

FORMULAS

MOLINOS

$$POTENCIA = (SALIDA - ENTRADA) \cdot CAPACIDAD$$

$$f = 25400 \mu \left(\begin{array}{l} \text{Para el} \\ 80\% \text{ de} \\ \text{la carga} \end{array} \right)$$

$$POTENCIA = L \cdot A \cdot B \cdot C$$

$$\text{DIAMETRO MAXIMO} = M'' = \left[\left(f \frac{W_i}{C_s K} \right) \left(\frac{\gamma}{\sqrt{D}} \right)^{1/2} \right]^{1/2}$$

$$C_s = X\% N_c$$

$$\text{BOLAS} \Rightarrow \begin{cases} 1 < L/D < 5 \\ \phi < 4 \text{ m} \\ K = 200 \end{cases}$$

$$\text{BARRAS} \Rightarrow \begin{cases} 60 < P/D < 80 \\ 60\% N_c < V < 68\% N_c \\ 1,2 < L/D < 1,6 \\ K = 300 \quad \phi < 4 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{VOL. DE CARGA} = V(\%) = \frac{(\text{Vol a molar} + \text{Vol cilindrada molar})}{\text{Vol interior del cilindro}} \cdot 100$$

ZARANDAS

$$\text{AREA} = [ft^2] = \frac{\text{CAUT ENTRA} - \text{CAUT RECHAZ}}{\alpha \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \cdot f \cdot g}$$

Eligir la de mayor area
y todas las piezas iguales

TORNILLOS

$$Q = [Tm/h] = \frac{\pi D^2}{4} S m 60 \frac{\text{min}}{h} \gamma \phi$$

$$P = [Hp] = K L Q \gamma$$

$$K \begin{cases} \rightarrow 0,018 & \text{Leviano y no abrazo} \\ \rightarrow 0,02 & \text{Pesado y no abrazo} \\ \rightarrow 0,024 & \text{Pesado y abrazo} \end{cases}$$

CANGILONOS

$$Q = [Tm/h] = 3600 S i 4 \gamma \sigma$$

$$P = [\text{CABALLOS}] = \frac{1000 Q h}{3600 75 \eta}$$

RASQUETAS

$$Q = [Tm/h] = \frac{A h \sigma \gamma}{208 CCC} \quad N (m/min) \quad h (cm) \quad A (cm)$$

CINTA

$$P_{[HP]} = (x + y + z) \cdot 1,1$$

Trituradoras

Ejercicio 1:

Se desea triturar 90 toneladas de piedra caliza para obtener los siguientes tamaños máximos entre $1\frac{1}{2}"$ y $\frac{3}{4}"$ entre $\frac{3}{4}"$ y $\frac{1}{2}"$ y menores a $\frac{1}{2}"$. Determinar las trituradoras que fueron necesarias, las aberturas de cierre de los modelos de las mismas. Se requiere conocer las cantidades por hora que se producen en cada tamaño.

Tamaño máximo de piedra caliza $1\frac{1}{2}"$

P1) De la pág 7, con el tamaño de la piedra caliza ($1\frac{1}{2}"$) nos fijamos que curva granulométrica se adopta mejor. Luego, para esa curva, hallamos la abertura de cierre de la misma
TEL SMITH N° 24 \Rightarrow Abertura de cierre $1"$

P2) De la pág 6, con el valor de la abertura de cierre y con la capacidad sacamos el modelo. La capacidad se considera un 10% menor en la trituradora secundaria.

$$\left. \begin{array}{l} \text{CAPACIDAD} = 81 \text{ Tm/h} \\ \text{Ab de Cierre} = 1" \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 365 \text{ (3PIUS)} \\ 83 \text{ Tm/h} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{EX COURSE} \\ \text{COURSE} \Rightarrow \text{Ab de ENTRADA} = 5" \\ \text{MEDIUM} \end{array}$$

P3) Con la abertura de entrada de la conusa voy a hallar la trituradora de mandíbulas tal que el tamaño máximo de salida sea menor a $5"$

De la pág 5, entrando con el tamaño máximo de salida igual a $5"$, hallo la abertura de cierre $= 2\frac{1}{2}"$

Luego de la pág 3, entro con la abertura de cierre ($2\frac{1}{2}"$) y el tipo de material g (medio) y saco la capacidad.

Esta debe ser mayor que la requerida. Como para $2\frac{1}{2}"$ no hay ninguna que cumpla, paso a $3"$ de Ab de cierre. Obtengo

$$\text{MOD: } 20 \times 36$$

$$\text{Ab de Cierre} = 3"$$

$$\text{CAP: } 97,5 \text{ Tm/h}$$

P4) De la pág correspondiente a la trituradora 20x36, solo el tamaño máximo de sobido = 6". Entonces debo elegir la trituradora conica para que todo lo que sale de la de mandibula entre en la conica.

P5) De la pág 6, corrigiendo la conica, elijo la EX COURSE \Rightarrow

EX COURSE 365 (3PIOS)

CAP: 83 Tm/h

Ab de ent: 7 $\frac{1}{8}$ "

Ab de salida: 1"

CANTIDADES Y TAMAÑOS

	MANDIBULAS		CONICAS	
	%	Tm/h	%	Tm/h
$> 1 \frac{1}{2}$	85 %	76,5 Tm/h	—	—
$1 \frac{1}{2} - \frac{3}{4}$	10 %	9 Tm/h	62 %	47,43 Tm/h
$\frac{3}{4} - \frac{1}{2}$	3 %	2,7 Tm/h	10 %	7,65 Tm/h
$< \frac{1}{2}$	2 %	1,8 Tm/h	28 %	21,42 Tm/h

Trituradoras

Ejercicio 2:

En una planta de trituración de minerales, donde se trabaja 25 días/mes y 10 hs/día, se requiere triturar 8100 tn métricas/mes de hematita a tamaños inferiores a $3\frac{1}{2}$ ", con una trituradora de mandíbulas.

Determinar:

- Que modelo de trituradora se debe utilizar y con cual abertura de cierre.
- Las cantidades de material que se producen por hora y por mes, en los siguientes tamaños: mayor de $2\frac{1}{2}$ " y menor de $2\frac{1}{2}$ "

a)

$$\frac{8100 \text{ Tn/mes}}{25 \text{ días/mes} \cdot 10 \text{ hs/día}} = 32,4 \text{ Tn m/ho} = 35,7 \text{ Tn/h}$$

P1) De la pág 25, entiendo con Mineral de Hierro, raro que es Duro

P2) De la pág 3, entio con el tipo de material (Duro) y 35,7 Tn/h y

raro que raro:

$$\begin{cases} \text{AB de cierre} = 2" \\ \text{CAPACIDAD} = 36 \text{ Tn/h} \\ \text{MODELO} = 12 \times 36 \end{cases}$$

b) De la pág 4, elijo el curvo correspondiente a la abertura de cierre = 2" y busco los %.

80 % es menor a $2\frac{1}{2}$ " $\Rightarrow 28,8 \text{ Tn/h}$

20 % es mayor a $2\frac{1}{2}$ " $\Rightarrow 7,2 \text{ Tn/h}$

Molinos

Ejercicio 1:

Se deben moler 90 toneladas por hora de CO_3Ca que se encuentra el 80% menos a 1" hasta obtener material fino, del cual el 80% debe pasar por la malla de 35. La molienda se realizara en medio húmedo y la descarga por rebalse. Calcular la potencia del motor necesaria, las dimensiones del molino (diámetro y longitud) y la distribución de los elementos moledores dentro del molino.

P1) De la pág 11, con el material (PIEDRA CALIZA), sacar el $W_i = 12,54$

Luego, con el $W_i = 12,54$, tamaño de entrada y tamaño de salida, sacar la potencia de entrada y salida.

$$\left. \begin{array}{l} W_i = 12,54 \\ T. \text{ SALIDA} = 35 \text{ Mallas} \\ T. \text{ ENTRADA} = 1 \frac{1}{2}'' \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{SALIDA} = 7,5 \text{ HP/Tm} \\ \text{ENTRADA} = 1 \text{ HP/Tm} \end{array}$$

$$\text{POTENCIA} = (\text{SALIDA} - \text{ENTRADA}) \cdot \text{CAPACIDAD} = (7,5 \text{ HP/Tm} - 1 \text{ HP/Tm}) 90 \text{ T/h}$$

$$\text{POTENCIA} = 585 \text{ HP}$$

DIMENSIONES:

$$P = L \cdot A \cdot B \cdot C \rightarrow \begin{array}{l} \text{Factor de longitud} \\ \text{Factor de longitud} \\ \text{Factor de longitud} \end{array}$$

De la pág 12 sacar a sacar los factores A, B, C

$$\begin{array}{l} \text{CONDICIONES: } 60 < \frac{P}{D} < 80 \\ 60\% V_c < V < 68\% V_c \\ 1,2 < \frac{L}{D} < 1,6 \text{ o } 5 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{MOLINO} \\ \text{DE} \\ \text{BARRAS} \\ \text{BOLAS } (\phi < 4 \text{ m}) \end{array} \right.$$

W/D	Ø	A	B	60%	65%	68%			
73,125	8	32	5,52	0,134	0,149	0,1583	29,7	22,2	20,7
65	9	43,1	5,52	0,134	0,149	0,1583	18,37	16,5	17,5
61,6	9,5	49,6	5,52	0,134	0,149	0,1583	16	(14,3)	(17)

COMPLETO

Elige del que cumple, el de menor velocidad $\Rightarrow 14,3$

$$D_3 = 9,5 \left\{ \begin{array}{l} v = 0,65 v_c \\ L/D = 1,506 \\ P/D = 61,5 \end{array} \right.$$

DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS MOLGORDOS

$$M'' = \left[\left(f \cdot W_i / c_s K \right) \left(\gamma / \sqrt{Q} \right)^{1/2} \right]^{1/2}$$

$$W_i = 12,54$$

$$f = 25400 \mu \text{ (80\% de carga)}$$

$$\gamma = 1,5 \text{ Tm}^3/\text{m}^3$$

$$M'' = \left[\left(25400 \cdot 12,54 / 65,300 \right) \left(1,5 / \sqrt{9,5} \right)^{1/2} \right]^{1/2}$$

$$K_{\text{BARRA}} = 300$$

$$c_s = 65\% \text{ Ne}$$

$$M'' = 3,3756''$$

De la pag 14 para molinos de barras, entiendo con el diámetro M'' de las barras y se la distribución.

$$5'' \rightarrow 16\%$$

$$4\frac{1}{2}'' \rightarrow 18\%$$

$$4'' \rightarrow 23\%$$

$$3\frac{1}{2}'' \rightarrow 26\%$$

Zarandas

Ejercicio 1:

Se desea calcular el área de una zaranda vibratoria y la potencia necesaria para separar 166 toneladas por hora. La zaranda es de 3 niveles y la misma debe cumplir las siguientes condiciones:

El material a ser zarandeado es piedra partida.

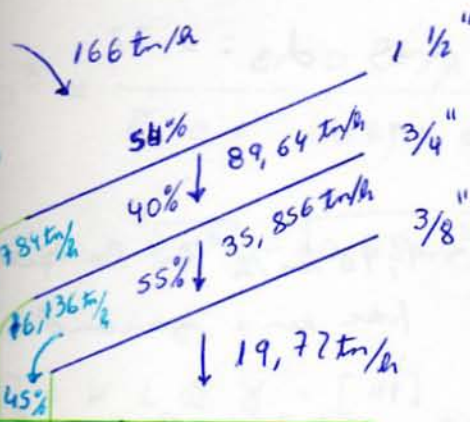
Las mallas de la zaranda tienen aberturas libre cuadrada en el nivel superior de $1\frac{1}{2}$ ", en el segundo nivel $\frac{3}{4}$ " y en el tercer nivel $\frac{3}{8}$ "

La cantidad de piedra que alimenta el nivel superior es de 166 toneladas por hora, por el primer nivel pasa el 54%, por el segundo nivel pasa el 40%, por el tercer nivel pasa el 55%

El zarandero será hecho tal como viene la piedra del yacimiento (en seco)

El cliente exige un zarandeo del 94%

Datos: 166 Tn/h 3 niveles Piedra partida



$$Area (ft^2) = \frac{Entrada - Rechazo}{a b c d e f}$$

De la pág 15, con el material (Piedra partida) y el tamaño seco el coeficiente "a":

Piedra partida

$$\begin{aligned} 1\frac{1}{2}" &\Rightarrow \alpha_1 = 2,68 \\ \frac{3}{4}" &\Rightarrow \alpha_2 = 1,88 \\ \frac{3}{8}" &\Rightarrow \alpha_3 = 1,19 \end{aligned}$$

De la misma página 15, entio con el % de sobretamaño, es decir lo que no pasa por ese tamiz en % y sacar el factor "b":

$$1\frac{1}{2}" \rightarrow 46\% \Rightarrow b_1 = 0,926$$

$$\frac{3}{4}" \rightarrow 60\% \Rightarrow b_2 = 0,86$$

$$\frac{3}{8}" \rightarrow 45\% \Rightarrow b_3 = 0,925$$

De la pág 16, entrando con la eficiencia que exige el cliente
saca el factor "c".

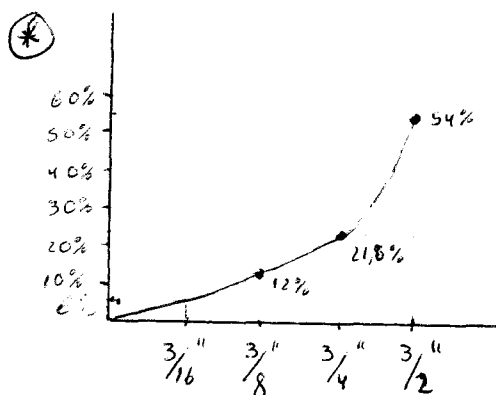
$$\text{Eficiencia } 94\% \Rightarrow c = 1 = c_1 = c_2 = c_3$$

De la misma pág 16, entro con el % de que pasa por una
zaranda de la mitad del tamaño de tamiz que lo que
tengo y obtengo el factor "d"

$$1 \frac{1}{2}'' \Rightarrow 3 \frac{1}{4}'' \rightarrow \frac{35,856}{166} \cdot 100 = 21,6\% \Rightarrow d_1 = 0,71$$

$$3 \frac{1}{4}'' \Rightarrow 3 \frac{1}{8}'' \rightarrow \frac{19,72}{89,64} \cdot 100 = 22\% \Rightarrow d_2 = 0,72$$

$$3 \frac{1}{8}'' \Rightarrow 3 \frac{1}{16}'' \rightarrow \text{HAGO CURBA} \Rightarrow 27,7\% \Rightarrow d_3 = 0,77$$



$$\frac{166 \text{ tn/h} \cdot 6}{100} = 9,96 \text{ tn/h} \text{ Es lo que pasa por una zaranda de } 3 \frac{1}{16}''$$

$$\frac{9,96}{35,856} \cdot 100 = 27,7\% \text{ Con este valor entro a la tabla y saca el } d_3 = 0,77$$

De la misma pág 16, entro con el tipo de material (seco)
vea que obtengo el factor "e".

$$\text{Material seco} \Rightarrow e = 1 \text{ según nota de pie de pág.}$$

De la misma pág 16, para cada piso saca el factor "F",
contando como primer piso al que está más arriba.

$$F_1 = 1 \quad F_2 = 0,9 \quad F_3 = 0,75$$

CALCULO DE AREAS:

$$A_1 = \frac{166 \text{ tn/h} - 76,36 \text{ tn/h}}{2,68 \cdot 0,925 \cdot 1 \cdot 0,71 \cdot 1 \cdot 1} = 50,93 \text{ ft}^2$$

$$A_2 = \frac{89,64 \text{ tn/h} - 53,784 \text{ tn/h}}{1,88 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 0,9} = 34,22 \text{ ft}^2$$

$$A_3 = \frac{35,856 \text{ tn/h} - 16,136 \text{ tn/h}}{1,99 \cdot 0,925 \cdot 1 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 0,75} = 31,02 \text{ ft}^2$$

Adoptamos la de mayor área.
 $A_1 = 51 \text{ ft}^2$
↓
De la pág 17 elijo la zaranda de $4 \times 14''$

$$4 \times 14 \text{ T} \rightarrow A = 56 \text{ ft}^2 ; P = 15 \text{ HP}$$

Transportador de Tornillo

Ejercicio1:

Se necesita transportar a 20 m de distancia en horizontal 100 toneladas por hora de clinker en un tornillo sin fin. Interesa conocer el diámetro del tornillo y la potencia necesaria, conociendo que $n=50$ RPM

$K=0,024$ (clinker abrasivo) $\phi=0,5$ $\gamma=1,51 \text{ tn/m}^3$ $S=0,7D$

$$Q = \frac{\pi D^2 S n 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}}{4} \phi = [Tn/h]$$

$$Q = 100 Tn/h \Rightarrow$$

$$D^3 = \frac{100 Tn/h \cdot 4}{\pi \cdot 0,7 \cdot 50 \text{ RPM} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \cdot 0,5 \cdot 1,51 Tn/m^3} = 0,08 m^3$$

$$D = \sqrt[3]{D^3} = \sqrt[3]{0,08 m^3} = \boxed{0,432 m = D}$$

$$P = K L Q \gamma = [HP]$$

$$P = 0,024 \cdot 20 m \cdot 100 Tn/h \cdot 1,51 Tn/m^3 = 72,48 HP$$

$$\boxed{P_{\text{potencia}} = 72,48 HP}$$

Transportador de Tornillo

Ejercicio 2:

Se desea determinar la capacidad de un transportador de tornillo sin fin que trabaja con carbón. Se sabe que el diámetro del mismo es de 45 cm y que la velocidad es de 60 RPM. Determinar también la potencia requerida para realizar un transporte en horizontal a una distancia de 10 metros.

$K=0,02$ (Carbon)

$\phi=0,5$

$\gamma=1,1 \text{ tn/m}^3$

$S=0,7D$

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} S n 60 \phi = [Tn/h]$$

$$Q = \frac{\pi (0,45 \text{ m})^2 0,7 0,45 \text{ m } 60 \text{ RPM } 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} 0,5 1,1 \text{ Tn/m}^3}{4} =$$

$$Q = 99,2 \text{ Tn/h}$$

$$P = K L Q \gamma = [Hp]$$

$$P = 0,02 \cdot 10 \text{ m } 99,2 \text{ Tn/h } \cdot 1,1 \text{ Tn/m}^3 =$$

$$P = 21,8 \text{ Hp}$$

Transportador de Rasquetas

Ejercicio 1:

Determinar la capacidad de un transportador de rasquetas para el transporte de carbón. La velocidad del mismo es de 30 m/min y las rasquetas tienen 30 cm de ancho y 15 cm de alto.

$$\gamma = 1,3 \text{ Tn/m}^3$$

Resolución Catedra

$$Q = \frac{A \cdot h \cdot v \cdot \gamma}{208.000} = \frac{30 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm} \cdot 30 \text{ m/min} \cdot 1,3 \text{ Tn/m}^3}{208.000}$$

$$Q = 0,084375 \text{ Tm/h}$$

Resolución alternativo:

$$Q = A \cdot h \cdot v \cdot \gamma = 0,3 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 30 \text{ m/min} \cdot \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \cdot 1,3 \text{ Tm/m}^3$$

$$Q = 105,3 \text{ Tm/h}$$

Transportador de Rasquetas

Ejercicio 2:

Determinar el ancho y la altura de las rasquetas de un transportador de rasquetas que moviliza 120 Tn/h de granos $\gamma = 1,1 \text{ Tn/m}^3$ a una velocidad de la cadena de 40 m/min, sabiendo que se adopta una relación ancho sobre alto igual a 2 ($A/h = 2$)

Resolución según fórmula de la catedral:

$$Q = \frac{A h v \gamma}{208.000} = [\text{Tn/h}] \quad 2h = A$$

$$Q = \frac{2 H H v \gamma}{208.000} \Rightarrow H^2 = \frac{120 \text{ Tn/h} \cdot 208.000}{1,1 \text{ Tn/m}^3 \cdot 40 \text{ m/min} \cdot 2} = 283636,46 \text{ mm}^2$$

$$H = 532 \text{ cm} = 5,32 \text{ m}$$

$$A = 2H = 1065 \text{ cm} = 10,65 \text{ m}$$

Resolución alternativo:

$$Q = 2 H H v \gamma \Rightarrow H^2 = [\text{m}^2] = \frac{120 \text{ Tn/h}}{1,1 \text{ Tn/m}^3 \cdot 40 \text{ m/min} \cdot 60 \text{ min/h} \cdot 2}$$

$$H^2 = 0,02272 \text{ m}^2$$

$$H = 0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

$$A = 0,30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

Elevador de Cangilones

Ejercicio 1:

Calcular la capacidad de un elevador de cangilones para elevar carbón $\gamma = 1,1 \text{ Tn/m}^3$ que tiene 3 cangilones por metro, con un volumen de 20 dm^3 por cangilón. La velocidad es de $0,8 \text{ m/seg}$. Determinar la potencia necesaria para elevar el carbón a 3 ; 6 y 9 metros de altura.

$$\phi = 0,5 \quad \eta = 0,7$$

$$Q [\text{Tn/h}] = 3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}} \cdot 3 \frac{\text{cangilones}}{\text{m}} \cdot 0,02 \frac{\text{m}^3}{\text{cangilón}} \cdot 0,5 \cdot 1,1 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3} \cdot 0,8 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$Q = 95,04 \text{ Tn/h}$$

$$P = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}}} \cdot 95,04 \frac{\text{Tn}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{h}}{\text{h}} = 0,5028 \cdot \text{h caballos}$$

$\frac{75 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}}{\text{seg caballo}} \quad 0,7$

$$P_{H=3\text{m}} = 1,5 \text{ caballos}$$

$$P_{H=6\text{m}} = 3 \text{ caballos}$$

$$P_{H=9\text{m}} = 4,5 \text{ caballos}$$

Elevador de Cangilones

Ejercicio 2:

Se necesita elevar 50 toneladas por hora de piedra caliza partida a 7 metros de altura en un elevador de cangilones. (Descarga por gravedad). Se requiere calcular el tamaño de los cangilones y la potencia requerida sabiendo que la velocidad es de 0,4 m/s y el rendimiento volumétrico 0,7. Hay 2 cangilones por metro de cadena y el rendimiento es de 0,6.

$$Q = 3600 \text{ s i } 48 \text{ m} =$$

$$i = \frac{50 \text{ Tm/h}}{3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}} \cdot 0,7 \cdot 2 \text{ cang/m} \cdot 0,4 \text{ m/s} \cdot 1,43 \text{ Tm/m}^3} = 0,01734 \text{ m}^3/\text{cangil}$$

$$i = 0,01734 \text{ m}^3/\text{cangilón}$$

$$P = \frac{1000 \text{ Kg/m}^3 \cdot 50 \text{ Tm/h} \cdot 7 \text{ m}}{3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}} \cdot 75 \frac{\text{m}}{\text{seg CABALLO}} \cdot 0,6} = \frac{1000 \text{ Q h}}{3600 \cdot 75 \text{ m}}$$

$$P = 2,16 \text{ CABALLOS}$$

Cinta Transportadora

Ejercicio 1:

Se desea transportar 900 toneladas por hora de piedra partida mediante una cinta transportadora cuyo medio de descarga es directo por tambor. La distancia horizontal es de 30 metros y la elevación 3 metros. El tamaño de la piedra es uniforme y mide 3" promedio. Talud 30° y $\gamma = 100$ Libras / pie³. Se debe calcular el ancho de la cinta, el ángulo entre rodillos, la velocidad máxima de la cinta, la distancia entre centros, la potencia, la separación entre rodillos y el número de rodillos.

P1) De la pág 23, sacar el ángulo de sobrecarga = 20°

$$\text{TALUD} = \text{ANGULO DE SOBRECARGA} + 10^\circ = 30^\circ$$

P2) De la pág 18, sacar ancho, ángulo entre rodillos y capacidad máxima.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Angulo de sobrecarga} = 20^\circ \\ \text{Tamaño del material} = 3'' \\ \text{Tipo de material} = \text{UNIFORME} \\ \text{PROMEDIO} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{ANCHO DE LA CINTA} = 30'' \\ \text{ANGULO ENTRE RODILLOS} = 45^\circ \\ \text{CAPACIDAD MAXIMA} = 215 \text{ Tm/h} \end{array} \right\} \text{valen para } \begin{array}{l} N = 100 \text{ Pies/min} \\ \gamma = 100 \text{ lb/ft}^3 \end{array}$$

P3) De la pág 19, sacar el factor de velocidad.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ancho de la cinta} = 30'' \\ \text{Tipo de material} = \text{PROMEDIO} \\ \text{PIEDRA} \end{array} \right\} \Rightarrow F_v = \frac{350}{100} = 3,5$$

Luego multiplicar $F_v \cdot \text{CAPACIDAD MAX}$ para obtener la capacidad real

$$F_v \cdot \text{CAP. MAX.} = \text{CAPACIDAD REAL} = 3,5 \cdot 215 \text{ Tm/h} = 752,5 \text{ Tm/h}$$

$$\text{CAPACIDAD REQUERIDA} = 900 \text{ Tm/h} > 752,5 \text{ Tm/h} \Rightarrow \text{AUMENTO EL ANCHO DE LA CINTA.}$$

P4) De la pág 18, volver a entrar y sacar el ancho siguiente.

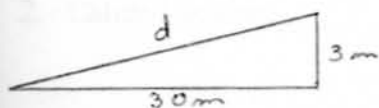
$$\begin{array}{l} \text{ANCHO DE LA CINTA} = 36'' \\ \text{ANGULO ENTRE RODILLOS} = 35^\circ \\ \text{CAPACIDAD MAXIMA} = 295 \text{ Tm/h} \end{array}$$

P5) De la pág 19, volver a sacar F_v para un ancho de 36".

$$\boxed{F_v = \frac{400}{100} = 4} \Rightarrow \text{CAPACIDAD REAL} = 4 \cdot 295 \text{ Tm/h} = \boxed{1180 \text{ Tm/h}}$$

$$\text{CAPACIDAD REAL} > \text{CAPACIDAD REQUERIDA} \Rightarrow \text{OK!}$$

DISTANCIA ENTRE CENTROS:



$$d = \sqrt{3^2 + 30^2} = \boxed{30,15 \text{ m} = 98,91 \text{ ft} = d}$$

Potencia: $P_{[HP]} = (X + Y + Z) \cdot 1,1$

P1) De la pág 20, entro con el $d = 98,91 \text{ ft}$ y saco $F_x = 0,87$

$$X = F_x \cdot 4 = 4 \cdot 0,87 = 3,48 = X$$

P2) De la pág 20, entro con $992,07 \text{ Tm us/h}$, opximo a 1000 Tm us/h y saco para 100 Tm us/h y una distancia de $98,91 \text{ ft}$ que opximo por $100 \text{ ft} \Rightarrow F_y = 0,69$.

$$Y = F_y \cdot 10 = 0,69 \cdot 10 = 6,9 = Y$$

P3) De la pág 21, entro con una elevación de $3 \text{ m} = 9,84 \text{ ft}$ y una capacidad de 100 Tm/h , y saco $F_z = 1,01$. Luego

$$Z = F_z \cdot 10 = 10,1 = Z$$

$$P_{[HP]} = (X + Y + Z) \cdot 1,1 = (3,48 + 6,9 + 10,1) \cdot 1,1 = 22,528 \text{ Hp}$$

ADOPTO $\rightarrow P_{[HP]} = 25 \text{ Hp}$

SEPARACIÓN Y N° DE RODILLOS:

P1) De la pág 23, saco los datos de los materiales.

$$\gamma = 85 - 90 \text{ lb/ft}^3$$

P2) De la pág 22, entro con γ y con el ancho de la cinta y saco el espaciado entre rodillos

$$\left. \begin{array}{l} \gamma = 90 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{ANCHURA} = 36'' \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{ESPACIADO ENTRE RODILLOS DE SOA} = 4 \text{ Ft} \\ \text{ESPACIADO ENTRE RODILLOS DE RETORNO} = 10 \text{ Ft} \end{array} \right\}$$

$$\text{N° DE RODILLOS DE SOA} = \frac{\text{DISTANCIA ENTRE CENTROS}}{\text{CAUT DE TOLVA}} = \frac{98,91 \text{ ft}}{4} - 1 + 2 = 25,72 \text{ RODILLOS} \Rightarrow \text{ADOPTO } 26 \text{ RODILLOS DE SOA}$$

$$\text{N° DE RODILLOS DE RETORNO} = \frac{98,91 \text{ ft}}{10 \text{ ft}} - 1 = 8,891 \text{ RODILLOS} \Rightarrow \text{ADOPTO } 9 \text{ RODILLOS DE RETORNO}$$

Celdas de flotación

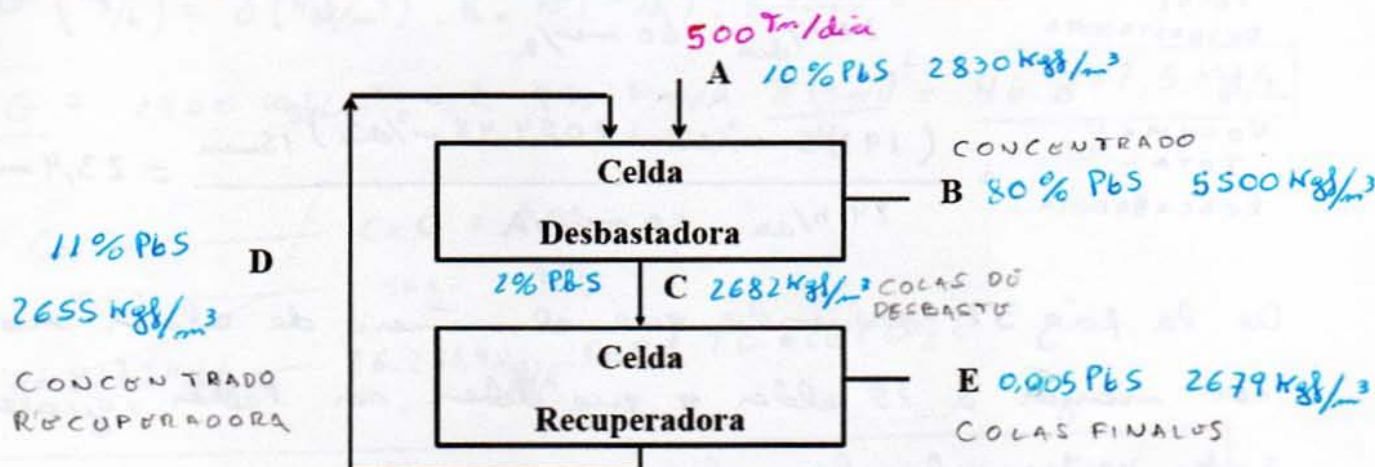
Ejercicio 1:

Se desea dimensionar una instalación para tratar sólidos de mineral que contiene un 10% de galena y del cual se desea separar la ganga que se supone compuesta de SiO_2 . Se ha determinado el concentrado que produce una celda sencilla que tiene una fuerza notable, pero las colas de las mismas deben tratarse nuevamente en las celdas recuperadoras y el concentrado de este vuelve a alimentar las desbastadoras.

$$A = 500 \text{ Tm/día}$$

		%SPb	%SiO ₂	Kg/m ³
A	ALIMENTACIÓN	10	90	2830
B	CONCENTRADO	80	20	5500
C	Colas de desbaste	2	98	2682
D	Concentrado recuperadora	11	89	2655
E	Colas finales	0,5	99,5	2679

Desbastadoras, relación en peso liquido/sólido = 2, tiempo de contacto de 8 minutos.
Recuperadoras, relación en peso liquido/sólidos = 4, tiempo de contacto 15 minutos.



$$\begin{aligned} A &= B + E \Rightarrow A - E = B \\ 0,1A &= 0,8B + 0,005E \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} 0,1A &= 0,8A - 0,8E + 0,005E \\ E &= \frac{0,8A - 0,1A}{0,795} = \frac{0,7 \cdot 500 \text{ Tm/día}}{0,795} \end{aligned} \right.$$

$$\boxed{E = 440,25 \text{ Tm/día}} ; \boxed{B = 59,75 \text{ Tm/día}}$$

$$\begin{aligned} C &= E + D \Rightarrow C - E = D \\ 0,02C &= 0,005E + 0,11D \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} 0,02C &= 0,005E + 0,11C - 0,11E \\ C &= \frac{0,105 \cdot E}{0,09} = \frac{0,105}{0,09} 440,25 \text{ Tm/día} \end{aligned} \right.$$

$$\boxed{C = 513,625 \text{ Tm/día}} \quad \boxed{D = 73,37 \text{ Tm/día}}$$

$$\eta = \frac{\text{CONCENTRADO DE GALENA SALI}}{\text{CONCENTRADO DE GALENA QUE ENTRA}} = \frac{0,8B}{0,1A} = \frac{0,8 \cdot 59,75 \text{ Tm/día}}{0,1 \cdot 500 \text{ Tm/día}} = 0,956$$

Primero hago un balance en todo el sistema $\left\{ \begin{array}{l} \text{Entra A} \\ \text{Sale B+E} \end{array} \right.$
Luego hago otro balance sobre celda recuperadora $\left\{ \begin{array}{l} \text{Entra C} \\ \text{Sale E+D} \end{array} \right.$

Sólidos:

$$\text{Vol A} = \frac{500 \text{ Tm/día}}{2,83 \text{ Tm/dm}^3} + \frac{73,37 \text{ Tm/día}}{2,655 \text{ Tm/dm}^3} = 204,31 \text{ m}^3/\text{día}$$

DESASTADORA

$$\text{Vol B} = \frac{513,62 \text{ Tm/día}}{2,682 \text{ Tm/m}^2} = 191,5 \text{ m}^3/\text{día}$$

RECUPERADORA

Líquidos:

$$1 \text{ Tm/m}^3 = \gamma_{\text{AGUA}}$$

$$\text{Vol A} = \frac{2 \cdot (500 \text{ Tm/día} + 73,37 \text{ Tm/día})}{1 \text{ Tm/m}^3} = 1146,74 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol B} = \frac{4 \cdot 513,62 \text{ Tm/día}}{1 \text{ Tm/m}^3} = 2054,48 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{VOLUMEN TOTAL DESASTADORA} = \frac{(204,31 \text{ m}^3/\text{día} + 1146,74 \text{ m}^3/\text{día}) \cdot 8 \text{ men}}{24 \text{ h/día} \cdot 60 \text{ min/h}} = 7,5 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN TOTAL RECUPERADORA} = \frac{(191,5 \text{ m}^3/\text{día} + 2054,48 \text{ m}^3/\text{día}) \cdot 15 \text{ min}}{24 \text{ h/día} \cdot 60 \text{ min/h}} = 23,4 \text{ m}^3$$

De la pág 31, sabiendo que el número de celdas no debe ser mayor a 25 celdas y que deben ser todas iguales para poder interconectarlas, elegimos aquella que mejor rendimiento nos de.

$$\text{DESASTADORA} \Rightarrow \frac{7,5 \text{ m}^3}{1,12 \text{ m}^3/\text{celda}} \leq 7 \text{ celdas} \Rightarrow \begin{cases} P = 22,75 \text{ Hp} \\ N^\circ = 7 \text{ CELDAS} \\ V_c = 1,12 \text{ m}^3/\text{celda} \end{cases}$$

$$\text{RECUPERADORA} \Rightarrow \frac{23,4 \text{ m}^3}{1,12 \text{ m}^3/\text{celda}} \leq 21 \text{ CELDAS} \Rightarrow \begin{cases} P = 68,25 \text{ Hp} \\ N^\circ = 21 \text{ CELDAS} \\ V_c = 1,12 \text{ m}^3/\text{celda} \end{cases}$$

Problemas Adicionales

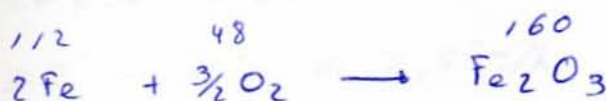
Ejercicio 1:

De un yacimiento se extrae una MENA de hematita con una ley del mineral de 60%. La cantidad de Fe contenido en la MENA es de 345 Tn/h. Determinar la potencia necesaria de una cinta transportadora que permite transportar la MENA que se extrae por hora de acuerdo a la cantidad de Fe por transporte horizontal a distancia de 30 metros. Material muy abrasivo con talud natural del 30° y el tamaño de la piedra máxima es de 5" y uniforme.

Hematita: Fe_2O_3

$$345 \text{ Tn metálico/h} = \text{Cont. de Fe en fierro}$$

$$\frac{\text{Fe}}{\text{HOTAL}} = \frac{\text{Peso del metal}}{\text{Peso de la mena}} \cdot 100 \Rightarrow \frac{\text{Peso de la mena}}{\text{la mena}} \cdot \frac{345 \text{ Tn m/h}}{0,6} = 575 \text{ Tn m/h}$$



$$345 \text{ Tn m/h} \longrightarrow x = 492,85714 \text{ Tn m/h de Fe}_2\text{O}_3$$

$$\text{LEY del MINERAL} \Rightarrow \frac{492,85714 \text{ Tn m/h}}{\text{Peso mena}} = 0,6$$

$$\text{Peso de la mena} = 821,4286 \text{ Tn m/h} = 905,54 \text{ Tn us/h}$$

De la pag 18, recomend ancho de la cinta = 24" y Tensión máxima 5"

$$\text{capacidad máxima} = 96 \cdot 3 = 288 \text{ Tn/h} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{CAP} = 96 \text{ Tn/h} \\ \text{AUG. ENT. ROD} = 20^\circ \\ F_r = 3 \end{array}$$

$$\text{Elijo: } \left. \begin{array}{l} \text{ANCHO} = 42'' \\ \text{CAPACIDAD} = 440 \text{ Tn/h} \\ \text{ANGULO} = 45^\circ \\ F_r = 4,5 \\ F_p = 2,1 \end{array} \right\} \boxed{\text{capacidad real} = 942 \text{ Tn/h}}$$

$$P = (x + y + z) 1,1 = (4,59 + 6,2816) 1,1 = 11,95 \text{ Hp} \Rightarrow \boxed{124 \text{ Hp} = P}$$

$$x = 1,02 F_r = 1,02 \cdot 4,5 = 4,59$$

$$y = 906 \text{ Tn/h} \cdot 2,08 / 300 \text{ Tn/h} = 6,2816$$

$$z = 0$$

Problemas Adicionales

Ejercicio 2:

Seleccionar la trituradora de mandíbula necesaria, modelo y apertura de cierre para tratar 85 Tn/h de piedra muy blanda a tamaños inferiores a 3,5". Determinar las cantidades producidas en los siguientes tamaños: Mayores a 3" ; entre 3" y 1" ; menores a 1"

Calcular la zaranda de dos pisos necesaria para clasificar el material producido (piedra partida) en los tamaños requeridos. Área de cálculo, área normal de la zaranda, potencia del motor.

El zarandeo se hace en seco y con una eficiencia estándar:

$$\text{Rta: } A_1 = 20 \text{ ft}^2 \quad A_2 = 18,62 \text{ ft}^2$$

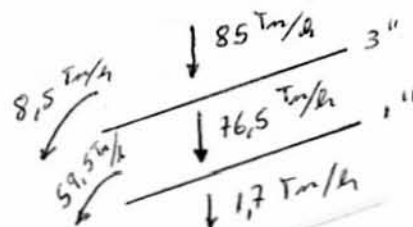
85 Tn/h Piedra muy blanda < 3,5" Ab. de cierre = 2" \Rightarrow

$$\Rightarrow 20 \times 36 \Rightarrow 85 \text{ Tn/h}$$

$$\bullet > 3" \rightarrow 10\% \Rightarrow 8,5 \text{ Tn/h}$$

$$\bullet 3" - 1" \rightarrow 70\% \Rightarrow 59,5 \text{ Tn/h}$$

$$\bullet < 1" \rightarrow 20\% \Rightarrow 17 \text{ Tn/h}$$



$$\text{Dato: } 1\frac{1}{2}" \Rightarrow 34 \text{ Tn/h}$$

$$a_1 = 3,6 \quad b_1 = 1,05 \quad c_1 = 1 \quad d_1 = 1 \quad e_1 = 1 \quad f_1 = 1$$

$$a_2 = 2,12 \quad b_2 = 0,77 \quad c_2 = 1 \quad d_2 = 0,55 \quad e_2 = 1 \quad f_2 = 0,9$$

$$A_1 = \frac{85 \text{ Tn/h} - 8,5 \text{ Tn/h}}{3,6 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 20 \text{ ft}^2$$

$$A_2 = \frac{59,5 \text{ Tn/h} - 17 \text{ Tn/h}}{2,12 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 0,55 \cdot 0,9} = 18,62 \text{ ft}^2$$

Transporte de gas (compresores)

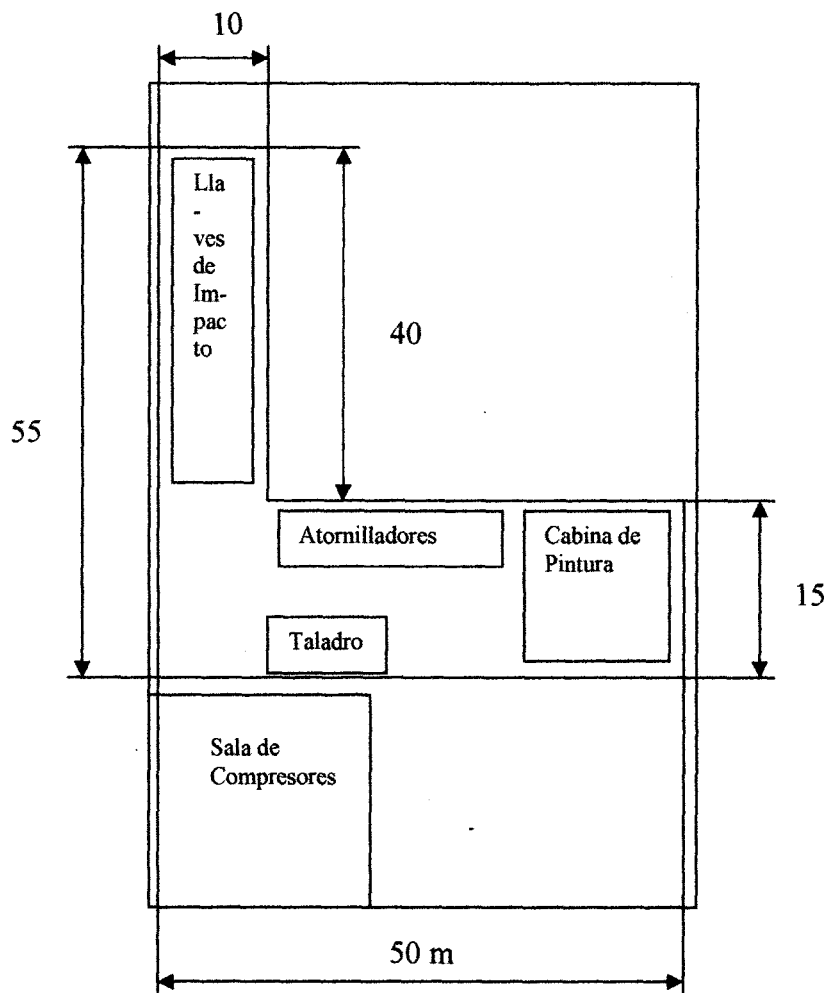
Ejercicio 1:

Se requiere diseñar el sistema de aire comprimido de una planta de ensamblado de electrodomésticos, que tiene dos áreas que donde se consume aire:

- a) Área de ensamblado: en esta área se utilizarán los siguientes equipos:
1. 5 laves de impacto LMS 16 HR 10
 2. 4 llaves de impacto LMS 46 HR 20
 3. 2 atornilladores
 4. 1 taladro
 5. 2 pistolas de soplado
- b) Área de pintura: en esta área se utilizarán los siguientes equipos:
1. Sistema de recirculación de pintura que consume 10 lts/s de aire con un agitador neumático de pintura que opera permanentemente y consume 7,5 lts/s
 2. 2 pistolas de pintura con un consumo de 7 lts/s, ambas pistolas operan simultáneamente.

Presión de trabajo = 7 bar

Se conoce el plano de la planta, así como la distribución de los puntos de consumo:



Se desea diseñar la red de tuberías y escoger el tipo de equipo más adecuado a los requerimientos planteados.

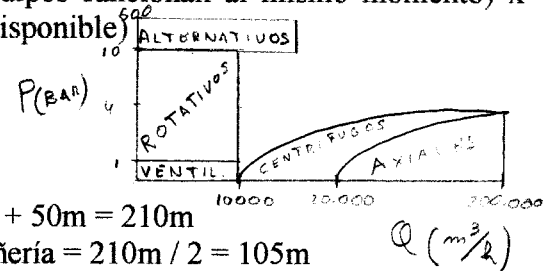
Una vez obtenida la carga real, hay que considerar dos puntos importantes:

1. Capacidad requerida.
2. Calidad de aire

Capacidad total requerida:

Equipo	Consumo (l/s)	Cantidad	Factor de simultaneidad	Factor de Intensidad	Capacidad (l/s)
Impacto	7.2	5	0.2	0.77	5.54
Impacto	12.8	4	0.2	0.8	8.19
Atornilladores	3.2	2	0.3	0.9	1.73
Taladro	18	1	0.1	1	1.8
Pistola de soplado	10	2	0.05	0.9	0.9
Agitador	17.5	1	1	1	17.5
Pistola de Pintura	7	2	0.9	1	12.6
Total	75.7				48.26 (50)
Pérdidas (10 %)					5
Total					55

- Factor de carga = Factor de simultaneidad (cuantos equipos funcionan al mismo momento) x Factor de Intensidad (cuanta potencia uso respecto de la disponible)
- Capacidad = Consumo . Cantidad . Factor de carga
- Tipo de Compresor: Rotativo



Del plano de la instalación sacamos los siguientes valores:

- Longitud total cañería = 55m + 10m + 40m + 40m + 15m + 50m = 210m
- (considerando disposición en anillo) → longitud física cañería = 210m / 2 = 105m

Como accesorios se tienen:

- 5 codos de 90°
- 2 válvulas globo

Asumiendo un diámetro de 80 mm, buscamos en la tabla de la página 30 las longitudes equivalentes de dichos accesorios:

Codos

(interpolando) → $(80 - 76.2) / (X - 0.94) = (101.6 - 80) / (1.23 - X)$ → $X = 0.99$ m → (5 codos) → 4.95m

Válvulas

(interpolando) → $(80 - 76.2) / (X - 25.97) = (101.6 - 80) / (34.14 - X)$ → $X = 27.19$ m → (2 válvulas) → 54.38 m

- Longitud equivalente accesorios = 4.95 m + 54.38 m = 60 m (aproximado)

Con las dos longitudes equivalentes calculadas podemos obtener la longitud equivalente total:

- Longitud equivalente total** = longitud equivalente cañería + longitud equivalente accesorios = 105 m + 60 m = 165 m

Por último, con $Q = 55$ l/s (de la tabla), $P = 7$ bar y $Leq = 165$ m vamos a la tabla de la página 29 y determinamos la caída de presión, debiéndose cumplir: caída de presión < 10% P:

- Caída de presión = 0.003 bar**

Celdas de flotación

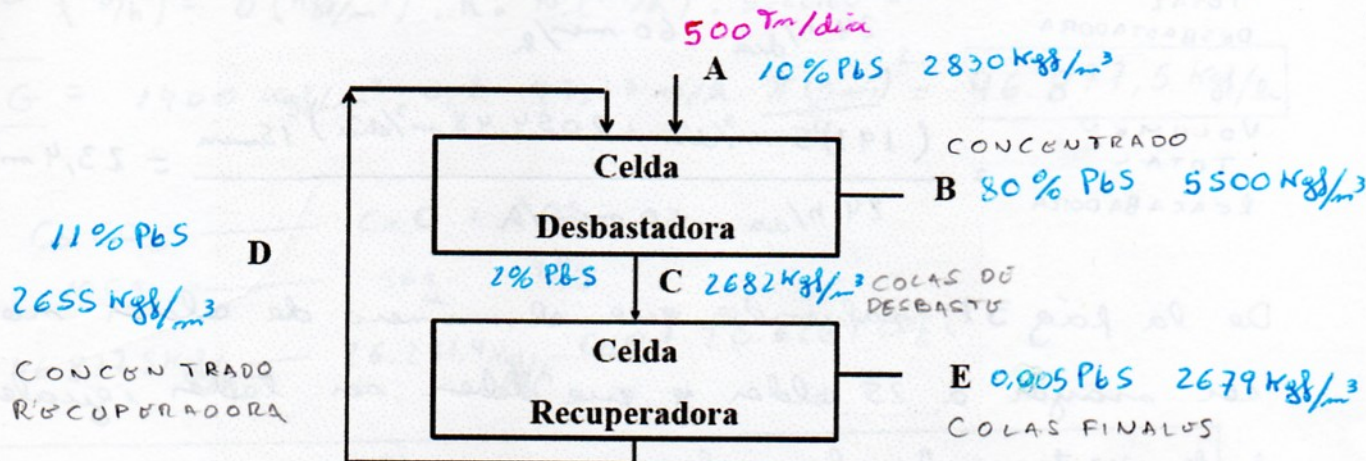
Ejercicio 1:

Se desea dimensionar una instalación para tratar sólidos de mineral que contiene un 10% de galena y del cual se desea separar la ganga que se supone compuesta de SiO_2 . Se ha determinado el concentrado que produce una celda sencilla que tiene una fuerza notable, pero las colas de las mismas deben tratarse nuevamente en las celdas recuperadoras y el concentrado de este vuelve a alimentar las desbastadoras.

$$A = 500 \text{ Tm/día}$$

		%SPb	%SiO ₂	Kg/m ³
A	ALIMENTACIÓN	10	90	2830
B	CONCENTRADO	80	20	5500
C	Colas de desbaste	2	98	2682
D	Concentrado recuperadora	11	89	2655
E	Colas finales	0,5	99,5	2679

Desbastadoras, relación en peso liquido/sólido = 2, tiempo de contacto de 8 minutos.
Recuperadoras, relación en peso liquido/sólidos = 4, tiempo de contacto 15 minutos.



$$\begin{aligned} A &= B + E \Rightarrow A - E = B \\ 0,1A &= 0,8B + 0,005E \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} 0,1A &= 0,8A - 0,8E + 0,005E \\ 0,1A &= 0,8B + 0,005E \end{aligned} \right\} \begin{aligned} E &= \frac{0,8A - 0,1A}{0,795} = \frac{0,7 \cdot 500 \text{ Tm/día}}{0,795} \end{aligned}$$

$$E = 440,25 \text{ Tm/día} ; B = 59,75 \text{ Tm/día}$$

$$\begin{aligned} C &= E + D \Rightarrow C - E = D \\ 0,02C &= 0,005E + 0,11D \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} 0,02C &= 0,005E + 0,11C - 0,11E \\ 0,02C &= 0,005E + 0,11D \end{aligned} \right\} \begin{aligned} C &= \frac{0,105 \cdot E}{0,09} = \frac{0,105}{0,09} \cdot 440,25 \text{ Tm/día} \end{aligned}$$

$$C = 513,625 \text{ Tm/día} \quad D = 73,37 \text{ Tm/día}$$

$$\eta = \frac{\text{CONCENTRADO DE GALENA SALI}}{\text{CONCENTRADO DE GALENA QUE ENTRA}} = \frac{0,8B}{0,1A} = \frac{0,8 \cdot 59,75 \text{ Tm/día}}{0,1 \cdot 500 \text{ Tm/día}} = 0,956$$

Primero hago un balance en todo el sistema $\left\{ \begin{array}{l} \text{Entra A} \\ \text{Sale B+E} \end{array} \right.$
Luego hago otro balance sobre celda recuperadora $\left\{ \begin{array}{l} \text{Entra C} \\ \text{Sale E+D} \end{array} \right.$

Sólidos:

$$\text{Vol A} = \frac{500 \text{ Tm/día}}{2,83 \text{ Tm/dm}^3} + \frac{73,37 \text{ Tm/día}}{2,655 \text{ Tm/dm}^3} = 204,31 \text{ m}^3/\text{día}$$

DESASTADORA

$$\text{Vol B} = \frac{513,62 \text{ Tm/día}}{2,682 \text{ Tm/dm}^3} = 191,5 \text{ m}^3/\text{día}$$

RECUPERADORA

Líquidos:

$$1 \text{ Tm/m}^3 = \gamma_{\text{AGUA}}$$

$$\text{Vol A} = \frac{2 \cdot (500 \text{ Tm/día} + 73,37 \text{ Tm/día})}{1 \text{ Tm/m}^3} = 1146,74 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol B} = \frac{4 \cdot 513,62 \text{ Tm/día}}{1 \text{ Tm/m}^3} = 2054,48 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{VOLUMEN TOTAL DESASTADORA} = \frac{(204,31 \text{ m}^3/\text{día} + 1146,74 \text{ m}^3/\text{día}) \cdot 8 \text{ men}}{24 \text{ h/día} \cdot 60 \text{ min/h}} = 7,5 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN TOTAL RECUPERADORA} = \frac{(191,5 \text{ m}^3/\text{día} + 2054,48 \text{ m}^3/\text{día}) \cdot 15 \text{ min}}{24 \text{ h/día} \cdot 60 \text{ min/h}} = 23,4 \text{ m}^3$$

De la pág 31, sabiendo que el número de celdas no debe ser mayor a 25 celdas y que deben ser todas iguales para poder interconectarlas, elegimos aquella que mejor rendimiento nos de.

$$\text{DESASTADORA} \Rightarrow \frac{7,5 \text{ m}^3}{1,12 \text{ m}^3/\text{celda}} \leq 7 \text{ celdas} \Rightarrow \begin{cases} P = 22,75 \text{ Hp} \\ N^\circ = 7 \text{ CELDAS} \\ V_c = 1,12 \text{ m}^3/\text{celda} \end{cases}$$

$$\text{RECUPERADORA} \Rightarrow \frac{23,4 \text{ m}^3}{1,12 \text{ m}^3/\text{celda}} \leq 21 \text{ CELDAS} \Rightarrow \begin{cases} P = 68,25 \text{ Hp} \\ N^\circ = 21 \text{ CELDAS} \\ V_c = 1,12 \text{ m}^3/\text{celda} \end{cases}$$

Dimensionamiento de Hornos Rotativos.

Ejercicio 1:

Se desea calcular el tiempo de paso y la capacidad diaria de un horno rotativo que produce cal (CaO), sabiendo que sus dimensiones son $L=90$ metros y $D=3$ metros. La velocidad de rotación $N=1$ RPM y la pendiente $S=0,05$ m/m

Datos adicionales: $R=10\%$

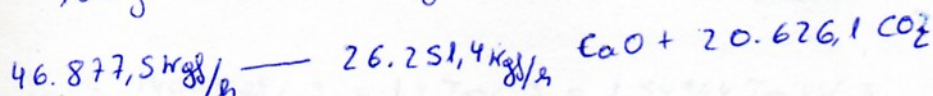
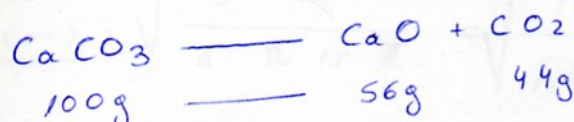
$$\gamma = 1400 \text{ kg/m}^3$$

$$t_{(\text{min})} = \frac{0,19 L(m)}{N(\text{RPM}) \cdot D(m) S(m/m)} = \frac{0,19 \cdot 90 \cancel{m}}{1 \text{ RPM} \cdot 3 \cancel{m} \cdot 0,05} = 114 \text{ min} = t$$

$$N(m/h) = \frac{60 \text{ m/h} \cdot 90 \cancel{m}}{114 \text{ min}} = 47,37 \text{ m/h}$$

$$G (\text{kg/h}) = \gamma (\text{kg/m}^3) \cdot R \cdot N(m/h) \cdot \text{sección} =$$

$$G = 1400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,1 \cdot 47,37 \text{ m/h} \cdot \frac{\pi (3 \text{ m})^2}{4} = 46.877,5 \text{ kg/h}$$



$$\text{Producción de cal} = 26.251,4 \text{ kg/h} = 630.033,6 \text{ kg/día}$$

Dimensionamiento de Hornos Rotativos.

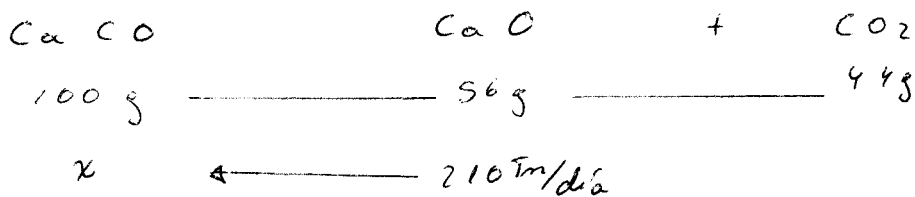
Ejercicio 2:

Se desea calcular las dimensiones de un horno rotativo en el que se va a calcinar piedra caliza, sabiendo que el tiempo de paso $t=60$ min y se desea producir 210 Tn/día de Cal.

Calcular además la pendiente del horno y la relación L/D

Datos adicionales: $R=10\%$ $N=0,9$ RPM $V=40$ m/h $\text{CaCO}_3=1,3 \text{ dm}^3 =$

$$v = \frac{60 \text{ min/h} \cdot L}{t} \Rightarrow \frac{40 \text{ m/h} \cdot 60 \text{ min}}{60 \text{ min/h}} = L = 40 \text{ m}$$



$$x = 375 \text{ Tn/día} = 15,625 \text{ Tn/h} = G$$

$$D(m) = \sqrt{\frac{G}{\gamma \cdot R \cdot v \cdot \frac{\pi}{4}}} = \sqrt{\frac{15,625 \text{ Tn/h}}{1,54364 \text{ Tn/m}^3 \cdot 0,1 \cdot 40 \text{ m/h} \cdot \frac{\pi}{4}}} = 1,795 \text{ m}$$

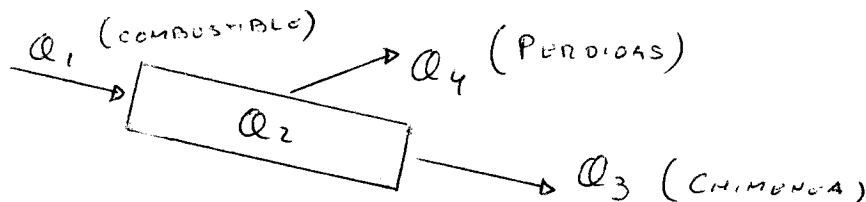
$$\gamma_{\text{CaCO}_3} = 1400 \text{ kg/m}^3 = 1,4 \text{ Tn/m}^3 = 1,54364 \text{ Tn/m}^3$$

$$t = \frac{0,19 \cdot L}{N \cdot D \cdot S} \Rightarrow S = \frac{60 \text{ min} \cdot 0,9 \text{ RPM} \cdot 1,795 \text{ m}}{0,19 \cdot 40 \text{ m}} = 12,754 \text{ m/m}$$

Dimensionamiento de Hornos Rotativos.

Ejercicio 3:

Se desea calcular el calor horario entregado a un horno rotativo, sabiendo que se consumen 1000 litros por hora de combustible. $H_{sup} = 10.500 \text{ Kcal/Kg}$ $H_{inf} = 10.000 \text{ Kcal/Kg}$
 Determinar además, el calor que se llevaron los gases que salen de la chimenea, sabiendo que la temperatura de estos gases es de 450°C y la composición de $\text{CO} = 0,5\%$, el exceso de aire es del 12% .
 Datos adicionales: $\gamma = 0,9 \text{ kg/L}$



$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_1 = \gamma_{comb} \cdot \eta \cdot H_{inf} = 0,9 \text{ Kg/L} \cdot 1000 \text{ L/h} \cdot 10.000 \text{ Kcal/Kg} =$$

$$Q_1 = 9.000.000 \text{ Kcal/h}$$

De la pág 26, entrando con $e = 12\%$ y $\text{CO} = 0,5\%$, obtenemos el $\%$ de $\text{CO}_2 = 14\%$

De la pág 27, entrando con $\% \text{CO}_2$ y $T^\circ\text{C}$ de gases de chimenea

$$\left. \begin{array}{l} 14\% = \text{CO}_2 \\ 450^\circ\text{C} = T^\circ\text{C} \end{array} \right\} 24\% = Q_{CH}$$

$$Q_3 = \gamma_{comb} \cdot \eta_{sup} \cdot Q_{CH} / 100$$

$$Q_3 = 0,9 \text{ Kg/L} \cdot 1000 \text{ L/h} \cdot 10.500 \text{ Kcal/Kg} \cdot \frac{24}{100} = 2.268.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_2 = Q_{\text{CaCO}_3} + Q_{\text{reacción}} + Q_{\text{CaO}} + Q_{\text{CO}_2}$$

$$Q_{\text{CaCO}_3} = \frac{G}{\text{masa}} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{reacción}} = \text{masa}_{\text{CaCO}_3} \cdot C_{\text{reacción}}$$

$$Q_{\text{CaO}} = G_{\text{CaO}} \cdot C_{p\text{CaO}} \cdot (T_{\text{SOLIDA}} - T_{\text{REACCIÓN}})$$

$$Q_{\text{CO}_2} = G_{\text{CO}_2} \cdot C_{p\text{CO}_2} \cdot (T_{\text{CHIMENEA}} - T_{\text{REACCIÓN}}) \quad (\text{no negativo})$$

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} \cdot 100$$

Dimensionamiento de Hornos Rotativos.

Ejercicio 4:

En un horno rotativo se calcinan 100 Tn/h de caliza, sabiendo que las pérdidas totales de calor son de 100.000.000 Kcal/h. Determinar el rendimiento térmico del horno y la masa de combustible utilizada.

Datos: $H_{sup} = 10.500 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

$H_{inf} = 10.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

$T_{s \text{ CaO}} = 1050^\circ\text{C}$

$T_{salida \text{ CO}_2} = 450^\circ\text{C}$

$T_{reac} = 900^\circ\text{C}$

$T_{entrada \text{ CaCO}_3} = 30^\circ\text{C}$

$C_p \text{ CaCO}_3 = 0,22 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$

$C_p \text{ CaO} = 0,23 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$

$C_p \text{ CO}_2 = 0,3 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$

$C_{reaccion} = 400 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

$$Q_3 + Q_4 = 100.000.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$\eta = ? \quad \varphi = ?$$

$$Q_2 = Q_{\text{CaCO}_3} + Q_{reac} + Q_{\text{CaO}} + Q_{\text{CO}_2}$$



$$100 \text{ g} \longrightarrow 56 \text{ g} \quad 44 \text{ g}$$

$$100 \text{ Tn/h} \Rightarrow 56 \text{ Tn/h} \quad 44 \text{ Tn/h}$$

$$Q_2 = 100 \text{ Tn/h} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{\text{Tn}} \cdot 0,22 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \cdot (900^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) + 100 \text{ Tn/h} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{\text{Tn}} \cdot 400 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} +$$

$$+ 56 \frac{\text{Tn}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{\text{Tn}} \cdot 0,23 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (1050^\circ\text{C} - 900^\circ\text{C}) - 44 \frac{\text{Tn}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{\text{Tn}} \cdot 0,3 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (450 - 900) =$$

$$Q_2 = 19.140.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 40.000.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 1.932.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} -$$

$$- 5.940.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = \boxed{Q_2 = 55.132.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}$$

$$Q_1 = 55.132.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 100.000.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = 155.132.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$\eta = \frac{55.132.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{155.132.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}} \cdot 100 = \boxed{35,54\% = \eta}$$

$$Q_1 = \varphi \cdot \gamma_{comb} \cdot \Delta H_{inf} \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} = 155.132.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$\varphi = \frac{155.132.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{\gamma_{comb} \cdot 10.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}} = \boxed{\frac{15.513,2 \text{ Kg/h}}{\gamma_{comb}} = \varphi}$$

$$\text{Supongo } \gamma_{comb} = 0,9 \frac{\text{Kg}}{\text{l}} \Rightarrow \boxed{\varphi = 17236,9 \text{ l/h}}$$

$$\text{MASA COMB} = 15.513,2 \text{ Kg/h} = \varphi \cdot \gamma_{comb}$$

Dimensionamiento de Hornos Rotativos.

Ejercicio 5:

En un horno rotativo se utilizan para el proceso $2,16 \times 10^6 \text{ Kcal/h}$ con rendimiento 0,27. La salida de los gases por chimenea se efectúa a 350°C , con 0,2% CO, perdiéndose $1,976 \times 10^6 \text{ Kcal/h}$. Determinar el exceso de aire.

$$H_{\text{inf}} = 10.000 \text{ Kcal/h} \quad H_{\text{Sup}} = 10.500 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_2 = 2.160.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \quad \eta = 0,27 = \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$Q_1 = \frac{2.160.000 \text{ Kcal/h}}{0,27} = 8.000.000 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_3 = 1.976.000 \text{ Kcal/h}$$

$$q = \frac{8.000.000 \text{ Kcal/h}}{8.10000 \text{ Kcal/kg}} = \frac{800 \text{ kg}}{8} \frac{\text{kg}}{\text{h}} = q$$

$$1.976.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = \frac{800 \text{ kg}}{8} \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 10.500 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} \cdot \frac{Q_{\text{CH}}}{100}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_{\text{CH}} = 23,52\% \\ T = 350^\circ\text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 11\% = \% \text{CO}_2 \\ \text{La sala de la pág 27} \end{array}$$

De la pág 26, entrando con el 11% de CO_2 y con 0,2 % CO, obtengo el exceso de aire $e\% = 42\%$

$e\% = 42\%$

Dimensionamiento de Hornos Rotativos.

Ejercicio 6:

En un horno rotativo de longitud 120 metros se produce cal con un rendimiento del 31,9%. Por la chimenea salen 66 Tn/h de CO₂ a temperatura igual a 400°C. Calcular las pérdidas totales de calor

Datos: $H_{\text{sup}} = 10.500 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$ $H_{\text{inf}} = 10.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$ $T_{\text{salida CO}_2} = 450^\circ\text{C} \rightarrow \text{NO SE NECESITA}$
 $T_{\text{reac}} = 900^\circ\text{C}$ $T_{\text{entrada CaO}} = 25^\circ\text{C}$ $C_p \text{ CaCO}_3 = 0,22 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$
 $C_p \text{ CaO} = 0,23 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$ $C_p \text{ CO}_2 = 0,3 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$ $C_{\text{Reaccion}} = 400 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$
 $T_{\text{salida CaO}} = 1050^\circ\text{C}$

$$\eta = \frac{31,9}{100} = 0,319 = \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\begin{array}{ccc} 100\text{g} & & 56\text{g} & 44\text{g} \\ \text{CaCO}_3 & \longrightarrow & \text{CaO} & + \text{CO}_2 \\ 150\text{Tn/h} & & 84\frac{\text{Tn}}{\text{h}} & \leftarrow 66\frac{\text{Tn}}{\text{h}} \end{array}$$

$$Q_2 = 150.000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 0,22 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (900^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) + 150.000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 400 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} +$$

$$+ 84.000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 0,23 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (1050^\circ\text{C} - 900^\circ\text{C}) + 66.000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 0,3 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (400 - 400)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 28.875.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 60.000.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 2.898.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} -$$

$$- 9900.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = 81.873.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_1 = \frac{Q_2}{0,319} = \frac{81.873.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{0,319} = 256.655.172,4 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = Q_1$$

PÉRDIDAS
 TOTALES = $Q_3 + Q_4 = Q_1 - Q_2 = (256.655.172,4 - 81.873.000) \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$

$$= \boxed{174.782.172,4 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = Q_3 + Q_4}$$

Alto Horno Eléctrico de Arco.

Ejercicio 1:

Datos:

Carga metálica:	1132 kg
Toneladas de acero por colada	77 Tn/colada
% de hierro esponja de la carga	60%
Cal mezcla	3,6 Tn/colada
% de cal calcica	45%
% CaO cal calcica	94%
% Cal dolomita	55%
% CaO cal dolomita	52%
Carbón insuflado	0,35 Tn/colada
Carbón por cinta	0,35 Tn/colada
Finos (aspiración Humos)	1 Tn/colada

Carga promedio del Horno:

Componente	Cantidad/Colada	CANT/ Tn Acero Liq
Hierro esponja	52,30 Tn	679,22 kg/TAL
Chatarra	34,90 Tn	453,25 kg/TAL
Cal Mezcla	3,60 Tn	46,75 kg/TAL
Carbon insuflado	0,35 Tn	4,5 kg/TAL
Carbon por cinta	0,35 Tn	4,5 kg/TAL
Finos	1,00 Tn	12,99 kg/TAL
Acero	77,00 Tn	1000 kg/TAL
Escoria	9,90 Tn	128,6 kg/TAL

Otros datos:

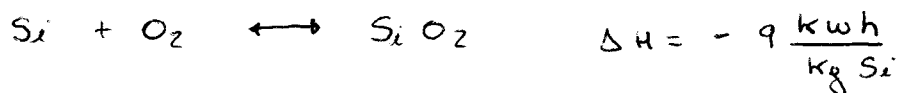
El hierro solo se considera para la escoria!

Componentes	Chatarra	Hierro Esponja	Acero Liquido	Escoria	Finos
Fe (total)		92,4		29,16	61,9
Fe (metalico)	90	87,8		3,19	4,60
FeO		5,7		25,97	13,2
C	0,2	2,3	0,07		1,56
SiO ₂		1,55		11,81	4,15
Si	0,2				
Al ₂ O ₃		0,76		4,63	0,8
Al	0,02				
CaO		0,47		26,94	12,5
MgO		0,2		10,57	5,9
MnO		0,1		2,75	2,55
Mn	0,6		0,04		
P	0,023		0,007		
P ₂ O ₅				0,63	
S		0,003			0,32

- Determinar las energías teóricas de oxidación.
- Determinar la cantidad necesaria de oxígeno para las reacciones de oxidación.

1) Energía de oxidación

a) Silicio (Si)



Cantidad de Si en la chatarra = $\frac{0,2 \text{ kg Si}}{100 \text{ kg chat}} \cdot 453,25 \frac{\text{kg chat}}{\text{TAL}} = 0,90625 \text{ kg Si/TAL}$

Energía de oxidación Si = $9 \frac{\text{kWh}}{\text{kg Si}} \cdot 0,90625 \frac{\text{kg Si}}{\text{TAL}} = \boxed{8,1585 \frac{\text{kWh}}{\text{TAL}}}$

b) Manganeso (Mn)

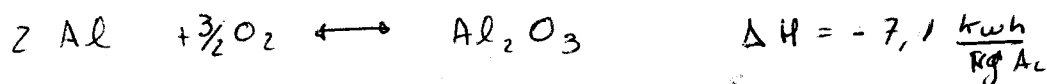


Cantidad de Mn en chatarra = $\frac{0,6 \text{ kg Mn}}{100 \text{ kg chat}} \cdot 453,25 \frac{\text{kg chat}}{\text{T.A.L.}} = 2,7195 \frac{\text{kg Mn}}{\text{T.A.L.}}$

Cantidad de Mn en Acero = $\frac{0,04 \text{ kg Mn}}{100 \text{ kg Acero lig}} \cdot 1000 \frac{\text{kg Acero lig}}{\text{TAL}} = 0,4 \text{ kg Mn/TAL}$

Energía de oxidación Mn = $2,04 \frac{\text{kWh}}{\text{kg Mn}} \cdot \left(2,7195 \frac{\text{kg Mn}}{\text{TAL}} - 0,4 \frac{\text{kg Mn}}{\text{TAL}} \right) = 4,73178 \frac{\text{kWh}}{\text{TAL}}$

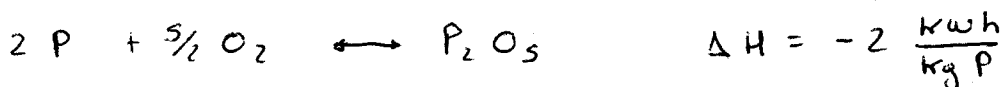
c) Aluminio (Al)



Cont de Al en chatarra = $\frac{0,02 \text{ kg Al}}{100 \text{ kg chat}} \cdot 453,25 \frac{\text{kg chat}}{\text{TAL}} = 0,09065 \frac{\text{kg Al}}{\text{TAL}}$

Energía de oxidación de Al = $7,1 \frac{\text{kWh}}{\text{kg Al}} \cdot 0,09065 \frac{\text{kg Al}}{\text{TAL}} = \boxed{0,6436 \frac{\text{kWh}}{\text{TAL}}}$

d) Fósforo (P)

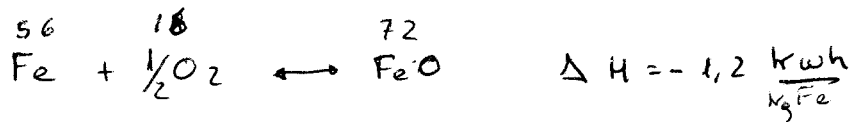


cont. de P en la chatarra = $\frac{0,023 \text{ kg P}}{100 \text{ kg chat}} \cdot 453,25 \frac{\text{kg chat}}{\text{TAL}} = 0,1043 \text{ kg P/TAL}$

cont de P en acero lig = $\frac{0,007 \text{ kg P}}{100 \text{ kg Acero lig}} \cdot 1000 \frac{\text{kg Acero lig}}{\text{TAL}} = 0,07 \text{ kg P/TAL}$

Energía de oxidación del P = $2 \frac{\text{kWh}}{\text{kg P}} (0,1043 - 0,07) \frac{\text{kg P}}{\text{TAL}} = \boxed{0,0686 \frac{\text{kWh}}{\text{TAL}}}$

e) Hierro (Fe)



Cont. de FeO

que se gana en la mezcla = $\frac{25,97 \text{ kg FeO}}{100 \text{ kg mezcla}} \cdot 128,57 \frac{\text{kg mezcla}}{\text{TAL}} = 33,39 \frac{\text{kg FeO}}{\text{TAL}}$

$$\begin{array}{l} 72 \text{ kg FeO} \xrightarrow{\text{TAL}} 56 \frac{\text{kg Fe}}{\text{TAL}} \\ 33,39 \frac{\text{kg FeO}}{\text{TAL}} \xrightarrow{\text{TAL}} x \frac{\text{kg Fe}}{\text{TAL}} = 25,97 \frac{\text{kg Fe}}{\text{TAL}} \end{array}$$

Energía de oxidación Fe = $1,2 \frac{\text{kWh}}{\text{kg Fe}} \cdot 25,97 \frac{\text{kg Fe}}{\text{TAL}} = \boxed{31,164 \frac{\text{kWh}}{\text{TAL}}}$

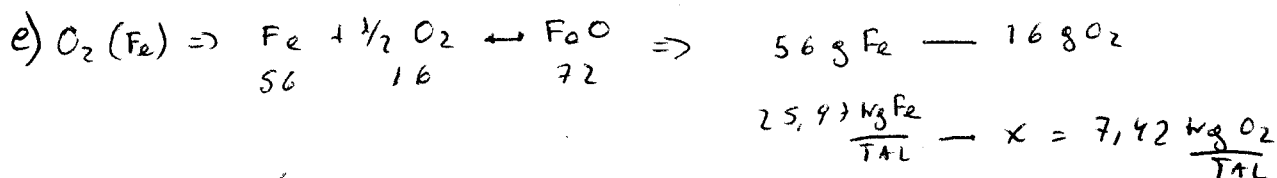
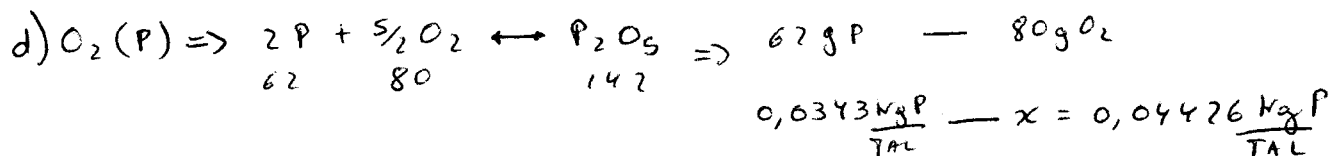
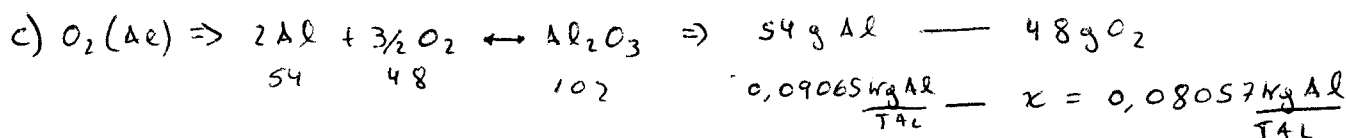
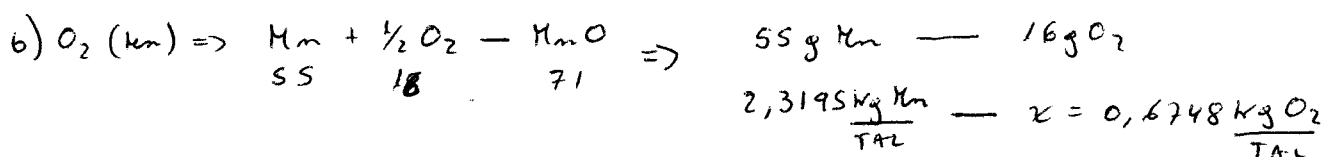
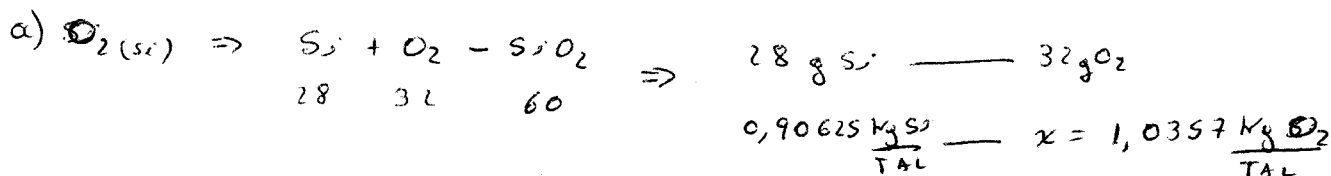
ENERGIA TOTAL DE OXIDACIÓN

$$E_T = E_{Si} + E_{Mn} + E_{Al} + E_P + E_{Fe}$$

$$E_T = (8,1585 + 4,73178 + 0,6436 + 0,0686 + 31,164) \frac{\text{kWh}}{\text{TAL}}$$

$$\boxed{E_T = 44,76648 \frac{\text{kWh}}{\text{TAL}}}$$

2) Oxígeno necesario



TOTAL O₂ = $(1,0357 + 0,6748 + 0,08057 + 0,04426 + 7,42) \text{ kg O}_2/\text{TAL}$

$$\boxed{\text{TOTAL O}_2 = 9,255 \text{ kg O}_2/\text{TAL}}$$

1 mol de O_2 en CNPT ocupa 22,4 litros

$$1 \text{ mol} \rightarrow 32 \text{ g } O_2 \rightarrow 22,4 \text{ l}$$

$$32 \text{ kg } O_2 \rightarrow 22,4 \text{ m}^3$$

$$\underbrace{9,255 \text{ kg } O_2}_{\text{TAL}} \rightarrow x = 6,4785 \underbrace{\text{m}^3}_{\text{T.A.L.}} O_2$$

El volumen de O_2 es $6,4785 \text{ m}^3 / \text{Tm. Ac. Lq.}$

Convertidor LD.

Ejercicio 1:

Se carga un convertidor LD con 180 Tn de capacidad de carga metálica, de las cuales el 70% es arrabio y el 30% es chatarra. El arrabio cargado y el acero a obtener tienen las siguientes composiciones químicas:

Material	C(%)	Si(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	T(°C)
Arrabio	4,30	1,20	1,00	0,100	0,030	1320
Acero	0,06	0,00	0,20	0,015	0,015	1620

En los gases de escape se observa una proporción del 90% de CO y un 10% de CO₂.

Se tiene que 8kg de O₂/Tn de arrabio se consumen en la formación de distintos óxidos de hierro. La pureza del oxígeno es del 99,5%.

Calcular las necesidades de O₂ para obtener el acero.

Datos adicionales: C=12 O=16 Si=28 Mn=55 P=31 Fe=56

NO SE CONSIDERA AZUFRE DEBIDO A LAS COMPLICACIONES!

Eliminación del carbono: (C)

$$90\% \text{ CO} ; 10\% \text{ CO}_2 \quad C\%_i - C\%_f = 4,3\% - 0,06\% = 4,24\%$$

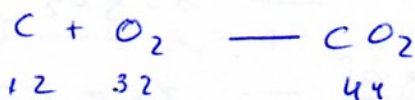
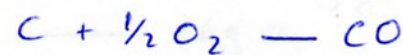
cont de C

$$\text{por Tn de arrabio} = \frac{4,24 \text{ kg de C}}{100 \text{ kg de arrabio}} \cdot \frac{1000 \text{ kg de arrabio}}{1 \text{ Tn de arrabio}} = 42,4 \frac{\text{kg de C}}{\text{Tn de arrabio}}$$

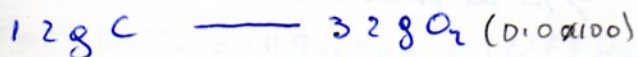
$$100\% \text{ — } 42,4 \text{ kg de C / Tn de arrabio}$$

$$90\% \text{ — } 38,16 \text{ kg de C / Tn de arrabio}$$

$$10\% \text{ — } 4,24 \text{ kg de C / Tn de arrabio}$$



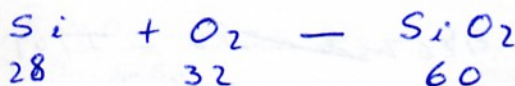
$$38,16 \frac{\text{kg C}}{\text{Tn}} \text{ — } x = 50,88 \frac{\text{kg O}_2}{\text{Tn}} \Rightarrow x_1 = 50,88 \text{ kg de O}_2 / \text{Tn de arrabio}$$



$$4,24 \frac{\text{kg C}}{\text{Tn}} \text{ — } x = 11,31 \frac{\text{kg O}_2}{\text{Tn}} \Rightarrow x_2 = 11,31 \text{ kg O}_2 / \text{Tn de arrabio}$$

Eliminación del Silicio (Si)

$$\text{cont de Si} = \frac{1,2 \text{ kg de Si}}{100 \text{ kg de arrabio}} \cdot \frac{1000 \text{ kg de arrabio}}{1 \text{ Tn de arrabio}} = 12 \text{ kg de Si / Tn de arrabio}$$

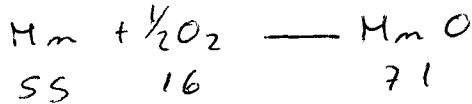


$$28 \text{ g Si} \longrightarrow 32 \text{ g O}_2$$

$$\frac{12 \text{ kg de Si}}{t_m} \longrightarrow x_3 = 13,7143 \text{ kg de O}_2 / t_m \text{ de analisis}$$

Eliminación del Manganeso (Mn) : $(1\% - 0,2\%) = 0,8\%$

$$\text{cont de Mn: } \frac{0,8 \text{ kg de Mn}}{100 \text{ kg de analisis}} \cdot \frac{1000 \text{ kg de analisis}}{1 \text{ Tm de analisis}} = \frac{8 \text{ kg de Mn}}{t_m \text{ de analisis}}$$

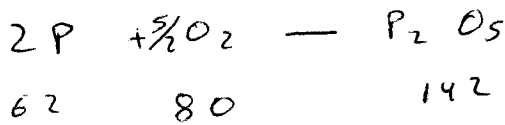


$$55 \text{ g Mn} \longrightarrow 16 \text{ g O}_2$$

$$\frac{8 \text{ kg Mn}}{t_m} \longrightarrow x_4 = 2,3272 \frac{\text{kg de O}_2}{t_m \text{ de analisis}}$$

Eliminación del fósforo (P) : $(0,1 - 0,015) = 0,085\%$

$$\text{cont P: } = \frac{0,085 \text{ kg de P}}{100 \text{ kg de analisis}} \cdot \frac{1000 \text{ kg de analisis}}{1 \text{ Tm de analisis}} = \frac{0,85 \text{ kg de P}}{t_m \text{ de analisis}}$$



$$62 \text{ g P} \longrightarrow 80 \text{ g O}_2$$

$$\frac{0,85 \text{ kg de P}}{t_m} \longrightarrow x_5 = 1,0968 \frac{\text{kg de O}_2}{t_m \text{ de analisis}}$$

$$\begin{aligned} \text{Total en kg de O}_2 &= (50,88 + 11,31 + 13,7143 + 2,3272 + 1,0968 + 8) \frac{\text{kg de O}_2}{t_m \text{ de analisis}} \\ &= 87,3283 \text{ kg de O}_2 / t_m \text{ de analisis} \end{aligned}$$

$$99,5\% \longrightarrow 87,3283 \text{ kg de O}_2 / t_m$$

$$100\% \longrightarrow x = 87,7671 \text{ kg de O}_2 / t_m$$

$$32 \text{ kg O}_2 \longrightarrow 22,4 \text{ m}^3$$

$$87,7671 \text{ kg O}_2 \longrightarrow x = 61,44 \text{ m}^3 \text{ de O}_2 / t_m \text{ de analisis}$$

$$\text{Cont de analisis} = 180 \text{ tn} \cdot 0,7 = 126 \text{ Tm de analisis}$$

$$\text{Vol Tot. O}_2 = 61,44 \text{ m}^3 \text{ de O}_2 / t_m \text{ de analisis} \cdot 126 \text{ Tm de analisis} = 7741,1 \text{ m}^3 \text{ de O}_2$$

$$\text{Vol Total O}_2 = 7741,1 \text{ m}^3 \text{ de O}_2$$

Convertidor LD.

Ejercicio 2:

En un horno convertidor LD se cargan 30 Tn de las cuales el 80% es arrabio con 4.2% de carbono. Se obtiene un acero con 0,05% de Carbono. Los gases de salida contienen 89% de CO y 11% de CO₂. ¿Cuál es el volumen normal de O₂ con 99,6 de pureza para el afino de la carga?

$$30 \text{ Tn} / 80\% \text{ arrabio} \Rightarrow 24 \text{ Tn de arrabio}$$

C		ESCAPE		% CO = 89%	Pureza O ₂ = 99,6%
ARRABIO	4,2%				
ACERO	0,05%			% CO ₂ = 11%	

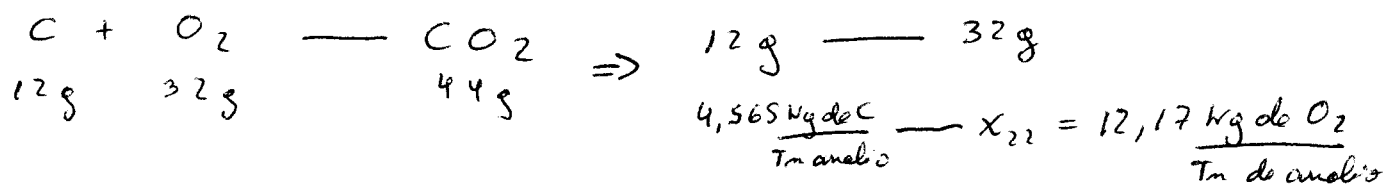
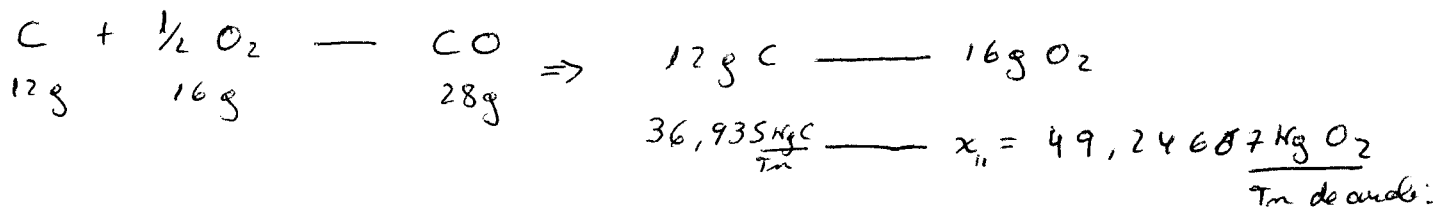
$$\text{Vol O}_2 = ?$$

$$\text{Cant de C a eliminar} = \frac{(4,2 - 0,05) \text{ Kg de C}}{100 \text{ Kg de arrabio}} \cdot \frac{1000 \text{ Kg de arrabio}}{1 \text{ Tn de arrabio}} = 41,5 \frac{\text{Kg de C}}{\text{Tn de arrabio}}$$

$$100\% \text{ GASES} \longrightarrow 41,5 \text{ Kg de C/Tn arrabio}$$

$$89\% \text{ CO} \longrightarrow x_1 = 36,935 \text{ Kg de C/Tn arrabio}$$

$$11\% \text{ CO}_2 \longrightarrow x_2 = 4,565 \text{ Kg de C/Tn de arrabio}$$



$$\text{TOTAL O}_2 = (49,2466 + 12,17) \text{ Kg de O}_2 / \text{Tn arrabio} = 61,42 \text{ Kg O}_2 / \text{Tn arrabio}$$

$$\text{Pureza} \Rightarrow 99,6\% \text{ Pureza} \longrightarrow 61,42 \text{ Kg O}_2 / \text{Tn}$$

$$100\% \text{ Pureza} \longrightarrow x_3 = 61,6 \text{ Kg de O}_2 / \text{Tn}$$

$$32 \text{ g O}_2 \longrightarrow 22,4 \text{ l}$$

$$32 \text{ Kg O}_2 \longrightarrow 22,4 \text{ m}^3$$

$$61,6 \frac{\text{Kg O}_2}{\text{Tn arrabio}} \longrightarrow x_4 = 43,166 \text{ m}^3 \text{ de O}_2 / \text{Tn arrabio}$$

$$\text{TOT. VEC} = 43,166 \frac{\text{m}^3 \text{ de } \text{O}_2}{\text{Tn de anodio}} \cdot 24 \text{ Tn de anodio} = 1036 \text{ m}^3 \text{ de } \text{O}_2$$

<p>VOLUMEN NECESARIO DE OXIGENO</p>	=	1036 m ³
---	---	---------------------

Convertidor LD.

Ejercicio 3:

El convertidor LD se carga con 30 Tn/h de carga metálica siendo 80% arrabio y 20% chatarra. de la cual la proporción de carga metálica, de las cuales el 70% es arrabio y el 30% es chatarra. El arrabio cargado y el acero a obtener tienen las siguientes composiciones químicas:

Material	C(%)	Si(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	T(°C)
Arrabio	4,20	1,15	1,05	0,120	0,030	1320
Acero	0,05	0,00	0,180	0,014	0,017	1620

En los gases de escape se observa una proporción del 89% de CO y un 11% de CO₂.

Se tiene que 9kg de O₂/Tn de arrabio se consumen en la formación de distintos óxidos de hierro. La pureza del oxígeno es del 99,6%.

Calcular las necesidades de O₂ para obtener el acero.

$$52,4 \text{ Nm}^3/\text{TAL} \cdot 24 \text{ TAL} = 1257,6 \text{ Nm}^3$$

$$\frac{87,797 \text{ kg de O}_2}{\text{TAL}} \cdot 24 \text{ TAL} = \underline{\underline{1474,99 \text{ Nm}^3 \text{ de O}_2}}$$

Alto Horno

Ejercicio 1:

Se carga un alto horno con mineral de hierro, caliza y coque con los siguientes análisis:

Material	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	H ₂ O	C	CaCO ₃
Mineral Hierro	80	12	1	3	4		
Caliza		4,00			1		95
Coque		10				90	

El análisis del arrabio producido es:

C: 4%
Si: 1,2%
Mn: 1%
Fe: 93,8%

Se utilizan 1750kg de mineral de hierro y 500kg de piedra caliza por cada tonelada de arrabio producido. El volumen de los gases de salida por tonelada de arrabio es 4200 m³ y su composición es:

CO: 26%
CO₂: 12%
H₂O: 4%
N₂: 58%

Calcular:

- La cantidad de coque utilizado por tonelada de arrabio.
- Composición de la escoria suponiendo que el hierro entra en la escoria como Fe₂O₃.
- Consumo de aire en metros cúbicos por tonelada de arrabio.

$$C(\text{coque}) + C(\text{caliza}) = C(\text{arrabio}) + C(\text{gases de salida})$$

$$0,9 \times 12 + (12/100 \cdot 0,95 \cdot 500)/12 = 0,04 \cdot 1000/12 + 4200 \cdot (0,26 + 0,12 + 0,04)/24$$

$$x = 931,07 \text{ Kg de coque / tm arrabio}$$

Balance Fe₂O₃

$$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{mineral}) = \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{escoria}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{arrabio})$$

$$0,8 \cdot 1750 \text{ Kg / tm arrabio} = x + 0,938 \cdot 1000 \text{ Kg / tm} \cdot (160 \text{ Kg Fe}_2\text{O}_3 / 112 \text{ Kg Fe}_2)$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{escoria}) = x = 60 \text{ Kg / tm arrabio}$$

Balance SiO₂

$$\text{SiO}_2(\text{mineral}) + \text{SiO}_2(\text{caliza}) + \text{SiO}_2(\text{coque}) = \text{SiO}_2(\text{escoria}) + \text{SiO}_2(\text{arrabio})$$

$$0,12 \cdot 1750 \text{ Kg} + 0,04 \cdot 500 \text{ Kg} + 0,1931 \text{ Kg} = x + 1000 \text{ Kg} \cdot 0,012 \cdot (60 \text{ Kg SiO}_2 / 28 \text{ Kg Si})$$

$$\text{SiO}_2(\text{escoria}) = x = 297,38 \text{ Kg / tm arrabio}$$

Balance MnO

$$MnO \text{ (mineral)} = MnO \text{ (escava)} + MnO \text{ (analis)}.$$

$$0,01 \text{ 1750 kg} = x + 1000 \cdot 0,01 (71 \text{ kg } MnO / 55 \text{ kg } MnO)$$

$$MnO \text{ (escava)} = 4,59 \text{ kg / Tm analis}$$

Balance Al_2O_3

$$Al_2O_3 \text{ (mineral)} = Al_2O_3 \text{ (escava)}$$

$$0,03 \text{ 1750 kg} = x \Rightarrow x = Al_2O_3 \text{ (esc)} = 52,5 \text{ kg / Tm analis}$$

Balance CaO

$$CaO \text{ (caliza)} = CaO \text{ (escava)}$$

$$0,95 \text{ 500} (56 \text{ kg } CaO / 100 \text{ kg } CaCO_3) = x = CaO \text{ (escava)} = 266 \text{ kg / Tm analis}$$

$$\text{Total escava} = 680,47 \text{ kg / Tm analis}$$

Consumo de aire:

$$N_2 \text{ (gases de sólido)} = 0,58 \text{ 4200 m}^3 = 2436 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 2436 \text{ m}^3 (100 / 79) = 3083,54 \text{ m}^3 / \text{Tm analis}$$