

EJERCICIO SOBRE TRITURADORAS DE MANDÍBULAS

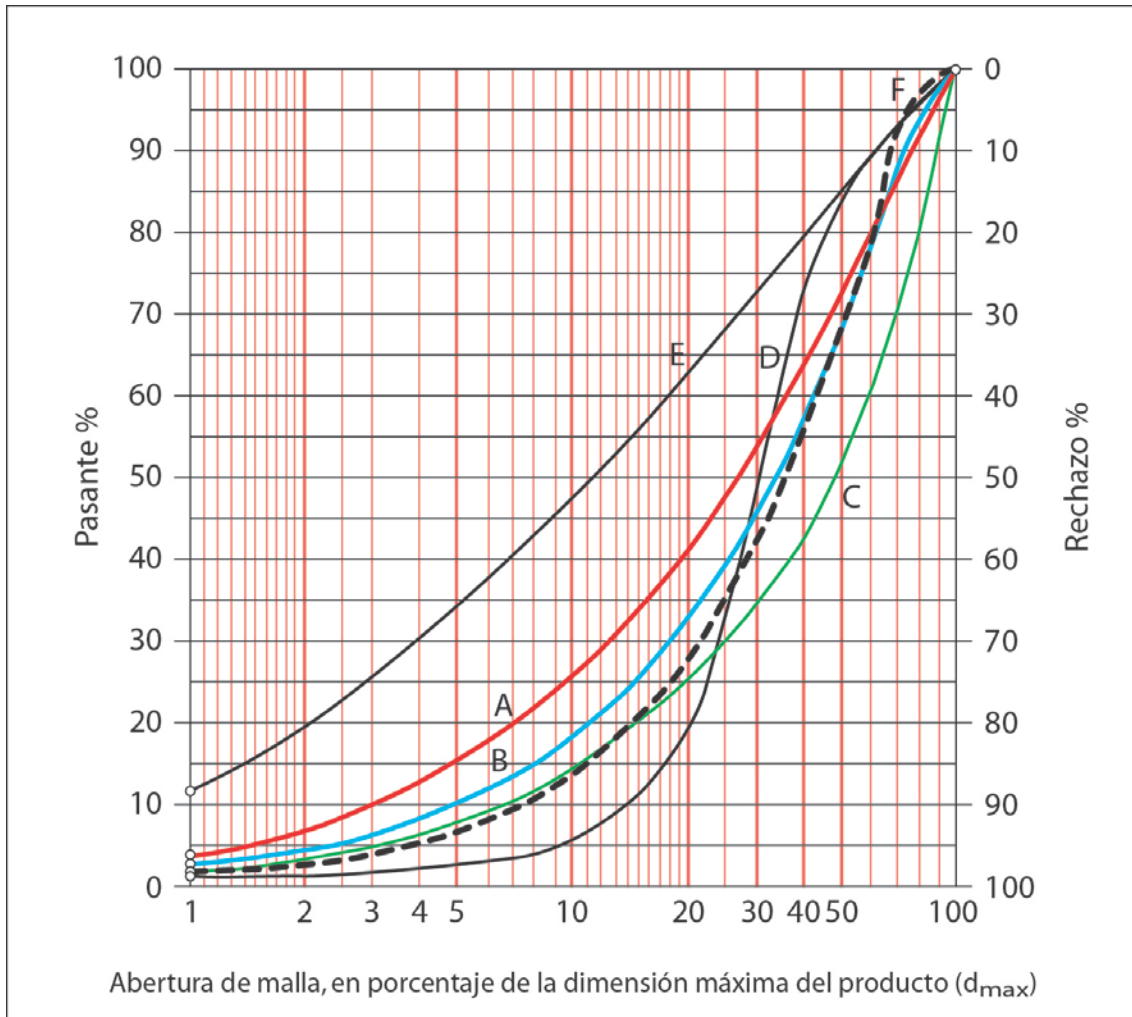
## EJERCICIO

En una planta de áridos existe una instalación de trituración que está formada por una machacadora de mandíbulas con una instalación de precibado previo a través de rejilla de barrotes. Las dimensiones de la boca de alimentación del primario es de 1200x850 mm. El reglaje es de 200 mm, con un recorrido de 15 mm y una velocidad de 250 rpm. El triturador primario está alimentado a su máxima capacidad posible mediante un alimentador blindado. Esta alimentación se caracteriza por un índice de Bond de 11 y un tamaño máximo de alimentación de 540 mm. En la etapa primaria el producto se caracterizará por presentar una granulometría con un 75% paso por la abertura igual al reglaje. Por otro lado, el producto obtenido en las trituradoras secundarias se caracterizará por presentar una distribución granulométrica donde el  $d_{80}$  es igual 60 mm. Si se tiene en cuenta que el recorrido de las trituradoras ofertadas obedece a la expresión de  $t=0.05 \cdot A^{0.80}$  y que el precio es proporcional a  $A^2$  y que se utilizará precibado y alimentador, entonces ¿qué trituradora secundaria se seleccionaría y cuántas se necesitarían para que la inversión resultara la más económica posible? ¿Cuál sería así mismo la potencia motor a instalar en cada una?

BOCA DE ALIMENTACIÓN		REGLAJE	VELOCIDAD
A (mm) - Ancho	L (mm)	r (mm)	n (rpm)
180	250	20 – 50	250 – 300
250	400	30 – 75	250 – 300
500	650	60 – 130	250 – 300
600	900	60 - 180	180 - 300

La machacadora primaria es de tipo Blake, con mandíbulas de perfil recto y relieve acanalado con un ángulo de  $26^\circ$  y carga con tolva. Tomad una densidad real de  $2.6 \text{ g/cm}^3$ .

La curva granulométrica típica del producto de una machacadora de mandíbulas es la representada por la curva A que viene en función del tamaño máximo de partícula obtenido como producto de la trituradora.



Solución:

La capacidad de la machacadora primaria que servirá de alimentación a las trituradoras secundarias viene dada por la expresión de Gieskieng:

$$T = f \times \rho_a \times w \times r \times t \times n \times a \times u$$

Donde:

$f$  = Coeficiente = 0.00088 (finos eliminados y mandíbulas acanaladas)

$\rho_a$  = Densidad aparente =  $2.6 \times 0.6 = 1.56 \text{ gr/cm}^3$

$w$  = Longitud de la boca de alimentación = 120 cm (1200 mm)

$r$  = Reglaje = 20 cm (200 mm)

$t$  = Recorrido = 1.5 cm (15 mm)

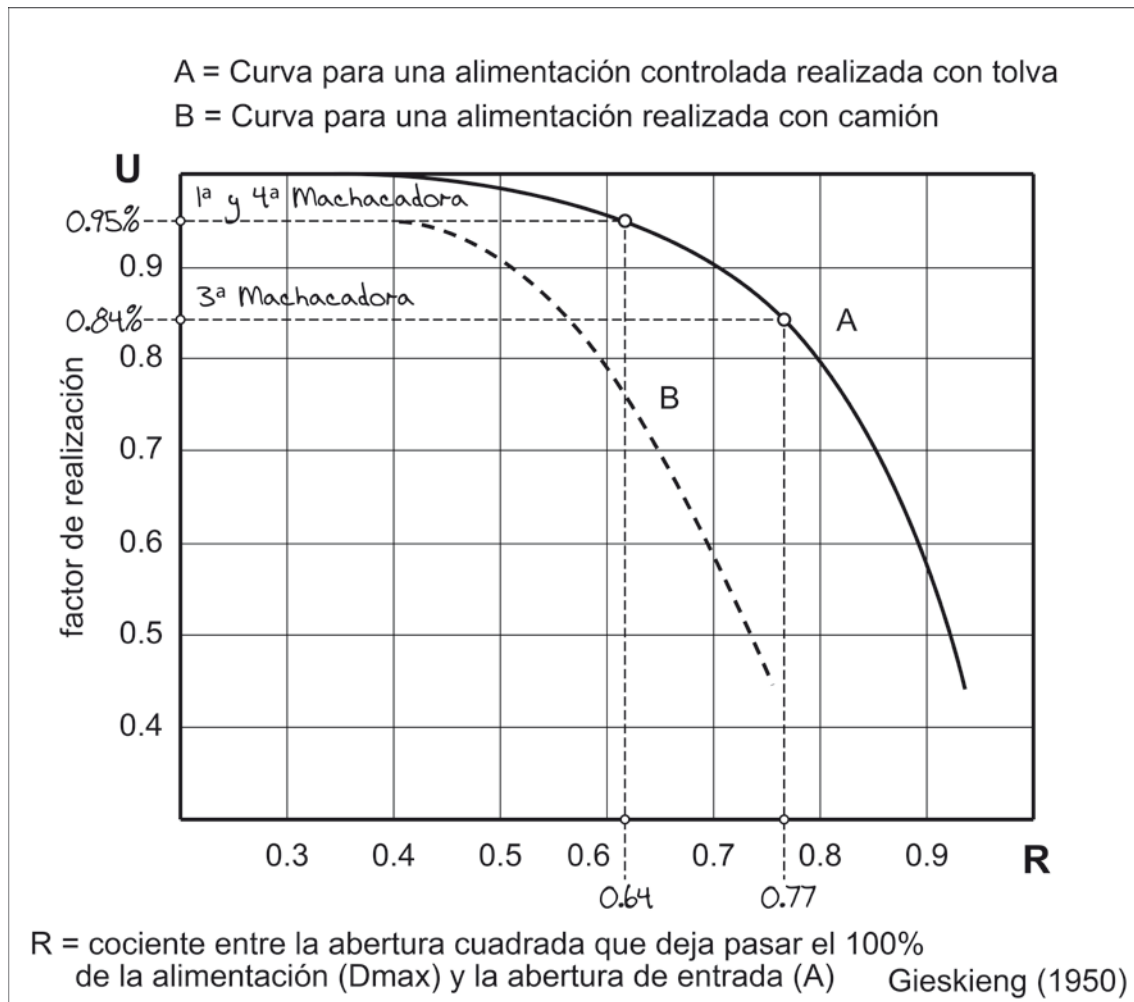
$A = 850 \text{ mm}$

$$n = \text{velocidad rpm} = 250 \text{ rpm}$$

$$D_{\text{max}} = 540 \text{ mm}$$

$$a = 1 + 0.03 (26 - 26) = 1.00$$

$$R = D_{\text{max}} / A = 540 \text{ mm} / 850 \text{ mm} = 0.64 \text{ (ver Gráfica } u - R) \rightarrow u = 0.95$$



Ahora introducimos todos los valores calculados en la expresión de Gieskieng para tener que:

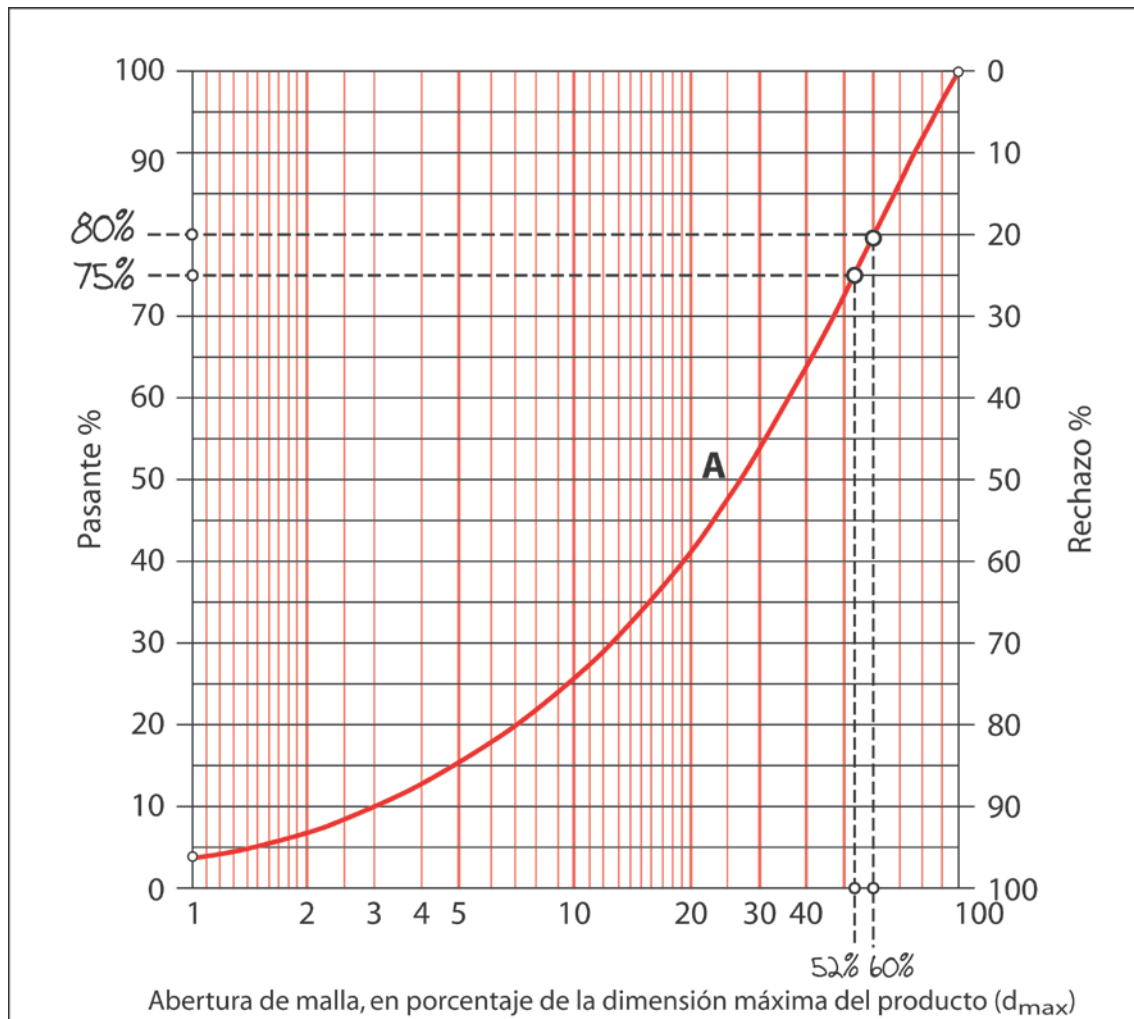
$$T = 0.000088 \times 1.56 \times 120 \times 20 \times 1.5 \times 250 \times 1 \times 0.95 = 117.37 \text{ t/h}$$

La abertura de salida (reglaje) del primario es de 200 mm por donde el producto cumple que el 25% de los granos producidos serán superiores a dicho reglaje de salida, luego el  $D_{75} = 200 \text{ mm}$ . Llevando este valor a la gráfica del enunciado (ver solución obtenida en la curva A) nos dará en abscisas un valor aproximado de 52% del tamaño máximo producido ( $d_{\text{max}}$ ), luego:

$$52\% d_{\max} \rightarrow 200 \text{ mm}$$

$$100\% d_{\max} \rightarrow x$$

Obteniéndose  $x = 384.62 \text{ mm}$ , luego este valor será el máximo tamaño de partícula obtenida en el producto de la trituradora primaria.



Se nos presenta una oferta de 4 machacadoras secundarias, para una capacidad de 117.37 t/h. El tamaño máximo que sale de la machacadora primaria será de 384.62 mm, el cual es superior a la dimensión del ancho de boca que presentan los dos modelos iniciales de trituradora secundaria (180 mm y 250 mm). Como se tiene que cumplir que el cociente Tamaño máximo/Ancho de boca = 0.8, rechazaremos la oferta de los dos primeros modelos por no ser válidos.

Se indica que el producto que sale de la etapa secundaria se caracteriza por presentar un tamaño granulométrico caracterizado por un valor de  $d_{80} = 60 \text{ mm}$ .

Por consiguiente, lo primero es calcular el tamaño máximo de las partículas que salen de la machacadora secundaria, para ello nos serviremos de la curva A de la gráfica (ver solución obtenida sobre la misma), entrando en ordenadas por el valor de 80% de paso acumulado nos da una abertura de malla por la que pasaría ese 80% de material igual al 60% del tamaño máximo del producto. Si sabemos que esa abertura de malla equivale al reglaje establecido que es de 60 mm, entonces podemos establecer lo siguiente:

$$60\% d_{\max} \rightarrow 60 \text{ mm } (d_{80})$$

$$100\% d_{\max} \rightarrow z$$

Obteniéndose  $z = 100 \text{ mm}$  como dimensión máxima obtenida en el producto de la trituradora secundaria.

En este supuesto, como no se exigen condiciones adicionales al producto que sale de las trituradoras secundarias no se hace necesario realizar cálculos con cribado o determinar cantidades de recirculado, ya que se considera que el producto tal y como sale de la trituración secundaria ya es perfectamente adecuado.

#### Selección del modelo no. 3 de trituradora de mandíbulas ofertada

El coste o precio es proporcional a  $A^2$  ( $500 \text{ mm} = A$ ), luego el precio será de  $k \times A^2 = k \times 500^2 = 250\,000 k$

Aplicamos la fórmula de Gieskieng nuevamente donde:

$f$  = Coeficiente = 0.00088 (finos eliminados y mandíbulas acanaladas)

$\rho_a$  = Densidad aparente =  $2.6 \times 0.6 = 1.56 \text{ gr/cm}^3$

$w$  = Longitud de la boca de alimentación = 65 cm (650 mm)

$r$  = Reglaje = 6 cm (60 mm)

$t$  = Recorrido =  $0.005 \times (A)^{0.80} = 0.005 \times (50)^{0.80} = 1.14 \text{ cm}$

$A = 500 \text{ mm}$

$n$  = Velocidad rpm = 250 rpm

$a = 1 + 0.03 (26 - 26) = 1.00$

$R = D_{\max} / A = 384.62 \text{ mm} / 500 \text{ mm} = 0.77$  (ver solución sobre Gráfica u - R)

$\rightarrow u = 0.84$

Ahora introducimos todos los valores calculado en la expresión de Gieskieng para tener que:

$$T = 0.000088 \cdot 1.56 \cdot 65 \cdot 6 \cdot 1.14 \cdot 250 \cdot 1 \cdot 0.84 = 12.24 \text{ t/h}$$

Por lo que para la cantidad a tratar de 117.37 t/h necesitaremos:

$$(117.37 \text{ t/h}) / (12.24 \text{ t/h}) = 9.59, \text{ es decir unas 10 trituradoras.}$$

Luego el precio total será de

$$250\,000 \text{ K} \times 10 = 2\,500\,000 \text{ K}$$

Selección del modelo no. 4 de trituradora de mandíbulas ofertada

El coste o precio es proporcional a  $A^2$  (600 mm = A), luego el precio será de  $K \times A^2 = K \times 600^2 = 360\,000 \text{ K}$

Aplicamos la fórmula de Gieskieng nuevamente donde:

$f$  = Coeficiente = 0.00088 (finos eliminados y mandíbulas acanaladas)

$\rho_a$  = Densidad aparente =  $2.6 \times 0.6 = 1.56 \text{ gr/cm}^3$

$W$  = Longitud de la boca de alimentación = 90 cm (900 mm)

$r$  = Reglaje = 6 cm (60 mm)

$t$  = Recorrido =  $0.005 \times (A)^{0.80} = 0.005 \times (60)^{0.80} = 1.32 \text{ cm}$

$A$  = 600 mm

$n$  = Velocidad rpm = 180 rpm

$a$  =  $1 + 0.03(26 - 26) = 1.00$

$R$  =  $D_{\text{max}} / A = 384.62 \text{ mm} / 600 \text{ mm} = 0.64$  (ver solución sobre Gráfica  $u - R$ )

→  $u = 0.95$

Ahora introducimos todos los valores calculado en la expresión de Gieskieng para tener que:

$$T = 0.000088 \cdot 1.56 \cdot 90 \cdot 6 \cdot 1.32 \cdot 180 \cdot 1 \cdot 0.95 = 16.73 \text{ t/h}$$

Por lo que para la cantidad a tratar de 117.37 t/h necesitaremos:

$$(117.37 \text{ t/h}) / (16.73 \text{ t/h}) = 7.01, \text{ es decir unas 7 trituradoras.}$$

Luego el precio total será de

$$360\ 000 \text{ k} \times 7 = 2\ 520\ 000 \text{ k}$$

Luego la oferta de la 3ª machacadora es la mejor oferta en precio, por lo tanto se elige este modelo finalmente.

### Cálculo de la potencia motor exigida para la trituradora secundaria seleccionada

Para el cálculo de la potencia motor se calcula la capacidad que será necesaria procesar por cada una de las once trituradoras secundaria, es decir:

$$T_{\text{trituradora secundaria}} = 117.37 \text{ t/h} / 10 = 11.74 \text{ t/h}$$

Aplicamos la fórmula de Bond del trabajo necesario, pero antes hay que calcular el  $D_{80}$  de la alimentación que entra a la trituradora secundaria y para ello se puede establecer la siguiente relación:

$$100\% D_{\text{max}} \rightarrow 384.62 \text{ mm}$$

$$60\% D_{\text{max}} \rightarrow x \text{ mm}$$

Obteniéndose  $x = 230.77 \text{ mm}$  ( $D_{80}$ ) que en micras vale 230 770.

El  $d_{80}$  es igual a 100 mm = 100 000 micras (dato del enunciado y calculado previamente).

Por lo que se tendría:

$$W = 10 \cdot 11 \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{100000}} - \frac{1}{\sqrt{230770}} \right) = 0.12 \text{ Kw.h/sht}$$

1 tonelada corta equivale a 907 toneladas métricas, luego:

$$907 \text{ kg} \rightarrow 0.12 \text{ Kw.h}$$

$$1000 \text{ kg} \rightarrow y$$

Obteniéndose  $y = 0.13 \text{ Kw.h/tm}$

Potencia  $0.13 \text{ Kw.h/tm} \times 11.74 \text{ t/h} = 1.53 \text{ Kw}$ , por lo cual el motor deberá proporcionar una potencia doble de  $2 \times 1.53 \text{ Kw} = 3.05 \text{ Kw}$  y siendo  $1 \text{ C.V.} = 0.736 \text{ Kw}$  entonces la potencia motor será de  $4.15 \text{ C.V.}$