



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 917

DATA: 31/03/2014

A P P U N T I

STUDENTE: Marone

MATERIA: Ingegneria degli Scavi + Eserc.

Prof. Cardu

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.**

CLASSIFICAZIONE SCAVI

Mezzo: roccia, terra.

Ambiente: cielo aperto, sotterraneo, subacqueo.

Finalità: estrattive, civili.

Carattere: ciclico, continuo. Accesso del personale sul fronte di scavo. Concomitanza di opere di sostegno.

SCOPI

Estrattive, cavità prodotta, entrambi. Pietre ornamentali, abbattimento controllato.

FASI

Attacco, distacco, sgombero.

DEMOLIZIONE EDIFICI

Ribaltamento (creo cuneo per cinematismo edificio), Implosione, Pinze o cesoie, Escavatori, Martelli demolitori, Tagliatrici a disco o filo diamantato.

AMPLIAMENTO CONCESSIONE SCAVO

Incognite: vibrazioni (lesioni o danni edifici limitrofi → esplosivo), rumore (dumper o perforatrici), polvere (perforatrici, volate o frantoio), stabilità fronte finale di cava.

Soluzioni: studio propagazione vibrazione nell'ammasso roccioso, area di rispetto, monitoraggio continuo per controllo anomalie, modifica piano di tiro o tipologia di esplosivo.

OBBIETTIVO CONDIZIONA ESECUZIONE LAVORO

Trincea: abbato con mine per avere abbattuto facilmente caricabile e pareti regolari e stabili.

Pietrisco: progetto in base a dimensioni frammenti, idonei alle successive operazioni → frantumazione.

Blocchi regolari per lastre: isolo il blocco di forma e dimensioni adatte tramite tagliatrici o esplosivo.

Classi: I 100-81 roccia ottima; II 80-61 roccia buona; III 60-41 roccia mediocre; IV 40-21 roccia scadente; V <20 roccia pessima.

Q SYSTEM – ROCK MASS QUALITY

Valutazione numerica qualità della roccia, da dati di 1000 scavi di gallerie, 6 parametri.

RQD, frequenza discontinuità (indice discontinuità J_n), rugosità discontinuità (indice scabrezza J_r), grado alterazione (indice alterazione J_a), acqua di percolazione (indice riduzione condizioni idrauliche J_w), condizioni sollecitazioni (fattore riduzione resistenza SFR).

$Q = (rqd/J_n) + (J_r/J_a) + (J_w/SFR) \rightarrow$ 1000-400 ottimo; 400-100 estremamente buono; 100-40 molto buono; 40-10 buono; 10-4 mediocre; 4-1 scadente; 1-0,1 molto scadente; 0,1-0,01 estremamente scadente.

MASSA VOLUMICA

Distinzione fra quella in posto e quella del materiale abbattuto, con abbattimento aumenta del 30-50% e diminuisce densità apparente. Solitamente rocce densità in posto 2,5-3 t/m³ \rightarrow densità abbattuto 2 t/m³.

ABRASIVITA' DEL MEZZO

Indicatore dell'attitudine del mezzo a logorare gli utensili che vanno a contatto, è funzione della composizione mineralogica del mezzo e della composizione e conformazione utensile. Comporta un progressivo peggioramento prestazione delle macchine di scavo, a causa dell'aumento di superficie di contatto, fino a che la pressione specifica esercitata dall'utensile non provoca più cedimento roccia.

DUREZZA DEL MEZZO

Assegnata una posizione nella scala Mohs. Tramite prova Vickers. Determino il rapporto fra la forza con cui viene premuto sulla superficie del metallo un penetratore standard di diamante e l'area dell'impronta ottenuta. Per avere minor usura degli utensili bisogna accettare una minor produttività delle macchine.

GEOMETRIA CAVITA'

- Resa migliore rispetto all'ANFO
- Stabile quindi grande stoccaggio
- Si utilizza in booster in cariche di esplosivo secondario sordo.
- Le principali sono water slurry (2 fasi emulsionante)
- Meno fine delle emulsioni

	Gel dinamite	ANFO	Watergel-waterslurry	emulsioni
gamma	++	-	+	++
Vel det	++	-	+	++
Res h20	++	-	+	++
costo	++	-	-	-

ESPLOSIVO

Sostanza (composto o miscela) allo stato condensato (solido o liquido) che a seguito dell'innesco reagisce esotermicamente in tempo brevissimo, con prodotti finali gassosi alla temperatura della reazione.

Sostanza ad alto contenuto energetico, che attraverso l'esplosione si trasforma in sostanze stabili a contenuto energetico molto inferiore. Esplosivi solidi sono miscele o combinazioni suscettibili di assumere il regime di detonazione, nome di polveri agli esplosivi che assumono il regime di deflagrazione.

Perché sia utilizzabile e necessario che la reazione d'esplosione avvenga solo se la sostanza è sottoposta ad uno stimolo energetico, la reazione non si interrompa e proceda velocemente fino a completa decomposizione della carica.

ESPLOSIONE

Fenomeno di trasformazione chimica che avviene in un tempo brevissimo, accompagnata da uno sviluppo di energia (termica o meccanica) e di gas.

CLASSIFICAZIONE ESPLOSIVI

Velocità reazione: deflagranti (bassa velocità di propagazione 300 m/s, polvere nera, polveri da lancio e fuochi d'artificio). Detonanti (velocità propagazione da 1000 a 8000 m/s, primari o innescanti se detonano semplicemente all'urto (fulminato di mercurio), secondari se richiedono l'uso di un detonante primario (trinitroglicerina, pentrite, T4 tritolo).

scariche elettriche, addizionato a grafite in sistemi elettrici per migliorare conduttività.

DETONATORI COMUNI

Innescati da miccia a lenta combustione, che contiene polvere nera, velocità 120 s/m, limitazione perché risente dell'umidità, è un cordone di cotone Ø 5-7 mm rivestita con sostanze che rendono impermeabile e anima in polvere nera. Serve per l'innescio di detonatori ordinari e dare un ritardo di sicurezza agli operatori.

Tipi: relais per micro ritardi, elettrici, NONEL, elettronici.

PRIMER

Detonatore + booster di esplosivo detonante secondario sensibile, Italia no

MICCIA DETONANTE

Sottile tubo di plastica con all'interno un'anima di pentrite (6000-8000 m/s)

NITROGLICERINA (NGL) $C_3H_5N_3O_9$

Dal propano C_3H_8 per sostituzione di 3 atomi di idrogeno con 3 ossidrili.

Si ottiene industrialmente per gocciolazione della glicerina in una miscela nitrante (acido nitrico 70% e acido solforico 98%, proporzione 35/65).

DINAMITE

Nobel 75% + NGL 25%

Si aggiunge alluminio come stabilizzante.

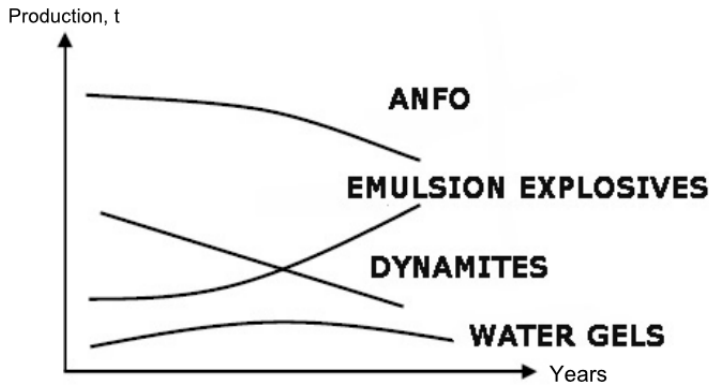
Vantaggi: poco costosi e sicuri da maneggiare.

Svantaggi: sordi, basse velocità di detonazione, non resistenti all'acqua.

ANFO

Poco costoso, semplice fabbricazione.

Limitazioni: Ø minimo carica 50 mm; no in sotterraneo per gas tossici; no in ambienti con gas grisutosi, cioè combustibili; no in presenza di acqua, perché nitrato va in soluzione; uso da - 20 a + 40 °C; innescio con booster.



Europa: 37% emulsioni; 47% ANFO; 16% dinamite (sotterraneo)

CARATTERISTICHE ESPLOSIVI

Innescabilità; impedenza ($Z_e = \delta e V_e$; $Z_{rock} = Z_e OK$); dirompenza (attitudine cariche a frantumare corpi solidi in cui son contenute, dipende dall'energia specifica); \emptyset critico (\emptyset più piccolo a partire dal quale l'esplosivo detona, dinamite 25, Anfo 50, pulverulenti < 30, slurries 30-50, emulsioni 20-40 [mm]); δ critica (700-800 Kg/m³ ANFO a 1350-1550 Kg/m³ dinamite; densità di caricamento massa esplosivo/volume cavità; densità di insensibilizzazione, al disopra della quale non avviene la reazione; densità di targa, quella prescritta; dinamite 1,1-1,5 – pulverulenti 1-1,2 – ANFO 0,8-0,9 – slurries 1,1-1,4 – emulsioni 1,2-1,3 [t/m³] influenzate da modalità di caricamento); distanza di colpo (attitudine esplosivo a trasmettere la detonazione a quelle vicine non a contatto); tenuta all'acqua (capacità a mantenere inalterate le proprie caratteristiche); salubrità dei fumi; attitudine ad accendere atmosfere esplosive; sensibilità ad urti, sfregamento e riscaldamento.

MINA

Foro da mina; esplosivo o carica; artifici o sistema d'innescio; borrhaggio.

Operazione ciclica: attacco; distacco; abbattimento secondario; sgombero.

DETONATORI

Scopo di produrre detonazione di intensità sufficiente per azionare la carica. Per stimolo termico o onda d'urto. Esplosivo primario (0,2-0,5 g) + esplosivo secondario (0,2-1 g) pentrite; a volte non c'è il primario. Posizione o fondoforo o boccaforo.

BORRAGGIO

Miccia detonante e relais

Contesto operativo

intervallo temporale tra accensione e tiro	n.a.
possibilità di tiro sequenziale	mediante interposizione dei relais nella linea di miccia detonante, pericolo di mine inespluse per tranciamento della miccia detonante da proiezioni per brillamento di una carica precedente
numero di detonatori impiegabili in una volata	n.a.
controlli preliminari del circuito di tiro	visivo
distanza postazione-volata	n.a.
facilità e rapidità d'impiego	discreta
efficacia e sicurezza d'impiego	risentono delle limitazioni derivanti dalla possibilità di tranciamento della miccia detonante
accuratezza della successione di brillamento	buona

Contesto ambientale

presenza d'acqua	idonei (necessaria sigillatura a tenuta)
campi elettromagnetici	idonei
correnti vaganti	idonei

ESPLODITORI

Dinamoelettrici, in disuso; A **condensatore**, tensione elevata e corrente elevata utilizzati per ogni tipo di detonatore.

Per detonatori elettrici → dinamoelettrici azionati per mezzo di maniglia girevole, a spinta o a molla. Energia immagazzinata $E = (CV^2)/2$; C capacità del condensatore [farad], V tensione di carica [Volt], B.I. o A.I.

Circuito collegato con due fili conduttori, linea di tiro, all'esplositore; non collegata direttamente ma arrestata a 5-20 m prima per non danneggiarsi, collegata a linea di collegamento, riutilizzata se non danneggiata.

In **serie** $R = nR_i \rightarrow V = RI; I_1 = I_2 = I_n$

In **parallelo** $I = I_1 + I_2 + I_n \quad V = V_1 = V_2 = V_n \quad R = R_1/n$ uso per abbassare resistenza elettrica del circuito, uso in combinazione serie e parallelo $R_{tot} = R_{detonatori} + R_{linea\ collegamento} + R_{linea\ di\ tiro}$. Ohmetri per misurare e verificare resistenze prima del brillamento.

NONEL

Attivo tutte le mine prima che brilla la prima, brevi ritardi in superficie e lunghi ritardi in foro.

Detonatori elettronici

		<u>Contesto operativo</u>	
		<i>intervallo temporale tra accensione e tiro</i>	praticamente nullo
		<i>possibilità di tiro sequenziale</i>	sino ad 8'000 colpi con intervallo di 1 ms
		<i>numero di detonatori impiegabili in una volata</i>	2'000
		<i>controlli preliminari del circuito di tiro</i>	visivo ed elettrico (strumento dedicato)
		<i>distanza postazione-volata</i>	limitata
		<i>facilità e rapidità d'impiego</i>	media
		<i>efficacia e sicurezza d'impiego</i>	molto elevata
		<i>accuratezza della successione di brillamento</i>	molto elevata
		<i>ingombro</i>	minimo
<u>Contesto ambientale</u>			
<i>presenza d'acqua</i>	idonei		
<i>campi elettromagnetici</i>	idonei		
<i>correnti vaganti</i>	idonei		

DETONATORI SENZA PRIMARIO (NPED)

Pentrite in capsula di acciaio al posto del primario, quindi meno sensibili. Manicotto di gomma, tubo nonel, bossolo detonatore, elemento di ritardo con sostanza pirotecnica, elemento di innesco con pentrite, carica di base esplosivo secondario pressato in bossolo di Al.

FRAMMENTAZIONE ROCCIA

Foraggio per mine, collegamento, roccia decompaginata, sgombero.

VOLATA

Cooperazione fra mine, o gruppi, esplosivi simultaneamente o in rapida successione, al fine di distaccare e frammentare un determinato volume di roccia. Traccia fori = mezzecanne. **Maglia**: quadrata, rettangolare o quinconce.

EFFETTO ESPLOSIONE

R0 diametro foro, $R < 2R_0$ zona completamente frantumata, $R < 10R_0$ fratturazione radiale densa, $R < 40R_0$ fratturazione lasca o blanda.

GRUPPI FUNZIONALI DI MINE

Mine di apertura: per preparare le condizioni favorevoli a quelle successive, esempio creando pareti libere o ampliarle.

Mine di produzione: funzione di abbattere un grande volume sfruttando le condizioni favorevoli create dalle precedenti.

Mine di profilo o contorno: delineare il contorno, distacco la rimanenza lasciata da quelle di produzione.

SUPERFICE DI PERFORAZIONE

Almeno una parete libera è accessibile dai mezzi che operano la perforazione da cui iniziano i fori.

DENSITA' DI PERFORAZIONE

Fori/m² rapporto fra n° fori volata e superficie di perforazione.

CLASSIFICAZIONE IN BASE N° SUPERFICI LIBERE

La sequenza delle esplosioni deve essere progettata in base da massimizzare le mine che brillano in condizioni favorevoli, con più superfici libere.

Le pareti libere create da una mina non sono per la successiva libere, visto che lo sgombero avviene a fine volata, quindi l'abbattuto può creare resistenza alle mine che esplodono per ultime.

BRILLAMENTO SIMULTANEO E IN SEQUENZA

Brillamento simultaneo solo in casi particolari, perché di solito ho dei limiti di esplosivo da usare simultaneamente e inoltre la sequenza migliora la frammentazione. Serve per il distacco di grossi blocchi che favorisce il guidaggio della frattura.

PIANO DI TIRO

Progetto esecutivo della volata, posizione, diametro, lunghezza e orientamento fori, caricamento (tipo e quantità esplosivo, mezzi innesco, borraggio), temporizzazione esplosioni.

DISACCOPPIAMENTO CARICA

Allineamento di fori con caricamento accoppiato sufficientemente vicini da luogo ad una frattura di separazione + rete fratture radiali singoli fori, un allineamento con caricamento disaccoppiato da luogo solo a alla frattura di separazione.

PROFILATURA – PRESPLITTING

Scopo di creare una o più fratture di separazione per isolare un determinato volume di roccia che sarà asportato e abbattuto. Isolamento preventivo per evitare danni alla roccia che deve rimanere in posto.

Teoria presplitting: due cariche innescate simultaneamente in fori adiacenti, collisione onde d'urto pone in tensione il ponte di roccia compreso fra gli assi delle cariche e produce una frattura netta. Tale frattura si allargherà grazie ai gas in funzione di tre fattori: proprietà e condizioni roccia, interasse fori, qualità e tipo esplosivo. **6-10 diametro.** Obiettivo isolare il blocco, grande controllo con disaccoppiamento (diametro carica = 0.5-0.3 del diametro del foro), costo alto, alto SD.

PROFILATURA – LINE DRILLING

Molto costoso, superfici di separazione tramite fori affiancati fra loro, diametri 38-76 mm, applicabile in rocce omogenee con deboli fratturazioni

PROFILATURA SMOOTH BLASTING

-

Caso di allineamento di fori paralleli con piccola e regolare spaziatura, **16-25 diametro**, debolmente caricati, giacenti nel piano di distacco voluto, esplosione simultanea o a gruppi, esplodono dopo quelle di produzione.

PROFILATURA AIR DECKING

Genere esplosivo al nitrato, il tampone è una guaina di plastica introdotta e fatta rigonfiare con aria compressa

PROFILATURA CUSHION BLASTING

VOLATE DI DISTACCO

Frattura ha lo scopo di isolare blocchi integri, almeno 3 pareti libere.

DYNAMIC SPLITTING

Tecnica convenzionale, precisione perforazione + abbattimento controllato. Cariche molto sottili → miccia detonante Ø 3 mm, fori paralleli vicini 32 mm, brillamento simultaneo.

Rapporto fra interasse fori e diametro perforazione, importante. Pressione $\times \varnothing >$ resistenza a trazione $\times E$. superficie attiva = \varnothing foro \times lunghezza caricata; superficie resistente = interasse fori \times lunghezza forata.

$PF = a + b \times S/V + c \times s$ $a=10,52 \text{ g/m}^3$ $b=26,74 \text{ g/m}^2$ $c=28,74 \text{ g/m}^4$
s=spostamento desiderato

SPLITTING DINAMICO

Solo a giorno per bilancio di ossigeno, miccia detonante alla pentrite, fori piccolo diametro, ravvicinati, paralleli e complanari, detonazione simultanea tramite miccia maestro, frattura grazie a trazione indotta nei ponti di roccia ed eccesso di energia crea piccolo spostamento bancata.

Vantaggi: tecnologia versatile e flessibile, sia isolamento grandi bancate che riquadratura blocchi, rocce di qualsiasi durezza, costi contenuti.

Svantaggi: rumori, vibrazioni, proiezioni, fratturazioni indotte, discontinuità operative, irregolarità superfici.

VOLATE DI BONIFICA

Operazioni intese ad eliminare, provocando il distacco e caduta, porzioni instabili, operazione è riuscita se le condizioni statiche parete che rimane in loco non siano peggiorate, eseguita mediante convenzionale lavoro di mina, con cariche confinate. Consumo specifico solitamente minore, superficie di perforazione è condizionata dalla comodità di accesso, risultato è una nicchia sana e senza fessurazioni, brillamento microritardato o simultaneo meglio.

Condizioni: certezza d'effetto, un secondo intervento sarebbe pericoloso; consumo specifico è calcolabile a posteriori, perché obiettivo primario è il distacco e non la

R=distanza

Q =CPD, carica o carica per ritardo

DIN 4150 (tedesca) → 1 poco sensibile, 2 normale, 3 sensibili.

Rilevo tramite geofoni e costruisco vibrogramma, solitamente prima mina > velocità

Flash over = esplosione per simpatia.

Rimedi: opero in pretaglio e avanzo da vicino edificio a lontano.

SCAVO GALLERIE CON ESPLOSIVO

Solo una superficie libera delimitata da diedri negativi. Si usa principalmente nitroglicerina, per resistenza all'acqua, buona qualità dei fumi e certezza di detonazione completa. Fasi cicliche (piano di tiro, perforazione, caricamento, brillamento, disaggio, sgombero).

Piano di tiro: prg esecutivo della volata, posizione, diametro, lunghezza, orientamento, caricamento, temporizzazione, piccole modifiche in fase di realizzazione, rappresentazione grafica in scala quotata, tabella con dati. Fori scariche per creare superfici libere alle prime mine.

Presplitting no, perché rimarrebbero blocchi grossi → Smutblasting sempre.

$V_{tot} = \text{sezione} \times \text{sfondo}$ sfondo effettivo 90% dello sfondo teorico OK

Look out = deviazione longitudinale 2-5° perché se no convergerebbe la sezione con l'avanzamento.

A volte succede lo scavernamento. PF è maggiore dello scavo a giorno, è in funzione della sezione di scavo, diminuisce all'aumentare della sezione.

$Q (PF) = 0,8 + 12/\text{sezione}$ $D (SD) = 1,2 + 25/\text{sezione}$ $Q_{tot} = PF V_{tot}$

MINE DI APERTURA

Molto vicine, occhio esplosioni simultanee per simpatia. Creo superfici libere addizionali con fori, fase di attacco, ampio progressivamente la cavità, fase di distacco. Fori paralleli → sfondo elevato in galleria piccola e media sezione. Fori inclinati → efficace in caso di doppia, tripla o quadrupla V. mine devono esplodere in sequenza e non simultaneamente. Sfondo e proporzionale al diametro del foro di scarico. Necessario rispettare l'aumento del volume di roccia abbattuto. Apertura a fori inclinati.

PERFORAZIONE

Operazione di scavo a fondo cieco su sezione piccola → detrito fine, caratterizzata da velocità di perforazione pura, rilevato su tempo di perforazione e diametro foro (80 cm/min in granito utensile da 50 mm).

Tempi morti: posizionamento macchina, avvio perforazione, aggiunta aste, estrazione aste a fine perforazione, spostamento macchina, sostituzione utensile, inceppamenti e inconvenienti.

Finalità: sondaggi, scopi statici, estrattive, comunicazione, drenaggio, abbattimento.

Fragilità: quando materiale raggiunto un certo carico cede bruscamente.

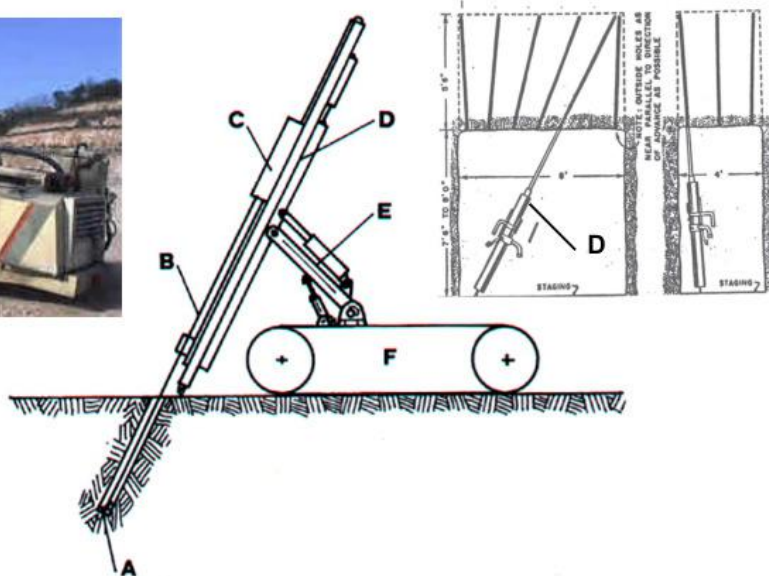
Tenacità: quando materiale raggiunto certo carico, resiste deformandosi prima di rompersi.

Diametro condiziona energia spesa per perforare, minore in piccoli fori.

Teseecuzione = (lunghezza/velocità perforazione) + tempi morti [min]

Vlorda = Lunghezza/Teseecuzione [cm/min]

MACCHINARIO PERFORAZIONE



Esempio di macchina di perforazione (perforatrice cingolata o "track drill") e nomenclatura delle parti.

A: utensile; B: aste di perforazione; C: perforatrice; D: sistema di guidaggio e avanzamento (slitta); E: sistema di posizionamento (bracci idraulici); F: carrier (nel caso, carro cingolato).

PROCESSI DISGREGAZIONE ROCCIA

SPURGO

Allontamento del detrito immediato e completo, rimacinare consuma energia e non produce foro, tendenzialmente senza acqua causa mal accoppiamento con esplosivo, più grossi sono i detriti meglio è.

Metodi: meccanico a secco con aste elicoidali; a gravità per fori verticali; a circolazione di fluido diretta (aria, acqua, misto); a circolazione inversa aspirazione attraverso foro assiale della batteria.

ASTE, BATTERIE E COLLEGAMENTI

La potenza viene trasmessa da batteria di aste, lunghezza 2-5 m, collegate da manicotti filettati, collegamento con macchina tramite impugnatura con accoppiamento prismatico, sezione esagonale solitamente o cilindrica, aste filettate su tutta la lunghezza in modo da eliminare la parte danneggiata.

FORZA MOTRICE

Motore diesel + compressore = perforazione pneumatica

Motore diesel + pompa = perforazione idraulica

Motore diesel + generatore elettrico + motore elettrico + pompa = perforatrice idraulica

Motore diesel + generatore elettrico = perforatrice elettrica

Solitamente si usa una linea di distribuzione dell'energia elettrica

CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI PERFORATRICI

Sezione 4-20 m² → perforatrici non computerizzate

Sezione 20-60 m² → carri Jumbo computerizzati a due bracci

Sezione > 60 m² → carri Jumbo computerizzati a tre o più bracci

Automatizzazione: di base, operatore manovra bracci + supporto dati inclinazione e posizione; standard, dati in tempo reale; totale, computer muove i bracci.

MARTELLI PERFORATORI ORDINARI

Perforatori pneumatici a percussione, 10-30 Kg, Ø 25-40 mm, lunghezza massima 8 m, frequenza 1500-3000 colpi/min, massa battente spinta da aria compressa

Trasporti lunghi, mezzi separati e discontinui, a volte anche nastri, a volte si passa prima dai frantumatoi, evitare le risprese.

CAPACITA' PRODUTTIVA

Risultato finale a fine turno è il volume in m³ di roccia in posto e il trasferimento, per il risultato c'è la cooperazione di più macchinari. Turno 8 ore → 7-7,5 ore nette. Le perforatrici in media lavorano 3 ore (sotterraneo). Valutare produttività di ciascuna macchina in m³ in posto/ore e verificare che tali capacità siano in proporzione inversa con i tempi assegnati a ciascuna operazione. Si usa la previsione dai dati nominali di prestazione delle macchine.

MACCHINE PER SMARINO

Bisogna considerare che il volume abbattuto è maggiore di quello in posto → fattore di aumento (bulking factor) circa 1,5. Macchine che effettuano sia raccolta che breve trasporto sono convenienti.

MACCHINE RACCOLTA E TRASPORTO

Scraper a funi: hanno una lama raschiante trainata da funi, che trascina sul terreno un determinato volume di abbattuto e a fine corsa lo abbandona e riparte da inizio cumulo. Caratterizzati da potenza e dimensioni lama dalle quali dipende il volume ciclico prelevato, inoltre dalla lunghezza delle funi per la distanza di trasporto.

Dozer: lama spinta da un trattore, il trasporto conviene solo nel caso di brevi percorsi, volume raccolto è proporzionale alla larghezza della lama e all'altezza al quadrato. $H = 0,9 \text{ m}$ e larga $2,5 \text{ m}$ capacità = $0,9^2 \times 2,5 = 1,82 \text{ m}^3$ roccia frammentata.

Ciclo: fase di raccolta, trasporto e ritorno, produttività oraria = volume raccolto/durata ciclo.

Pale LHD: mezzi di carico e trasporto, con capace benna frontale, dati potenza, velocità e capacità benna. Ciclo: raccolta, spingendo la benna nel cumulo e alzandola quando è piena, tragitto fino al punto di scarico, scarico.

Dumper da sotterraneo: provvisto di cassone ribaltabile $18-25 \text{ m}^3$ (50000 kg), alta velocità, basso profilo articolato.

Carri autocaricanti: cassone ribaltabile e benna di carico frontale a scarico posteriore, potenza, velocità, capacità benna e cassone

MACCHINE SEPARATA PER RACCOLTA E TRASPORTO

Forza utensile su roccia = forza roccia su utensile → reciproca distruzione; specifici valori di resistenza meccanica dipendono dalla scala di applicazione.

EFFETTO SCALA

A pari materiale e forma, il rapporto tra carico di rottura e sezione resistente sia costante e FALSA, la resistenza unitaria decresce al crescere delle dimensioni del corpo resistente. I materiali sono inomogenei a scala microscopica, a causa della diversa orientazione dei cristalli. Per calcolare forza utensile bisogna considerare la presenza di vari materiali → durezza a piccola scala: scelgo allineamento, prove puntuali a step regolari, misuro impronte penetrometro più lunghe, profilo durezza, distribuzione statistica valori.

DUREZZA E TENACITA'

Utensile tenace non si deve scheggiare all'improvvisa applicazione del carico, lavoro necessario a portarne a rottura un volume unitario.

Aumento della durezza di solito diminuisce la tenacità. Utensile è un concentratore di forze, trasferisce picchi intensissimi di forza a brevissimi intervalli.

Durezza: pressione da applicare su area piccolissima per provocare un cedimento locale.

Tenacità: lavoro necessario a portare a rottura un volume unitario di materiale.

Correlati da quantità di lavoro di scavo che può svolgere un utensile prima che lo si debba sostituire.

Materiali: sostanze semplici (diamanti, quarzo); sinterizzati (compattando sotto forte pressione e riscaldamento per saldatura grani, Widia); leghe (fondendo assieme metalli, acciai duri).

Usura: modificazione geometria originaria. Rottura: sottoposti a sforzo eccessivo.

Vita utile: ore di lavoro effettivo intercorrente fra le sostituzioni.

Consumo specifico utensili: rapporto numero di utensili sostituiti e produzione ottenuta. Macchina = organi di scavo (1 o +) con utensili (1 o +)

Q_u (produzione oraria utensile) = Q (produzione oraria) / N° utensili

V_u (vita utile) → V_u / Q_u (consumo specifico utensili)

$(P_1 - P_2) / Q_u$ → quantità di metallo che 1 m³ di roccia asporta all'utensile

P_r (peso utensili rimpiazzati) P_r / Q tot metallo consumato per unità produzione, se coincide con $(P_1 - P_2) / Q_u$ c'è l'utilizzazione ideale del metallo.

ORGANI DI SCAVO

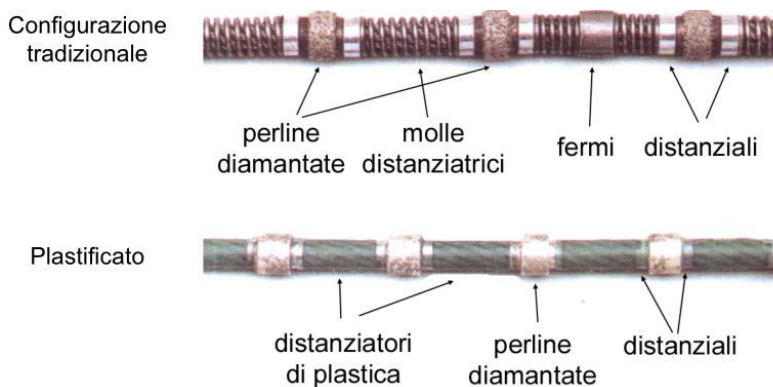
Partire anni 70, più diffusa, soprattutto marmo 90% cave Italia, per il granito solo dagli anni 90 tramite sinterizzazione in alcune fasi. Serve per taglio a monte e riquadratura, sia cielo aperto che sotterraneo.

Principio: incidere la roccia secondo un piano prefissato per mezzo di un flessibile reso abrasivo.

Applicazione: circuito chiuso entro quale scorre il filo ad alta velocità e raffreddato con acqua 15-50 l/min, creando un solco sempre più profondo.

Componenti: gruppo volano-motore; elettrico 18.56 KW collegato al volano in Al Ø 550-1020 mm, con scanalatura periferica in gomma antiabrasiva, carter di protezione per possibile proiezione di perline o colpi di frusta, a volte pulegge folli per aumentare forza di trasmissione. Quadro di comandi, collegato tramite un cavo 10-15 m, per distanza di sicurezza. Binario su cui la macchina può traslare, spezzoni 2-3 m

FILO DIAMANTATO



Pietre tenere: cavo acciaio zincato, Ø 5 mm, con 7 trefoli avvolti a elica, compito di sostenere le perline e assorbire sollecitazioni. Perline diamantate, elemento tagliente, distribuite omogeneamente sul cavo, 28-34 per marmo, 32-40 per granito. Molle distanziatrici, elementi spiraliformi, elastici, ultraflessibili in acciaio Ø esterno 8 mm, interposti alle perline, per ammortizzare gli urti. Distanziali, anelli in acciaio lunghi 4-5 mm Ø esterno 8 mm, servono per corretta disposizione delle perline. Fermi, anelli metallici che impediscono sfilamento delle perline, uno ogni 4-5 perline. Morsetti di giunzione, per consentire la chiusura ad anello del filo e l'unione di più spezzoni, più diffusi a pressione, ma ci sono a vite o manicotto.

Pietre dure: copertura del filo con guaina per ridurre usura e ritenuta perline in caso di rottura. Plastificati, molle e spaziatori sostituiti da una copertura in resina termoplastica iniettata ad alta pressione, perline solidali al cavo. Gommati, iniettata a caldo una guaina protettiva di materiale gommoso su un filo tradizionale

PERLINE DIAMANTATA

Blocco motore (44-52 KW) montato su telaio e collegato ad un braccio mobile su cui scorre la catena, poi binario su cui scorre il tutto, tre sistemi elettro-idraulici (catena, braccio e telaio su binari).

Vantaggi: no operazioni preliminari, libera 4 superfici (piano campagna, 2 laterali verticali, parallelo piano campagna).

Sotterraneo: braccio su affusto tubolare, lungo 3,5 m, larghezza 5-6 m, altezza 3,2-4,5 m, movimento colonne di sollevamento e quelle di traslazione → tagli orizzontali e verticali, montati su cingoli.

UTENSILE TAGLIATRICE A CATENA

Placchette taglienti di carburo di tungsteno, widia, o diamante policristallino, alloggiati su supporti, placchette montate in serie di 6-7 elementi.

La catena scorre sul perimetro del braccio, continuamente lubrificata, messa in movimento con corona dentata solidale.

PRESTAZIONI TAGLIATRICE A CATENA

Velocità avanzamento max 15 [cm/min]

Velocità rotazione catena > 1 [m/s]

Velocità taglio [m²/h]

Vantaggi: versatilità d'uso, salubrità delle operazioni, semplicità di funzionamento, poca manodopera, no lesioni della massa rocciosa, regolarità e planarità taglio, essenziale apertura coltivazioni in sotterraneo.

Limiti: no materiali duri, ridotta profondità di taglio, movimentazione macchina 2 addetti + escavatori potenti.

TAGLIATRICE A CINGHIA DIAMANTATA

Metà anni 90, variante ecologica tagliatrice a catena, differenze: no catena ma cinghia con inserti diamantati, lubrificazione solo tramite acqua in pressione, masse in movimento ridotte, velocità cinghia maggiore, solo marmi.

Cinghia: armatura metallica, cavetti di acciaio rivestiti plastica dura, emergono utensili di taglio, segmenti rettangolari (13 x m), larghi come cinghia 32 mm, spessi 15 mm, ricoperti di diamanti per 6 mm. Si deve sostituire l'intera cinghia.

Prestazioni: velocità 4-5 m²/h; velocità avanzamento 2,5 cm/min; velocità traslazione 20 m/s; durata utensili marmo 120 m²/m.

Vantaggi: stessi tagliatrice a catena, esclude l'uso di lubrificanti.

Parametri: caratteristiche geomeccaniche roccia, geometria scavo, caratteristiche intrinseche macchina.

Sezioni grosse → step progressivi,

vantaggi su TBM: costi minori, 0,3 sezioni larghe, 0,15 sezioni piccole, facilmente noleggiabili e operano subito al loro arrivo.

MACCHINE SCAVO IN ROCCIA FRATTURATA

Condizioni di fratture e piano di debolezza, moliti non enormi e labilmente collegati, simile ad un palanchino, l'estremità appuntita viene fatta penetrare e scalza e rimuove.

Caratteristiche analizzare: densità fratturazione, dimensione blocchi, anisotropia o isotropia della disposizione. Stare attenti che le indagini superficiali non sono veritiere della frantumazione in profondità (che va diminuendo), quindi la macchina diventa improduttiva. Parametro RQD o velocità propagazione delle vibrazioni nel mezzo $c = (E/densita)^{(0,5)}$, oppure correla velocità in provino con velocità in sito. Per vedere a che profondità è la roccia fratturata opero con geofisica ad onde rifratte, costruisco dromocrona e vedo quando c'è il cambiamento di velocità e calcolo $h = R/2 \cdot \tan(\frac{C2-C1}{C2+C1})$.

RIPPER

Derivata dall'aratro, consiste in un dente trainato da un trattore potente e pesante per aprire solchi in roccia, solitamente singolo dente a profondità 60-100 cm, utensile strisciante a grande profondità di passata, obiettivo rompere a flessione mensole di roccia, vincendo la resistenza a taglio dei piani deboli. Costituito da barra di acciaio a grande resistenza + utensile all'estremità. Attacco al trattore a semplice cerniera o parallelogramma. Affondamento comandato da cilindri idraulici. Trattori cingolati con lama dozer frontale. Larghezza solco circa 2-4 volte profondità punta.

Rendimento 0,4. A volte se roccia non molto fratturata c'è un preminaggio con esplosivo 50 g/m^3 .

A più denti solchi paralleli → scarificatori.

SCAVO A GIORNO

Roccia, scavo e ho il risultato.

Terra, scavo 2/3 → muro → rinterro; costruisco diaframmi e poi scavo.

Sbancamento, fondazione e subacquei.

DUMPER

Articolato o rigido. Più grande alto 7 m, lungo 15, largo 8 m, cassone da 200 m³, peso carico 500 t.

DOZER APRIPISTA

Impiego nel spostare roccia, dissodare terreni, effettuare bonifiche e riempimenti.

Vantaggi: facile ricomposizione morfologica. **Svantaggi:** impossibilità recupero escavazioni e coltivazione selettiva.

$P = (60 \text{ Capacità pala Rendimento operatori Rigonfiamento}) / \text{tempo di ciclo}$

MOTORSCRAPER

Ibrido fra pala e dumper, carica, trasporta, scarica e livella, ciclo continuo. Efficiente per distanze inferiori a 600 m. profondità scavo 10-30 cm, cassone 15-30 m³, velocità 20-40 km/h. scavo tramite lama aperta che riempie il cassone e al riempimento si chiude.

DRAGLINE SEMOVENTI

Per scavo orizzontale, organo di scavo benna raschiante aperta anteriormente e superiormente, lungo braccio (freccia) e fune di sollevamento viene calata sul terreno e trascinata fino a riempimento. Trasla su pattini 1-2 km/h. Affondamento comandato dal peso della benna. Solo materiali incoerenti.

Operazioni: posizionamento, riempimento, oscillazione, scarico, riposizionamento.

$BV \text{ (bucket volume)} = (\text{produzione annua} \times t \text{ ciclo} \times \text{swell factor}) / (3600 \times \text{hannue} \times \text{availability} \times \text{rendimento} \times \text{bucket fill factor}) \text{ [m}^3\text{]}$

A benna mordente, con due valve con labbra taglienti o dentate, calata aperta di 180° e mossa da funi, solo su terreni incoerenti scarsamente addensati, solo forza penetrazione da peso benna, chiusura tramite funi o idraulica, cassa forata per fuoriuscita acqua.

Produttività in funzione della benna e profondità di scavo (ideale 30-60 m).

Scavo per franamento controllato, continua fino a che le pareti create si stabilizzano (inclinazione pari all'angolo di attrito) $P_{max} = F_a F_h P_{nom}$ (F_a , fatt. rallentamento per avanzamento; F_h fatt. ritardo per cambio stiva; P_{nom} produzione nominale).

È una perforazione in terra o roccia, scopo di fornire informazioni sul sottosuolo, in campioni analizzabili o misure in sito. Uso sonde, macchina per perforare a grande profondità. Scopo ridurre i rischi di errore in fase progettazione. Indagini geognostiche, dati ed info per caratterizzazione geotecnica alla profondità voluta.

Componenti: incastellatura, sonda, batteria di aste, piattaforma, pompa di circolazione.

TIPI DI MACCHINE					
		PER ROCCE		PER TERRE	
SCOPO	A carotaggio (prelievo di carote)	A distruzione (prelievo di detrito)	A carotaggio (prelievo di campione indisturbato)	A distruzione (prelievo di <i>campione rimaneggiato</i>)	
Ricerca di minerali solidi (industria estrattiva)	Sonde rotative, con tagliatore anulare	Sonde a distruzione, a circolazione (a rotazione, a percussione, a rotopercussione)	//	Sonde a prelievo discontinuo (a <i>cucchiata</i>)	
				Sonde a circolazione (campione in forma di torbida)	
Indagini geotecniche – geomeccaniche (ingegneria civile)	Sonde rotative, con tagliatore anulare	//	Sonde con campionatore a <i>fustella</i>	Sonde a prelievo discontinuo (a <i>cucchiata</i>)	
Ricerca o estrazione di fluidi (es. acqua, olio, gas, ecc.)	//	Sonde a distruzione (a rotazione, a percussione, a rotopercussione)	//	Sonde a <i>cucchiata</i>	
				Sonde a circolazione	
				<i>Norton</i> (tubi infissi)	

CAROTAGGIO

Sono cilindri di roccia che rappresentano il materiale geologico alla quota di prelievo. Ottengo: diagnosi petrografica, analisi mineralogica, analisi chimica, macinabilità, durezza, abrasività.

SONDAGGI A DISTRUZIONE

Meno costoso del carotaggio, ma fornisce meno informazioni e minor certezza, solo analisi mineralogica e chimica.

Prelievo continuo in torbida: detrito + acqua

Prelievo continuo a secco: trascino con aria

- 9 pompa di circolazione
- 10 testa di adduzione
- 11 argano
- 12 puleggia di rinvio
- 13 gancio
- 14 foro di sonda
- 15 quota boccaforo

Possono essere inclinati a piacere con la presenza di una coppia conica.

Carichi agenti: potenza richiesta della barra, momento torcente nella batteria, peso secco batteria, peso bagnato batteria, spinta verticale alla batteria dalla barra, massima forza assiale di compressione, massima forza assiale di trazione.

ASTE

Acciaio con filetto femmina e raccordi maschi, acciaio con estremi femmina-maschio, corpo in lega leggera e raccordi in acciaio.

Diametri di interesse: foro, interno ed esterno tubi, interno ed esterno tagliatore, interno ed esterno carotiere, esterno delle aste, interno minimo aste.

CAROTIERE SEMPLICE

È uno spezzone di tubo con diametro esterno leggermente inferiore al diametro esterno del tagliatore ed interno leggermente maggiore del interno tagliatore, viene avvitato al di sopra del tagliatore per accogliere la carota. Sopra il tagliatore c'è un anello conico nel quale scorre la carota e quando si estrae l'anello si incunea. Uso abbastanza comune in rocce sane e carote corte, si usa per RQD.

Difetti: carota dilavata dall'acqua di circolazione, carota riceve forze tangenziali e quindi si disgrega la superficie, se roccia fratturata si fratturerà ulteriormente.

CAROTIERE DOPPIO

Carota accolta da un tubo immobile, reso folle rispetto all'esterno, l'acqua passa nell'intercapedine.

Caratteristiche geotecniche determinabili	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Natura del terreno	*	*	*	*	*
Composizione granulometrica		*	*	*	*
Contenuto d'acqua			*	*	*
Peso dell'unità di volume				*	*
Caratteristiche meccaniche					*
	Campioni disturbati o rimaneggiati			disturbo limitato	indisturbati

Prelievo e messi in cassette campionatrici.

Strati superficiali: fluido acqua ma anche aria compressa, sempre intubato per evitare perdita di circolazione e quindi detriti ostacolano la batteria; tubi con scarpa di widia per consentirne l'approfondimento.

CAROTIERE STARTI SUPERFICIALI

Estremità tubo carotiere avvitato il tagliatore, poi collegato con la riduzione alle aste, calice avvitato con avvitatura opposta contro la rotazione. Estrattore a castello o a lamelle.

TUBAGGIO

Scopo di sostegno delle pareti del foro ed utilizzo dopo perforazione.

Ordinario: affondato discontinuamente, indipendente, i tubi sono forzati nel terreno

Speciali: il tubaggio scende con l'utensile perforante.

Può essere realizzato con diametri via via minori.

Colonne perdute: vantaggio economico, inconvenienti durante la perforazione per la risaliti che determinano impossibilità di recupero dei tratti successivi al primo.

METODO ORDINARIO A PERCUSSIONE CUCCHIAIA

Solo fori verticali,

METODI ORDINARI A ROTAZIONE

Circolazione: utensili a lame o rotolanti, più usato è il tricono.

Senza circolazione: estrazione meccanica del terreno con trivella elicoidale.

METODI SPECIALI

È utilizzata nei seguenti campi:

- per lavori da mina di grosso diametro (> 90 mm);
- per perforazioni di ricerca, a scopi sia estrattivi sia geotecnici;
- per perforazione di pali;
- per iniezioni;
- per pozzi idrici.

Il martello fondo foro (o DTH) consiste in un **apparato di percussione azionato da aria compressa, che scende nel foro assieme all'utensile; l'apparato di rotazione, indipendente da quello di percussione, rimane all'esterno.**

L'utensile è simile a quello delle normali perforatrici a rotopercussione, ma ha uno stelo brevissimo che riceve gli urti dalla massa battente; vengono così evitate la trasmissione dell'urto attraverso la batteria (che ha luogo nelle perforatrici ordinarie) e la conseguente diminuzione di energia nei giunti delle aste.

Lo spurgo è effettuato dalla stessa aria che costituisce il fluido motore.

• occorre impedire che, quando si sospende l'alimentazione con aria compressa, l'acqua di falda entri nel martello: si dispone quindi una valvola di non ritorno nel condotto di alimentazione;

• bisogna espellere acqua e detriti durante la perforazione e ciò è molto facilitato **nebulizzando, nell'aria compressa di alimentazione, un agente schiumogeno che forma con l'acqua di falda una stabile schiuma**, adatta a trasportare i detriti prodotti, anche se grossolani. Nella perforazione sopra falda, serve a evitare la diffusione di polveri.

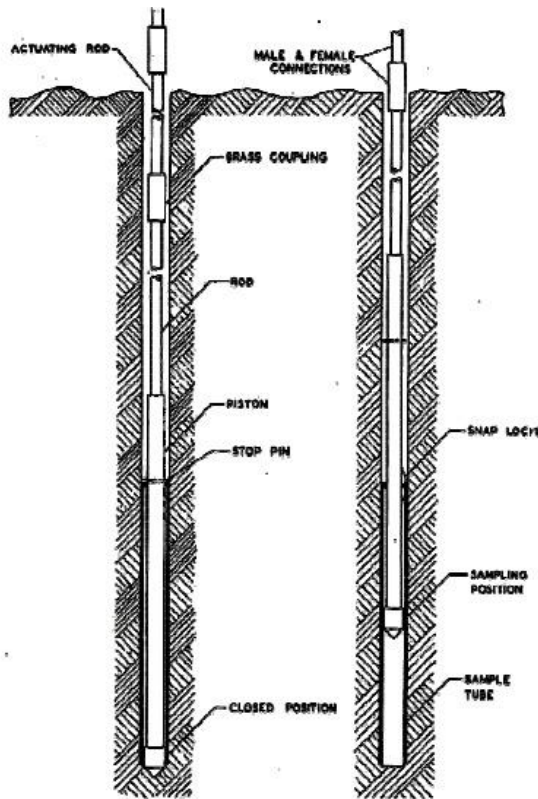
Vantaggi del perforatore DTH:

- minore rumorosità;
- maggiore rigidità della batteria, che consente di perforare con minori deviazioni.

Svantaggi del perforatore DTH:

- è più lento nell'esecuzione di fori brevi.

CAMPIONATORI A PISTONE



CAMPIONATORE DAVIS

Versione per il prelievo di campioni dalla profondità di alcuni metri. Esso consiste in un tubo carotiere a parete sottile includente un pistone, che viene affondato alla profondità di prelievo nella posizione "chiusa".

L'attrezzo viene spinto mediante una batteria di aste leggere, giuntate tra loro con raccordi.

Quando il carotiere è al fondo, si solleva con la batteria il pistone, lasciando così libera la cavità interna del tubo carotiere di un'altezza pari alla lunghezza della carota che dovrà essere prelevata; il pistone in posizione retratta si blocca sul tubo carotiere, all'interno di esso, grazie ad un dente a scatto che s'impegna nel tubo stesso.

Spingendo in basso il carotiere mediante la batteria di aste, se ne ottiene la penetrazione nel terreno, con il conseguente prelievo della carota, che viene poi recuperata estraendo l'attrezzo.

KJELLMAN

Si tratta di un campionatore per il prelievo di campioni indisturbati da terreni particolarmente delicati, su grande lunghezza; per ottenere lunghe carote indisturbate da terreni molto soffici, occorre evitare lo strisciamento della carota contro la parete interna del tubo carotiere.

Nel caso del carotaggio a pressione, com'è usuale nelle terre, la superficie interna del carotiere dovrebbe *allungarsi* man mano che si allunga la carota. Il carotiere Kjellman si basa proprio su questo principio. Esso consiste in un tubo carotiere a bordo tagliente molto affilato contenente nel suo interno un pistone tenuto in posizione da un dente retrattile che, durante la calata dell'attrezzo in un foro dal cui fondo s'intende prelevare la carota, o durante la sua diretta infissione nel suolo fino al livello da carotare, occlude il tubo carotiere stesso.

MICROTUNNELING

Sezione	Scopo
Micro	tubazioni per gas, acqua ed energia elettrica.
Mini e piccola	fognature, acquedotti , condotti tecnologici.
Media	gallerie pedonali, linee ferroviarie ad un binario, linee metropolitane a scartamento ridotto.
Larga	linee ferroviarie o metropolitane a due binari, gallerie stradali, usi civili (uffici, magazzini, etc.).
Grandissima	stazioni ferroviarie o metropolitane, usi civili.

Per scavi di condotte da pochi cm ad oltre 3 m si procede con tecniche completamente meccanizzate, evitando l'accesso diretto degli operatori.

Trenchless senza controllo direzionale

Con spostamento del terreno: alesatore ad impatto (scavo con spostamento terreno con alesatore seguito dalla tubazione); infissione dinamica con tubo chiuso (tubazione chiusa spinta nel terreno); spingitubo (infissione di un'asta che servirà per per posizionare il tubo).

Con scavo del terreno: infissione dinamica con tubo aperto (tubazione spinta nel terreno e lo stesso viene prelevato dal tubo); spingitubo con unità di perforazione (infissione con spinta statica e scavo grazie alla testa, e aspirazione tramite coclea).

Trenchless con controllo direzionale:

Orizzontale controllata: con tricono + alesatore;

Spingitubo con testa di scavo e coclea per smarino: testa di scavo spinta da una stazione di spinta che agisce sulla batteria di tubi, smarino continuo tramite coclea, guida tramite testa + back-up collegati da martinetti di posizionamento;

spingitubo con microfresa: fresa a piena sezione con controllo stabilità, spinta da stazione su batteria, smarino continuo con coclea o idraulico, testa con camera di frantumazione, a volte scudo apribile per macchinari puntuali.

Tubi: solitamente in cls, ma anche acciaio, fibrocemento e fibra di vetro.

Caratteristiche: diametro condotta, lunghezza perforazione, caratteristiche geotecniche terreno.

Sviluppo utilizzando sistema di sostegno del fronte di scavo con fluidi e smarino con sistema idraulico, macchine a contropressione di terra EPB e di fango Slurry shields.

Uso per realizzare gallerie: viene creato un insieme di microtunneling, riempiti di cls, accostati e collegati tra loro → struttura protettiva e di sostegno. Poi svuoto e creo galleria.

che non sarà alta come valore altrimenti romperei cls(vincolo che non posso rompere roccia resistente)

DOPPIOSCUDO: quando lavora coi gripper può anche montare conci; la spinta è sui gripper e non sul concio

APERTE: produzione doppia del monoscudo. Poi scende dai 200-300MPa perché altrimenti rompo l'utensile.

UTENSILI: maggior diametro significa maggior resistenza, roccia più resistente=dischi più grandi e maggior numero di dischi.

FUNZIONAMENTO UTENSILI

Ruota liberamente sul suo asse, punta arrotondata (1,2-2,5 cm), anello metallo duro per abbattere roccia, variano il raggio per minimizzare il M torcente. Es 22 t/utensile x 37 utensili = 804 t = spinta TBM, ben distribuiti per corretto avanzamento, diversa per ogni costruttore, fronte = penetrazione [mm/giro], manutenzione su anello che lo sostituisco, interasse circa 7-9 cm dipende dal diametro utensile, Fissiale (15" 180 KN, 17" 220 KN, 19" 300 KN). Utensili standard, heavyduty (resistenza disco maggiorata) legati al tipo di roccia (scala Mhos).

Grafico Spinta (X)[N] – Avanzamento (Y)[mm/giro] → esponenziale. Legge di previsione sugli utensili sviluppate da tre scuole: colorado (CSM)(ok per rocce scistose poco compatte), norvegese (peso a fratture e discontinuità), austriaci. Tempi: manutenzione (ordinaria e straordinaria), morti, performance utensili.

PROVE LABORATORIO PER ABRASIVITA'

Dipende da mineralogia (durezza) e discontinuità

CAI: punta strisciante P = 7 Kg e vedo appiattimento (misuro Ø, ogni dmm è un punto di abrasività 0-6

NCB disco Ø 1 m, metto utensile TBM sopra e P = 10 Kg sotto, sul disco polvere abrasiva la aspiro, misuro la perdita di peso dell'utensile, AV (acciaio duro) AVS (tugsteno).

Smarino: a secco, slurry (idraulico), materiale condizionato. Nastro, dumper, treni.
Scudi aperti: no sistema sostegno fronte, no falda. Scudi ad aria compressa. Scudi a Slurry, con fango a bassa densità. Scudi a contropressione.

MACCHINE A CONTROPRESSIONE DI TERRA - EPB

Uso anelli in cls, terreni con buone qualità plastiche, materiale entra per la spinta dei martinetti sugli anelli, materiale scavato = materiale per sostegno.

Pressione di supporto: terreno scavato entra in camera di scavo, impastato, equilibrio quando materiale in camera non è più consolidabile → materiale trasportato tramite cocle di smarino fuori e quindi si mantiene costante la pressione.

Materiale x EPB: buona deformazione plastica, media consistenza, basso angolo di attrito, bassa permeabilità. Difficile avere queste caratteristiche → condizionamento del materiale (allievo forze di rotazione ed usura. Parametri: contenuto di acqua, limite liquido, indice di elasticità, indice di consistenza. Uso acqua, bentonite, argilla o agenti schiumogeni. Ottimi terreni argillo-sabbiosi e argillo-limosi.

Schiuma → diventa parte del materiale, formata da: aria, acqua, tensioattivo e polimero. Iniettata forma una membrana, per sostituzione acqua dei pori con schiuma, inoltre materiale ha ottima consistenza per il trasporto.

Vantaggio che non ci può essere un collasso improvviso per continuo monitoraggio pressione.

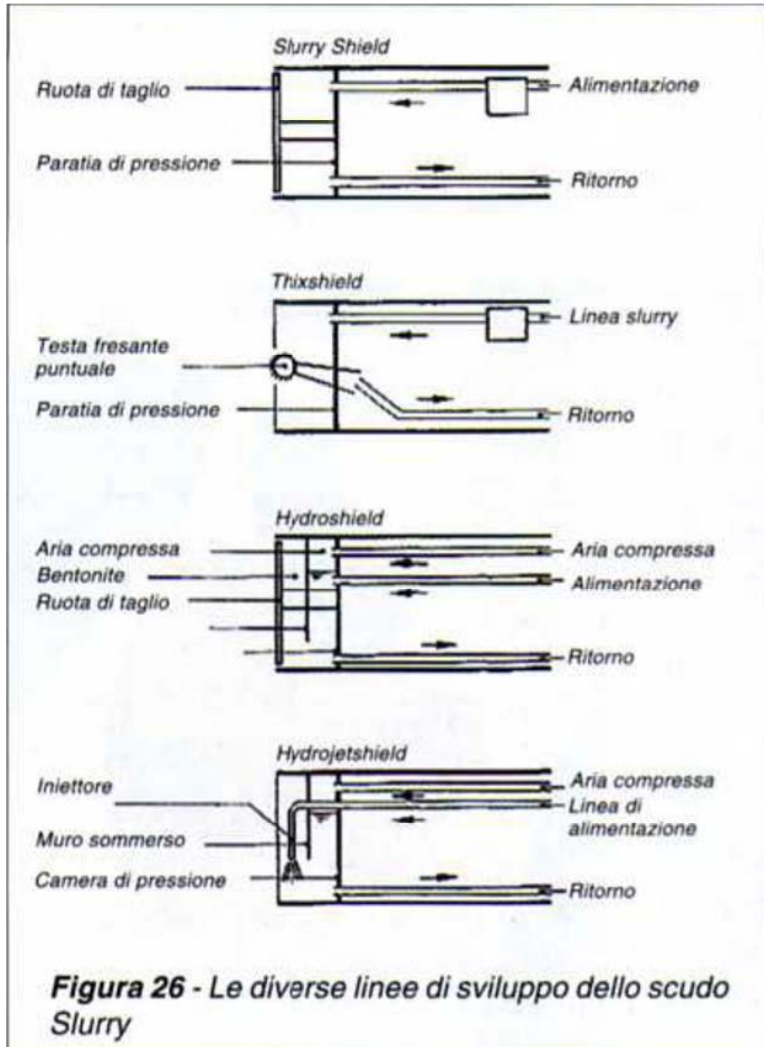
Controllo pressione: controllo del volume scavato funzione velocità scudo, rotazione coclea e velocità avanzamento. Misuro massa smarino trasportato. Monitori con celle di pressione in continuo.

Testa fresante: geometria e utensili scelte in base mezzo. Coefficiente apertura testa parametro per limitare dimensioni passanti in camera di scavo, influenza facilità, problema creazione di blocchi che ostruiscono. Problema della distribuzione delle pressioni in base apertura. Presenza utensile di taglio centrale per preapertura del fronte. Utensili azionati idraulicamente in base all'esigenza di cantiere.

Cuscinetto con gruppo riduttore, ad albero centrale, supporto cilindrico e supporto centrale conico, solitamente \emptyset e metà di quello della macchina.

Coclea: rimozione materiale, controllo di ingresso di acqua in falda, controllo pressione di supporto. Vite senza fine in un cilindro. Sistema telescopico per il rientro.

A volte due cocle a velocità differenti per la creazione del 'tappo' di tenuta.



HYDROSHIELD

Per maggiore variabilità del terreno, si adatta meglio. Evoluzione degli slurry → divido camera di lavoro in 2 (tramite paratie), nella camera posteriore creo bolla d'aria in pressione e camera anteriore completamente piena, testa di scavo molto aperta, utensili su razze. Acqua e bentonite al posto dell'argilla. Vantaggio è che controllo pressione di supporto indipendentemente dalla qualità della sospensione, basta agire su pressione bolla.

$R = \text{RESISTENZA } [\Omega] \quad I = \text{CORRENTE } [A] \quad V = \text{TENSIONE } [V]$

$R_{SERIE} = R_{DET} \cdot m^{\circ} = \left(R_{TESTINA} + R_{REF.FORO} \right) \cdot m$
(DATAB)
 $\frac{L}{2}$
 L°

$R_{SERIE //} = \frac{R_{SERIE}}{m^{\circ} SERIE}$

$R_{TOT} = R_{ESPADITORE} + R_{LT} + R_{SERIE SERIE //}$

$V = R \cdot I$

$I = V/R$

$R = V/I$

$R_{LT} = R_{UNIT} \cdot L$
(ANDATA)
(RITORNO)

$m^{\circ} DET = \frac{\left(\frac{V}{I} \right) - R_{LT} - R_{DET}}{R_{DET}}$

$R_{ES SERIE //} (m^{\circ} DET \neq) \quad \frac{1}{R_{SP}} = \frac{1}{R_{SP1}} + \frac{1}{R_{SP2}} = X \Rightarrow R_{SP} = \frac{1}{X}$
 $L \rightarrow \neq \leftarrow$

$R_{LT} \begin{cases} \text{UNI POLARE} = R_{UNIT} \cdot L \\ \text{BI POLARE} = R_{UNIT} \cdot L \cdot 2 \end{cases}$

DIMENSIONAMENTO CARICHE

$Q_{TOT} = Q_B + Q_C$
ESPLOSIVO FONDO COLONNA
 $Q_B = h_B \cdot l_B [kg]$
 $Q_C = h_C \cdot l_C [kg]$

$h_B = V + U$ [m]
SPALLA SOTTO
PERF.

$V = E = 40 \text{ } \phi$
BORRAGIO INTERAS.

$\phi = \frac{V_0 \cdot E}{30}$

$l_B = \frac{Q_{FORO}^2 \cdot \gamma_{ESP}}{1275}$ [kg/m]

$\gamma_{ANFO} = 0,85 \text{ kg/dm}^3$

$\gamma_{GEL-DIN} = 1,2 \text{ kg/dm}^3$

$h_C = L_{FORO} - h_B - V$ [m]

$\gamma_{SCLURR-1} = 1,1 \text{ kg/dm}^3$

$Q_C = \frac{Q_{FORO}^2 \cdot \gamma_{ESP}}{1275}$ [kg/m]

$U = 0,3 V$

$Q_{CARICO} = \frac{VOL \cdot \gamma}{Q \cdot FT}$

$R = \text{RESISTENZA } [\Omega] \text{ [ohm]}$ $I = \text{CORRENTE [A] AMPERE}$ $V = \text{DIFFERENZA POTENZIALE [V] VOLT}$

$R_{SERIE} = R_{DET} \cdot m^{\circ} = (R_{TESTINA} + R_{REFORO}) \cdot m^{\circ}$ $R_{SERIE//} = \frac{R_{SERIE}}{m^{\circ}_{SERIE}}$

$R_{TOT} = R_{SERIE//} + R_{INTERNA} + R_{LINEA TIRO}$ $V = R \cdot I$ $I = \frac{V}{R}$ $R = \frac{V}{I}$

$R_{TOT} = R_{LINEA} + R_{INTERNA} + m^{\circ} (R_{DEFONOTORE})$ $m^{\circ}_{DET} = \frac{(\frac{\Delta V}{I}) - R_{LINEA} - R_{INT}}{R_{DET}}$

$R = \text{LUNGHEZZA} \cdot \left(\frac{R}{\rho} \right)$ $\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{L \cdot A} \Rightarrow R = \frac{L}{A} \cdot \frac{M}{\rho}$

$\rho = \text{CARICA/METRO } [kg/m]$ $\rho_b = \frac{\gamma_e \cdot Q_F^2}{1275}$ $\rho_c = \frac{\gamma_e \cdot Q_F^2}{1275}$

$\gamma_e = \text{PASSA VOZ ESPLOSIVO } [kg/cm^3]$ $Q_F = \text{Q FORO [mm]}$

$h_b = V + U$ $Q_b = h_b \cdot \rho_b$

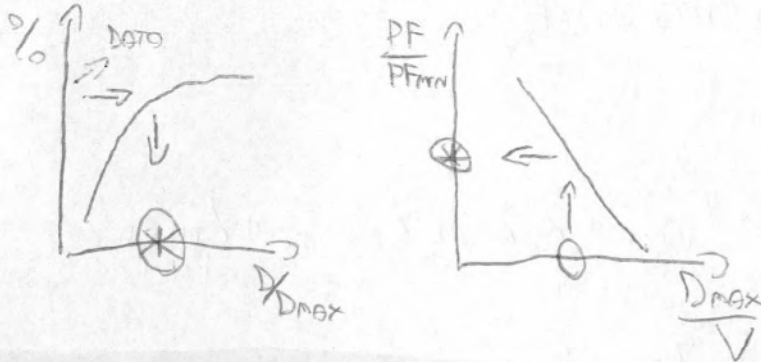
$V = \text{SPALLA = BORRAGGIO [mm]}$ $U = \text{SOTTO PERFORAZIONE}$

COLUMN CHARGE $\rho_c = \frac{\gamma_e \cdot Q_F^2}{1275}$ $h_c = L_{FORO} - h_b - V$ $Q_c = h_c \cdot \rho_c$

TOTAL CHARGE $h_{TOT} = h_b + h_c$ $Q_{TOT} = Q_b + Q_c$

$Q_{FORM} = \frac{V}{40}$ $V = E = 40 \cdot Q$ $Q = PF \cdot VOL$ $V_{ESPLOSIVO} = \frac{Q_{MIRA}}{\gamma_{ESPL}}$ $V = 30 \cdot Q$

$PF = \frac{Q_{MIRA}}{VOL}$ $SD = \frac{L_{FORO}}{VOL}$ $DC = \frac{m^{\circ}_{DET}}{VOL}$



$D_{MAX} = \frac{L_{MIRA}}{D \cdot D_{MAX}}$ $\frac{D_{MAX}}{V}$

$\frac{PF}{PF_{MIN}} \Rightarrow PF = (*) \cdot PF_{MIN}$

$L_{CARICA} = L_{MIN} + U_{0,3V}$

$L_{FORO} = L_{CARICA} + B$

PER DISTACCO BANCATE SPLITTING

$PF = a + b \cdot \frac{S}{VOL} + c \cdot m$ $L_{FORO} = \frac{S}{E}$

$m^{\circ} = \frac{(PF \cdot V)}{(g \cdot L_{FORO})}$ $E = \frac{S}{L}$

$[m]_{ACCIA} = PF \cdot \frac{V}{12}$ $L = \frac{(PF \cdot V)}{(g \cdot m)}$

7, 8 SVOLTI SU FASCICOLO

- 9
- a - MINE DISPOSTE A VENTAGLIO → NON VA BENE → POSSO RIBALTARE DISPOSIZIONE MINE.
 - b - OK RISPETTA PRESENZA SUP DUPLICA VERTICALE. LA MICCIA DETONANTE LASCIA A DESIDERARE. SCHEMA COLLEGAMENTI SEZ. A-A DA RIVEDERE.
 - c - SBAGLIATO → NON DOVREI AVERE MICCIA DETONANTE IN QUANTO VOGLIO $t_1 \neq t_2$ E NON $t_1 = t_2$
 - d - RELAIS POSTI IN MANIERA ERRATA → C'È BRILLAMENTO SIMULTANEO
 - e - SBAGLIATO IN QUANTO 1° MINA È LONTANA DALLA SUP. LIBERA. CONSIDERO VALIDO SCHEMA RIBALTATO.
 - f - NON HO MICRORITARDO, MA BRILLAMENTO SIMULTANEO COME NEL CASO d.
 - g - NON FUNZIONA → PER GARANTIRE RITARDO PIAZZO RELAI SU MICCIA DETONANTE PRIMARIA.
 - h - NON FUNZIONA → MAGLIA IRREGOLARE. RISOLVO CON DISPOSIZIONE A ZIG-ZAG.

10

d $R_{fd} = 1,5 \Omega$
 $I_a = 1,2 A$

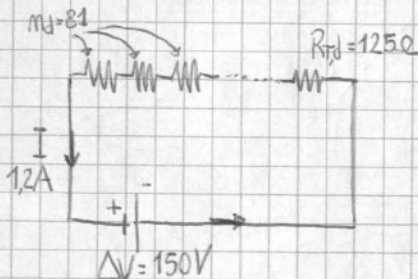
e $R_{ie} = 0,8 \Omega$
 $\Delta V_e = 150 V$

? n° DETONATORI

SERIE $R_{LT} = 2,5 \Omega$

→ $R_{TOT} = m \cdot 1,5 + 2,5 + 0,8 = m \cdot R_{fd} + R_{LT} + R_{ie} \Rightarrow 125 \Omega = m \cdot 1,5 + 2,5 + 0,8 \rightarrow m = 81$

↳ $\Delta V = R_T \cdot I_c \rightarrow R_T = \frac{\Delta V}{I_c} = \frac{150}{1,2} = 125 \Omega$



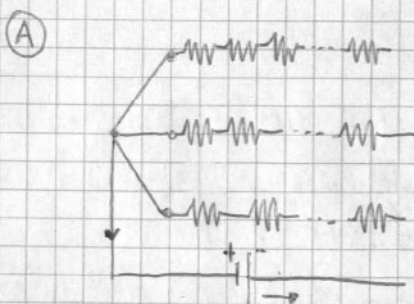
11 3 SERIE DA 20 DETONATORI POSTE IN // TRA LORO

$R_{fd} = 1,3 \Omega$

$R_{LT} = 2 \Omega$

- ? • QUANTI Ω CRESCE RESISTENZA SE 1 SERIE FOSSE INTERROTA
- QUANTI Ω DECEDE SE 1 det CIRCUITATO
- DISEGNARE SCHEMI ELETTRICI A- CIRCUITO INTEGRO

- B- SERIE INTERROTA
- C- det CIRCUITATO



$R_{15} = R_{fd} \cdot m_d = 1,3 \cdot 20 = 26 \Omega$

$R_{SP} = \frac{R_{15}}{m_r} = \frac{26}{3} = 8,67 \Omega$

$R_T = R_{SP} + R_{LT} = 8,67 + 2 = 10,67 \Omega$

13) 12 mine = m, 2 FILE

$$R_t = 1 \Omega$$

$$L_r = 2 \text{ m}, \phi_r = 0,8 \text{ mm}$$

$$L_{LT} = 50 \text{ m}, \phi_c = 1 \text{ mm}$$



$$L_{LT} = 50 \text{ m}$$

? R_{TOT} CON COLLEGAMENTO IN SERIE

$$R_d = R_t + R_r = 1 + \left[\left(2 \text{ m} \cdot 0,034 \frac{\Omega}{\text{m}} \right) \cdot 2 \right] = 1 + 1,136 = 2,136 \approx 2,14 \Omega$$

questo è il valore

$$R_s = 12 \cdot R_d = 12 \cdot 2,14 \approx 25,7 \Omega$$

$$R_T = R_s + R_{LT}$$

$$\rightarrow R_{LT} = 50 \cdot 0,022 = 1,1 \Omega$$

$$\rightarrow R_T = 25,7 + 1,1 = 26,8 \Omega$$

14) 18 mine = m, SU UNA FILA, E = 2,5 m IN SERIE

$$R_t = 0,06 \Omega$$

$$L_r = 3 \text{ m}, \phi_r = 1 \text{ mm}$$

$$L_{LT} = 160 \text{ m}, \phi_{LT} = 1,4 \text{ mm}$$

$$\phi_c = 1,0 \text{ mm}$$

$$\text{SE } L_{LC} = 55 \text{ m}, \phi_c = 1 \text{ mm}$$

$$\rightarrow R_{LC} = 55 \cdot 0,022 = 1,21 \Omega$$

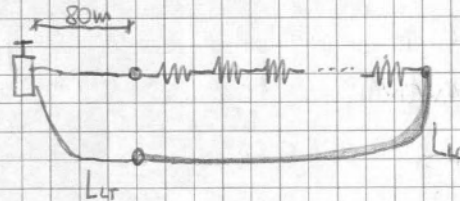
$$R_{LT} = 160 \cdot 0,011 = 1,76 \Omega$$

$$R_d = R_t + R_r \rightarrow R_d = 0,06 + 0,132 = 0,192 \Omega \rightarrow R_s = 18 \cdot R_d = 3,456 \approx 3,5 \Omega$$

$$\rightarrow R_r = 3 \cdot 2 \cdot 0,022 = 0,132 \Omega$$

$$\rightarrow R_T = R_s + R_{LT} + R_{LC} = 3,5 + 1,76 + 1,21 = 6,47 \approx 6,5 \Omega$$

NB: COME NELL'ESERCIZIO 12, DEVO REALIZZARE UNA LINEA DI COLLEGAMENTO. $L_{LC} \approx 55 \text{ m}$ IN QUANTO LA VOLATA È $18 \times 2,5 = 45 \text{ m}$



15) 30 mine = m, DISPOSTE SU 2 FILE

$$R_t = 0,6 \Omega$$

$$L_r = 4 \text{ m}, \phi_r = 0,6 \text{ mm}$$

$$L_{LT} = 140 \text{ m}$$

$$\phi_c \text{ BIPOLARI} = 1,0 \text{ mm}$$

$$R_d = R_t + R_r = 0,6 + (4 \cdot 2 \cdot 0,061) = 1,09 \Omega$$

$$R_s = R_d \cdot 30 = 32,7 \Omega$$

$$R_{SP} = \frac{R_{15}}{2} = \frac{15 \cdot R_d}{2} = 8,18 \Omega$$

? R_T SE COLLEGAMENTO IN SERIE

• R_T SE COLLEGAMENTO IN SERIE-PARALLELO

$$R_T(s) = R_s + R_{LT} = 38,86 \Omega$$

$$R_T(sp) = R_{SP} + R_{LT} = 14,34 \Omega$$

$$R_{LT} = 140 \cdot (2 \cdot 0,022) = 6,16 \Omega$$

⇒ OTTENGONO UNA R_T SE SI UTILIZZA UN COLLEGAMENTO IN SERIE-PARALLELO

(19) n° det = 120 DIVISI IN 4 SERIE

? R_T

L_r = 20ft IN RAME

AWG 16 (BIP) L_c = 550ft

AWG 16 (BIP) L_t = 300ft

→ UTILIZZO TABELLE "DETONATORI ELETTRICI USA" (TABLE A)

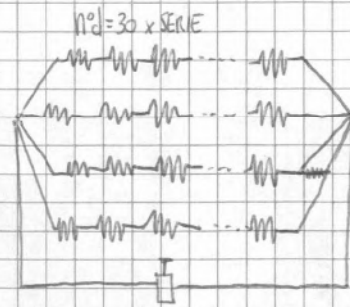
PER L_r = 20ft → R_d = 2,1Ω

→ R₁₅ = 30 · 2,1 = 6,3Ω

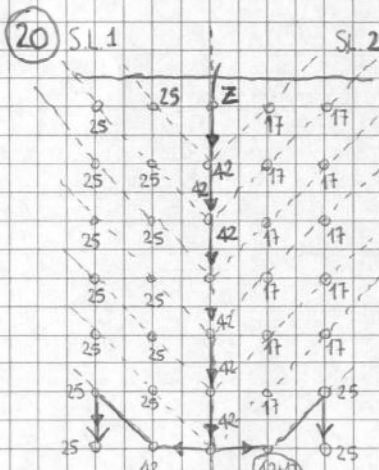
→ R_{SP} = $\frac{R_{15}}{4} = 1,575Ω$

(TABLE B) R_{LT} ⇒ AWG 16 → R_{LT} = 4,02 Ω / 1000ft → R_{LT} = 4,02 · $\frac{300}{1000} \approx 1,21Ω$

R_{LC} AWG 16 → R_{LC} = 4,02 · $\frac{550}{1000} \approx 2,21Ω$



⇒ R_T = R_{SP} + R_{LT} + R_{LC} = 19,17Ω



D_f = 500ms

VOLATA 7 x 5 mine, 2 S.L.

U.C. DISPONIBILI 17, 25, 42ms

MINA BRILLATA CON t_s DIFFERENTE

U.C. 17 = 12

U.C. 25 = 15

U.C. 42 = 8

(a, b, c)

(a) DISEGNARE MAGLIA DI TIRO A V

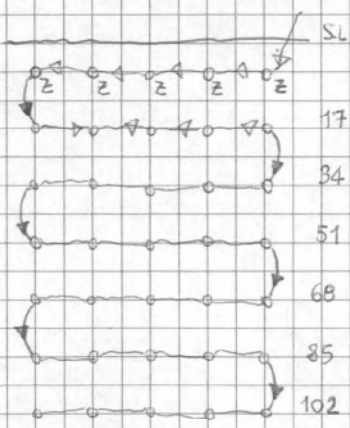
(b) t_s DI OGNI MINA

(c) n° det ED U.C. NECESSARI

(d) VOLATA // A S.L.

(e) BRILLAMENTO SIMULTANEO MINE STESSA FILA

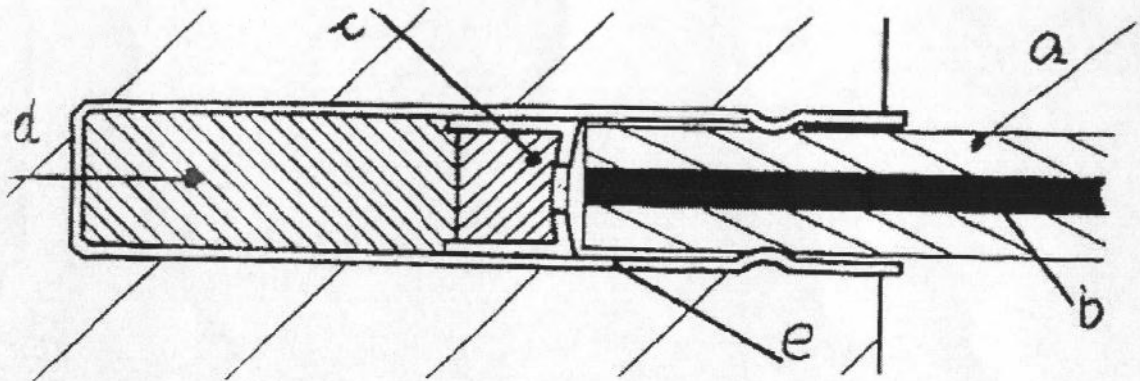
X EVITARE BRILLAMENTO SIMULTANEO



(e) U.C. 17 = 6 U.C.

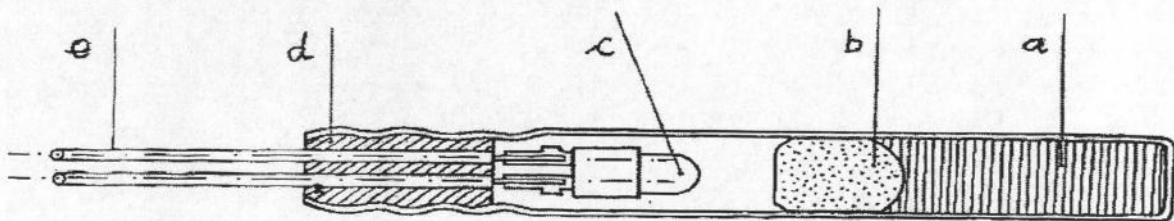
La figura rappresenta la sezione di: DETONATORE COMUNE
 ed i particolari evidenziati sono:

- a: INVOLUCRO DELLA POLVERE NERA
- b: ANIMA DI POLVERE NERA
- c: PRIMARIO
- d: CARICA DI BASE
- e: TUBICINO DI AL₂O₃



La figura rappresenta la sezione di: DETONATORE ELETTRICO ISTANTANEO
 ed i particolari evidenziati sono:

- a: CARICA BASE
- b: PRIMARIO
- c: TESTINA ACCENSIVA
- d: GOMMINO DI TENUTA
- e: REOFORI



ESERCIZI 2° BLOCCO

SALTARIN SIMONE, 199650

1

ESEMPIO

$\phi = 89 \text{ mm}$

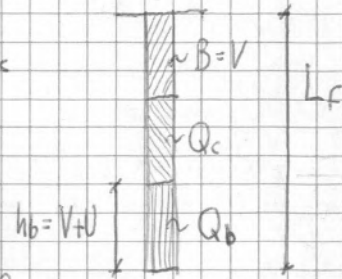
$L_f \approx 18 \text{ m}$

G.D. $\gamma_{e1} = 12 \text{ Kg/dm}^3$

ANFO $\gamma_{e2} = 0.85 \text{ Kg/dm}^3$

? CARICA DI FONDO Q_b

• CARICA DI COLONNA PER VOLATA A GIARDINO Q_c



$l_b = \frac{\gamma_{e1} \cdot \phi^2}{1275} = \frac{12 \cdot 89^2}{1275} = 7.46 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$

CORRISPONDE ALLA CARICA/METRO

$l_c = \frac{\gamma_{e2} \cdot \phi^2}{1275} = \frac{0.85 \cdot 89^2}{1275} = 5.28 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$

$V \approx 40\phi = 40 \cdot 0.089 = 3.56 \text{ m} \rightarrow U = 0.3V \approx 1 \text{ m}$

$h_b = V + U \approx 4.6 \text{ m}$

$h_c = L_f - h_b - V = 9.9 \text{ m}$

$Q_b = h_b \cdot l_b = 4.6 \text{ m} \cdot 7.46 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \approx 34 \text{ Kg}$

$Q_c = h_c \cdot l_c = 9.9 \text{ m} \cdot 5.28 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \approx 52 \text{ Kg}$

$\Rightarrow Q_t = Q_b + Q_c \approx 86 \text{ Kg}$

$h_t = h_b + h_c = 14.5 \text{ m}$

1 $\phi = 89 \text{ mm}$

$\gamma_{e1} = 12 \text{ Kg/dm}^3$ DIN

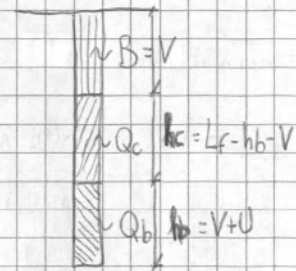
$\gamma_{e2} = 0.8 \text{ Kg/dm}^3$ ANFO

? Q_t

$L_f = 13.6 \text{ m}$

$V = 3.2 \text{ m}$

$U = 0.95 \text{ m}$



$l_b = \frac{\gamma_{e1} \cdot \phi^2}{1275} = 7.46 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$

$l_c = \frac{\gamma_{e2} \cdot \phi^2}{1275} = 5.28 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$

$V = 3.2 \text{ m}, U = 0.95 \text{ m} \Rightarrow \begin{cases} h_b = V + U = 4.15 \text{ m} \\ h_c = L_f - h_b - V = 6.25 \text{ m} \end{cases}$

$\begin{cases} Q_b = l_b \cdot h_b = 7.46 \cdot 4.15 \approx 31 \text{ Kg} \\ Q_c = l_c \cdot h_c = 5.28 \cdot 6.25 = 33 \text{ Kg} \end{cases}$

$\rightarrow Q_t = Q_b + Q_c \approx 64 \text{ Kg}$

2 $L_f = 15 \text{ m}$

$B = 2.2 \text{ m}$

$m_f = 16$

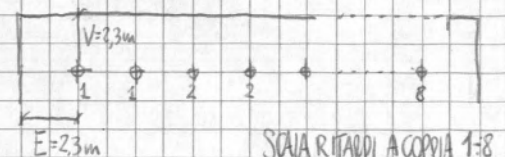
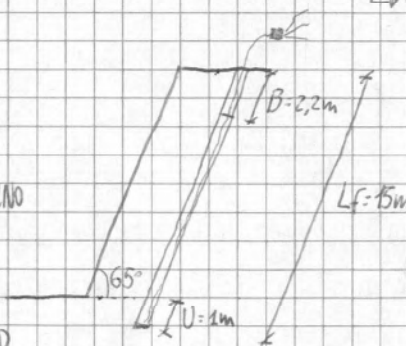
$U = 1 \text{ m}$

$E = 2.3 \text{ m}$

$\alpha = 65^\circ$

$V = 2.3 \text{ m}$

NB: VOLATE A GIORDNO



? ϕ , TIPO ESPLOSIVO, SD, BF, DC, CPD

\rightarrow OSSERVO MICCIA DETONANTE LUNGO FORO CON DET. ELETTRICO ESTERNO AL FORO

\rightarrow RICAVO ϕ PERFORAZIONE

$V = E \approx 40\phi \rightarrow \phi = \frac{E}{40} = \frac{2.3 \text{ m}}{40} \approx 58 \text{ mm}$

SALICIN SIMONE, 199650 (3)

5) ESPLOSIVO INVARIATO, S.D.

• Prod/y INVARIATA

? L/y con $\phi = 75\text{mm}$

• MODIFICABILE E.V

• $\phi = 50\text{mm} \rightarrow \phi = 75\text{mm}$

• 12 Km/y DI FORO CON $\phi = 50\text{mm}$

$\phi 50 \rightarrow E = V \cong 4\phi = 2\text{m}$

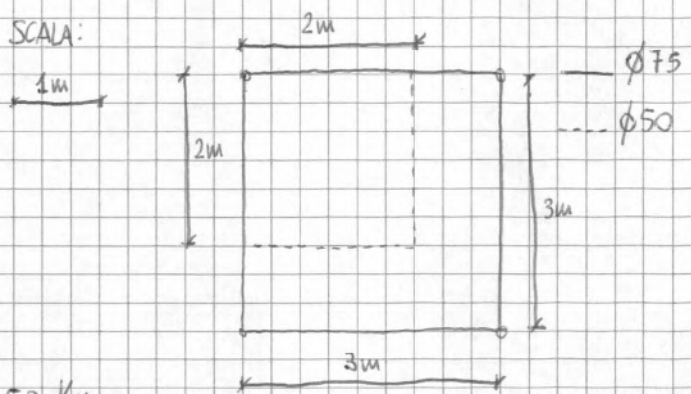
$\phi 75 \rightarrow E = V \cong 4\phi = 3\text{m}$

$E \cdot V \text{ CON } \phi 50 = 4\text{m}^2$

$E \cdot V \text{ CON } \phi 75 = 9\text{m}^2$

PROPORZIONE $12 \cdot 4 = x \cdot 9 \rightarrow x = \frac{12 \cdot 9}{4} = 5,3 \text{ Km}$

SONO 53 Km/y DI FORO CON $\phi = 75\text{mm}$



6) PF = 320 g/m³

$\phi = 64\text{mm}$

H = 12m

$\gamma_{\text{esp}} = 1,1 \text{ Kg/dm}^3$ (SLURRY)

? E, V, L_c, L_c

$E = V \cong 4\phi \cong 2,6\text{m}$

$V = E \cdot V \cdot H \cong 81\text{m}^3 \rightarrow \text{PF} = \frac{Q}{V} \rightarrow Q = \text{PF} \cdot V = 320 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 81\text{m}^3 = 26000\text{g} = 26\text{Kg}$

$V_c = \frac{Q}{\gamma} = 23,6\text{dm}^3$ VOLUME CARICATO

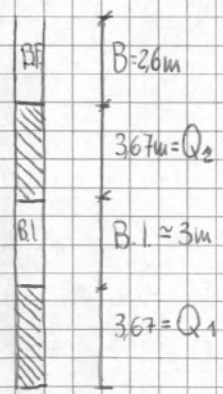
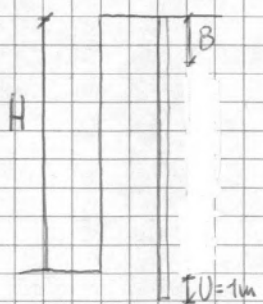
$L_c = 7,34\text{m}$ $L_c = \frac{4V_c}{\phi^2 \pi}$

$V_{\text{CARICABILE}} \rightarrow L_c = L - B = 13 - 2,6 = 10,4\text{m}$

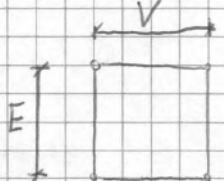
$V_{\text{CARICABILE}} = \frac{\phi^2 \pi}{4} \cdot L_c = 33,5\text{dm}^3$

$L = H + 0,4V = 12 + 0,4 \cdot 2,6 \cong 13\text{m}$

RICORRO A CARICAMENTO FINE $33,5\text{dm}^3 > 23,6\text{dm}^3$
 $V_{\text{CARICABILE}} > V_{\text{CARICATO}}$



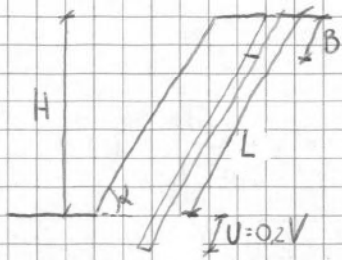
$L_c = 7,34\text{m} \rightarrow L_c/2 = 3,67\text{m}$



MAGLIA E · V = 26 x 26m

$$P.F. = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = V \cdot P.F. = 159 \cdot 0,24 = 38 \text{ Kg} \triangleleft \text{CPD} \rightarrow \text{VA BENE!}$$

$$V = E \cdot V \cdot H = 159 \text{ m}^3$$



$$L \cdot \sin \alpha = H \rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha} = 13,8 \rightarrow L_f = L + U = L + 0,2V = 14,5 \text{ m} = L_f$$

$$B = V \Rightarrow L_{\text{CARICABILE}} = 14,5 - 3,5 = 11 \text{ m} \rightarrow V_c = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot L_c = 73 \text{ dm}^3$$

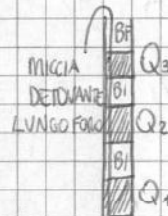
VISTO IL V_c UTILIZZO L'ANFO $\rightarrow \gamma_{\text{ANFO}} = 0,8 \text{ Kg/dm}^3 \rightarrow Q_c = V_c \cdot \gamma_{\text{ANFO}} = 59 \text{ Kg}$

- LA CARICA Q È DI 38 Kg CHE È INFERIORE AI 59 Kg CON CUI POSSO CARICARE IL MIO FORO.
- POSSO AGIRE IN 2 MODI \rightarrow RIDURRE H INIZIALMENTE IMPOSTO

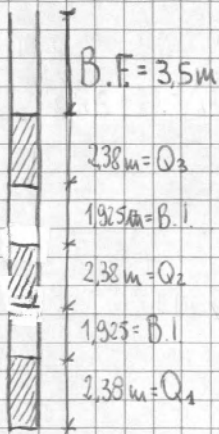
\rightarrow RICORRERE AL CARICAMENTO FRAZIONATO

QUANTE MINE SONO NECESSARIE?

$$M^{\circ} \text{ MINE} = \frac{V_{\text{PROGROSSA}}}{V} = \frac{1480}{159} = 9 \text{ MINE} \rightarrow S.D. = \frac{14,5}{159} = 0,09 \frac{\text{m}}{\text{m}^3}$$



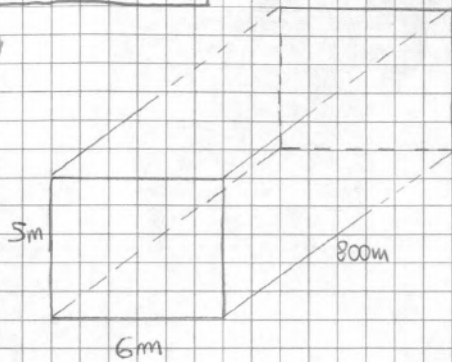
DETONATORE ELETTRICO FONDO FORO. OGNI MINA HA SUO RITARDO \rightarrow SCALA RITARDO 2, 1, 2, ... 8.



$$38 \text{ Kg} = Q \rightarrow V = \frac{Q}{\gamma} = 47,5 \text{ dm}^3 \rightarrow L_c = \frac{4V_c}{\pi \phi^2} = 7,15 \text{ m} \rightarrow \frac{L_c}{3} = 2,38 \text{ m}$$

ESERCITAZIONE 4

①



- POSSO SCEGLIERE FIORETTO CON ϕ $\begin{cases} 32 \text{ mm} \\ 54 \text{ mm} \end{cases}$
- TECNICA UTILIZZATA: PRESPLITTING

→ SE UTILIZZASSI FIORETTO CON $\phi = 32 \text{ mm}$ IL RISULTATO SAREBBE SAREBBE MINORE. MAGGIORE LENTEZZA
MA LA PEZZATURA
MAGGIORE PRECISIONE

CON UN $\phi = 54 \text{ mm}$ SI POTREBBE PROCEDERE PIU VELOCEMENTE ED INOLTRE SPENDERE MENO, MA IL RISULTATO, PER LE RAGIONI SOPRA ELEATE, SAREBBE PEGGIORE

⇒ UTILIZZO $\phi = 32 \text{ mm}$

• DIMENSIONAMENTO MAGLIA DI TIRO

$$\begin{cases} V = 30\phi = E = 960 \text{ mm} \approx 1 \text{ m} \\ U = 0,5V = 0,5B = 0,5 \text{ m} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \bullet \text{ MINE DI} \\ \text{PRODUZIONE} \end{array}$$

$\phi = 32 \text{ mm} \rightarrow E = 0,3 \text{ m}$ UNA VOLTO NOTO ϕ VALORE DATABELLA • MINE DI PROFILO

$$\frac{6 \text{ m}}{E} = \frac{6 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 6 \text{ INTERASSI} \Rightarrow 5 \text{ MINE DI PRODUZIONE PER FILA DATO CHE DEVO PRENDERE IN CONSIDERAZIONE ANCHE LO SPLITTING}$$

• HO 8 m PER VOLATA

$$L \rightarrow \frac{8 \text{ m}}{E_{\text{PROD}}} = 8 \text{ FILE DI MINE DI PRODUZIONE}; \quad \frac{m}{E_{\text{PROFILO}}} = \frac{m}{0,3} = \text{○ MINE DI PROFILO PER LATO}$$

• VOLUME CHE COMPETE AD OGNI MINA

$$V = E \cdot V \cdot H = 1,1 \cdot 5 = 5 \text{ m}^3 \rightarrow L_f = H + U = 5,5 \text{ m} \rightarrow h_c = L_{\text{CARIC}} = L_{\text{FORO}} - B = 5 \text{ m}$$

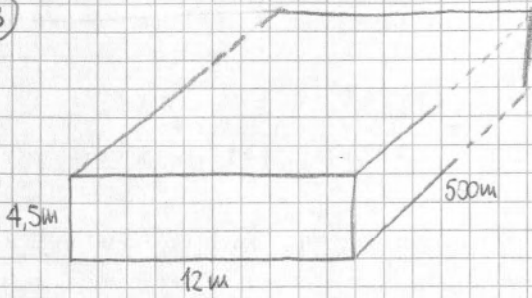
↳ UTILIZZO FORMULE BINOMIE PER DETERMINARE QUANTO ESPLOSIVO METTERE IN FOLO

$$l_c = \frac{\gamma \cdot \phi^2}{1275} = \frac{1,25 \cdot 32^2}{1275} = 1 \text{ Kg/m} \rightarrow Q = l_c \cdot h_c = 5 \text{ Kg}$$

$$PF = \frac{Q}{V_{\text{MINA}}} = \frac{5 \text{ Kg}}{5 \text{ m}^3} = \frac{1 \text{ Kg}}{\text{m}^3} \Rightarrow \text{TROPPO!} \rightarrow \text{AUMENTO BARRAGGIO} \rightarrow B = 0,7 \text{ m OTTENGO } h_c = 4,8 \text{ m}$$

CHE PORTA UN PF = $\frac{4,8}{5} = 0,9$ È ANCORA TROPPO GRANDE COME VALORE → PROCEDO UTILIZZANDO CARUCCE CON $\phi = 25 \text{ mm}$

3



? \bar{V} VOLATA
SD

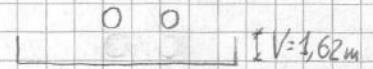
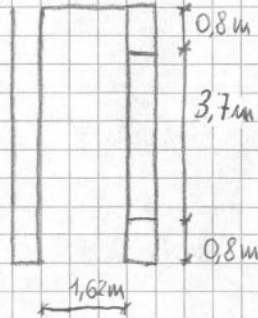
DATI:

$\phi = 54 \text{ mm}$ PERFORATRICE

CPD = 15 Kg, SMOOTH BLASTING, DET. NOVEL

$$V = 30 \phi = 30 \cdot 54 = 1620 \text{ mm} = E = 1,62 \text{ m}$$

$$B = U = 0,5V = 810 \text{ mm} = 0,81 \text{ m}$$



$$L_f = 4,5 \text{ m} + 0,8 \text{ m} = 5,3 \text{ m}$$

$$L_c = L_f - B = 4,5 \text{ m} \rightarrow V_{\text{MINA}} = E \cdot V \cdot H = 1,62^2 \cdot 4,5 = 11,5 \text{ m}^3$$

$$PF = \frac{2,5 \text{ Kg}}{11,5 \text{ m}^3} = 0,2 \text{ Kg/m}^3$$

$$SD = \frac{L_c}{V} = \frac{4,5}{11,5} = 0,39 \frac{\text{m}}{\text{m}^3}$$

$Q_{\text{PROD}} =$

$$\gamma = 1,17 \text{ Kg/dm}^3$$

$$l_c = \frac{1,17 \cdot 52^2}{1275} = 2,5 \text{ Kg/m} \rightarrow Q = l_c \cdot l_c = 2,5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 4,5 \text{ m} = 13,25 \text{ Kg}$$

$$CPD = 15 \text{ Kg} \rightarrow \frac{15}{Q} = 1 \text{ MINA PER RITARDO}$$

$L \rightarrow$ PROFILO

$E = V = 6\phi$ OPPURE DA TABELLA $\begin{cases} E = 0,6 \\ V = 0,8 \end{cases} \Rightarrow$ UNA MINA DI PROFILO PER OGNI FILA DI PRODUZIONE (UNA PER LATO)

$$Q = 0,5 \text{ Kg/m} \cdot 4,5 = 2,25 \text{ Kg PER UNA MINA} \rightarrow \frac{CPD}{Q} = \frac{15}{2,25} = 6,7 \text{ MINE} \rightarrow 6 \text{ MINE PER RITARDO}$$

FARE DISEGNO

↳ VOLUME CHE HO IN REALTÀ

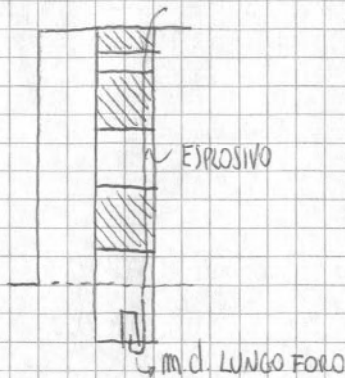
$$\gamma = 1,25 \text{ Kg/dm}^3 \rightarrow Q_{\text{MMA}} = 4,1 \text{ Kg/MMA}$$

$$\rightarrow \frac{Q}{\gamma} = 3,28 \text{ dm}^3 \rightarrow \text{VOLUME REALMENTE CARICATO}$$

SOLO $\frac{1}{3}$ DEL VOLUME POTENZIALMENTE DISPONIBILE È CARICATO

$$10,11 \text{ dm}^3 - 3,28 \text{ dm}^3 = 6,83 \text{ dm}^3 \text{ INUTILIZZATI}$$

REALIZZO BORDAGGI



5



$\phi = 32 \text{ mm}$ LIBERATA CON FILO DIAM.
 $S = 10 \text{ cm}$ DA LIBERARE CON SPLITTING
 ? 10 RICHIESTE

$$E = V = 10\phi = 320 \text{ mm} \approx 0,3 \text{ m} \text{ (9)} \text{ e } B = 0,5 \text{ V} = 0,15 \text{ m}$$

$$V = 35 \cdot 6 \cdot 5 = 1050 \text{ m}^3 \text{ (7)}, S = 35 \cdot 6 + 6 \cdot 5 + 35 \cdot 5 = 415 \text{ m}^2 \text{ (8)}$$

$$PF = a + b \cdot \frac{S}{V} + cS \text{ DA FORMULA SPERIMENTALE} \rightarrow a = 10,52 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \text{ mentre } S \text{ È IL DISTACCO VOLUTO}$$

$$b = 26,64 \text{ g/m}^2$$

$$c = 28,74 \text{ g/m}^4$$

$$PETN = 12 \text{ g/m} \rightarrow PF = 10,52 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} + 26,64 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} \cdot \left(\frac{415 \text{ m}^2}{1050 \text{ m}^3} \right) + 28,74 \frac{\text{g}}{\text{m}^4} \cdot 0,1 \text{ m} \approx 24 \text{ g/m}^3 \text{ (3)}$$

$$\rightarrow \text{PETN (g)} = 24 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 1050 \text{ m}^3 = 25200 \text{ g} \text{ (2)}$$

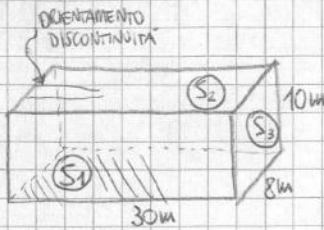
$$L_{\text{LUNG. TOT. FORI}} = \frac{S}{E} = \frac{415 \text{ m}^2}{0,3 \text{ m}} = 1383 \text{ m} \text{ (6)} \quad L_{\text{miccia}} = PF \cdot \frac{V}{q} = 24 \frac{\text{g}}{\text{m}} \cdot \frac{1050 \text{ m}^3}{12 \frac{\text{g}}{\text{m}}} = 2100 \text{ m} \text{ (4)}$$

$$\text{M}^\circ \text{ SPEZZONI DI m.d. PER FORO} = \frac{L_{\text{miccia}}}{L_{\text{LUNG. TOT. FORI}}} = \frac{2100 \text{ m}}{1383 \text{ m}} = 1,5 \text{ SPEZZONI IN OGNI FORO}$$

$$SD = \frac{\text{m}}{\text{m}^3} = \frac{1383}{1050} = 1,32 \frac{\text{m}}{\text{m}^3} \text{ (5)} \text{ e } SD = \frac{2100}{1050} = 2 \frac{\text{m}}{\text{m}^3} \text{ (4)}$$

$$\text{M}^\circ \text{ FORI} = \frac{35}{0,3} + \frac{35}{0,3} + \frac{6}{0,3} = 253 \text{ FORI} \text{ (10)}$$

7



$$\phi = 105 \text{ mm}$$

$$T_0 = 10 \text{ MPa}$$

$$\tau = 15 \text{ MPa}$$

$$\gamma = 2,6 \text{ t/m}^3$$

LA SUPERFICIE ATTIVA È LA SUPERFICIE DI PERFORAZIONE A CUI CORRISPONDE IL PIANO SU CUI AGISCONO LE CARICHE E CHE DEVE RESISTERE A TRAZIONE.

$$S_1 = 240 \text{ m}^2$$

$$V = 30 \cdot 10 \cdot 8 = 2400 \text{ m}^3 \quad \text{e} \quad S_2 = 300 \text{ m}^2$$

$$S_3 = 80 \text{ m}^2$$

• FORZA DOWTA AL PESO = $\gamma \cdot V = 2,6 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \cdot 2400 \text{ m}^3 = 6240 \text{ t} = 62,4 \text{ MN}$

• FORZA PER DISTACCO SUP. 1 (FORZA RESISTENTE)

$$F_1 = A \cdot T_0 = 30 \cdot 8 \cdot 10 \text{ MPa} = 2400 \text{ MN}$$

• SUP. 2 È // ALLE FESSURAZIONI $\rightarrow \bar{F}_2 \approx 0$

• SUP. 3 $\rightarrow \bar{F}_3 = \tau \cdot A = 8 \cdot 10 \cdot 15 = 1200 \text{ MN}$

$$\rightarrow F_{\text{TOT}} = 62,4 + 2400 + 1200 = 3662 \text{ MN} \rightarrow S_a = \frac{\bar{F}_a}{P_E} = \frac{3662}{900} = 4,1 \text{ m}^2$$

(PREX DI FERRO)

$$L_c = \frac{S_a}{\phi} = \frac{4,1}{0,105} = 39 \text{ m}$$

$$Q = \pi \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \cdot \gamma_E \cdot L_c = 270 \text{ Kg}$$

$$L_T = L_c \cdot \frac{4}{3} = 52 \text{ m} = L_{\text{FORATA}} \Rightarrow E = \frac{S_{\text{CARIC}}}{L_T} = \frac{240}{52} = 4,6 \text{ m}$$

$$M^{\circ} \text{ FORI} = \frac{30}{4,6} = 6 \text{ e } 7 \text{ FORI}$$

$$PF = \frac{Q}{V} = \frac{270 \text{ Kg}}{2400} = 113 \text{ g/m}^3$$

5) $\gamma_e = 2,65 \text{ t/m}^3$ 6d/w
 $H = 14 \text{ m}$ 1 volata/w
 $\phi = 78 \text{ mm}$ 1500 t/d
 $\alpha = 80^\circ$ $D = 0,8 \text{ m}$
 $P.F_{\min} = 0,18 \text{ Kg/m}^3$ 10% $D > 0,8 \text{ m}$

SLURRY

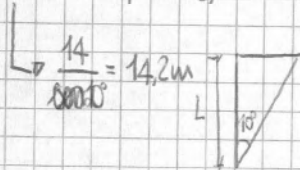
90% $\rightarrow \frac{D}{D_{\max}} = 0,47 \rightarrow D_{\max} = 1,7 \text{ m}$

$V \approx 40 \phi \approx 3 \text{ m} \rightarrow \frac{D_{\max}}{V} = 0,6 \rightarrow \frac{PF}{PF_{\min}} = 1,55 \rightarrow PF = 0,28 \text{ Kg/m}^3$

$P.F. = Q / V \cdot E \cdot H \rightarrow PF = \frac{Q}{126} \rightarrow Q = 35 \text{ Kg}$

$\text{prod/w} = 1500 \text{ t/d} \cdot 6 = 9000 \text{ t} \rightarrow V_{\text{SETTIMANALE CON UN'UNICA VOLATA}} = \frac{\text{prod/w}}{\gamma_e} \approx 3400 \text{ m}^3 \rightarrow n^\circ \text{ mine} = \frac{3400 \text{ m}^3}{126 \text{ m}^3} = 27 \text{ mine}$

$L_f = L + U = 14,2 \text{ m} + 0,4V \approx 15 \text{ m}$

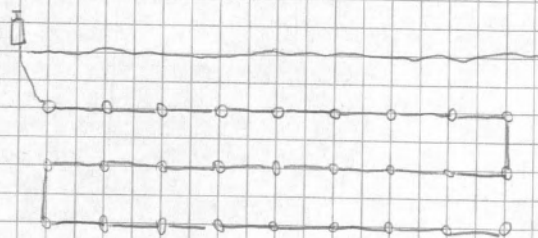
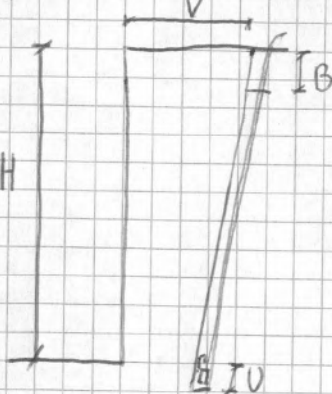


$\rightarrow L_{\text{TOT FORI A VOLATA}} = 15 \cdot 27 = 405 \text{ m}$

$SD = \frac{L}{V} = \frac{15}{126} \approx 0,12 \frac{\text{m}}{\text{m}^3}$

$\text{m DI MICCIA} = (L_f + 0,1) \cdot 27 = 15,1 \cdot 27 \approx 408 \text{ m}$
 \rightarrow X COLLEGAMENTI

$M^\circ \text{ DET A VOLATA} \rightarrow \text{USD ELETTRICO MICROCONTROLLATO } m^\circ = 27 \text{ det.}$



$$\textcircled{7} D = 0,8$$

90% < 0,8m PASSA

10% > 0,8m NON PASSA

$$V = 40 \phi = 2,6m = E \text{ MAGLIA QUADRATA}$$

$$\text{Kg DI ESPL. PER FORO} = 1500 \frac{\text{t}}{\text{d}} \cdot Sd = 7500 \frac{\text{t}}{\text{m}}$$

$$L \rightarrow \frac{7500 \frac{\text{t}}{\text{m}}}{2,65 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 2830 \text{ m}^3 \rightarrow \text{OGNI VOLATA } V = \frac{2830}{2} = 1415 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow \frac{D}{D_{\text{max}}} = 0,45 \rightarrow D_{\text{max}} = 1,8 \text{ m} \rightarrow \frac{D_{\text{max}}}{V} = 0,7 \rightarrow \frac{PF}{PF_{\text{min}}} = 1,4 \rightarrow PF = 0,25 \text{ Kg/m}^3$$

$$Q = PF \cdot V = 0,25 \cdot 1415 = 354 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{mine}} = E \cdot V \cdot H = 81 \text{ m}^3 \rightarrow n^{\circ} \text{ mine} = \frac{V_{\text{VOLATA}}}{V_{\text{MINA}}} = \frac{1415}{81} = 17 \text{ mine}$$

$$L_f = L + U = 12,8 + 0,78 = 13,5 \text{ m}$$

$$L \rightarrow \frac{H}{\text{angolo}} = 12,8 \text{ m}$$

$$\text{METRAGGIO TOT} = L_f \cdot n^{\circ} \text{ mine} = 13,5 \cdot 17 = 229,5 \text{ m}$$

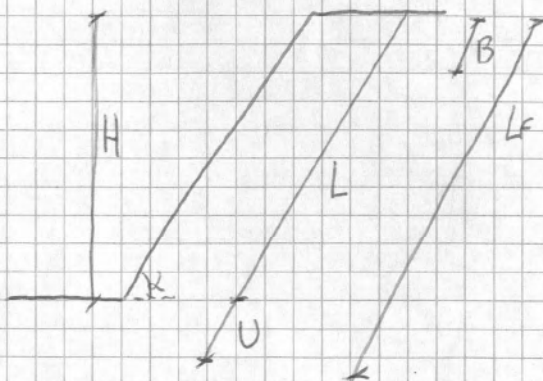
$$SD = \frac{L}{V} = \frac{12,8}{81} = 0,16 \frac{\text{m}}{\text{m}^3}$$

$$\text{MICCIA DET.} \rightarrow 13,5 + 0,1 = 13,6 \text{ m} \rightarrow 13,6 \cdot 17 \approx 232 \text{ m DI MICCIA DET.}$$

TIPO DET: ELETTRICO 17

NONEL 34 (1 FONDO FORO + 1 U.C.)

MICCIA DET: 17+1



SCAVO CON RIPPER

1. Scavo con ripper per l'approfondimento di un piazzale in roccia di dimensioni 30 x 50 m con passata incrociata.

Sono noti:

d_1 0.70 m (interasse tra le passate parallele allato lungo)

d_2 1.50 m (interasse tra le passate parallele allato corto)

p 0.60 m (profondità delle passate)

v 0.50 m/s (velocità del ripper)

t 20 s (tempo di virata)

C 300 m³/h (produttività del dozer)

Si calcoli la produttività media oraria del sistema

2. Occorre rippare un piazzale di 30 x 70 x 3 m. E' richiesta al cantiere una produttività di circa 600 m³/h da realizzare con una macchina monodente con le seguenti caratteristiche:

- profondità delle passate: 0,8 m

- velocità del ripper: 0,3 m/s

- tempo di virata: 50 s

Si suppone di esaurire lo scavo mediante una serie di passate semplici, parallelamente al lato lungo del piazzale, con interasse di 1 m.

Verificare che in tali condizioni la produzione richiesta sia soddisfatta, e valutare il tempo necessario allo sbancamento dell'intero piazzale per la profondità corrispondente ad una singola passata.

(Indicare lo schema di lavoro mediante uno schizzo quotato).

3. Occorre rippare un piazzale di 25 x 55 m con passate semplici, effettuate parallelamente al lato lungo. E' richiesta al cantiere una produttività di circa 600 m³/h da realizzare con una macchina monodente avente le seguenti caratteristiche:

- profondità delle passate 0.8 m

- velocità media, comprensiva dei tempi di manovra e virata: 0.3 m/s

Si determini l'interasse fra le passate che è necessario adottare per rispettare la produttività richiesta

4. Un ripper attrezzato con utensile monodente deve effettuare l'approfondimento di 1.6 m in roccia fratturata, per l'allargamento di una sede stradale; la lunghezza interessata allo scavo è di circa 1600 m.

Il dente ha profondità di passata regolabile, max 1 m.

Posto che la velocità media del ripper (comprensiva delle manovre) sia di 2 km/h e

PIETRE ORNAMENTALI

7. Per lo stacco al monte di una bancata di granito su 3 superfici si ricorre alla tecnica del filo diamantato, essendo presente una discontinuità alla base.

Dimensioni della bancata: lunghezza 60 m; spessore 6 m; altezza 10 m.

Calcolare il tempo richiesto per l'esecuzione dei tagli – Tabella 1 (al netto dei tempi necessari per il posizionamento e la movimentazione della tagliatrice a filo sul piazzale).

8. Per lo stacco al monte di una bancata di marmo con 2 superfici libere si ricorre alla tecnica mista "tagliatrice a catena/tagliatrice a filo diamantato" (Tabelle 1, 2).

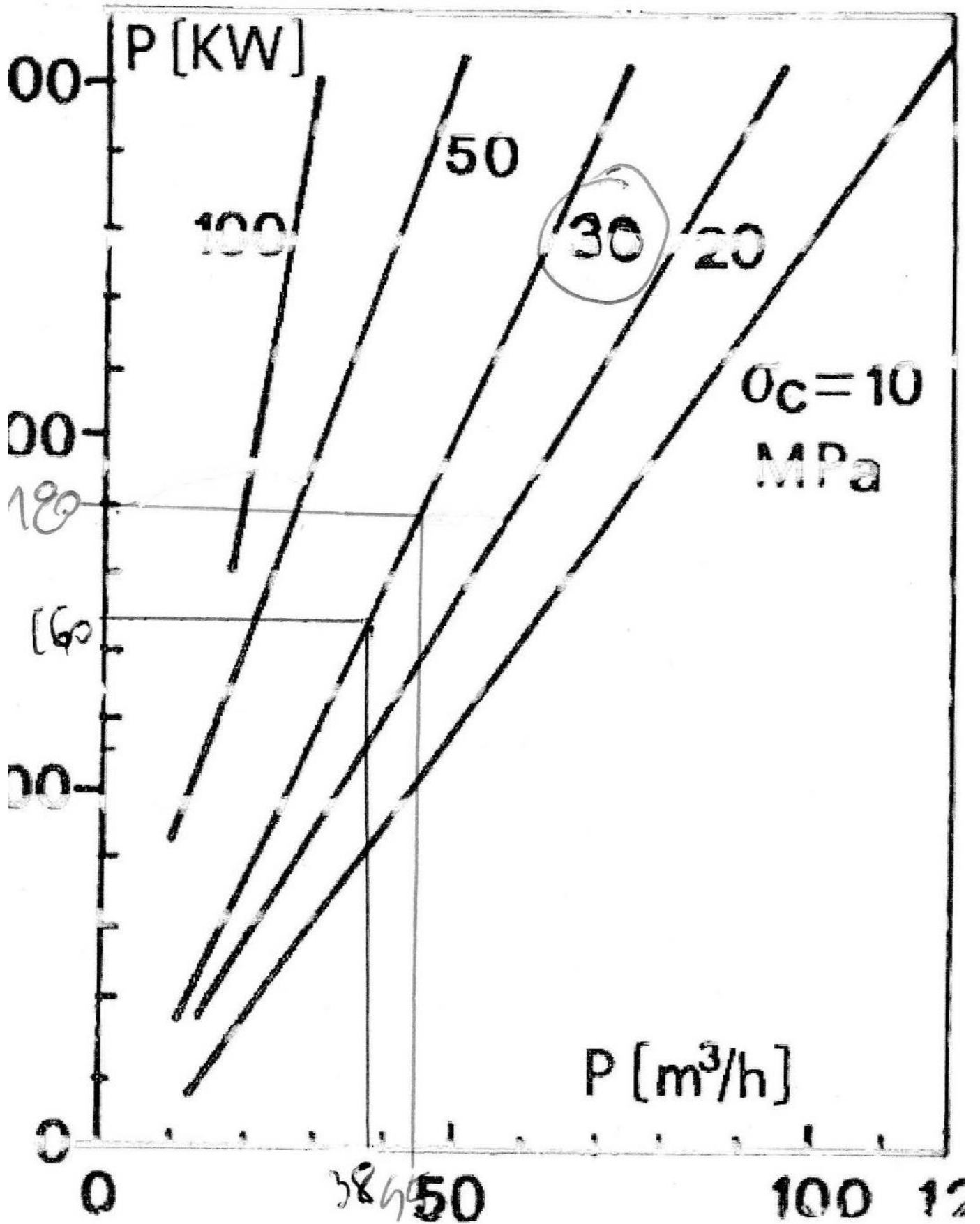
Il volume da distaccare ha dimensioni: altezza = 3 m; spessore 4 m; lunghezza 75 m.

Calcolare il tempo necessario all'esecuzione dei tagli, al netto dei tempi morti dovuti al posizionamento ed alla movimentazione delle tagliatrici sul piazzale.

Tabella 1

Tagliatrice a filo diamantato: prestazioni

Materiale	Tipo di utensile	Velocità di taglio	Resa del filo
<i>Verde Alpi (marmo)</i>	perlina elettrodeposta 30 perline/m montaggio filo a molle	8 m ² /h	17 m ² /m
<i>Botticino (marmo)</i>	perlina elettrodeposta 30 perline/m montaggio filo a molle	12 m ² /h	28 m ² /m
<i>Candoglia (marmo)</i>	perlina elettrodeposta 30 perline/m montaggio filo a molle	13 m ² /h	33 m ² /m
<i>Bianco Praly (marmo)</i>	perlina sinterizzata 30 perline/m montaggio filo plastificato	12 m ² /h	23 m ² /m
<i>Pietra di Luserna (gneiss)</i>	perlina sinterizzata 40 perline/m montaggio filo plastificato	3,5 m ² /h	10 m ² /m
<i>Serizzo (gneiss)</i>	perlina sinterizzata 40 perline/m montaggio filo plastificato	4 m ² /h	10 m ² /m
<i>Granito Sardo (granito)</i>	perlina sinterizzata 40 perline/m montaggio filo plastificato	1,6 m ² /h	7,5 m ² /m



ESERCITAZIONE 6

SCAVO CON RIPPER

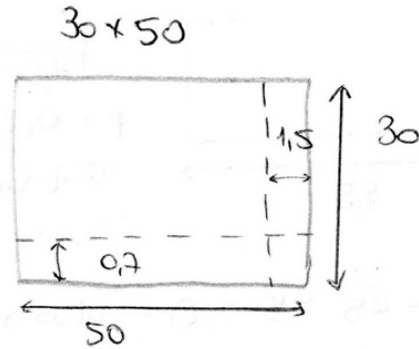
profondità passate
 $p = 0,6 \text{ m}$
 velocità ripper
 $v = 0,5 \text{ m/s}$
 tempo ritardo
 $t_r = 20 \text{ s}$

$C_d = 300 \text{ m}^3/\text{h}$
 produttività
 del dozer

①

$d_1 = 0,7 \text{ m}$
 $d_2 = 1,5 \text{ m}$

$d_1 = \text{interasse tra passate //}$
 al lato lungo
 $d_2 = \text{interasse tra passate //}$
 al lato corto



$$m_{\text{passate}}/l=30 = \frac{30}{0,7} = 43 \rightarrow t_{30\text{m}} = \frac{30}{0,5} + t_r = 60 + 20 = 80 \text{ s}$$

$$m_{\text{passate}}/l=50 = \frac{50}{1,5} = 34 \rightarrow t_{50\text{m}} = \frac{50}{0,5} + 20 = 100 + 20 = 120 \text{ s}$$

$$t_{\text{tot}} = (120 \cdot 43) + (80 \cdot 34) = 5160 + 2720 = 7880 \text{ s} = 2 \text{ h } 11' 20'' \text{ (ripper)}$$

$$V_{\text{sc}} = 30 \cdot 50 \cdot 0,6 = 900 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{ripper}} = \frac{900}{2 \text{ h } 11' 20''} = 411 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{ ROLLA IN POSTO}$$

$$BF = 1,5 \rightarrow V_{\text{sm}} = 1350 \text{ m}^3 \text{ ROLLA SMOSSA}$$

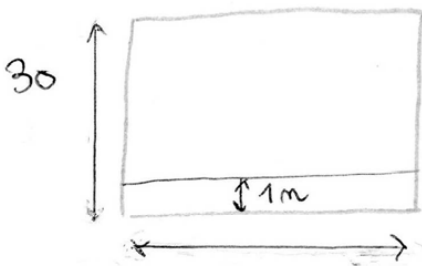
$$\frac{1350}{300} = 4,5 \text{ h (dozer)}$$

$C_{\text{dozer}} = 300$

$$t_{\text{sc}} + t_{\text{sg}} \approx 6,7 \text{ h} \quad t_{\text{tot}} + t_{\text{dozer}}$$

$$P = \frac{900}{6,7} = 135 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

②



$V = 70 \cdot 30 \cdot 3 = 6300 \text{ m}^3$
 $d = 1 \text{ m}$
 $P = 600 \text{ m}^3/\text{h}$
 produttività
 $p = 0,8 \text{ m}$
 prof. passate
 $v = 0,3 \text{ m/s}$
 vel ripper
 $t_r = 50 \text{ s}$

$$m_{\text{passate}}/l=1 = \frac{30}{1} = 30$$

$$t = \frac{30 \cdot 70}{0,3} + 50 = 8500 \text{ s} \approx 2,36 \text{ h}$$

$$V = 30 \cdot 70 \cdot 0,8 = 1680 \text{ m}^3 \text{ ROLLA IN POSTO}$$

$$P_{\text{ripper}} = \frac{1680}{2,36} \approx 712 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{ ROLLA IN POSTO}$$

scopri

$$C_d = l \times R^2 \times k$$

) lama universale

$$C_d = 2,5 \cdot 0,9^2 \cdot 0,9 = 1,82 \text{ m}^3$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$d = 150 \text{ m}$$

$$h = 0,9 \text{ m}$$

$$v_c = 3,5 \text{ km/h} \rightarrow 0,97 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t_{\text{ciclo}} = \frac{150}{0,97} + \frac{150}{1,66} + 50 = 295$$

$$k = 0,9$$

$$v_r = 6 \text{ km/h} \rightarrow 1,66 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P_d = \frac{C_d}{t_{\text{ciclo}}} = \frac{1,82}{295} = 0,0061 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 3600 = 22,2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

La produttività del dozer in realtà è maggiore di quella che si calcola in questo modo in quanto il dozer riuscendo a continuare a raccogliere il materiale.

) $h = 4 \text{ m}$

spessore
cassa
bobina)

$$S = 0,5 \text{ ha (ettari)} = 5000 \text{ m}^2$$

$$t \approx 30 \text{ h}$$

$$V = 5000 \times 4 = 20000 \text{ m}^3 \text{ suppongo un'area di } 100 \times 100$$

$l_1 = 100 \text{ m} \rightarrow$ meno passate ma \downarrow produttività

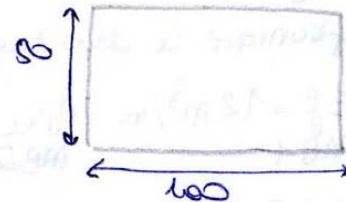
$l_2 = 50 \text{ m} \rightarrow$ \uparrow passate, \uparrow t manovra, \uparrow produttività

Le opzioni sono due: o vado per tentativi oppure:

(BF)

$$V_{\text{scudo}} = 20000 \times 1,5 = 30000 \text{ m}^3$$

$$P = \frac{30000}{30 \text{ h}} = 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$



IRAFICO \rightarrow In una distanza di 100m non ho nessun dozer che vada bene

Sulla distanza di 50m si sceglie il dozer (A) anche se è sovradimensionato rispetto alla richiesta.

Se tiro in ballo il C.U. so che la produttività è sempre $< 100\%$ per cui la macchina anche se sovradimensionata tiene conto del C.U. non specificato

NB: Altrimenti posso cambiare le dimensioni dell'area es 40×500

es Dozer (F) $\rightarrow d_1 (100 \text{ m}) \rightarrow 180 \text{ m}^3/\text{h}$

$$180 / 1,5 = 120 \text{ m}^3/\text{h} \text{ NO } \times k \text{ e' richiesta } 1000 \text{ m}^3/\text{h}!$$

Nessun dozer (A-B-C-D-E-F) per la distanza $d_1 = 100 \text{ m}$ va bene

quindi uso $d_2 = 50 \text{ m}$

$d_2 = 50 \text{ m} \rightarrow$ un dozer "A" viene

sovradimensionato $\approx 1300 \text{ m}^3/\text{h}$
 x0' con dozer B non arrivo all'obiettivo
 \rightarrow vado a modificare la geometria di scavo

uso $d_2 = 40 \xrightarrow{\text{MAB}}$ dozer "B"
 $\approx 1000 \text{ m}^3/\text{h}$