attuando soluzioni alternative.

Protezione DPI

Per accedere per breve tempo e per esigenze speciali alle aree inquinate, occorre utilizzare adeguati DPI.

L'impiego dei DPI va inteso **esclusivamente** come soluzione di ripiego, **temporanea**, per **affrontare** circostanze **eccezionali**, in **altern** di soluzioni **tecniche** al **problema**, questo per due motivi:

- 1) non sempre perfetta efficienza dei DPI
- 2) sostanziale effetto di protezione.

La direttiva europea 89/656/CEE fornisce le caratteristiche generali di un attrezzature individuale di protezione, ma, a essere definite tale deve:

Lezione 1 13-11-2012

1

L'interno della Terra

Il nostro pianeta presenta una struttura a gusci concentrici in cui, quello più importante ai fini ingegneristici, è il più esterno, ossia la **crosta terrestre**, inclusa nella litosfera, la quale poggia su uno stato semi-fuso della astenosfera. La **densità delle rocce superficiali** si aggira tra **2.8-3 Kg/dm³** è importante conoscere questo parametro ρ avere un riferimento su cui basarsi per fare calcoli approssimativi.

Via via che ci avviciniamo al centro della terra, la temperatura aumenta il suo valore. Partiamo da una temperatura delle rocce in prossimità della superficie, che si aggira sui valori della **temperatura media annuale**, per poi avere un **aumento medio di 3°C ogni 100 m** di profondità.

Tale legge, però, vale **solo in assenza di acqua fluente**: infatti la temperatura colla precipitosamente verso il basso con l'avvicinarsi a fonti di acqua fluente.

Ecco due gallerie a delle ragioni termiche piuttosto semplici ricano in grado di prevedere la stratigrafia, ad esempio, di una montagna, all'interno della quale dobbiamo realizzare una galleria.

Tunnel del Gotardo: andamento della temperatura pressoché regolare;

Tunnel del Sempione: problemi di ventilazione per le temperature elevate e per il pericolo di incendi;

Tunnel del Monte Bianco: individuazione di una foglia trasportata acqua glaciale a quota tunnel;

Tunnel del Gran Sasso: grande presenza di acque di scioglimento)

Il fatto che in presenza di falde acquifere di scioglimento si abbiano temperature più basse rispetto ai valori che ci possiamo aspettare, può essere sfruttato per la realizzazione di **impianti termici**: sostanzialmente si fanno lavorare le pompe di calore con temperature di lavoro più basse, risparmiando notevoli quantità di energia (inconveniente: elevato portate d'acqua e scarsa disponibilità per elevate quantità di riscaldamento).

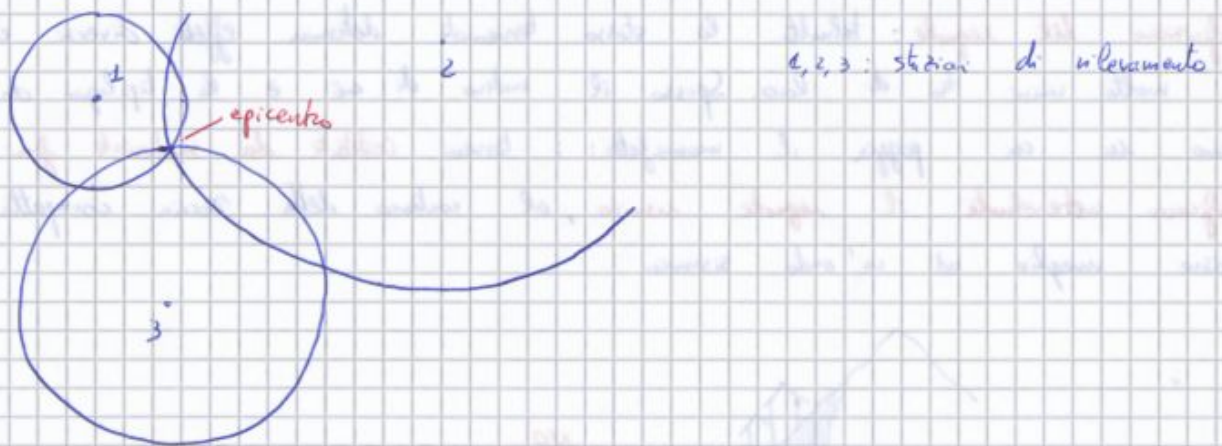
Zone d'ombra: testimoniano la stratificazione del pianeta grazie alla infrarossia.

quato ciò corrisponde ad un **eccesso e continuo accumulo di energia**, e
 ai rilasci determinerebbe rischi molto peggiori di quanto prevedibile.
 L'approccio, dunque, deve essere di tipo **storico-scientifico**: è impo. sapere le
 zone in cui sono stati registrati terremoti, ma anche quelle a potenziale
 rischio sismico secondo i dati scientifici. (Le cosiddette **strutture sismogenetiche**,
 ce n'è una nell'appennino).

Sismografo: principio di funzionamento, struttura del sismogramma (numero di fondo-onda P-onda.
 - scossa di assestamento) posizionati in zone senza rumore di fondo (cantine o
 grotte) sempre funzionanti, allarmati e trasmissione dati in tempo reale.

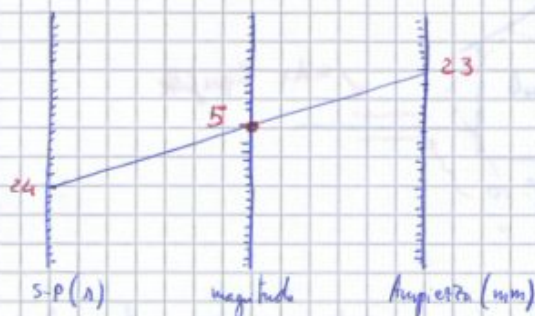
Localizzazione dell'epicentro di un terremoto

Si suppone la velocità dell'onda sismica omogenea, anche se tale proprietà dipende
 dalle caratteristiche del suolo che attraversa.



Calcolo della magnitudo

- Calcolo il tempo che intercorre tra l'inizio delle onde P e l'inizio delle onde S;
- Misura la massima ampiezza registrata dal sisma;
- Diviso i due valori ottenuti con una vettura;
- Il punto di intersezione tra l'asse della magnitudo e la vettura mi det. la magnitudo.



Lezione 3 20-11-2012

3

L'età delle rocce

L'importanza ingegneristica di questo argomento è legata al fatto che ogni tipologia di opera costruttiva include la relazione geologica della zona in cui viene realizzata. Diventa pertanto fondamentale conoscere l'età delle rocce di quel particolare territorio in cui vogliamo costruire qualcosa.

Da un punto di vista ingegneristico non è necessario conoscere con accuratezza l'epoca o il periodo a cui risale una roccia, quello che è sufficiente è assegnargli un'età (primaria, secondaria, terziaria, quaternaria).

La datazione delle rocce viene fatta basandosi su due dati:

- **litostatigrafia** (ottenuta con sondaggi);
- **biostratigrafia** (ricerca di particolari fossili vissuti in tempi brevi e facilmente databili).

Un esempio di tali fossili sono i **foramiferi**.

Normalmente, la nomenclatura stratigrafica è organizzata in quel modo: rocce giovani, strati più alti, rocce vecchie strati più bassi. Occorre però sempre effettuare degli studi geologici ben fatti per evitare di lasciare i pezzi a causa di problemi legati al terreno, riscontrati ad opera già iniziata.

Importantissima è la relazione **età rocce - caratteristiche geologiche** elencata qui di seguito:

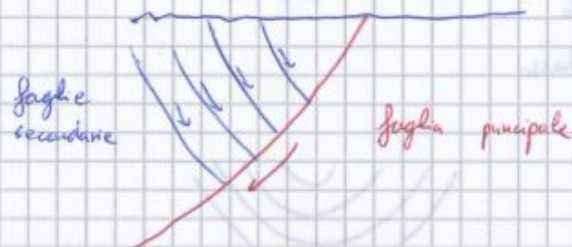
- **depositi quaternari** (zone di pianura): rocce siltite (sabbie), pseudocareniti (argille)
 Giacitura: orizzontale, deformazione nulla (si sono formate da poco). Sono le **più problematiche** (scarse proprietà tecniche).
- **depositi terziari** (zone collinari): rocce pseudocareniti consolidate, semiconsolidate (rocce siltite e poi cementate, come l'arenaria: tale fenomeno è dovuto alla presenza di acqua nei pori che scendendo, si è lasciata alle spalle i calcari che hanno portato alla cementificazione). Giacitura: blandamente inclinate, deformazione blanda (hanno già subito carichi notevoli, compattono e acquisendo buone proprietà tecniche).
- **rocce mesozoiche e paleozoiche** (zone montuose): rocce lapidee molto compatte.
 Giacitura: molto variabile, deformazione elevata (ottime proprietà tecniche).

Note: giacitura = posizione rispetto al piano di campagna.

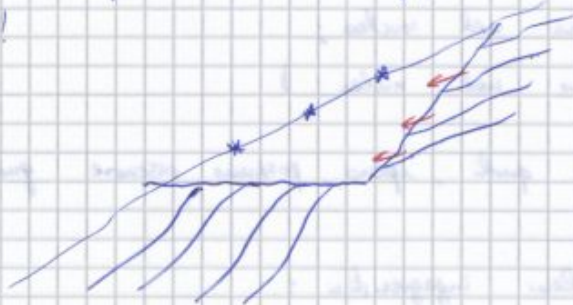
Ai sistemi di faglie dette sono stati assegnati dei nomi:

- **horst**, zona in cui il terreno è sporguto;
- **grabén**, zona in cui il terreno è inscavo.

Più abbiamo detto che la faglia non scivola da sola, ma sempre in compagnia di altre faglie, costituendo delle famiglie di faglie, organizzate come una **faglia principale**, a cui si collegano numerose altre **faglie secondarie**.



Per vedere se una zona è stata soggetta di un movimento, dunque è presente una faglia, si può osservare la vegetazione: nelle zone di faglia sono presenti numerosi detriti, perché le radici delle piante riescono a crescere e si sviluppano proprio in corrispondenza della faglia stessa. La presenza di acqua è molto pericolosa !!!



faglie pericolose che possono determinare la caduta per involontario \Rightarrow anche per presenza di acqua che induce il primo scivolamento.

Più la fratturazione è impetata + le caratteristiche dell'ammasso roccioso sono scadenti.

fratture da detenzionamento \Rightarrow parallele al versante, si vengono a creare a causa del ritiro dei ghiacciai (si notano in prossimità degli imbocchi delle gallerie).

zone cataclastiche: zone in cui l'ammasso roccioso appare molto fratturato (rotture senza movimento). Rocce di questo tipo sono anche dette **cataclasti** e determinano problemi di instabilità, di frantumazione e di presenza abbondante di acqua.

zone milonitiche: zone in cui lo stato di fratturazione è così elevata da trasformare i granuli nelle dimensioni di granelli di sabbia. In profondità queste porzioni di roccia sono sempre molto umide, con caratteristiche geologico-tecniche molto scadenti.

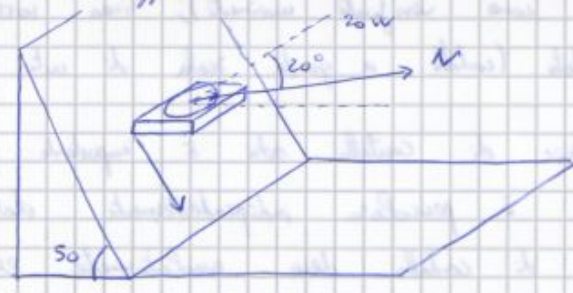
Lezione 4 22-11-2012

Giacitura e contatti delle rocce

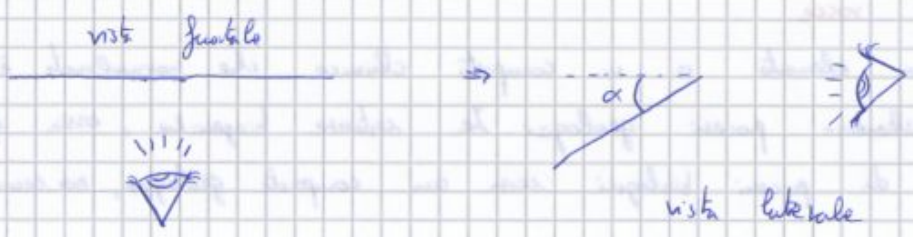
Per misurare la giacitura di uno strato, cioè la posizione dello stesso rispetto al piano di campagna si utilizzano 2 strumenti: la **bussola** (per misurare l'immersione) e l'**inclinometro** (per misurare l'inclinazione).

L'immersione rappresenta l'angolo che la linea di massima pendenza del piano forma con il Nord; essa si calcola in gradi ed è compresa tra 0° e 360° . Per misurarla è sufficiente prendere la bussola, appoggiarla allo strato, metterla in bolla e leggere l'angolo.

L'inclinazione, invece è l'angolo che il piano forma con l'orizzontale. Per la misura di questo è suff. prendere l'inclinometro, posizionarlo sulla linea di max pendenza del piano e leggere il valore.

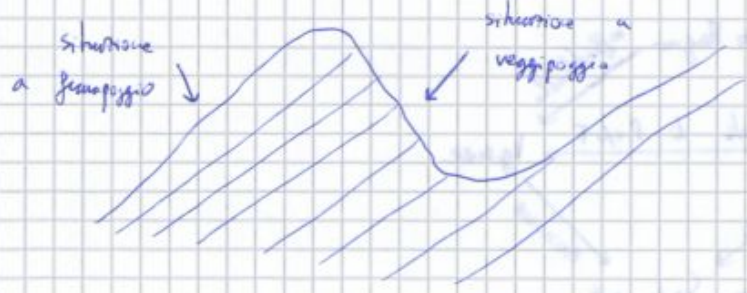


La giacitura può essere orizzontale (molto stabile) o verticale, allora è sempre importante osservare da vicino la faglia, in quanto la prospettiva può giocare brutti scherzi:



Tutto dipende se sapere se la giacitura è:

- a **frangipoggio**, quindi con andamento concavo al pendio
- a **veggi-poggio**, andamento discorde al pendio



Rocce ignee plutoniche: il raffreddamento avviene a profondità e pressioni elevate e in tempi molto lunghi.

Rocce ignee vulcaniche: il raffreddamento avviene in superficie o a deboli profondità e in tempi piuttosto brevi.

Classificazione tenace delle rocce

Tale classificazione è fondata sul grado di coesione degli elementi che compongono la roccia:

- **rocce coerenti o lapidee**: rocce composte da elementi tenacemente uniti tra loro. Hanno portanza molto elevata, possono essere interessate da frane per crollo in zone tettonizzate.
- **rocce incoerenti o sciolte**: rocce formate da elementi liberi o indipendenti fra loro (es: sabbie e ghiaie). Hanno portanza da media a elevata in dipendenza della compattazione e dell'età. Sono interessate da frane da crollo in materiale sciolto.
- **rocce semicoerenti**: rocce con caratteristiche intermedie fra le prime due (trufi, arenarie poco cementate, marne). Hanno portanza media legata al contenuto d'acqua.
- **rocce pseudocoerenti**: rocce che si comportano come coerenti quando sono asciutte o umide e come incoerenti quando sono sature d'acqua (argille, limi). Portanza da nulla a media in dipendenza dallo stato di aggregazione e consolidamento. Frane da sivolamento rotazionale.

Esemp.: **Calcio** (lapidea o coerente)
Ghiaia (sciolta o incoerente)
Argilla (pseudocoerente)
Arenaria (semicoerente)

In ogni caso però, più il materiale si raffredda velocemente, più la roccia è leggera, questo perché, all'interno della stessa, sono unificate intrappolate delle bolle d'aria che hanno conferito leggerezza alla roccia stessa.

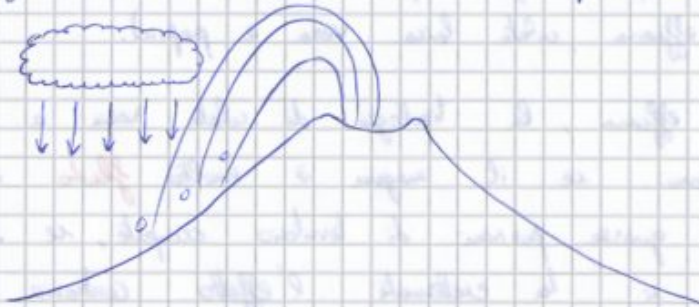
Le rocce vulcaniche che si sono raffreddate più lentamente presentano una struttura granulare e sono dette **Porfidi**. Un esempio di roccia porfirica è il **basalto**, che spesso si presenta in forma colonnare e, nelle cui fratture, sono spesso presenti acque molto pregiate ricche di minerali.

Un altro tipo di roccia vulcanica un po' diverso è l'**ossidiana**, una roccia amorfa di colore nero, proveniente da un chimismo molto acido, che nell'antichità veniva adoperata per realizzare punte di frecce e armi da caccia.

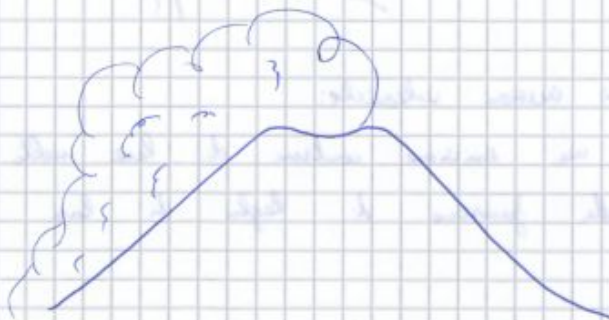
Oltre alle rocce vulcaniche ottenute per solidificazione della lava abbiamo anche i cosiddetti **depositi piroclastici**, costituiti dai frammenti eruttati durante le eruzioni vulcaniche esplosive. Questi si distinguono in: **piroclasti** (non compatto) e **piroclastiti** (compatto, vedi tufo).

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

- **depositi piroclastici di caduta**, cioè frammenti di varie dimensioni che raggiungono la superficie del suolo dopo essere stati sparati fuori dal vulcano o sedimentano da nubi di gas e materiale solido in sospensione.



- **colate piroclastiche** (nubi ardenti), sono letteralmente delle nubi di materiale molto caldo, il cui passaggio porta alla distruzione di tutto ciò che attraversa.



- **surges piroclastici**, nubi caratterizzate da una concentrazione molto ridotta di frammenti che fluiscono via sotto la spinta dell'espansione via per gas.

L'abito di caldera si verifica quando un vulcano centrale è protagonista di una grande eruzione vulcanica, tale da svuotare la camera magmatica al di sotto del vulcano stesso, provocandone il collasso. Il "buco" che si viene così a creare sarà poi riempito dall'acqua piovana formando dei laghi idrici.

Molte delle rocce vulcaniche fino ad ora descritte vengono spesso utilizzate come materiali da costruzione, ad esempio il basalto è un pietra facilmente lavorabile utilizzata come mattoni per murature, mentre i porfiri vengono sfruttati per pavimentazioni stradali.

Le Rocce sedimentarie

Le rocce sedimentarie che noi andremo ad analizzare sono le rocce detritiche, anche dette clastiche o terrigene. (sabbie, ghiaie, silt, argille)

Sciolte		conglomerati
Ghiaie	→	conglomerati
Sabbie	→	arenarie
Silt	→	siltiti
Argille	→	argilliti

I nomi di queste rocce variano a seconda della granulometria, cioè del diametro medio dei granuli:

- argilla : fino a 0,0039 mm;
- silt : da 0,0039 mm a 0,00625 mm;
- sabbia : da 0,0065 mm a 2 mm;
- ghiaia : oltre i 2 mm.

Per effettuare una corretta analisi granulometrica di un campione di terreno occorre:

- pesare il campione (quantità dip. dalla granulometria: più il materiale è fine più il quantitativo è ridotto) e inserirlo in forno;
- mettere il campione nella parte più alta della pila di setacci disposti in ordine decrescente di maglia;
- porre la pila su una macchina vibratoria;
- pesare il contenuto di ogni setaccio;
- effettuare l'analisi granulometrica tramite la curva granulometrica.

La curva granulometrica è lo strumento più importante per capire immediatamente come è costituito il campione di terreno analizzato. Essa si ottiene unendo i

- **argille consolidate**: sedimenti con caratteristiche geologiche - tecniche medie;
- **argille sovraconsolidate**: " " " " " migliori.

Le argille rappresentano la "bestia nera" degli ingegneri, in quanto danno una notevole quantità di problemi e soluzioni intonate difficili e costose per rendere il terreno sufficientemente resistente ai carichi.

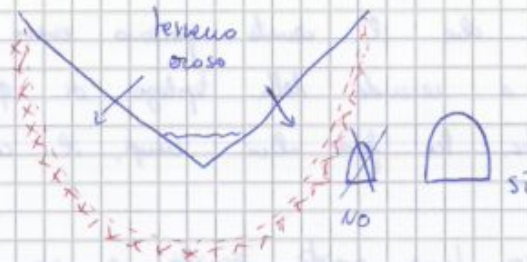
Ciò vuol dire che si dovrebbero preferire altre tipologie di terreni per la costruzione, tuttavia essa è possibile anche su terreni argillosi (ved. Venezia, costruita su fondamenta a pali di legno).

Le **argille vascolari** sono tra le più ostiche da affrontare, questo perché sono ricche di un materiale che tende a gonfiare se bagnate, dando notevoli problemi ingegneristici, a volte insormontabili.

gli ambienti sedimentari delle rocce terziarie

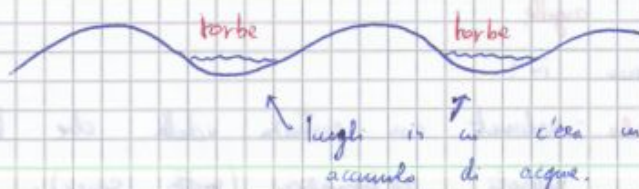
Continentali: glaciale

In molte zone il ritiro dei ghiacciai ha provocato la destabilizzazione della roccia, peggiorando le proprietà tecniche. Il tipico esempio che si fa riguarda la formazione di ghiacciai in valloni, dal cui ritiro sono nate zone di **destrutturamento**, cioè zone in cui parte della roccia viene a mancare, provocando la pericolosità del versante (no galleggere in prossimità di queste zone!!)



Il tipico risultato che si ha dopo il ritiro di un ghiacciaio sono i **depositi morrenici**: grossi blocchi disposti in modo caotico come ghiaie, sabbie e limi, con scarse proprietà tecniche.

Altre tanto pericolose sono le **torbe**, ossia depositi di materiale organico, ottenuti in seguito a fenomeni di scongelamento di ghiacciai.



- canali meandriiformi



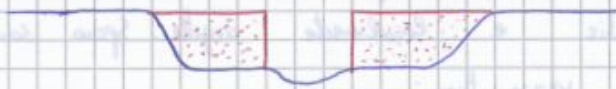
Fiume a canali intrecciati (fiume a boccia)

Questa tipologia di fiumi sono caratterizzati da portata d'acqua molto intensa e veloci che compiono, sul fondo del fiume e alle sponde dello stesso, accumulo di materiale grossolano. Sono fiumi ad alta energia, che si dividono in più fiumi secondari, i quali possono cambiare zona di scorrimento da un anno all'altro, spesso anche senza che si verificano fenomeni particolarmente importanti.

Lo spostamento dei canali secondari è dovuto ai continui cicli di deposito e trasporto di materiale grossolano da parte del fiume.

Da un punto di vista ingegneristico questi fiumi sono molto pericolosi, perché la loro evoluzione nel tempo è costante ed imprevedibile, e spesso può interessare grosse porzioni di territorio (vedi alveo del T. Police che negli ultimi 150 anni si è spostato di 1 km).

Questo vuol dire che in corrispondenza di fiumi di questo tipo occorre prestare particolare attenzione durante il progetto e la costruzione di ponti. In una stagione estiva, infatti, il fiume può apparire innocuo. In una vista in sezione il fiume può apparire di questo tipo



Una forma di questo tipo si presenta ideale per la realizzazione di un ponte con la strada che poggia su un ulivato stradale, collocato in prossimità dei ponti in pendenza.

Tale ulivato stradale, però, non è tutt'altro che una miscela di sabbia e ghiaia compressa con un rullo compressore. Un materiale di questo tipo è però soggetto a saturarsi d'acqua in occasioni di portate d'acqua maggiori. L'accumulo di acqua all'interno del ulivato lo indebolisce notevolmente e questo, in breve tempo, collassa sotto l'effetto del proprio peso.

Tutto ciò ci porta alla conclusione che in corrispondenza di fiumi a boccia con elevate portate d'acqua non si devono costruire ponti con ulivato stradale

Depositi di marea

Zone a bassa energia localizzate in prossimità degli ambienti lacustri e spiaggiosi in cui l'elemento principale è rappresentato dalle **bocche di marea**. A causa della bassa energia gli ambienti di marea sono caratterizzati da depositi di argilla e sabbia.

Depositi marini profondi

Caratterizzate da un punto in cui il livello del mare aumenta gradualmente, che prende il nome di scarpato continentale, in corrispondenza della quale si verificano le frane sottomarine che provocano gli tsunami.

Veste: depositi torbiditi, o flocoidi o flysch (alternanza ritmica di argille e arenarie arenarie davanti anche tipo, ma non è una pinna vulcanica (facilmente lavabile) calcaree (tipo di arenaria).

Le rocce sedimentarie carbonatiche ed evaporitiche

Le rocce composte da carbonato di calcio CaCO_3 e argilla in tutte le proporzioni prendono il nome di **marne**. Logicamente a seconda delle percentuali dei due materiali le marne si suddividono in diverse categorie.

L'importanza delle marne in ingegneria è legata al suo vastissimo impiego come materiale da costruzione: il **cemento**, infatti, non è nient'altro che una miscela di argilla e carbonato di calcio.

A seconda dell'indice di idraulicità $\left(\frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO}} \right)$ si distinguono:

- calce idrauliche (0,30 - 0,50)

cementi a presa lenta (0,50 - 0,65)

" " " rapida (> 0,65)

Le marne hanno un'aspetto molto uniforme, con un colore biancasto legato alla presenza del CaCO_3 .

In la preparazione del cemento servono argille e sabbie molto pure.

I principali minerali carbonatici presenti nelle marne sono:

- calcite

- dolomite

- siderite

- azzurrite

- malacite

Le dolomie

Le dolomie sono rocce carbonatiche che presentano un elevato contenuto di dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Gli studiosi sono ancora divisi sulla genesi di queste rocce: c'è chi è più propenso alla teoria del deposito poligeno e continuo di minerali di dolomite, chi invece che esse si siano originate a causa del passaggio di acqua ricca di magnesio in rocce calcaree.

Le dolomie, o meglio il calcare dolomitico, non deve assolutamente essere usato per la realizzazione di cementi, in quanto, al suo interno, sono contenuti dei materiali che tendono a rigonfiarsi.

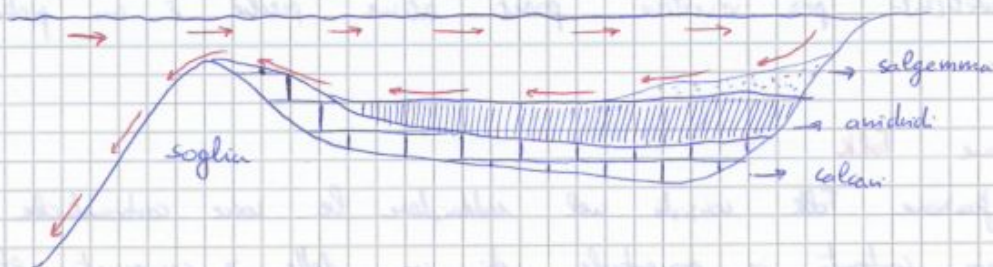
In ingegneria, le dolomie sono molto utilizzate come pietrisco o inerti, questo perché è una roccia molto resistente agli agenti atmosferici e anche perché si frantuma molto facilmente.

Esattamente il contrario del calcare, che non deve assolutamente essere usato come pietrisco perché estremamente solubile, ma è ottimo, anche perché economico, come pietra per rivestimenti di pavimenti interni e lucidato.

Evaporiti

Le evaporiti sono rocce sedimentarie costituite da carbonati, solfati (gesso e anidride) e cloruri (NaCl).

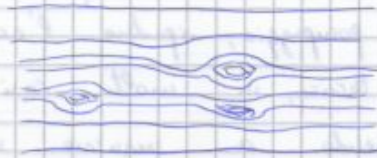
La genesi di queste rocce è legata al cosiddetto modello della soglia o barra: in sostanza la formazione di una soglia forma un bacino di acqua salata; l'evaporazione di questa aumenta la concentrazione di sale che, presentando una maggiore densità, affonda fino a depositarsi sul fondo. Questo accumulo di cloruri e, in alcuni casi, di depositi organici, provoca la formazione di queste rocce che, perlopiù sono dette evaporitiche.



Proprio per questo motivo, molte zone del Mediterraneo sono presenti grandi quantità di rocce evaporitiche, legate al fatto che, in tempi non lontani, il Mediterraneo era un mare chiuso nel quale, l'aumento di concentrazione salina ha portato al deposito di rocce evaporitiche.

Consiste nel provare ad incidere con un chiodo: se il risultato è positivo si tratta di un calcare, se invece è negativo si tratta di una roccia metamorfica.

Le rocce metamorfiche molto striate, in cui è elevato la presenza di minerali diversi, presentano proprietà tecniche simili a quelle del granito. Una tessitura di questo tipo prende il nome di occladina:



A seconda dei processi metamorfici che hanno portato alla loro formazione, le rocce metamorfiche possono anche essere molto diverse tra loro: in alcuni casi sono rocce compatte e con buone proprietà meccaniche, in altri casi presentano numerosi piani di scistosità, rendendo la roccia debole e pericolosa (a volte il grado di scistosità è così elevato da provocare frane tipiche delle argille, il che sottolinea l'elevata debolezza di tali rocce). Un modo facile per individuare rocce metamorfiche scistose è vedere se, in di esse, è presente della vegetazione: i piani di scistosità contengono acqua e si prestano bene per la proliferazione di piante ed erbacce.

I marmi

I marmi sono il classico esempio di rocce metamorfiche compatte e molto consistenti. Essi sono molto utilizzati come blocchi da costruzione (per costruzioni monumentali), come elementi per pavimentazione esterna, in grati, anche se bruciati, queste rocce presentano una buona aderenza al traffico veicolare, ma anche come lastre per pavimentazioni interne, in questo, lucidate, sono molto pregiate da un punto di vista estetico, per musei e per usi di vario genere.

Noni da ricordare

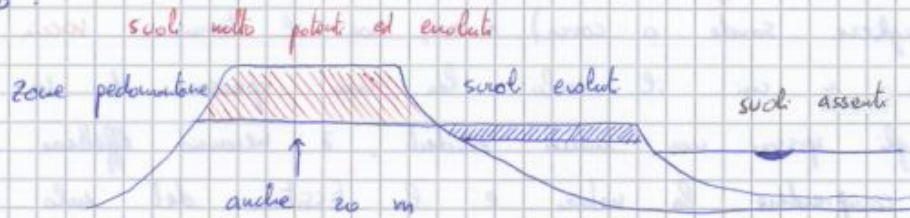
Rocce compatte: gneiss e marmi, quarziti

Rocce fagliate: micascisti, argilloscisti, calcoscisti, serpentinoscisti (x coperture tetti, usi per mense o elementi strutturali)



- clima molto caldo: suolo molto potente di un classico colore rossiccio legato alla presenza di minerali di ferro ossidati, che poggia su un substrato molto profondo.

Suoli molto potenti di colore rossiccio la cui formazione è legata processi in cui le condizioni climatiche hanno giocato un ruolo particolare sono detti **paludosuoli**. Sono suoli molto stabili, spesso localizzati nelle zone più alte: in generale, infatti, più un suolo si trova in terreni alti, più è spesso e dunque, antico:



Cartografia geologica

L'importanza della cartografia è legata alla sua validità legale: essa è infatti un documento ufficiale.

La scala di rappresentazione è molto grande (1:100.000) quindi, per ovvie ragioni, non può essere particolarmente precisa: essa quindi è consentita di acquisire informazioni sommarie sulla zona voluta.

La carta geologica è una carta colorata, in cui, a ciascun colore, corrisponde una particolare tipologia di ammasso roccioso (solitamente i colori scuri indicano rocce vecchie, mentre i colori chiari rocce più giovani).

Il problema di questa carta è che non sono indicati i suoli, quindi non so, a priori, a che profondità trovo la roccia che la carta mi indica.

Da alcuni anni si stanno realizzando i nuovi fogli della carta geologica con scala 1:50.000, più dettagliate e recenti, la cui produzione, però, procede molto a rilento. Queste carte sono carte generali, cioè indicano, per una certa zona la tipologia di roccia presente, senza effettuare classificazioni troppo specifiche.

Esistono però anche **carte tematiche** che riguardano specifici argomenti inerenti la geologia o la geologia applicata: possono riguardare, ad esempio, solo una particolare tipologia di roccia, oppure indicare le zone di faglia o ancora le zone sinclinali o anticlinali.

Le carte più recenti sono però quelle **morfologiche in 3D** con l'utilizzo del DTM, particolarmente utili per individuare zone potenzialmente fruibili come i conoidi fluviali.

Radon

È un gas radioattivo prodotto dal decadimento dell'Uranio 238, presente all'interno di molte rocce locali, come porfidi, graniti, tufi e lave. Il problema del radon non è legato alla tossicità immediata, ma a quella cronica, cioè la continua e costante aspirazione, anche di piccole quantità, di questo gas, possono portare alla formazione di tumori.

Questo gas dunque, attraverso le fessure nelle rocce può raggiungere gli ambienti interni (come abitazioni e luoghi di lavoro) accumulandosi e raggiungendo concentrazioni tossiche.

La presenza di radon viene individuata sulle rocce tramite speciali lampade che rendono fluorescente la sostanza. Molti studi confermano il fatto che ci sia una stretta relazione tra le portate d'acqua all'interno delle grotte e le concentrazioni di Radon.

Gas esplosivi e vulcanici

I gas esplosivi, quale il metano, sono presenti nelle rocce sedimentarie, anche a profondità limitate. Il problema di questo gas è legato alla sua caratteristica di essere inodore, questo lo rende molto pericoloso in quanto, è suff. anche una piccola scintilla di lavorazione a innescare l'esplosione.

Ecco che dunque la presenza del metano diventa elemento fondamentale per la scelta nella tipologia di lavorazione da adottare.

Stesso problema si ha con i gas vulcanici, come l'idrogeno solforato, l' CO_2 e l' CO , presenti in zone vulcaniche anche a profondità limitate. La presenza di questi gas, in alcuni casi, la si può osservare anche nelle zone superficiali, dove le acque raggiungono il piano campagna e "bollono", rivelando la presenza di gas provenienti dal sottosuolo.

Queste acque, definite come **acque acide**, sono molto aggressive per il calcestruzzo e per i materiali ferrosi, tanto da compromettere notevolmente per corrosione.

Rocce con notevoli diminuzioni di volume

I suoli costituiti da **torbe e argille organiche** determinano grandissimi problemi da un punto di vista ingegneristico, in quanto si tratta di materiali che danno origine a lente, ma inesorabili fenomeni di **cedimento**: si tratta infatti di materiali che sottoposti a carichi esterni, per compattazione, riducono notevolmente il loro volume, presentando così proprietà tecniche molto scarse. Le soluzioni ing. in questi casi sono poche e poco efficienti: è dunque preferibile non realizzare alcun tipo di opera in questo tipo di suoli.

Cartografia geologica

La **carta geologica** è un documento ufficiale in una relazione tecnica bisogna sempre fare riferimento al nome della carta e al numero del foglio.

La scala di rappresentazione più piccola è la **1:100.000**: è una carta poco dettagliata che ci consente di fare delle considerazioni generali su porzioni di territorio estese.

Queste carte hanno, oltre ad una rappresentazione planimetrica, anche delle sezioni che evidenziano la stratigrafia in alcune parti della carta. Logoranate i livelli e le quote a cui si trovano i vari strati sono sommati, pertanto occorre sempre effettuare indagini in situ con carotaggi e perforazioni.

Ultimamente si stanno realizzando a livello nazionale carte geologiche in scala **1:50.000**, più dettagliate ma di difficile comprensione (e sono nomi tecnici di vocce molto confuse e talvolta incomprensibili).

Le carte geologiche non indicano solo la tipologia di ammasso roccioso: esistono **carte tematiche** che si occupano della definizione delle zone **sinclinali** e **anticlinali**, delle **pieghe** e delle **faglie**, che riguardano anche solo una particolare tipologia di rocce (ad esempio solo rocce carbonatiche), o ancora che definiscono i **conciati**.

Esistono poi carte più specifiche, come quelle **idrogeologiche** che descrivono le caratteristiche delle falde acquifere di una certa zona.

Lezione 15

Fotointerpretazione

La fotointerpretazione è una tecnica di studio e di monitoraggio che ci consente di aprire e in alcuni casi anche di misurare, le variazioni morfologiche di zone di territorio anche molto ampie.

Essa consiste nell'effettuare una serie di fotografie aeree, che prendono il nome di **strisciate** ad una quota variabile a seconda della precisione e del dettaglio che si vuole ottenere. Per motivi di comprensione, le fotografie dovrebbero essere fatte in orari centrali della giornata (mezzogiorno), per evitare la visualizzazione di ombre, in giornate con ottima visibilità e con poca vento.

Ogni striscia è costituita da una serie di foto. Ogni fotografia contiene una parte del territorio del fotogramma precedente e successivo, in modo tale che sia possibile la visione **3D** della zona ripresa. La sovrapposizione dei fotogrammi viene fatta tramite una **stereovisione**: si scelgono due punti in comune di due fotogrammi successivi, si posiziona a destra la fotografia con la maggiore copertura aerea e si spostano le due fotografie fino a vedere una sovrapposizione delle due immagini.

possibilità di poter eseguire indagini anche in zone dove non è possibile arrivare con macchinari pesanti (perforatrici).

Geoelettica

Pressione non molto elevata;

Occorre conoscere grossomodo l'aspetto stratigrafico generale;

Usata in aree con morfologia dolce

Essa è **VALIDA** in:

zone di pianura, per studi stratigrafici e idrogeologici;

zone collinari, per studi stratigrafici legati alla stabilità dei versanti;

zone costiere, per ricerca di acque con particolari mineralizzazioni.

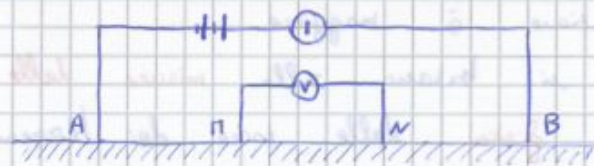
Vediamo ora come funziona, in linea generale, un'indagine geoelettica.

I metodi elettrici si basano sull'energizzazione del terreno effettuata tramite l'immissione di corrente continua e la successiva misurazione della caduta di potenziale, dovuta alla resistenza del mezzo percorso attraversato.

L'immissione e la misura della corrente si ottengono con l'impiego di elettrodi e di ordinari cavi elettrici. Gli elettrodi più esterni, indicati di solito con le lettere A e B, detti **elettrodi di corrente**, sono collegati a una batteria e ad un amperometro che regola l'intensità I della corrente immessa nel terreno.

Gli elettrodi più interni, N ed M, detti **elettrodi di misura**, sono collegati a un galvanometro (o voltmetro) il quale misura la caduta di potenziale ΔV . Le d.d.p. misurate verranno convertite tramite la **legge di Ohm** in valori di **resistenza del mezzo percorso** (o del terreno).

Inoltre, la distanza tra gli elettrodi di corrente A e B è **direttamente proporzionale** alla **profondità di indagine**.



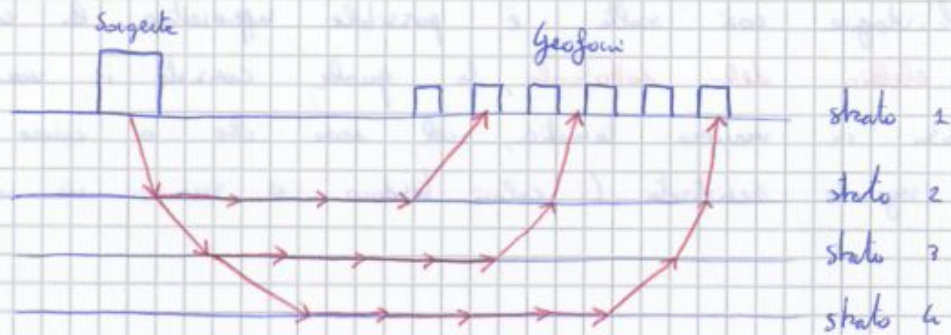
$$\Delta V = R \cdot I \Rightarrow R = \frac{\Delta V}{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \rho = \frac{\Delta V \cdot A}{I \cdot L}$$

L = lunghezza conduttore / A = sezione conduttore

A questo punto i dati di **resistenza** o **resistività** vengono comparati con i dati ottenuti in apposite tabelle, le quali descrivono, in funzione della resistività, la **tipologia di roccia**. In generale la resistività aumenta con l'aumentare della **compattazione della roccia**.

Nel caso frequente in cui $v_2 > v_1$, l'angolo di rifrazione è di 90° , pertanto, in queste condizioni, il raggio rifratto si propaga lungo una superficie di discontinuità orizzontale. In questo modo il raggio che viaggia lungo la discontinuità diventa sorgente di onde rifratte che si muovono verso l'alto nel mezzo con velocità minore.



I geofoni, quindi, registrano le velocità di propagazione delle onde e a seconda del valore di queste è possibile tracciare la stratigrafia del sottosuolo e dare una classificazione di questa roccia.

Anche in questo caso si possono disegnare tomografie sismiche.

Georadar

Tali indagini sfruttano segnali elettromagnetici ad alta frequenza per ottenere una immagine del sottosuolo. Le variazioni delle caratteristiche elettromagnetiche (conduttività e costante dielettrica) provocano la riflessione del segnale elettromagnetico che torna verso la superficie, dove viene registrato ed è seguito interpretato.

Vantaggi

- Maneggevolezza delle strumentazioni e rapidità d'indagine;
- Risoluzioni molto elevate

Svantaggi

profondità limitate

Spesso indagini di questo tipo vengono sfruttate per individuare sottoservizi (tubazioni, linee elettriche o telefoniche interrate, etc...).

I tubi piezometrici sono costituiti da 2 parti:

- parte iniziale: semplice tubo cieco in materiale metallico o plastico;
- parte finale: due prosate delle **fanerazioni**, solitamente orizzontali, la cui lunghezza dipende dalla granulometria del suolo (in sostanza occorre evitare che corpi esterni ostruiscano il piezometro).

Per salvaguardare quest'ultimo inconveniente, spesso i tubi piezometrici vengono rivestiti con **geotessuto**, un materiale che consente il passaggio dell'acqua ma non di corpi esterni.

I tubi piezometrici hanno più dimensioni che dipendono dal tipo di impiego:

- piezometro piccolo: consente misure manuali (poco valide per tempi di misura e difficoltà logistiche);
- piezometro grande: consente l'installazione di acquisizioni automatiche (fino a 3").

Il materiale drenante, un ghiaietto calibrato, attuale è un particolare pietrisco detto **"Pisello del Ticino"**, mentre il tappo impermeabile è realizzato con le "palline" di bentonite, le quali, a contatto con l'acqua, rigonfiano isolando l'intero piezometro. Il materiale granulare, oltre a mantenere fuori dal tubo il materiale granulare, serve per stabilizzare il piezometro.

I sistemi di chiusura dei piezometri, detti **chiusini**, consentono di proteggere i tubi e di consentire l'accesso ai soli addetti. Se siano in prossimità di strade si usano chiusini da **passo carraio** con bordi sicuri e non spigolosi.



Se siano in zone agricole si usano chiusini a **pozzetto**, il quale deve essere ben colorato e visibile e chiuso con lucchetto.

Attenzioni particolari:

- sigillare il pozzetto;

- definire le sue coordinate x successiva individuazione con GPS;
- installare una protezione ben visibile in cemento;
- accompagnare, se necessario, un pluviometro con acquisizione automatica dei livelli idrici - piogge.
- tappi di chiusura poco validi

Il **sondino piezometrico** è lo strumento che consente di effettuare le misurazioni manuali del livello di falda. È costituito da un cavo graduato, retto, avvolto su un rocchetto, alla cui estremità vi è un sensore.

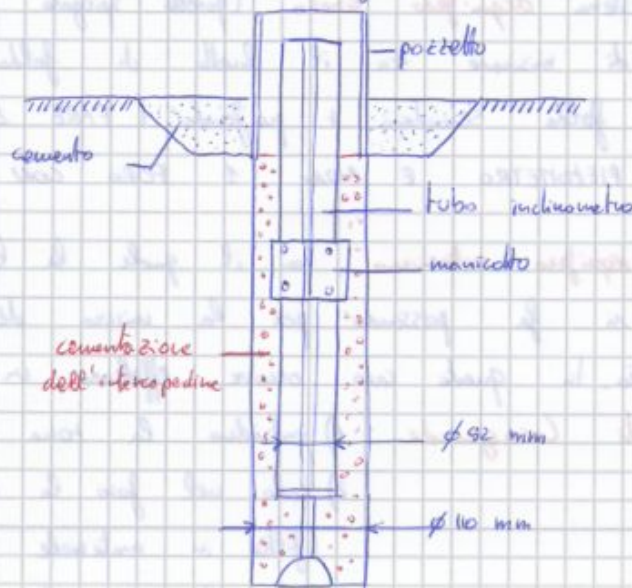
6-3-2013

Lezione 17

Continuum Sondaggi geognostici

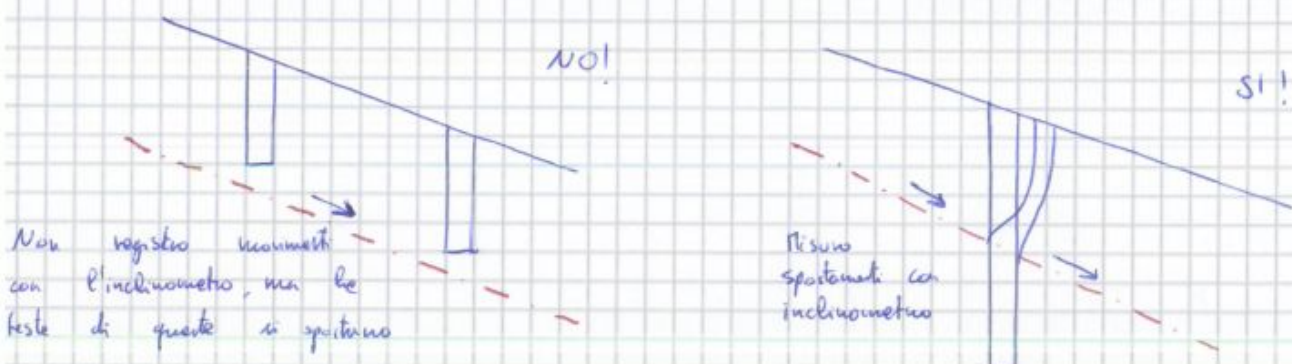
Le indagini geotecniche spesso riguardano lo studio relativo alla stabilità di un versante; indagini di questo tipo consistono di osservare e studiare i **movimenti** di un versante, quindi non vanno bene, anzi sono perfettamente inutili se realizzati in una zona ad alto rischio di frana.

Per effettuare un'indagine di questo tipo si utilizza un **inclinometro**: questo non è nient'altro che un tubo di alluminio, con una particolare sezione che spiegheremo in seguito, immobilizzato nel fondo tramite della boiacca cementizia inserita nell'intercapadure che si viene a formare.



Prima di installare l'inclinometro è necessario individuare i punti e la quote di questi, in cui è più probabile che si vengano a creare dei movimenti; solitamente questi coincidono con la zona di contatto tra due strati del terreno con diversa granulometria o natura.

Come detto questa operazione deve essere fatta prima del condizionamento in quanto, altrimenti, senza ciò, non si potrebbe definire in anticipo la profondità del foro che deve essere realizzato.



Le operazioni di condizionamento si portano avanti.

Anche in questo caso, così come per il piezometro, l'inclinometro dovrà essere protetto da un pozzetto e la zona da esso occupata dovrà essere opportunamente cementata.

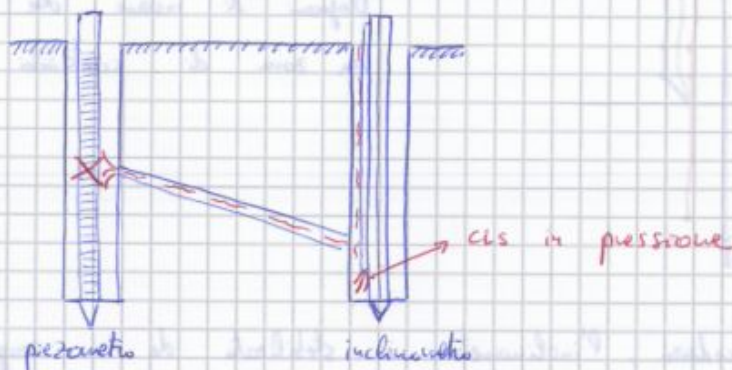
Gli inclinometri, oltre ad essere utilizzati in questo modo per effettuare studi preliminari, si usano anche per avere misure in tempo reale: tale utilizzo è tipico di quelle zone soggette a pericolosi fenomeni franosi.

In questo caso, all'interno dell'inclinometro vengono lasciate delle sonde fisse che, in tempo reale, secondo la programmazione dell'ingegnere, invia i dati e le misure degli spostamenti alla centrale di controllo.

In questo modo è possibile prevedere con un po' di anticipo l'arrivo di una frana e far evacuare la zona.

Per una questione di costi e di tempi, quando si effettua l'installazione di un piezometro si posizionano anche un inclinometro nelle vicinanze.

Attenzione, però, alle distanze!! Le perforazioni, infatti, non devono essere troppo vicinate, altrimenti il cis in pressione che blocca l'inclinometro rischia di danneggiare il piezometro e renderlo inutilizzabile. È consigliabile quindi prima installare l'inclinometro e poi il piezometro, ad una distanza di almeno 3 m l'uno dall'altro.



Lezione 18

Pozzi e perforazioni

I pozzi sono delle opere fondamentali per i cantieri, in quanto l'acqua è un elemento indispensabile per il corretto funzionamento di questi.

I metodi di realizzazione sono molti e variano a seconda del terreno, delle portate che si vogliono ottenere e dei metodi di eliminazione dei detriti originati. Una volta questi venivano realizzati a mano, oggi, per ogni motivo si adottano varie tecniche che andiamo ora a spiegare nel dettaglio.

ana in pressione. Questa acqua sporca viene pompata all'interno di vasche di raccolta, nelle quali i detriti si depositano sul fondo e l'acqua, tornata così pulita viene reiniettata nel foro. (slide 16)

Perforazione a voto-percussione con tecnica a "martello fondo foro"

In questo caso il foro viene realizzato tramite la rotazione di una punta in bronzo raffreddata non più ad acqua ma ad aria, mandata in pressione nel foro tramite un compressore.

In questo caso i detriti vengono trasportati in superficie dall'aria.

Lo svantaggio di questa tecnica è legato al massimo diametro realizzabile (circa 35 cm)

7-3-2013

Lezione 18

Affidamento per il condizionamento di un pozzo

Prima di qualunque operazione di perforazione e condizionamento del pozzo occorre chiedersi: che portata d'acqua vogliamo che abbia il nostro pozzo. Fare ciò è di fondamentale importanza per due motivi:

1) Se la portata che si vuole avere non può essere raggiunta in un certo punto perché la falda non è in grado di soddisfare le nostre esigenze, è inutile effettuare qualunque tipo di operazione per la realizzazione del pozzo;

2) Se la falda è in grado di soddisfare la portata richiesta, il pozzo può essere realizzato e il parametro di partenza a cui fare riferimento per definire il diametro del foro da realizzare è proprio la portata.

Facciamo un esempio pratico: voglio ottenere una portata di 20 litri, il diametro della pompa necessaria è di circa 15 cm, aggiungo 5 cm per parte per far posto al tubo filtro, aggiungo altri 5 cm per parte per inserire il filtro con quarzogliu.
Risultato: il foro da realizzare avrà un diametro di 35 cm.

Nell'esempio appena mostrato sono stati indicati alcuni degli elementi costituenti di un pozzo. Vediamo ora nel dettaglio tutti gli elementi necessari e la loro posizione all'interno del pozzo:

1) Si realizza il foro nel suolo con una delle tecniche spiegate in precedenza, calando in contemporanea la tubazione provvisoria;

2) Attraverso dei centatori si calano nel foro le tubazioni cieche, che andranno a costituire la sede della pompa. Tali tubazioni hanno una parte iniziale cieca e senza filtri, e una parte finale forata: il passaggio da una condizione

oppure spurgo del pozzo con il quale si **elimina il materiale fine** presente nell'interno del **filtra** per far ciò si usano pompe molto forti che richiama, oltre all'acqua, tutto il materiale fine superfino, pulendolo in superficie e pulendo il pozzo.

Un altro problema che si potrebbe verificare è quello dei **filtri intasati** dal carbonato di calcio disciolto in acque molto dure. L'unico modo per risolvere questo disagio è spruzzare degli acidi all'interno del pozzo che sciolgono il carbonato di calcio, il tutto verrà poi ripulito con acqua. **Occhio!!** Se il prefiltro non è realizzato a D.O.C., si rischia che gli acidi sciolgano anche il materiale granulare, provocando il collasso del pozzo.

Tivella a recchio

fai nel terreno, oltre ad essere utilizzati per effettuare indagini geotecniche e pozzi, possono essere sfruttati per realizzare sottofondazioni di sostegno. In questo caso le tecniche di perforazione sono leggermente diverse.

Una tecnica classica è quella della **tivella a recchio** in cui un cilindro sagomato viene fatto rotolare nel terreno fondendo e consentendo al materiale forato di entrare nel cilindro per essere poi successivamente eliminato.

È una tecnica che consente il raggiungimento di profondità limitate e viene adottata in caso di materiale sciolto (Sabbie o ghiaie).

Esistono differenti tipi di scavo al posto del cilindro si usano delle **benne mordenti**. Quelle a sezione rettangolare servono per realizzare i cosiddetti **diagrammi**, cioè delle fessurazioni lunghe e strette del terreno che hanno la funzione di migliorare la stabilità dei terreni quando questi vengono caricati e uschiano di cedere (in questo riempite con C65).



Perforazione elicoidale

In questo caso il foro viene realizzato per mezzo di pale elicoidali che ruotano nel terreno. La tecnica deve essere sfruttata solo per materiale non lapideo.

Altrimenti, infatti, la perforazione elicoidale realizza fori per realizzare **sottofondazioni** **edificate**: quando il terreno presenta delle caratteristiche tecniche e meccaniche molto

logica questa tecnica funziona tanto meglio quanto più la ghiaia è pulita, in quanto solo così si ottengono pori di grosse dimensioni

Plattelli perforati

Utilizzati per realizzare fori nella roccia, all'interno dei quali vengono infissi dei pali che fungeranno da tiranti

11-3-2013

Lezione 19

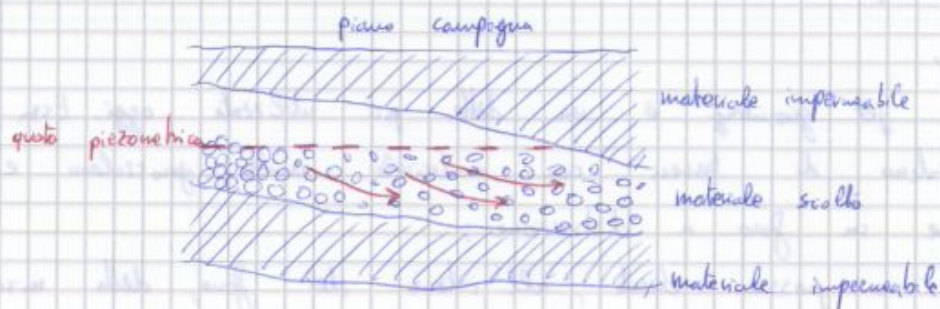
Idrogeologia generale

Nel campo dell'idrogeologia, i rifornimenti idrici (che siano superficiali, come fiumi e laghi, o che siano sotterranei, come le falde) sono intesi come delle **risorse continuamente alimentate**, e non come dei giacimenti: è dunque qualcosa di materiale nel tempo e che dunque può presentarsi con portate diverse a seconda del periodo dell'anno e dei fenomeni esterni.

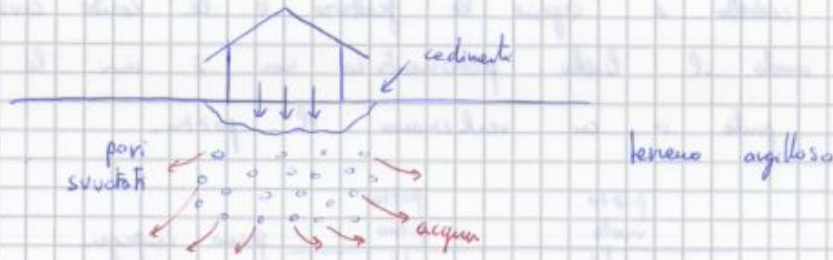
Questo vuol dire che da un rifornimento idrico non possiamo tirare fuori tutta l'acqua che vogliamo in qualunque momento, ma i problemi si devono adattare ai rifornimenti. In termini elementari questo vuol dire che possiamo tirare fuori tanta acqua quanto il rifornimento è in grado di autoalimentarsi da solo.

A seconda del materiale roccioso in cui si trova, l'acqua **circola con velocità diverse** che sostanzialmente variano a seconda della porosità del materiale attraversato. In sostanza le rocce in cui possiamo trovare dell'acqua sono di due tipi:

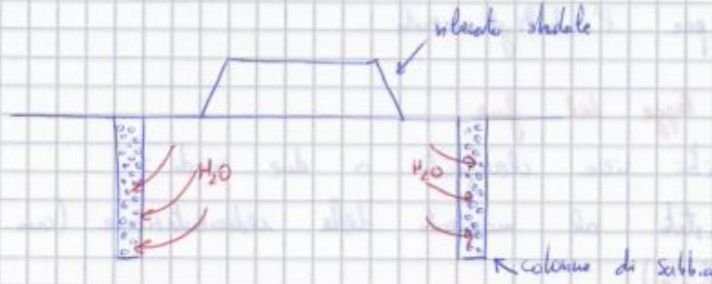
- materiale sciolto, con pori di grosse dimensioni, in cui l'acqua circola bene mantenendo pressoché costante la quota del livello di falda. In questo caso si parla di **mezzo continuo**, in quanto l'acqua circola sempre all'interno dello stesso mezzo



materiale fessurato, ossia laddove la roccia è presente impermeabile ma con materiali fratture interne, nelle quali l'acqua è libera di infiltrarsi. In questo caso si parla di **mezzo discontinuo**, in quanto l'acqua non ha grosse libertà di



Solitamente, per rendere il terreno stabile si realizzano, ai lati dell'opera, delle colonne di sabbia, che fungono da iniezioni all'acqua in presenza nel terreno argilloso. Il quale, una volta compattato, potrà sopportare bene i carichi ai quali è sottoposto.



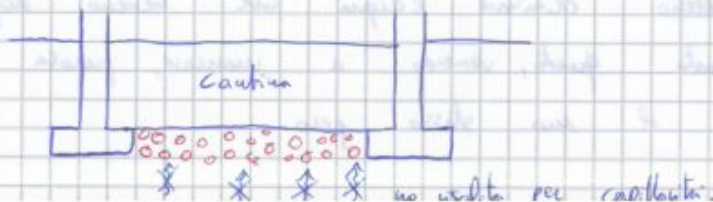
Ripartizione dell'acqua

All'interno di un terreno poroso o altamente fratturato, l'acqua si ripartisce secondo: una zona **saturo**, in cui l'acqua è presente anche senza precipitazioni, presenta spessori molto variabili (da $1 \div 300$ m) ed è soggetta principalmente a moti orizzontali dell'acqua;

una zona **insatura**, in cui l'acqua è presente solo in caso di precipitazioni, presenta delle oscillazioni del livello idrico anche molto elevate e spessori molto variabili ($0,5 \div 150$ m). In questo caso il moto dell'acqua è prettamente **verticale**.

Quindi, a sua volta si suddivide in una **zona di evaporazione** (in cui parte dell'acqua libera è soggetta a fenomeni di evaporazione e traspirazione) e una **frangia capillare** (zona in profondità, in cui l'acqua tende a risalire per capillarità).

Quest'ultima è quella responsabile degli allagamenti delle cantine. Essendo la capillarità un fenomeno che si verifica solo se il diametro dei pori è sufficientemente piccolo per far risalire l'acqua, per evitare allagamenti sporcicoli è sufficiente, prima di realizzare l'opera, scavare qualche metro di terreno, sostituendo il materiale più con altro più grossolano, bloccando la risalita dell'acqua.



13-3-2013

Permeabilità delle rocce

Esistono delle tabelle che, a partire dalla tipologia di roccia, consentono di ottenere il grado di porosità e di permeabilità di questa. Tali tabelle consentono quindi di realizzare delle carte idrogeologiche a partire da carte geologiche, in cui sono indicate le tipologie di rocce del terreno.

I gradi di permeabilità sono:

- Impermeabile (argilla, marne, piroclasti, graniti),
- Scarsamente permeabile (ghiaia alterata, conglomerato, arenaria, roccia scistose)
- Moderatamente permeabile (ghiaie in matrice sabbiosa, limi, sabbie fini, arenarie fratturate);
- Altamente permeabile (ghiaia pulita, ghiaie sciolte, sabbie pulite, calcari porosi)

Tipologie di acquiferi porosi

Quando si parla di **acquifero libero** si intende una zona di falda in cui l'acqua presenta un livello piezometrico pressoché costante, in quanto è soggetto alla sola pressione atmosferica che viene equilibrata dalla pressione di poro.

In questo caso, dunque, l'acqua della falda, in alcuni punti, è visibile in superficie, sotto forma di sorgenti o fontanelle. Le acque estratte da acquiferi liberi sono spesso molto impregnate e scadenti, perché, essendo nelle vicinanze di terreni agricoli e allevamenti, raccolgono tutti i liquami di scarto.

Per legge, dunque, le acque prelevate da acquiferi di questo tipo possono essere utilizzate solo per uso irriguo.



Quando invece si parla di **acquifero confinato** o **in pressione** si intende una zona in cui la falda è confinata, superiormente e inferiormente, da materiale roccioso impermeabile. Le falde di questo tipo sono spesso collocate in zone di alture non antropizzate, pertanto le acque risultano pure e idonee all'uso idropotabile.

Quando in zone con forte pendenza, talvolta può accadere che il foro che si effettua per realizzare il pozzo, si trovi ad una quota più bassa del livello piezometrico della falda, questo comporta la fuoriuscita dell'acqua dal pozzo.

In **pressione**: pozzi di questo tipo vengono detti **pozzi artesiani**.

Tale fenomeno porta all'asportazione dal versante di notevoli quantità di materiale, che si depositano a valle, ad opera di fenomeni alluvionali.

14-3-2013

... Continuum lesivo e c

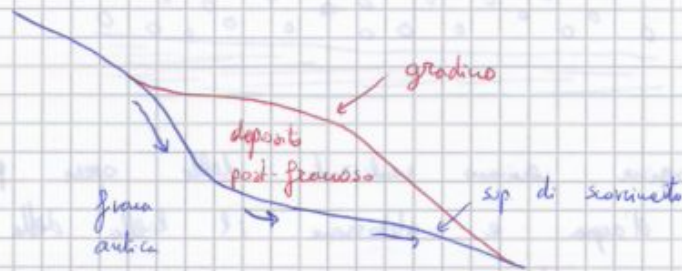
Frane

I due sinonimi più utilizzati per il termine frana sono **dissesto** e **collasso**, tuttavia si è un'enorme differenza tra i due: il primo indica un fenomeno lento e prevedibile con opportuni manteggi, il secondo indica un fenomeno franoso improvviso e rapido, che avviene senza preavviso.

Vediamo ora i principali termini utilizzati per il corpo frana:

testata: parte più alta nel versante da cui ha inizio la frana;

gradino: zona di deposito post-franoso in cui si forma uno scivolo lungo il versante



frana destra e sinistra: definito sempre dando le spalle al versante;

fattore di dezinquinamento: rotture del terreno che indicano la possibilità di frane future.

frane da crollo

tipologia dell'ammasso roccioso: rocce lapidee fratturate (soprattutto con fanglie di fratture messe a frangipoggio);

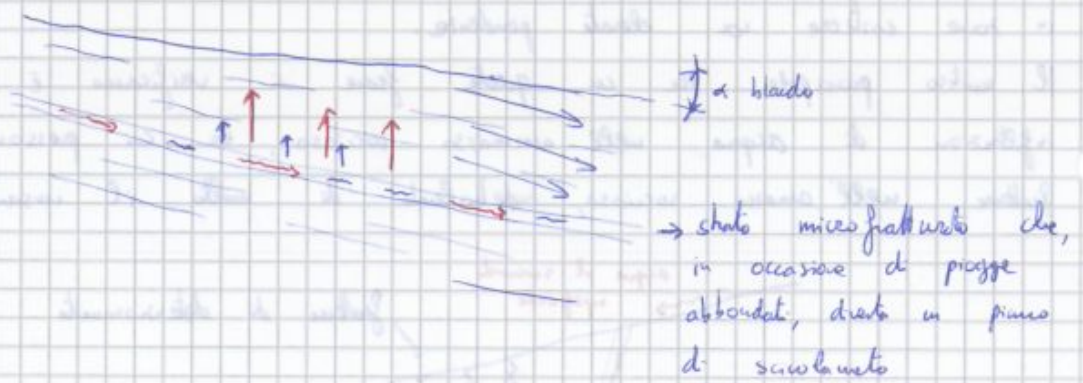
Cause predisponenti: pendenza del versante e stato di fratturazione della roccia;

Cause scatenanti: piogge, sismi e interventi antropologici;

Velocità del fenomeno: frana rapidissima;

Prevedibilità del dissesto: difficilmente prevedibile, l'unico modo è mettere degli stanchi lungo la zona pericolosa che registano ed indicano in tempo reale le piccole variazioni del versante;

e dinamiche delle frane da crollo sono molto variabili, inoltre queste si verificano soprattutto in zone montuose vicino a delle stadi, ma si possono anche verificare



Soluzioni: fore pozzi drenanti

Essendo le frane da scivolamento piane dei fenomeni piuttosto lenti, spesso non sono visibili ad un prima occhiata, ma il fatto che il versante sia in continua evoluzione spesso viene evidenziato dalle deformazioni delle strade, quote invece fortemente visibili.

Frane da scivolamento rotazionale

Tipologia dell'ammasso roccioso: materiale fine quale argille e limi

Cause predisponenti: impermeabilità degli strati;

Cause scatenanti: - piogge per lunghi periodi

- pozzi perdenti;

- opere antropologiche (strade, scavi, etc...);

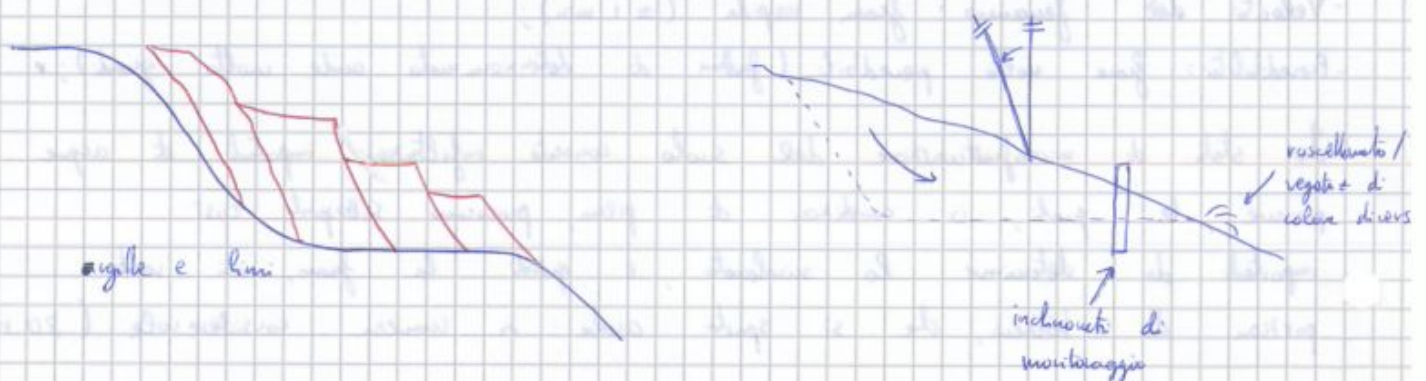
- infiltrazioni di acque superficiali;

- ingolfamenti

Verificabilità del dissesto: effettuando opportune osservazioni come **pal della linea inclinati, deformazioni delle strade, ingolfamenti del terreno e buchi**

è possibile prevedere il fenomeno con buona precisione. Tuttavia si tratta di un'operazione pesante perché queste sono frane quasi impossibili da fermare

Soluzioni: quasi nessuna



Colate di fango (Mud flow)

Tipologia dell'ammasso viscoso: materiale fine (quale argille o cinenti) depositato su un substrato viscoso stabile

Cause predisponenti: pendenze elevate di versanti con impattati depositi di materiale fine;

Cause scatenanti: lunghi periodi di piogge (prima piogge di saturazione e poi piogge abbondanti che dà il via alla frana);

Pericolosità: hanno la stessa pericolosità delle colate detritiche, con la differenza che il materiale trasportato a valle è più fangoso che viscoso

Prevedibilità del fenomeno: molto prevedibile;

Soluzioni: quando la causa scatenante l'acqua piovana, si realizzano canali di scolo che deviano il percorso dell'acqua portandola in corsi d'acqua preesistenti.

Frana da spiofondamento (sink hole)

Tipologia dell'ammasso viscoso: rocce di diversa natura che "poggiano" su strati viscosi cotti; tali muti sotterranei possono essere causati da:

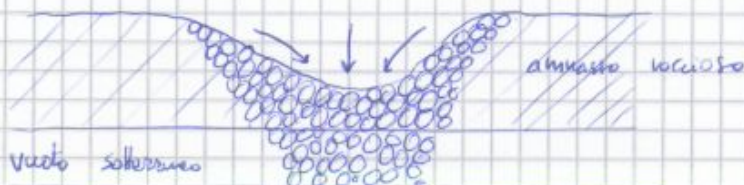
- falde acquifere che scavano all'interno delle rocce carbonatiche creando delle vere e proprie gallerie sotterranee (naturali);
- vecchi canali di scolo (artificiali).

Cause predisponenti: la particolarità dell'ammasso viscoso è la principale causa predisponente, in quanto queste sono le uniche frane che avvengono anche in zone pianeggianti.

Cause scatenanti: cedimenti causati da costruzioni sovrastanti, da vibrazioni per lavori vicini o da terremoti.

Pericolosità: sono molto pericolose se si verificano in corrispondenza di centri abitati.

Prevedibilità: sono frane improvvise ma prevedibili attraverso studi condotti sulla geofisica.



27-3-2013

Studio e montaggio delle frane

Prima di intraprendere tutto il discorso sulle tecniche e le modalità di monitoraggio delle frane, dobbiamo fare una premessa: tutti questi sforzi sulla prevenzione hanno, come scopo primario, quello di **ridurre e salvare la vita delle persone**. L'obiettivo primario, dunque, è questo e tutto ciò che noi facciamo lo facciamo per raggiungere questo obiettivo (vedi anche slide 5-6-7-8)

Sistemi di controllo topografico per la misura di spostamenti superficiali

Il monitoraggio topografico può essere effettuato sia con metodi **tradizionali** sia con sistemi più innovativi di **intermeto satellitare (GPS)**. In entrambi i casi le operazioni sono costituite di una fase manuale ed una automatica.

1) Controllo topografico tradizionale

Il monitoraggio fatto con questa tecnica prevede la definizione preliminare di tutta una serie di punti strategici, che verranno collimati in maniera opportuna con strumenti classici della topografia, quali stazioni totali e distanziometri od onde.

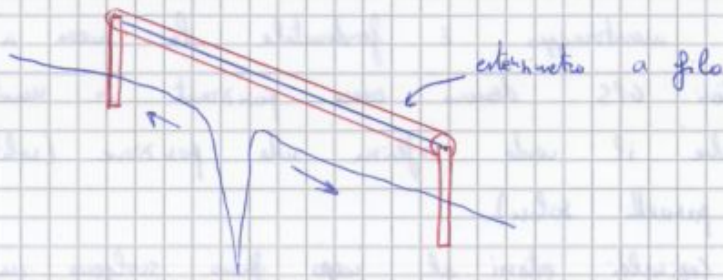
Tali punti vengono materializzati tramite **plastini^{CIS} V**, che devono essere molto stabili e ben affondati nel terreno, in modo tale da avere la garanzia che i risultati ottenuti siano affidabili. Su questi plastini vengono collocati i prismi ottici, che dovranno essere **tutti ben visibili** dai capisaldi fissi, cioè punti strategici (soltanto 2), esterni al corpo frana, dai quali verranno effettuate le operazioni di collimazione.

I **vantaggi** di questa tecnica sono: - misure rapide;
- costi contenuti;
- possibilità di operare anche in zone coperte;
- orientamento del versante ininfluente;

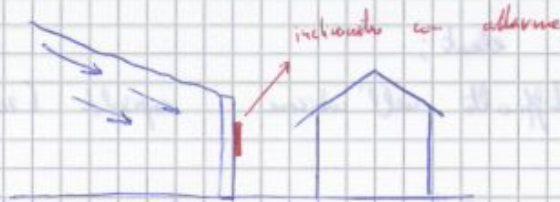
Gli **svantaggi** invece sono: - include operatori competenti;
- i capisaldi fissi devono essere visibili fra loro;
- distanza massima stazione totale - capisaldi 1500 m;
- possibilità di effettuare misure solo di giorno

2) Controllo topografico GPS

Il principio di monitoraggio è lo stesso, solo che, in questo caso, i punti strategici del corpo frana vengono implementati con dei localizzatori GPS i quali, tramite opportuni pannelli solari, mandano in continuo e senza interruzione campagne di rilievo, i dati sulla posizione planimetrica alle stazioni di controllo.



Inclinometri di superficie: consentono di misurare l'inclinazione subita, ad esempio, da un parete di contenimento per un terreno. Spesso è utile in corrispondenza di muri di sostegno vicini ad abitazioni, collegate con sistemi di allarme che scattano qual'ora l'inclinazione supera un certo valore limite prestabilito.



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

Inclinometri, piezometri, estensimetri a filo;

Combinazione pluviometri, inclinometri e piezometri: Avuti 3 strumenti usati in combinazione tra loro consentono di studiare bene gli spostamenti che si verificano in profondità, consentendo di capire la tipologia di frana in atto, la causa scatenante e le possibili soluzioni da adottare per bloccare il fenomeno franoso.

Vediamo ora 2 esempi:

1) I dati ricavati con il **pluviometro** ci dicono che la maggior parte delle piogge si sono concentrate nei mesi di Maggio, Luglio, Settembre e Novembre.

Proprio in corrispondenza di questi mesi la quota del piano di falda è variata in modo sensibile (soggettivamente misurato con **piezometro**, dimante), fatta eccezione per il mese di luglio, in cui la falda non ha mostrato profondi cambiamenti, questo a causa della forte evaporazione del terreno.

In fine, con 2 **inclinometri**, collocati a diversa profondità, sono stati registrati movimenti importanti proprio nei mesi in cui il piano di falda ha subito le maggiori variazioni.

Concludiamo: il momento franoso è determinato dalla forte sottospinta idrica che si fa più intensa quando cominciano i periodi delle piogge persistenti;

Soluzione: realizzazione pozzi per l'eliminazione dal sottosuolo dell'acqua in eccesso.