

Diseño de perforación y tronadura radial

Operaciones necesarias

- Excavar túnel que permita hacer perforaciones radiales.
- Hacer una excavación vertical con el fin de tener una cara libre en la tronadura.
- Hacer perforaciones radiales.

Características

- Muy flexible
- Permite la excavación de grandes volúmenes en un acceso pequeño
 - ↳ Ahorro en desarrollo de menores excavaciones → mayor estabilidad.
- Seguridad y alta productividad.

Desventajas

- Distancia entre perforaciones no es regular
- Factores de carga no son regulares a lo largo de la perforación.
 - ↳ Complicaciones en la carga.
- Al variar el ángulo tantas veces, existen discrepancias con lo diseñado y lo logrado → Mayor % de desviaciones.
- Por la inclinación en que se encuentran, hay dificultad en la carga.
- Dificultad para mantener explosivos en perforaciones verticales. → **Sobre todo los de mayor diámetro.**
- Sistema de iniciación en tronadura es crítico.
 - Tiros en sector inicial están muy juntos
 - ↳ Evitar que interaccionen, que uno active al otro.

Principios Generales del Diseño

Ojo con: Lo que se diseña teóricamente.

Lo que se implementa en la realidad.

Largo Perforación

Minimizar desarrollos $\rightarrow$ Se intenta utilizar el max largo posible.

Sobre 20 m perforaciones tienden a ser imprecisas.

Cuando el tiro es muy largo se tiende a disminuir el radio de perforación.

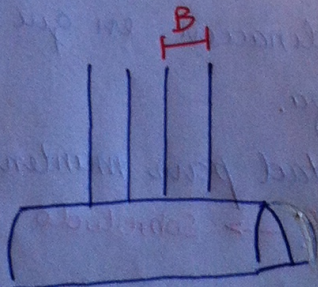
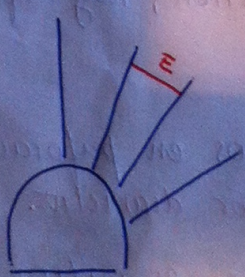
Ineficiencias $\rightarrow$ transmisión.

Lo recomendable $\rightarrow$ No más de 30 m.

Separación entre perforaciones en los esquinas es demandada.

FRAGMENTACIÓN POBRE

Solución: utilizar explosivos de mayor energía.



¿Como compenso los tiros al comienzo que estan muy juntos? $\rightarrow$ Tacos.

Relaciones Matemáticas.

$$B \times S = \frac{L M_c}{H K}$$

B: Burden [m]

S: Espaciamiento [m]

L: Largo columna explosivo [m]

H: Largo perforación [m]

M_c : Masa del explosivo por unidad de largo. [kg/m]

K: Poder rompedor [kg/m³]

Parados se considerarán paralelos!

$$L = H - 20D$$

Empírico ⁴

D: Diámetro del explosivo.

En general el espaciamiento debería ser mayor que el Burden → pero estar en el límite no es muy crítico.

$$S = 1.3 \text{ a } 1.5 \cdot B$$

normalmente se asume.

Definir poder rompedor de acuerdo al tipo de roca

0.8 kg/m³

roca débil.

1.2 kg/m³

roca dura.

Factores: Dureza - Blowsidad (Sets de estructuras)

Ejemplo Numérico.

$$\rho_{\text{explosivo}} = 1180 \text{ kg/m}^3 \quad \text{diámetro perf: } 102 \text{ mm}$$

$$\rho_{\text{pedra rompedor}} = 0,8 \text{ kg/m}^3$$

$$M_c = 9,64 \text{ kg/m} \rightarrow \text{se calcula}$$

$$K = 0,8 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \text{deducido}$$

Volumen en un metro de largo

$$\pi \cdot \left(\frac{102}{1000 \cdot 2} \right)^2 = 0,008 \text{ m}^3$$

$$M_c = \text{Volumen} \cdot \text{Densidad}$$

$$1180 \cdot 0,008 = 9,64 \text{ kg/m}$$

Asumimos

$$B \times S = \frac{M_c}{K}$$

$$L = H$$

$$B \times S = \frac{9,64}{0,8} = 12,05 \text{ m}^2$$

Asumimos

$$S = 1,3 B$$

$$1,3 B^2 = 12,05 \Rightarrow$$

$$3,05 \text{ m} = B !$$

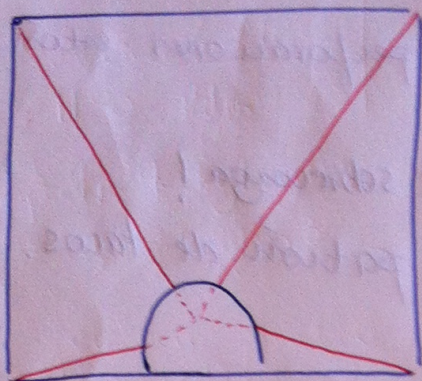
Luego:

$$B = 3 \text{ [m]}$$

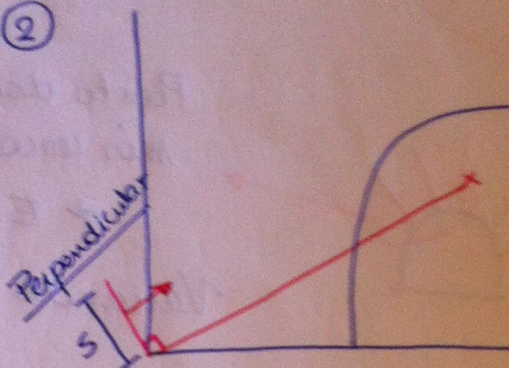
$$S = 3,96 \text{ m} \approx 4 \text{ [m]}$$

Layout

①



②

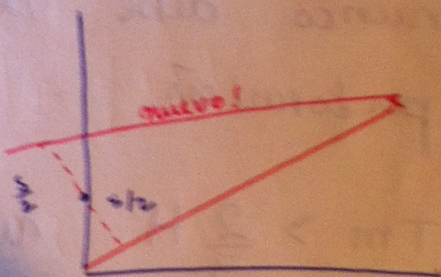
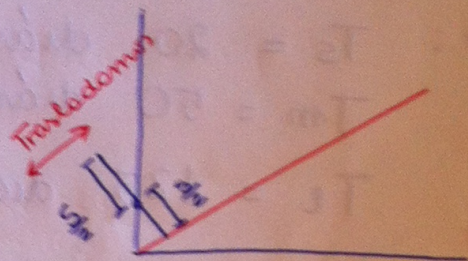


Luego de
agregar paulatinamente
observar los que quedaron
muy cerca de las esquinas.

→ Centrar

→ Omitir.

→ analizar
alrededores!



Cartilla a rellenar:

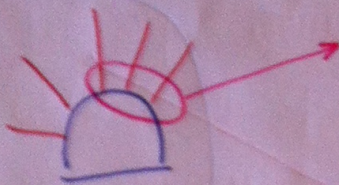
Perforacion	Angulo	Largo	Taco	Orden perf.
-------------	--------	-------	------	-------------

Al final de ajustar volver a medir el espaciamiento
promedio. y aplicar:

$$S = 1,3 B$$

Burden
nuevo!

Pattern de Carga.



Punto donde perforaciones están más cerca.

* Evitar sobrecarga!

Variando el patrón de tacos.

Ejemplo: $T_s = 20$ diámetros
 $T_m = 50$ diámetros
 $T_e = 125$ diámetros

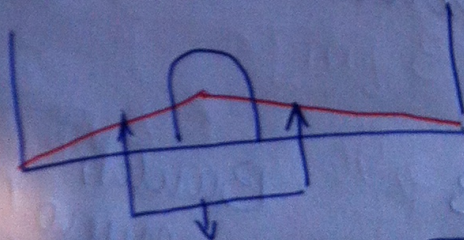
Taco nunca debe ser más de $\frac{2}{3}$ de la perforación

Si $T_m > \frac{2}{3} H$ usar T_s

Si $T_e > \frac{2}{3} H$ usar T_s y T_m alternados hasta que $H = 1,5 T_e$.

Siempre se usa T_s en esquinas inferiores

↳ Cuando no hay un anillo completo.



usar taco T_s .

Optimizando el diseño!

Diametro de perforación

mayor Diámetro $\rightarrow$ mayor espaciamiento.

combiar Diámetro cambia Mc.

* Mayor diámetro disminuye perforaciones.
aumenta explosivo.
carga es más fácil.

Mayor diámetro 100 mm

¿Problemas? Retener explosivos.

Secuencia de Tronadura.

Límites $\rightarrow$ Depende de la cantidad de paredes.
 $\rightarrow$ convergencia podría no lograr tiros
posteriores.