

PRODUCCION DE METALES FERROSOS



COMPETENCIA

Conoce y comprende las propiedades, características y preparación de las materias primas, los fundamentos termodinámicos y cinéticos involucrados en los procesos de reducción para realizar balances de materia y energía en la reducción de óxidos de hierro.



*PRODUCCION
DE METALES
FERROSOS*

ACTIVIDAD PRELIMINAR



METALES

FERROSOS

Acero: contenido menor del 2% en Carbono

Fundición: contenido mayor del 2% y menor del 4% en Carbono

Hierro Forjado: contenido muy bajo en carbono (menos del 0,25%)

NO FERROSOS

Pesados

- Estaño
- Cobre
- Cinc
- Plomo
- Otros

Ligeros

- Aluminio
- Titanio

Ultraligeros

- Magnesio
- Berilio

Metales Ferrosos

- Los Metales Ferrosos son aquellos que, su principal componente es el HIERRO y, sus principales características son su gran resistencia a la tensión y dureza.

Los metales ferrosos son los:

1)Acero

2)El hierro

3)Las fundiciones



METALES FERROSOS

Se denominan metales ferrosos o férricos a aquellos que contienen hierro como elemento base; pueden llevar además pequeñas proporciones de otros. A pesar de todos los inconvenientes que presentan estos materiales (hierro, acero y fundiciones) por ser muy pesados, oxidarse con facilidad y ser difíciles de trabajar, entre otros, son uno de los más usados en la actualidad.

Magnetita
Pureza: 75%



Hematites
Pureza: 70%

Limonita
Pureza: 60%



Siderita
Pureza: 50%

Metales ferrosos

- Los **metales ferrosos o férricos** son aquellos que contienen hierro como elemento base; pueden llevar pequeñas proporciones de otros.

Magnetita

Pureza: 75%



Hematites

Pureza: 70%



Limonita

Pureza: 60%



Siderita

Pureza: 50%



¿Que es el Hierro?

- El hierro es un metal maleable, de color gris plateado, conductor a la electricidad y presenta propiedades magnéticas.



- Magnetita.
- Hematita.
- Limonita.



Historia del Hierro

- La edad del Hierro fue la ultima etapa de la edad de los metales.
- El uso del hierro se inicio hacia el 1900 a.C., en plena edad del bronce y su implantación fue gradual; hacia el 1000 a.C se consolido como el material de uso mayoritario.



- El primer mineral utilizado para la extracción del Hierro fue la Hematita gracias a este se pudo abastecer el acero necesario para la construcción de tanques autos y armas bélicas para la segunda guerra mundial.







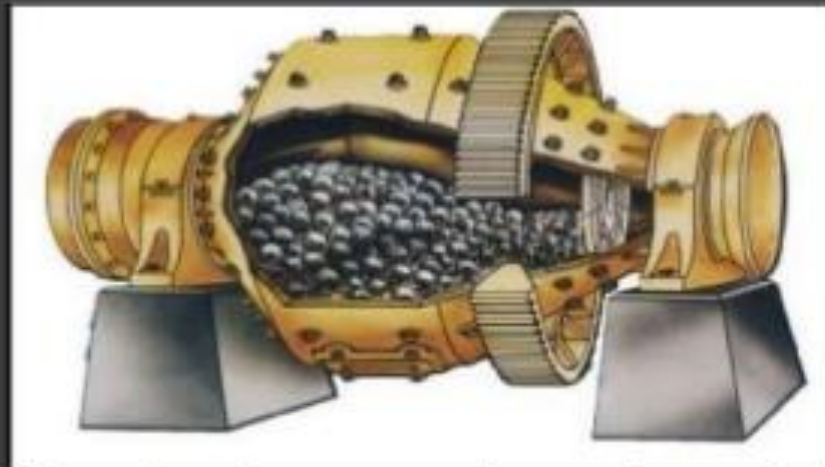




- Se trituran las rocas, para facilitar la separación de la mena y la ganga.



- Todo el material obtenido es transportado a otra molienda aun mas fina en un molino de esferas.



- Posteriormente el material es secado aunque no en su totalidad y con la ayuda de tierra caliza se comienza a aglomerar el mineral.

- Para la obtención de Hierro con una mayor pureza se continuara triturando el hierro con la ayuda de un molino de barras.

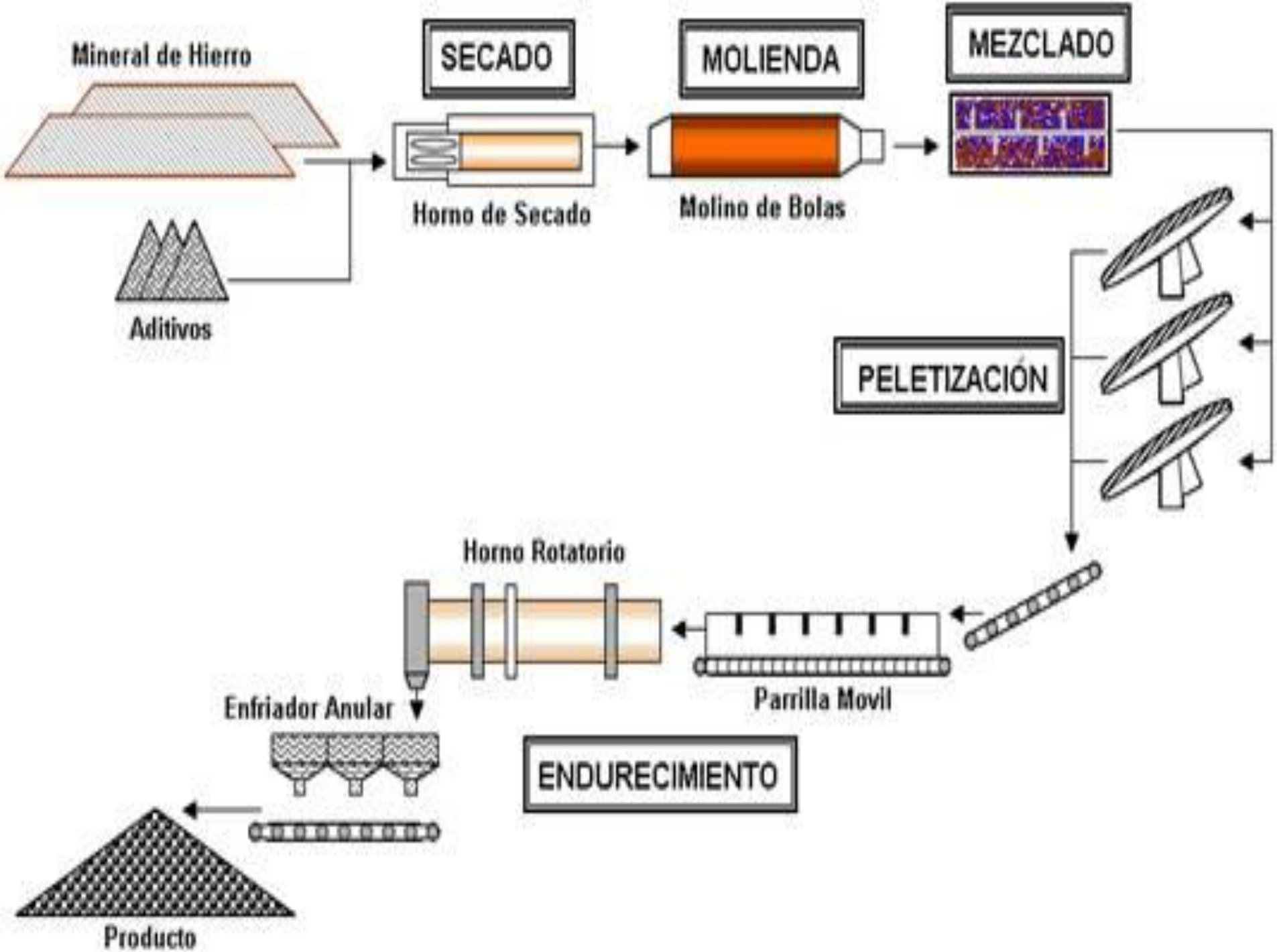


- Posteriormente se vuelve a realizar una separación magnética así eliminando la mayor parte de impurezas en metal.

- Finalmente se pueden eliminar parte de las impurezas mediante imanes o mediante flotación.



- Con todos estos pasos se puede conseguir hierro con una pureza aproximadamente del 70%.



Secado

Conceptos generales

Humedad: El contenido de humedad de un sólido puede expresarse sobre base seca o base húmeda; pero en el secado de sólidos es más conveniente referir la humedad sobre base seca (masa de agua que acompaña al sólido seco).

Humedad de equilibrio (X^*): Cuando un sólido húmedo se pone en contacto, con aire de temperatura y humedad determinadas y constantes, se alcanzaran las condiciones de equilibrio entre el aire y el sólido húmedo. Se logran las condiciones de equilibrio cuando la presión parcial del agua que acompaña al sólido húmedo es igual a la presión de vapor del agua en el aire.

1. Secado

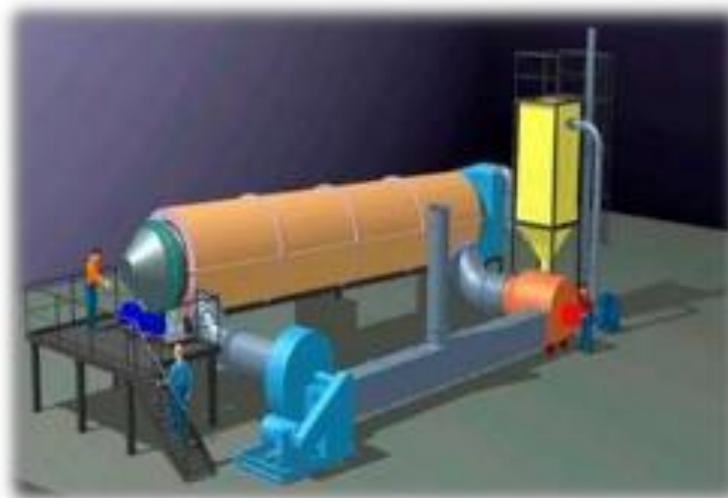
- Por medio de este proceso se elimina la humedad del material.
- Se les trata con gases calientes productos de la combustión de combustibles fósiles.
- La temperatura del proceso es de 105 °C
- Hay diversidad de equipos para este proceso como el secador de banda.



2.2. Secado:

En esta etapa la humedad original del concentrado (6% a 8%) se reduce a niveles que oscilan entre 0.2% a 0.3%.

Se usan secadores de calor donde el concentrado va reduciendo sus niveles de humedad a medida que avanza dentro de un tambor metálico. En el interior circula vapor a temperatura de 180°C, por un serpentín que permite la transferencia de calor.



SECADO

- o Es un proceso mediante el cual se elimina el agua contenida en sustancias, como menas o coque, por evaporación.
- o El requisito básico es que la presión de vapor del agua sea **MAYOR** que la presión parcial del agua en la atmósfera circundante.
- o Para acelerar el secado, es mejor que sea **MAYOR** a la presión atmosférica total, es por eso que se calienta la sustancia arriba de su temperatura de ebullición o bajo presión reducida.

Secado

Mecanismos y cinética de secado

Velocidad de secado

Análisis de la curva de pérdida de peso

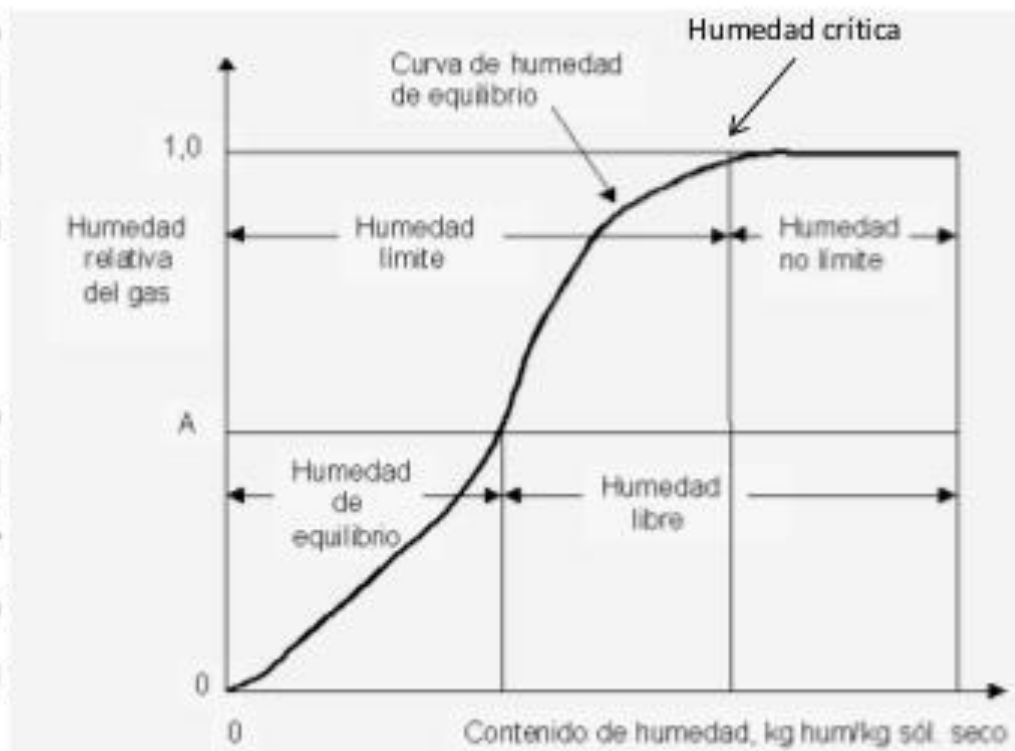
- Tramo AB: Sólido frío.
- Tramo A'B: Sólido caliente.
- Tramo BC: Tramo de pendiente constante, velocidad constante.
- Tramo CD: Pendiente decreciente, disminución de la velocidad de secado. Se denomina: 1° Período de Velocidad Decreciente.
- Tramo DE: Velocidad de secado decrece con mas rapidez.
- Se denomina: 2° Período de Velocidad Decreciente

Secado

Conceptos generales

Período pre-crítico: Es el período de tiempo en el que la velocidad de secado es constante, desde la humedad inicial hasta la humedad crítica.

Período post-crítico: Es el período de tiempo en el que la velocidad de secado disminuye hasta llegar a un valor de cero. Este período empieza con la humedad crítica hasta la humedad de equilibrio.



Secado

Mecanismos y cinética de secado

Tiempo de secado

En el periodo de velocidad constante puede obtenerse a partir de la ecuación de velocidad de secado:

$$R = -\frac{L_S}{A} \frac{dX}{dt}$$

$$t = \int_{X_1=0}^{X_2=t} dt = \frac{L_S}{A} \int_{X_2}^{X_1} \frac{dX}{R}$$

$$t = \frac{L_S}{AR_C} (X_1 - X_2)$$

Secado

El secado es una operación que suele estar presente en todas las industrias químicas. Las razones para su empleo son de diversos tipos:

- 1. Facilitar la manipulación en etapas posteriores.**
- 2. Reducir gastos de transporte.**
- 3. Facilitar la conservación, sobre todo en alimentos y medicamentos.**
- 4. Aumentar el valor del producto.**
- 5. Aprovechar subproductos.**
- 6. Reducir volumen y aumentar la capacidad de aparatos en otras etapas del proceso, etc.**

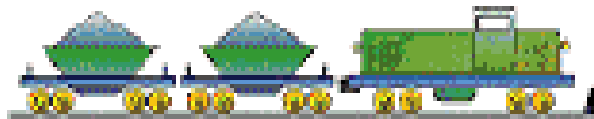




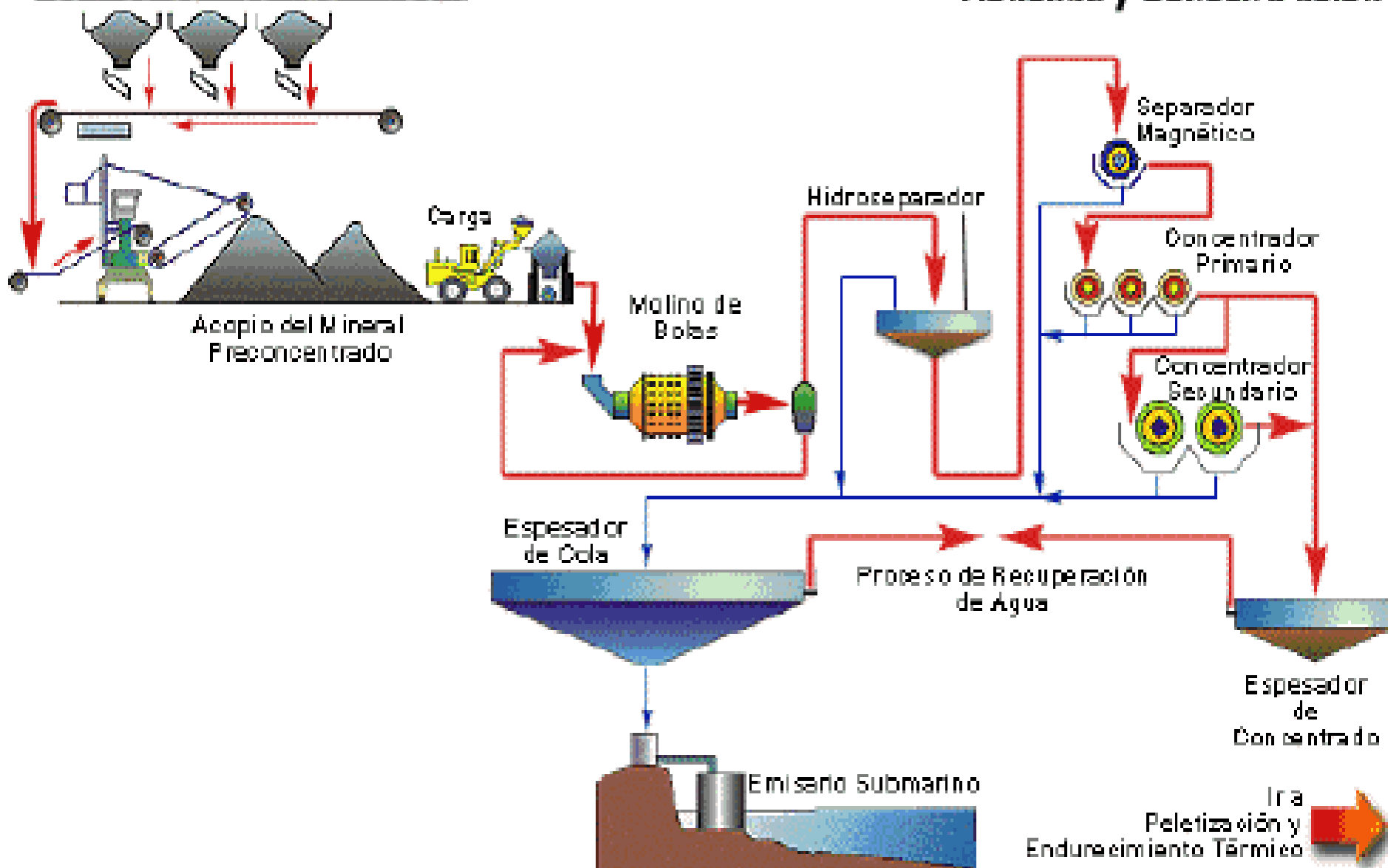
- Todo el material obtenido y aglomerado es llevado a un alto horno fundiéndolo a una temperatura de 1750 grados para posteriormente darle el tratamiento requerido y convertirlo en acero.



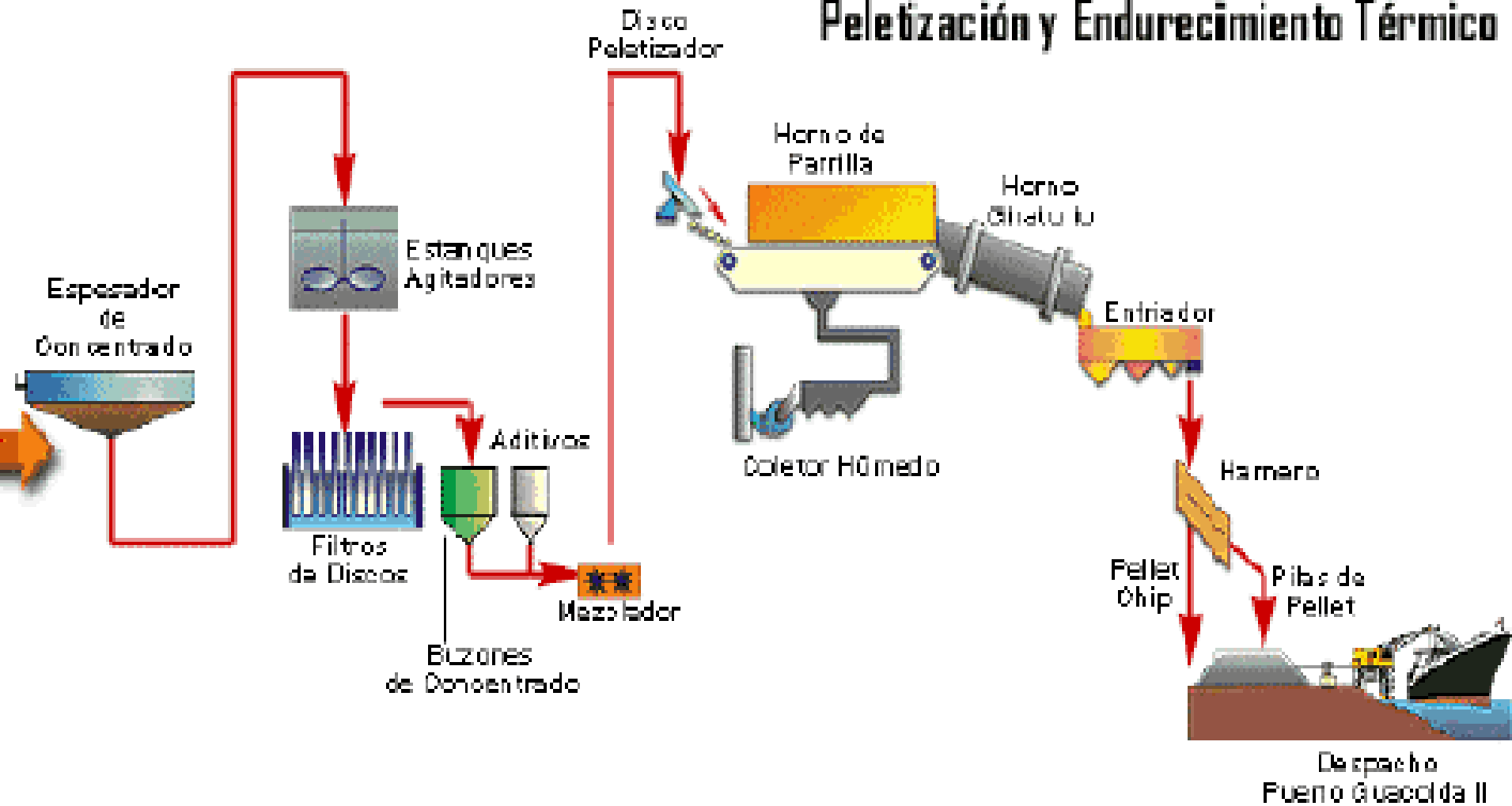
Descarga Ferroviaria desde Mina Los Colorados



Proceso Productivo Planta de Pellet Molienda y Concentración

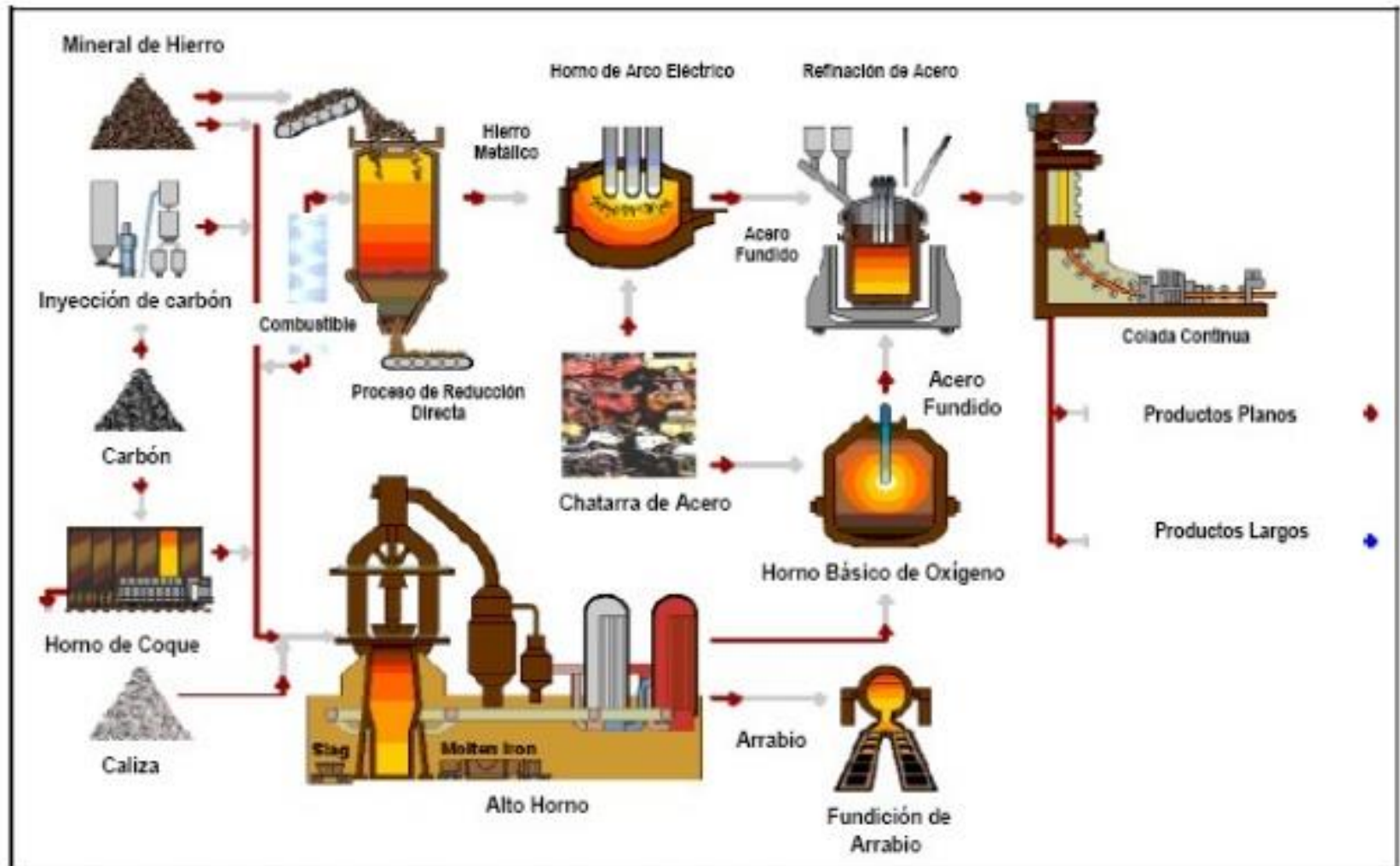


Peletización y Endurecimiento Térmico



Proceso productivo del Acero

Figura 1. Diagrama de procesos para la fabricación de productos de acero



Fuente: International Iron and Steel Institute (IISI), 2005.

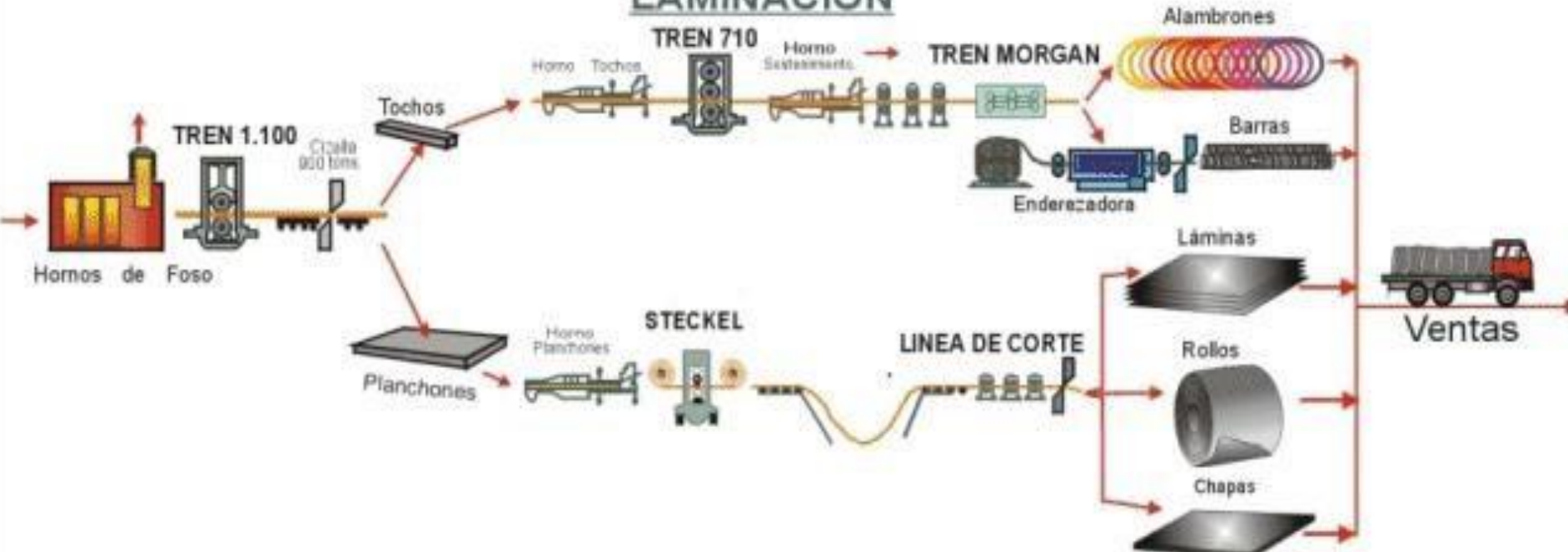
DIAGRAMA DE FLUJO

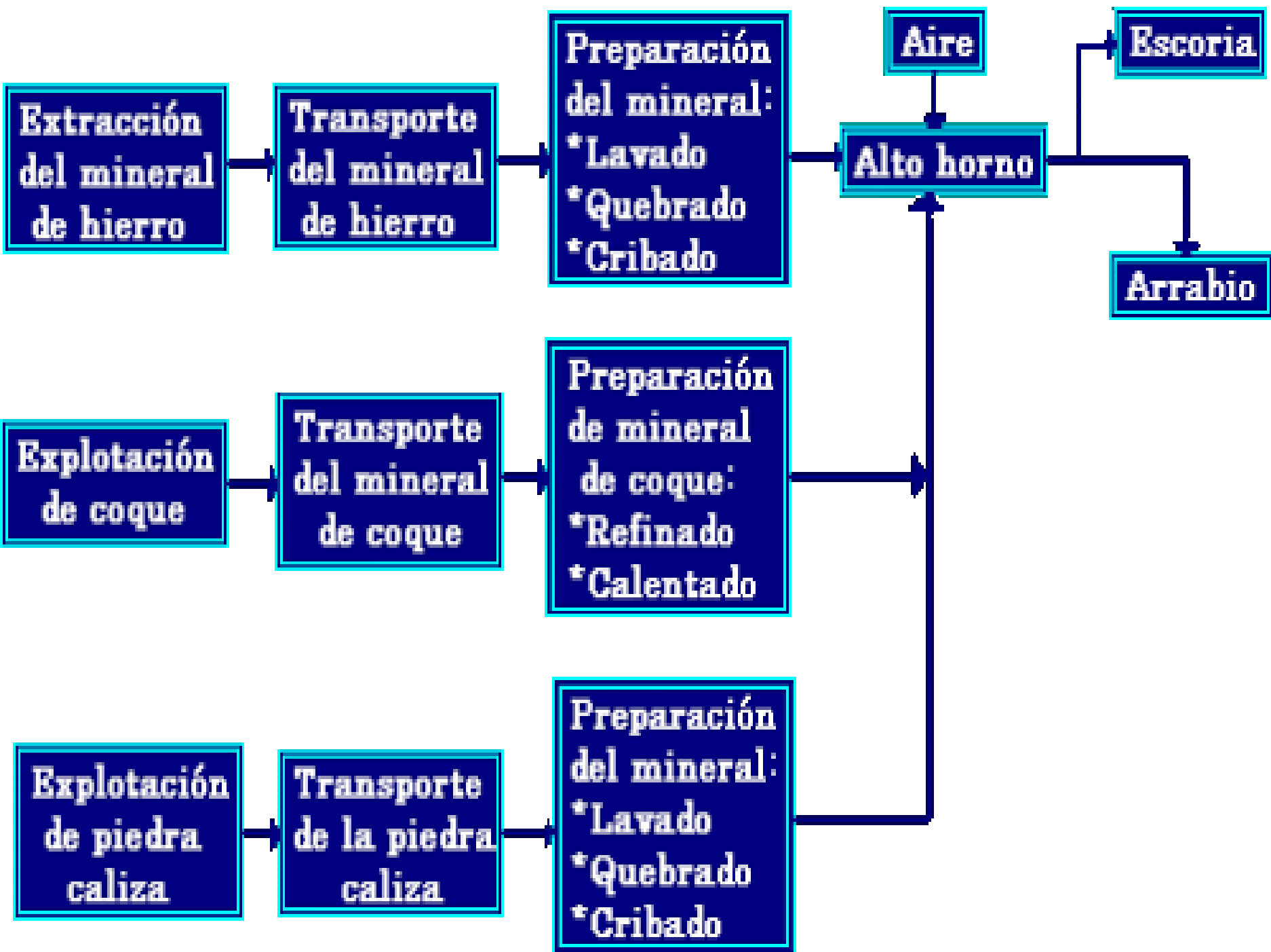
FABRICACION PRIMARIA

ACERACION



LAMINACION





ALTO HORNO

Escape de gases

tragante

Mineral, piedra caliza y coque

CO, CO₂, NO₂

zona reducción oxidos

250°C

zona absorción calor

Tobera para suministro de aire caliente

600°C

zona fusion

1000°C

Boquilla de soplado de aire caliente (una de muchas)

1600°C

zona etalajes

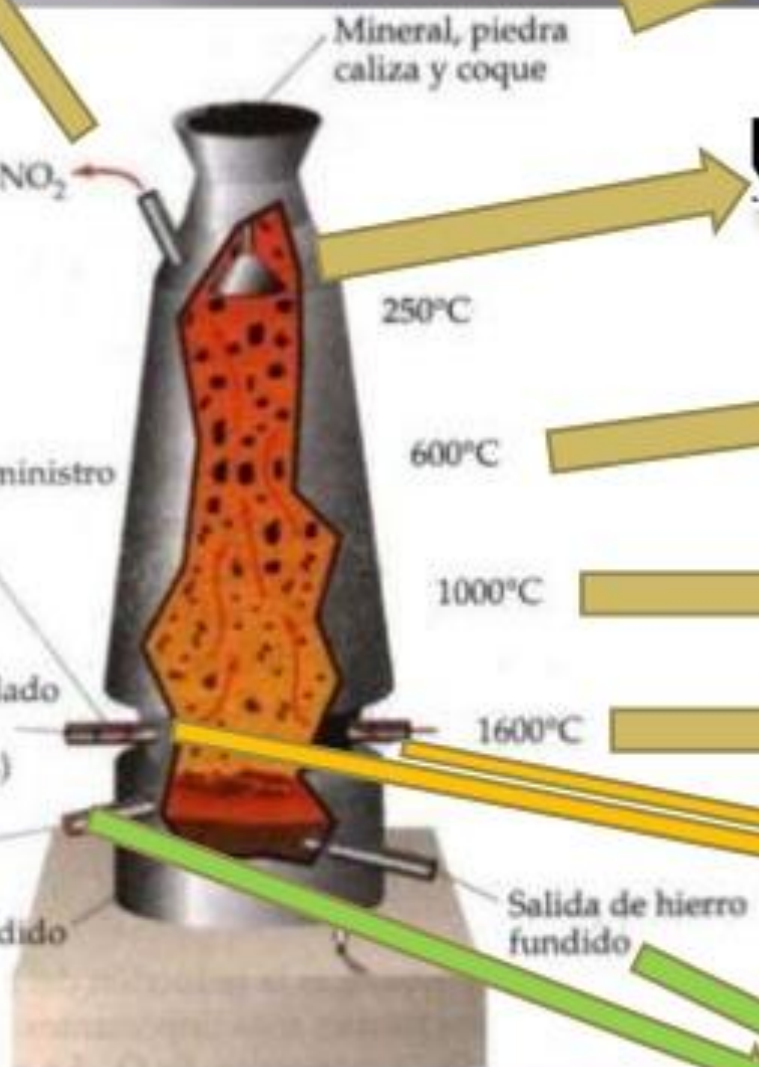
Escoria

toberas

Hierro fundido

Salida de hierro fundido

piqueras



2. CARBÓN DE COQUE

- Se emplea en el alto horno para la fabricación del acero sirviendo como combustible y para evitar los óxidos en el hierro.



- La coquización es una forma energética de craqueo térmico utilizada para obtener gasolina de destilación directa (nafta de coquificador) y diversas fracciones de destilación intermedia, que se utilizan como materiales para craqueo catalítico. Por este proceso, el hidrógeno de la molécula de hidrocarburo se reduce de forma tan completa, que el residuo es una forma de carbono casi puro, denominado coque.

Coquización

Coque

- Combustible obtenido de la calcinación o destilación seca de carbón mineral; está compuesto de carbono y tiene un alto poder calorífico
- Es usado principalmente en la metalurgia de menas ferruginosas y no ferruginosas.

- Las propiedades coquizantes describen el comportamiento del carbón durante la fabricación del coque, estos se determinan a través de los ensayos de plastometría, desgasificación y dilatometría, los cuales se realizan a velocidades de calentamiento más parecidas a las del horno de coquización.

Propiedades



Del carbón al coque

En la transformación de la coque de carbón en hierro se emplea una gran cantidad de energía eléctrica, que produce los gases de escape de las máquinas eléctricas, los cuales se utilizan para la calefacción y para la producción de vapor de agua en las calderas. Los gases de escape de las calderas se utilizan para la calefacción de las máquinas eléctricas.

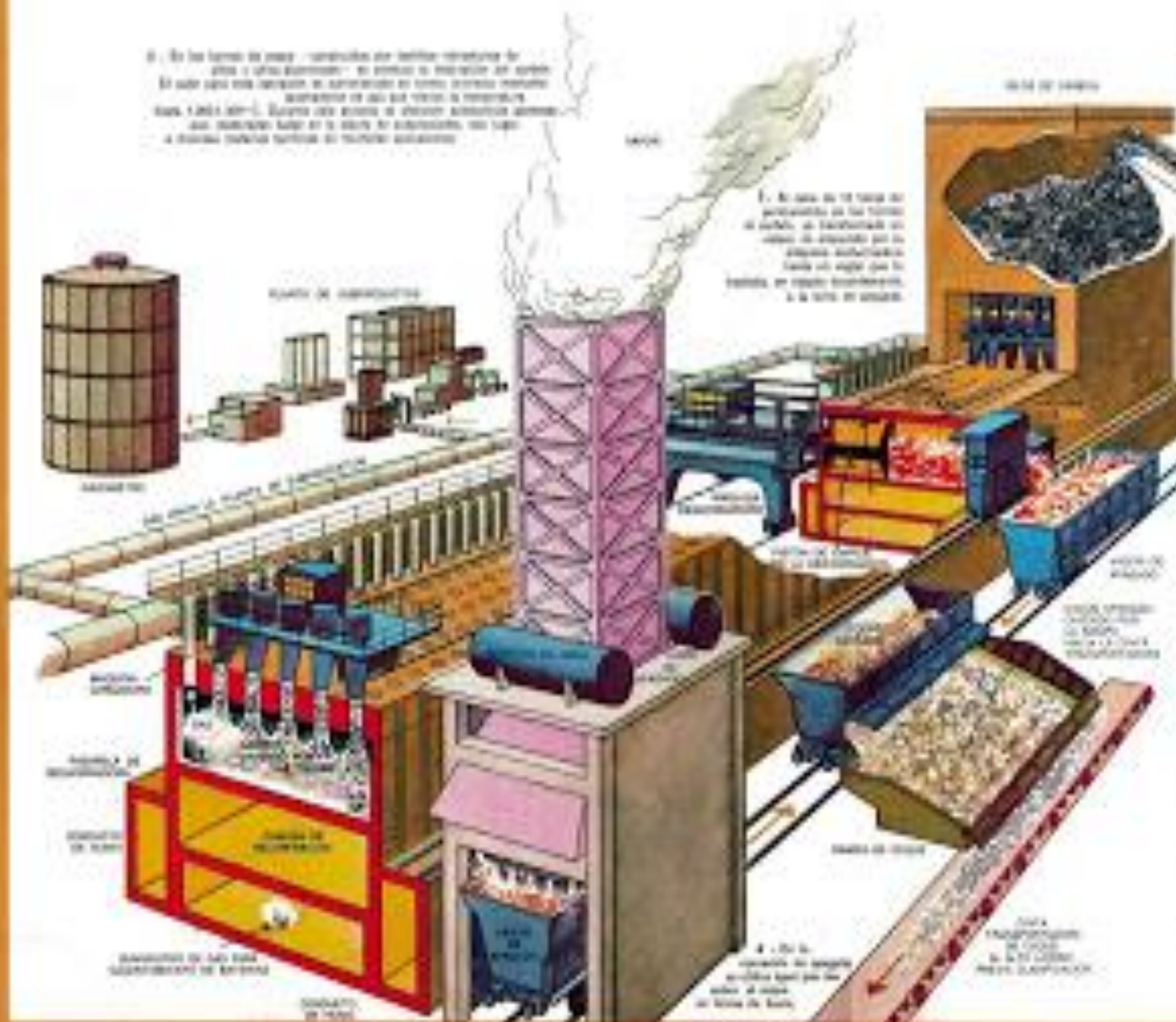


1. En las hornos de coque se calienta el carbón de piedra a una temperatura de 1000 a 1200 grados centígrados. El agua que está presente en el carbón se evapora y se convierte en vapor de agua. Este vapor de agua se utiliza para la calefacción de las máquinas eléctricas.

2. En las hornos de coque se calienta el carbón de piedra a una temperatura de 1000 a 1200 grados centígrados. El agua que está presente en el carbón se evapora y se convierte en vapor de agua. Este vapor de agua se utiliza para la calefacción de las máquinas eléctricas.

3. En las hornos de coque se calienta el carbón de piedra a una temperatura de 1000 a 1200 grados centígrados. El agua que está presente en el carbón se evapora y se convierte en vapor de agua. Este vapor de agua se utiliza para la calefacción de las máquinas eléctricas.

4. El gas de escape de las calderas se utiliza para la calefacción de las máquinas eléctricas. Este gas de escape se utiliza para la calefacción de las máquinas eléctricas.

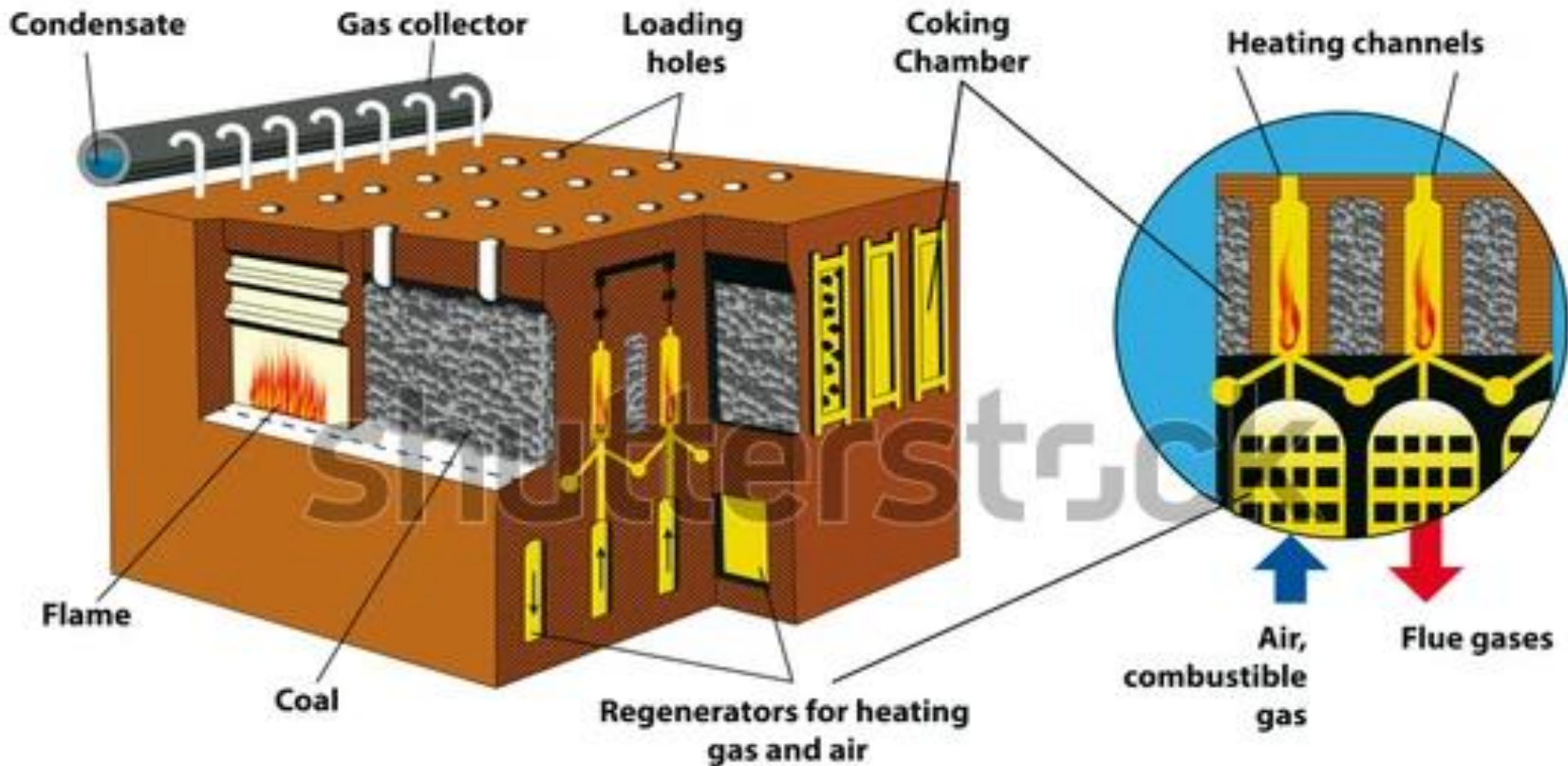


ALGUNOS PRODUCTOS Y BOMBAS DEL GAS DE COQUE

Labels for the products: BENCENO, FENOL, ANTRACENO, NAFTALENO, ACETILENO, BENCENO, FENOL, ANTRACENO, NAFTALENO, ACETILENO, BENCENO, FENOL, ANTRACENO, NAFTALENO, ACETILENO.



COKE OVEN PROCESS

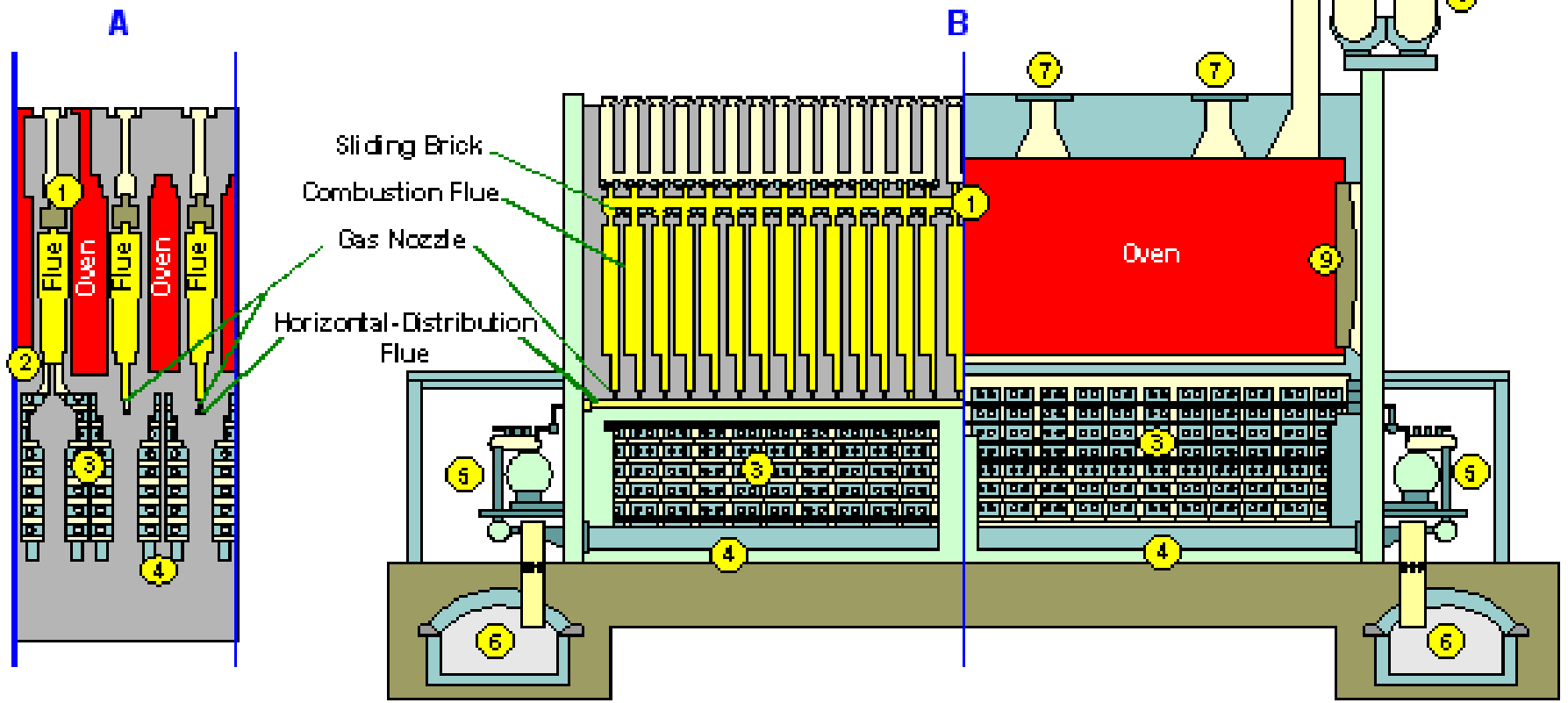


STAGE OF THE COKING PROCESS





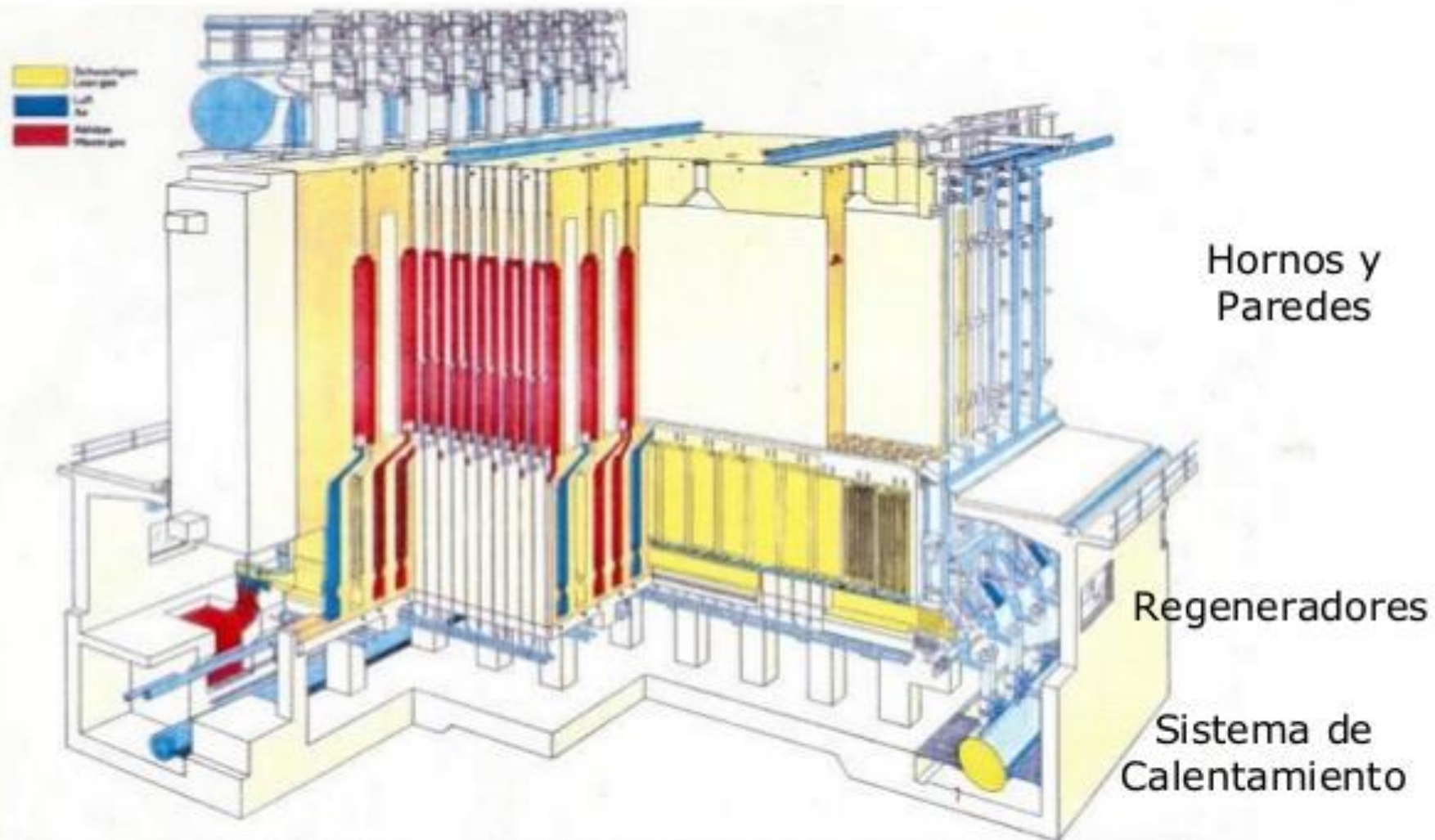
Cross-Regenerative Coke Oven



- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| 1 Horizontal Flue | 6 Waste-Gas Flue |
| 2 Air Ports | 7 Charging Holes |
| 3 Regenerators | 8 Coke-Oven Gas-Collecting Main |
| 4 Oven Sole Flues | 9 Door |
| 5 Flue-Gas Main | |

(A) Cross section, showing the alternating arrangement of flue walls and ovens;
(B) Longitudinal section, showing (left) a series of combustion flues in a single flue wall and (right) part of a long, slotlike oven set between flue walls.

Descripción de la Batería de Coque



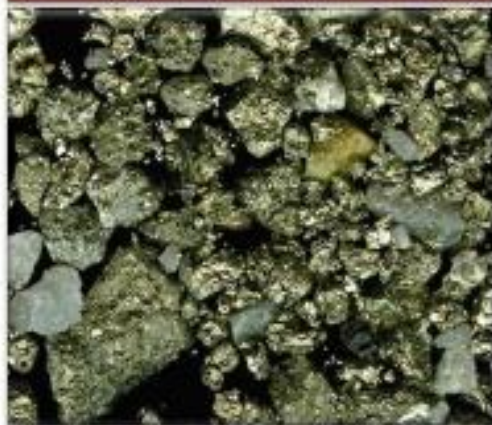
Otto-Hochleistungskoksofen
für Stark- und Schwachgasheizung

Otto large-capacity coke oven
for rich and lean gas heating

DR.C.OTTO
1872-1941



Mineral de hierro



Coque



Piedra caliza



INTRODUCCION

La calcinación es un proceso químico e industrial en el que se calienta un material, sin fundirlo, con el fin de eliminar sus componentes volátiles. La calcinación es la primera etapa para extraer los metales de sus minerales que en su composición química contienen “El Anión Carbonato”.



#1

~~(-) carbonato~~

2. Calcinación

- Es la descomposición térmica de un mineral en sus óxidos formadores por la acción de calor.
- Su finalidad es eliminar del mineral la materia estéril de naturaleza gaseosa, facilitando así la posterior reducción.
- Aquí no hay fusión ni evaporación

Secado y calcinación.

- El secado es un proceso mediante el cual se elimina el agua contenida en sustancias como menas o coque, por evaporación.
- Por el contrario, durante la calcinación se eliminan, agua, dióxido de carbono (CO_2) y otros gases, los cuales se encuentran enlazados químicamente en la forma de, por ejemplo, hidratos y carbonatos.

PROCESO DE FABRICACION

- **Calcinación:**

La calcinación consiste en la aplicación de calor para la descomposición (reacción térmica) de la caliza. En este proceso se pierde cerca de la mitad de peso, por la descarbonatación o pérdida del dióxido de carbono de la caliza original. La calcinación es un proceso que requiere mucha energía para que la descarbonatación pueda ocurrir y es en este paso cuando la piedra caliza (CaCO_3) se “convierte” en cal viva (CaO). En la producción de Horcalsa se utiliza tecnología de punta, con lo que se asegura el buen uso de la energía.



- Para el carbonato usado en la práctica

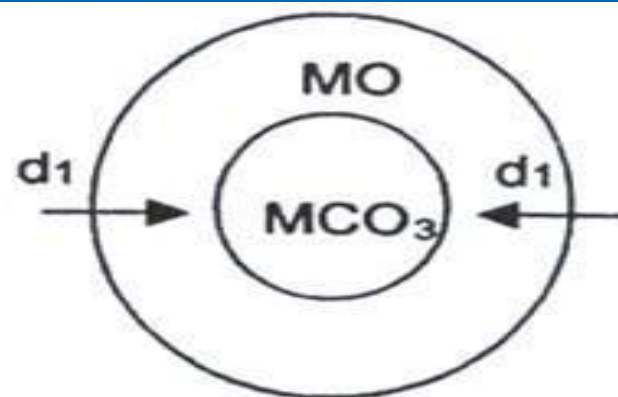
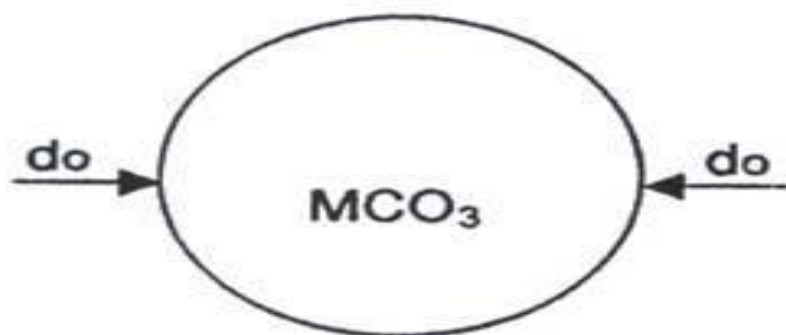
	FORMUALA	ΔH Kal	T. DISOCIACION° C
CARBONATO DE CALCIO	CaCO ₃	42.52	900 - 910

- La reacción de descomposición de los carbonatos se determina por la presión de disociación y temperatura.

REACCIÓN	Calor de Combustión	
	Btu/lb	kcal/kg
$C_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	-169.290	- 94,4
$2 C_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{(g)}$	-95.100	- 52,8
$C_{(S)} + CO_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{(g)}$	- 74.200	- 41,2
$2 CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)}$	-243.490	- 135,3
$2 H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 H_2O_{(g)}$	-208.070	- 115,6
$C_{(S)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{(g)} + H_{2(g)}$	56.490	31,4
$C_{(S)} + 2 H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2 H_{2(g)}$	38.780	21,5
$CO_{(S)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_{2(g)}$	- 17.710	- 9,8

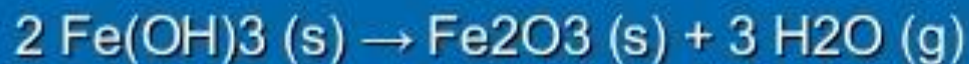
CALCINACIÓN DE CARBONATOS

- : Cuando los carbonatos son sometidos a altas temperaturas se descomponen liberando óxido del metal y dióxido de carbono, la siguiente ecuación muestra el mecanismo del proceso:
$$\text{MeCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{MeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad (-Q)$$
- La disociación del carbonato necesita gran cantidad de calor ya que es una reacción altamente endotérmica, esta cantidad de calor varía de acuerdo a la naturaleza del carbonato



REACCIONES - CALCINACION

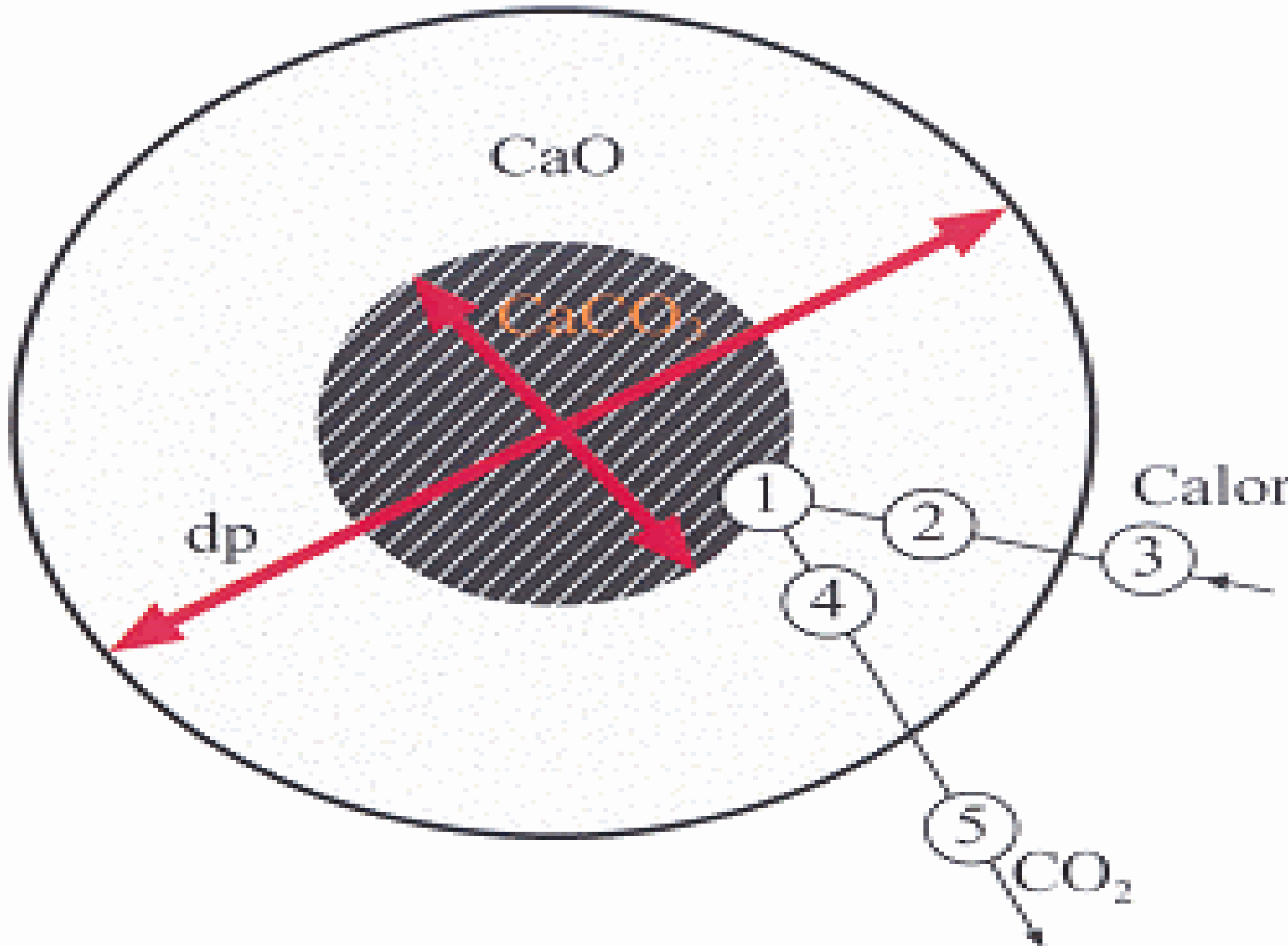
- Se obtiene óxidoa del metal, por ejemplo:



Incluye descomposición de hidratos tales como:



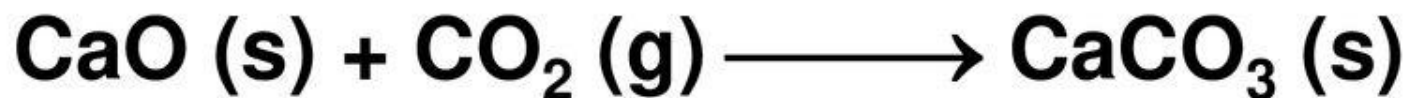
Los procesos de calcinación se llevan a cabo en diversidad de hornos; entre ellos, los rotatorios y los de lecho fluidizado



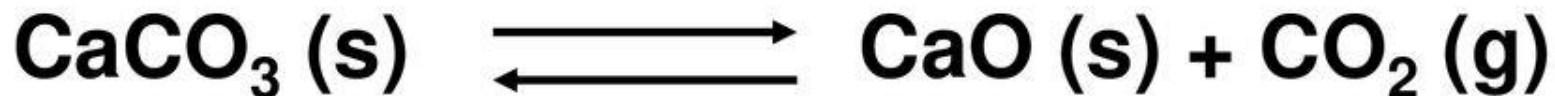
Descomposición del carbonato de calcio:



Formación del carbonato de calcio:



Equilibrio químico:



CICLO DE LA CAL

Calcárea
 CaCO_3



Evaporación de agua

Gas carbónico de aire

Evacuación de gas carbónico

Calcinación

Carbonatación

Cal Viva
 CaO



Mortero fresco



Pasta de mortero

Apagado



Arena de Mármol

Cal apagada
 Ca(OH)_2

Adjunción de agua



3. FUNDENTES

- Está compuesto por piedra caliza, cuya misión es:
 - Reaccionar químicamente con la ganga que haya podido quedar en el mineral, arrastrándola hacia la parte superior de la masa líquida, y formando la escoria.
 - Bajar el punto de fusión de la ganga para que la escoria sea líquida.





CAL VIVA Formación y usos del Óxido de Calcio

CO_2Ca



+

calor



CO_2



+

OCa



ACERO



MINERÍA

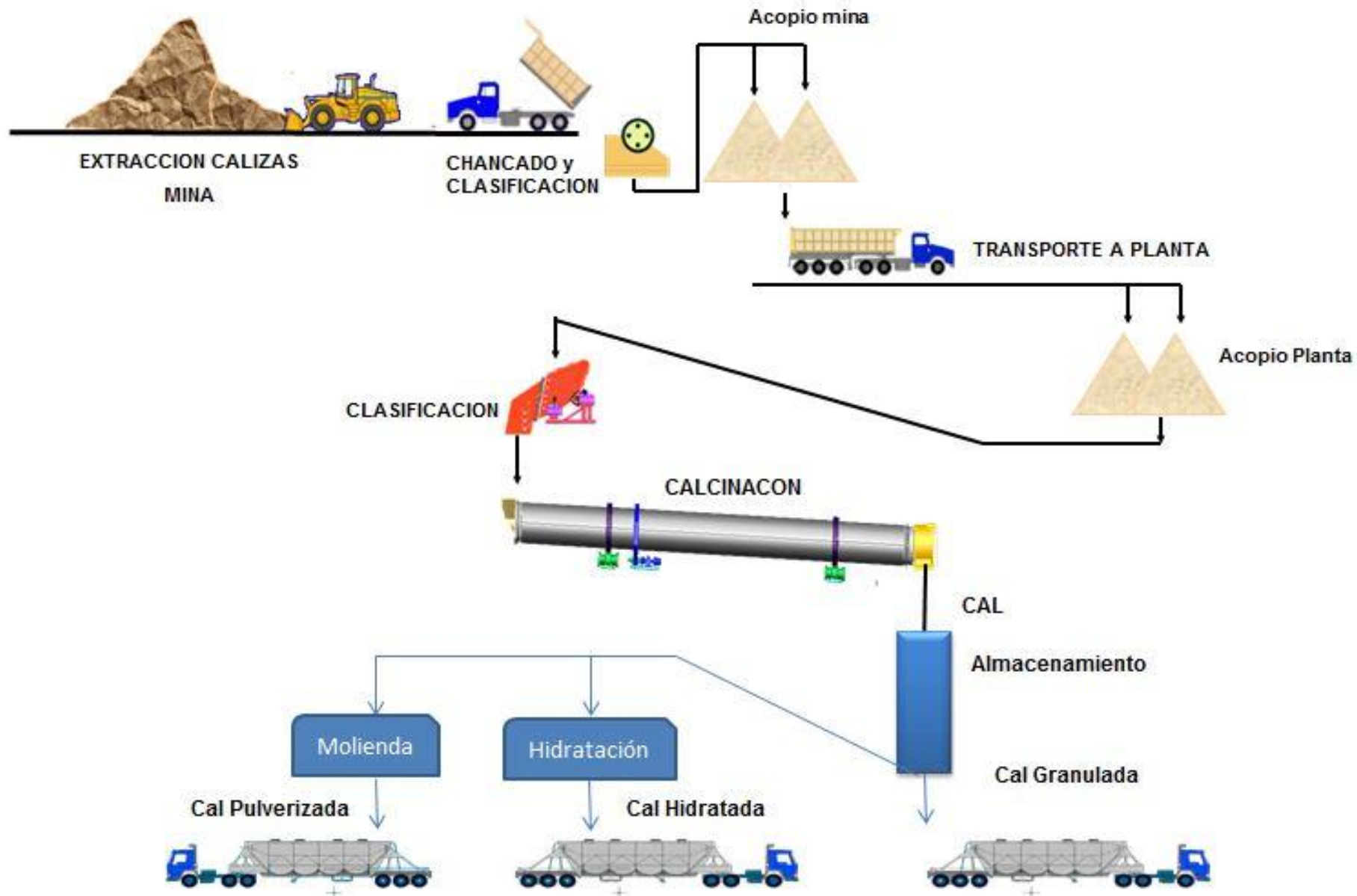
SAQUEAMIENTO
MEDIO AMBIENTE

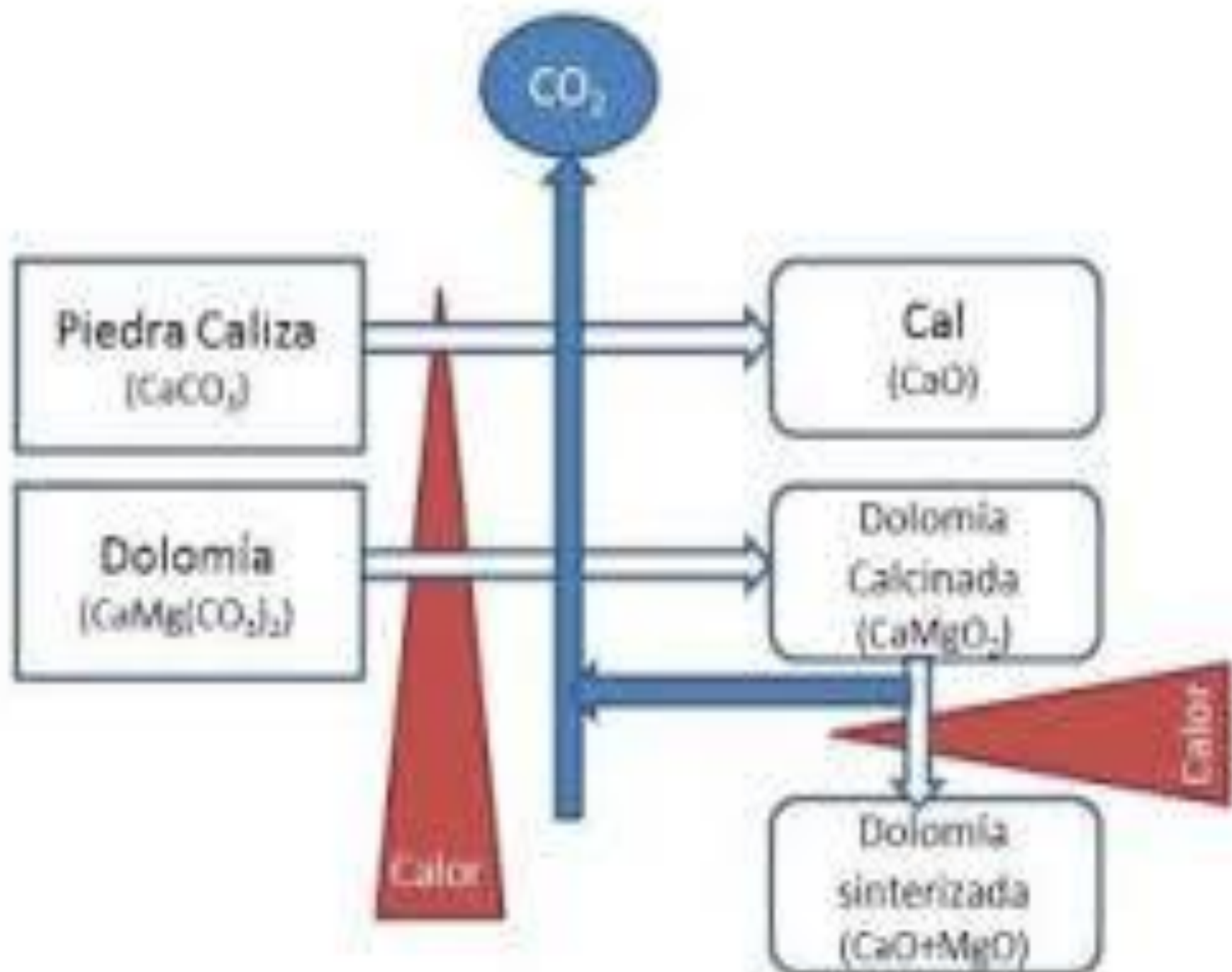




CALCINACIÓN EN HORNO ROTATORIO

Producción de cal (esquema simplificado)





El ciclo de la cal



B) Para este apartado no dan la ecuación química ajustada



Los moles de cal que se obtiene son los mismos que los de carbonato que se descomponen si el rendimiento fuese del cien por cien.

Hallamos los moles de carbonato en una tonelada de mármol.

$$n(\text{CaCO}_3) = 97 \% \text{ de } 10^6 \text{ g} / 100 \text{ g/mol} = \mathbf{9700 \text{ mol}}$$

Los moles de cal que se obtiene son los mismos que los de carbonato que se descomponen si el rendimiento fuese del cien por cien.

Pero como es del 80%, se obtendrán:

$$n(\text{CaO}) \text{ real} = 80 \% \text{ de } 9700 \text{ mol} = 7760 \text{ mol}$$

Cuya masa será:

$$m(\text{CaO}) \text{ real} = 7760 \text{ mol} \cdot (40+16) \text{ g/mol} = 434560 \text{ g} = 434,56 \text{ kg}$$

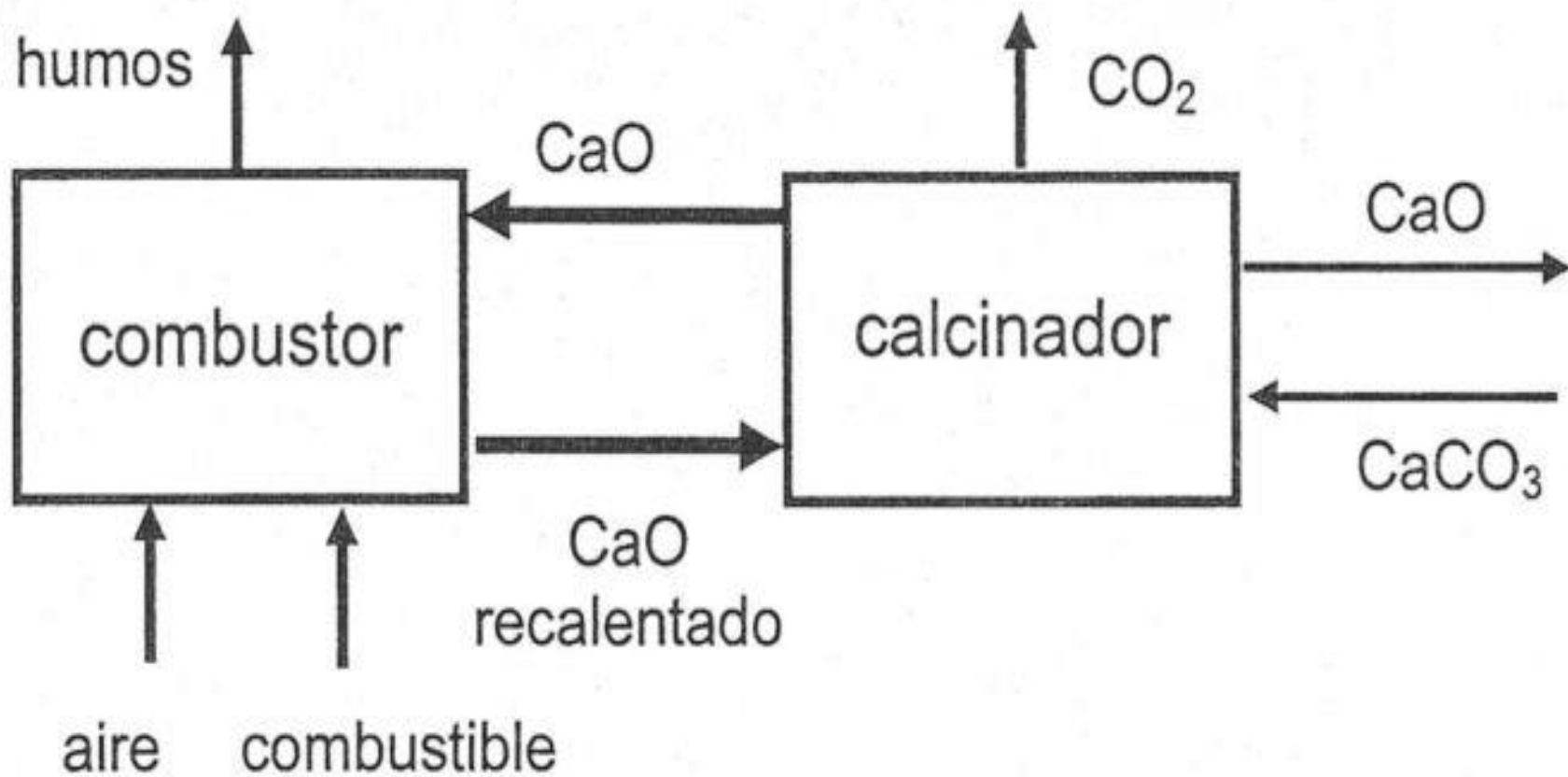
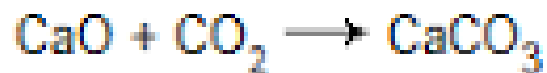


FIGURA 1

CARBONATADOR

600-700°C

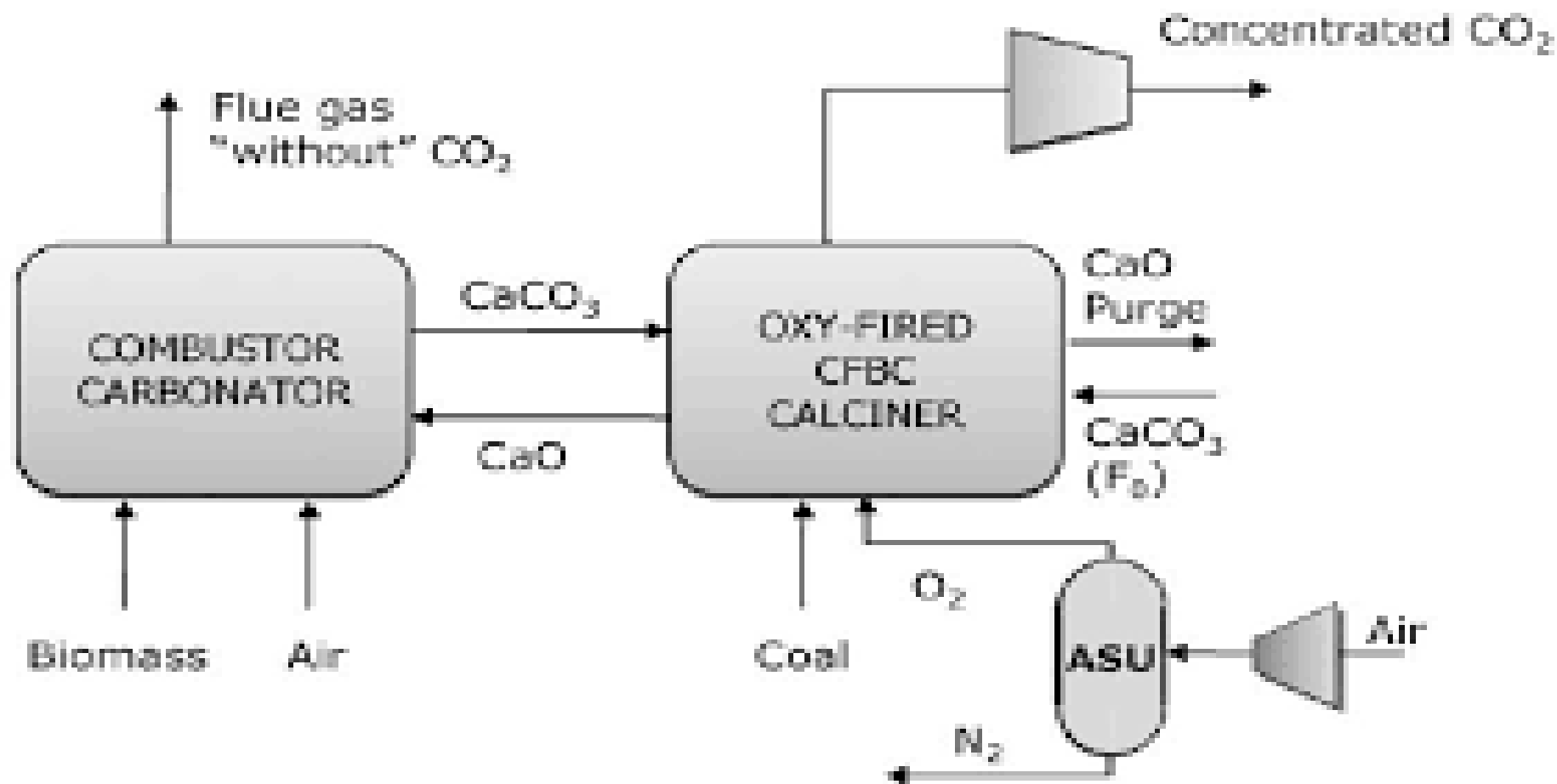


CaO, CaCO₃

CaO

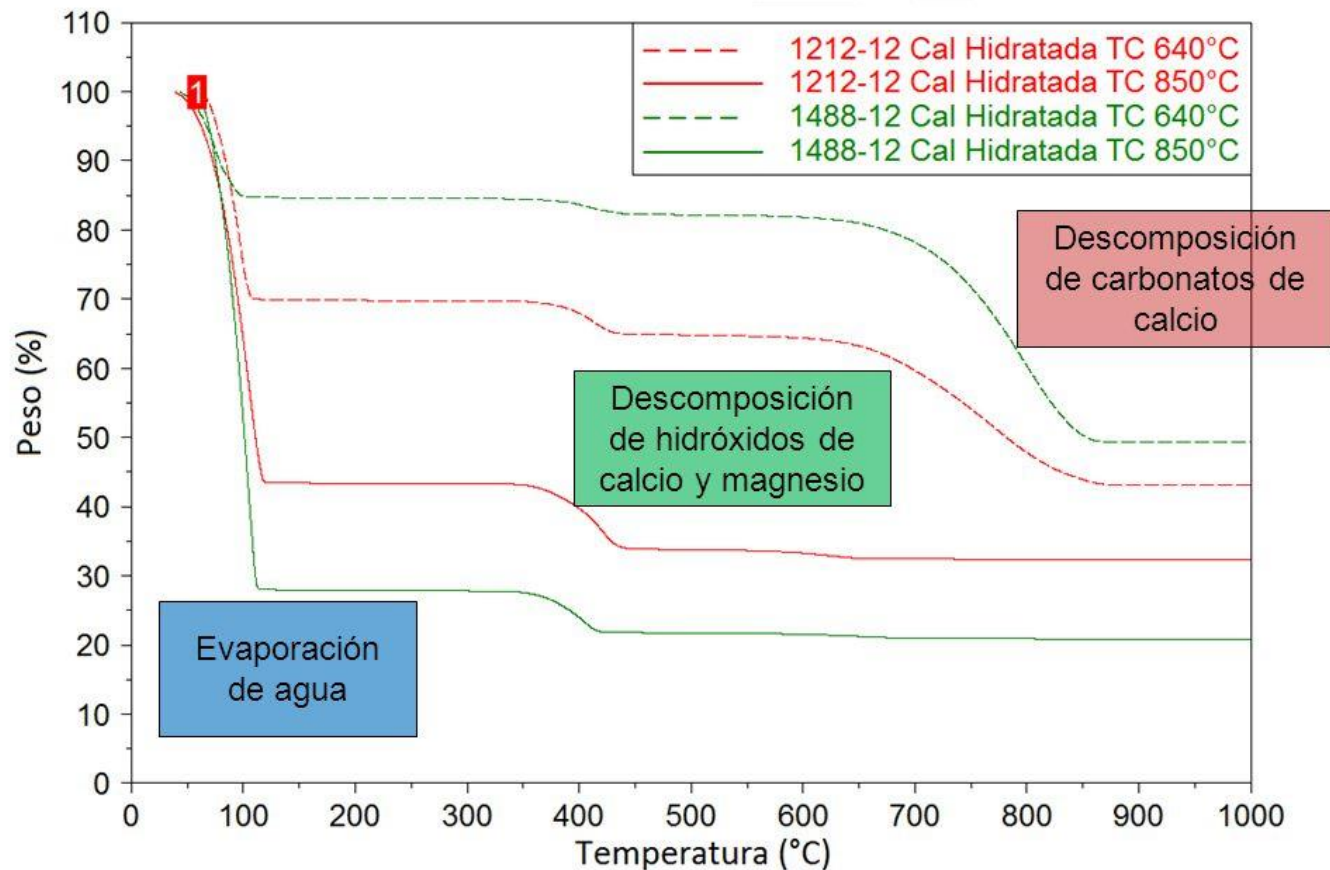
REGENERADOR

>900°C



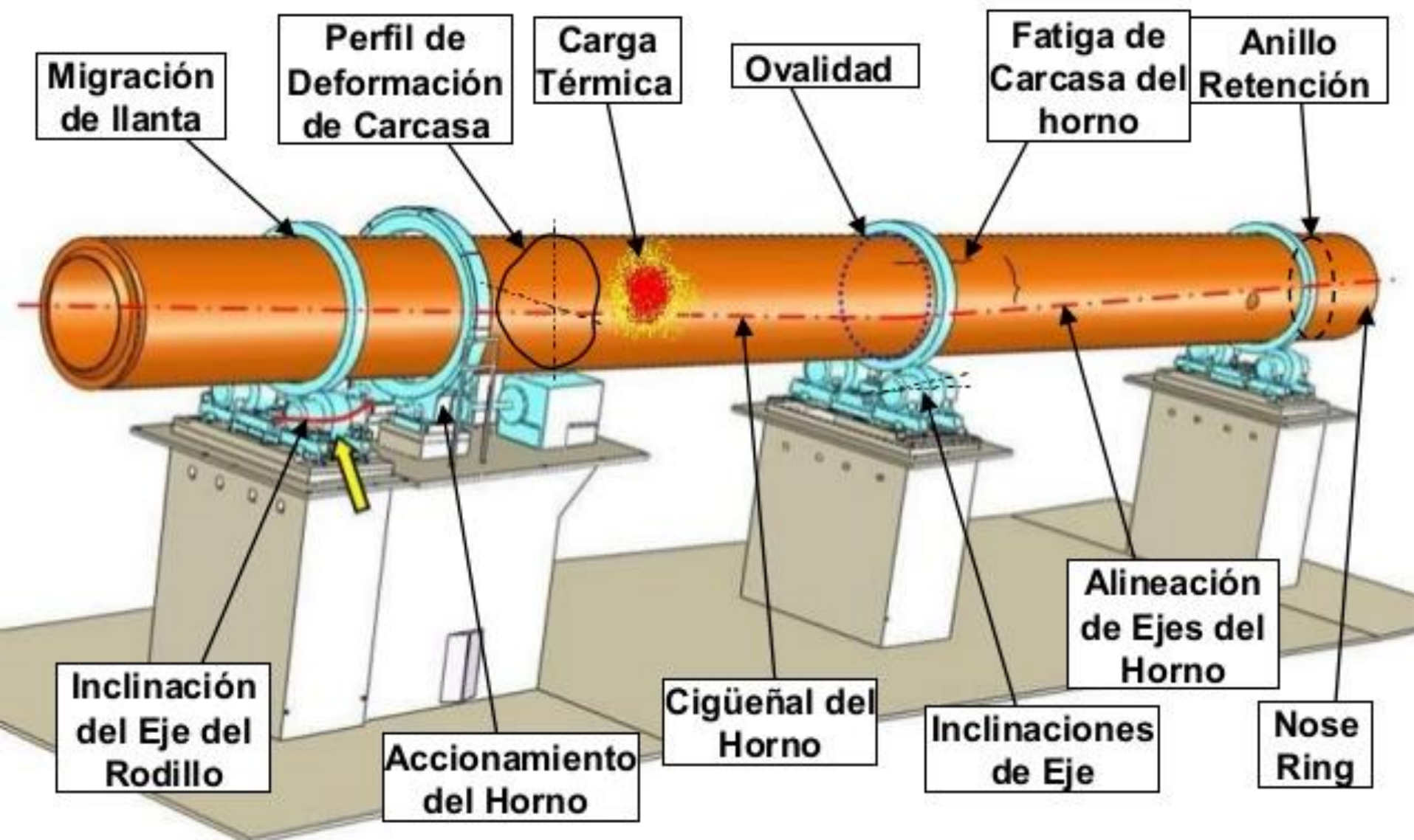
Análisis TGA

¿Cuáles son los efectos de aplicar una temperatura de calcinación menor?





Visión General del Horno (Tópicos Cubiertos)





Funcionamiento del horno alto

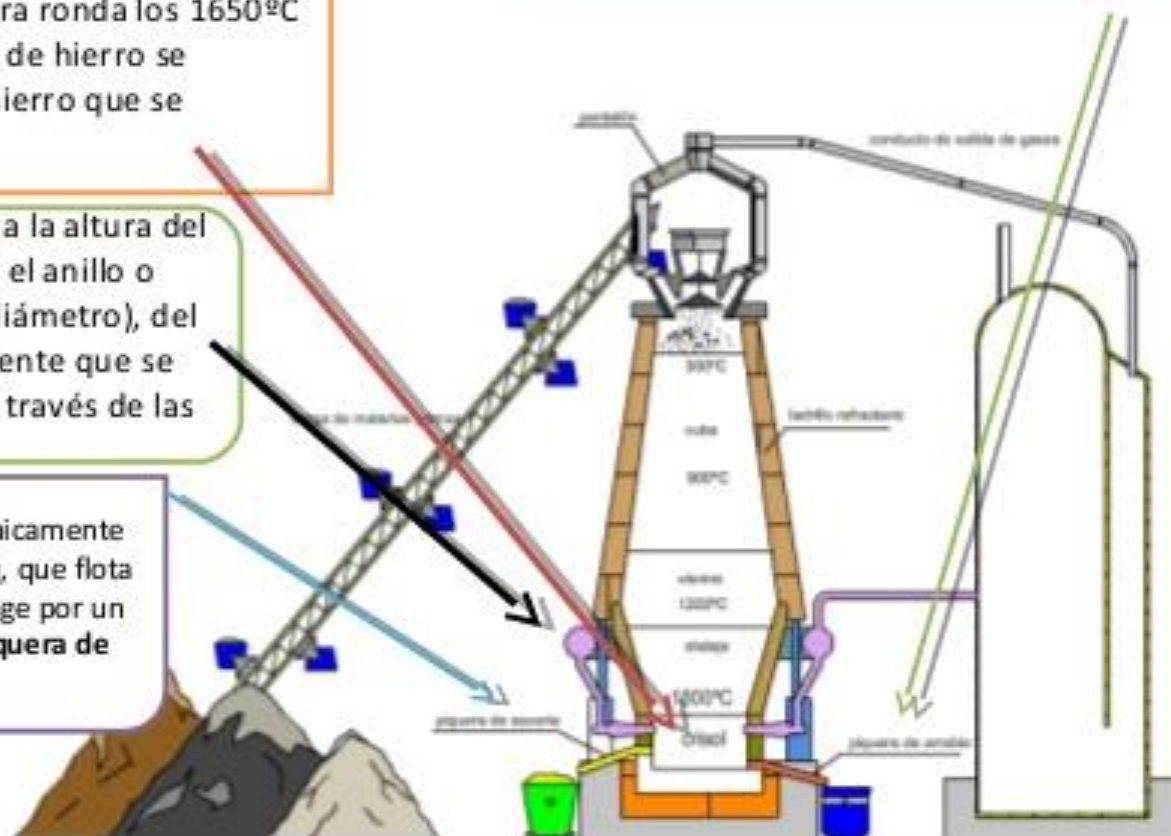
- El horno alto, una vez encendido, está funcionando ininterrumpidamente hasta que es

A medida que se introduce la carga por la parte superior, está va bajando y su temperatura va aumentando hasta llegar al **etalaje**. Aquí la temperatura ronda los 1650°C suficientes para el mineral de hierro se transforme en gotitas de hierro que se depositan en el **crisol**.

Rodeando al horno, alto a la altura del etalaje, se encuentra el anillo o morcilla (tubo de gran diámetro), del cual se extrae aire caliente que se introduce en el horno a través de las toberas.

La cal (fundente) reacciona químicamente con la ganga formando la **escoria**, que flota sobre el hierro fundido y se recoge por un agujero, llamado **bigotera** o **piquera de escoria**.

Periódicamente, se abre la piqueta de arrabio y se extrae el hierro líquido que hay en el crisol. Este hierro líquido se llama **arrabio** o **hierro de primera fusión** y contiene muchas impurezas, así como un exceso de carbono, por lo que normalmente no tiene ninguna aplicación.



Aglomeración



1.6 Principios de los procesos de aglomeración.

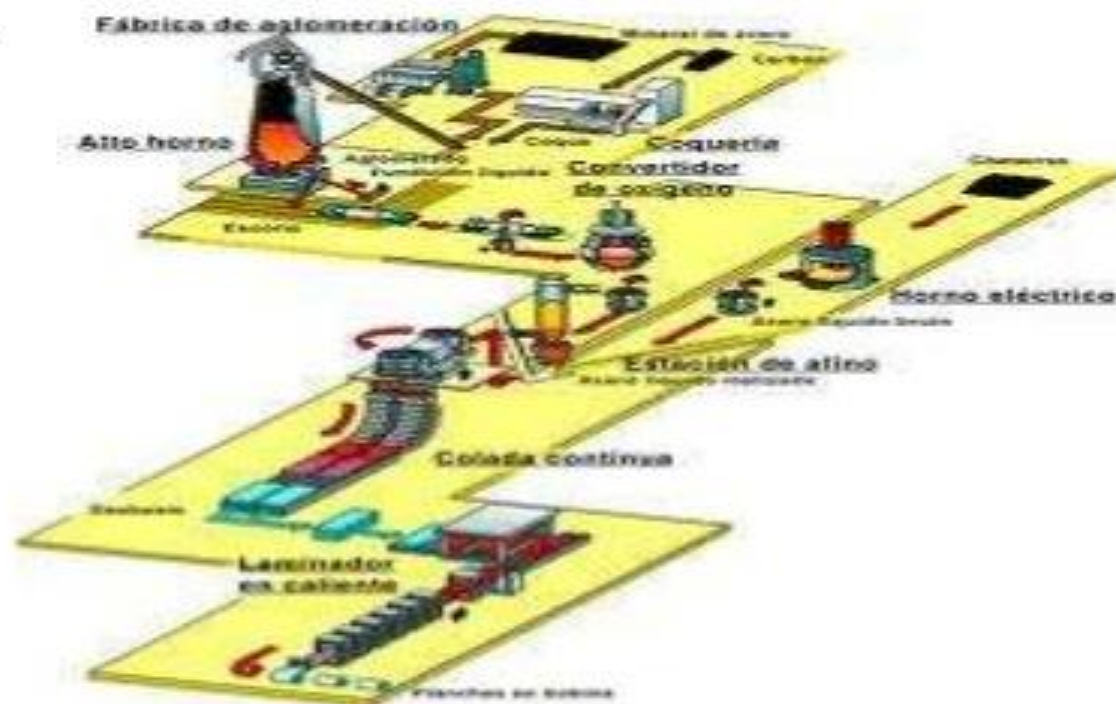
Son los procesos en los cuales el mineral o concentrado fino, se transforma en terrones o partículas de mayor tamaño, con el propósito de evitar los embanques y el arrastre de polvos metálicos.

El producto final de la aglomeración debe cumplir con:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la abrasión.
- Porosidad ó reactividad.
- Tamaño adecuado de partícula.

Aglomeración.

- Proceso en que los materiales de granulometría fina, se transforman en terrones más gruesos, se utiliza particularmente si la mena va a ser fundida dentro de un horno de cuba, en el cual el material fino obstruiría el paso del gas.



3.3.5.3. Proceso de aglomeración

De lo anterior, se deduce que se tiene que reducir la cantidad de partículas finas en la pila para aumentar su permeabilidad. Hoy en día, el proceso más empleado para solucionar el problema de los finos es la aglomeración.

El **procesos de aglomeración** consiste en esencia en la adhesión de partículas finas a las gruesas, que actúan como núcleos o la aglomeración de los finos con los finos, a partir de la distribución de tamaños en la alimentación (Fig. 3.18).

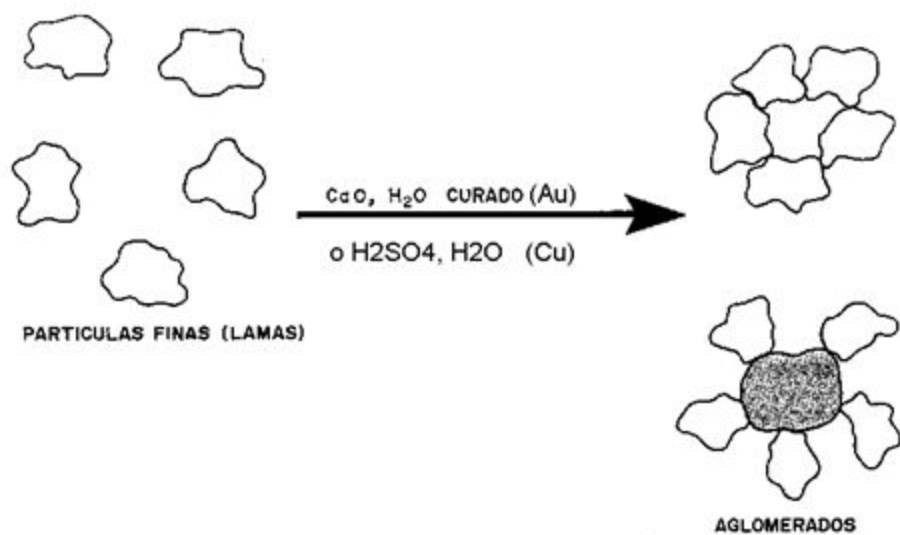
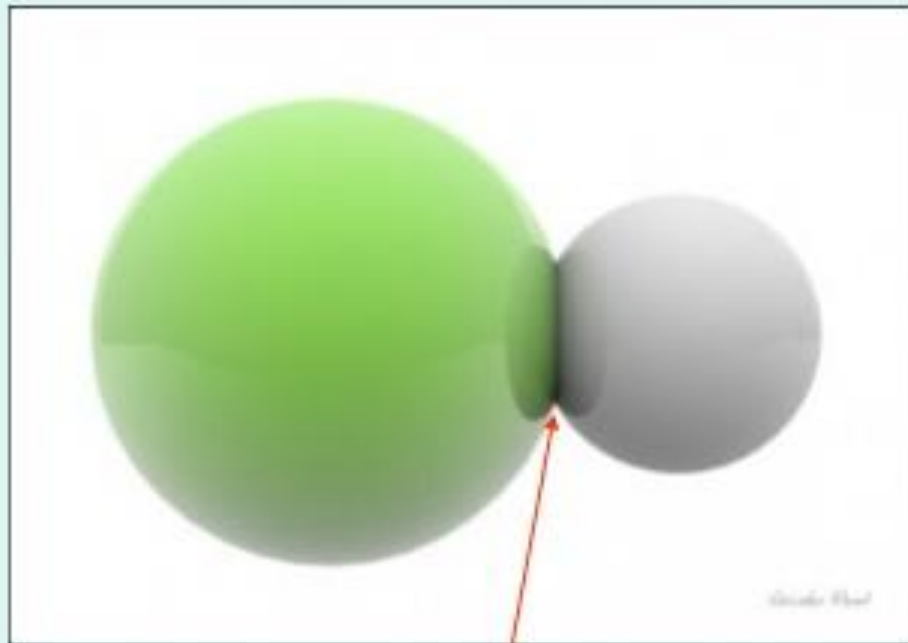
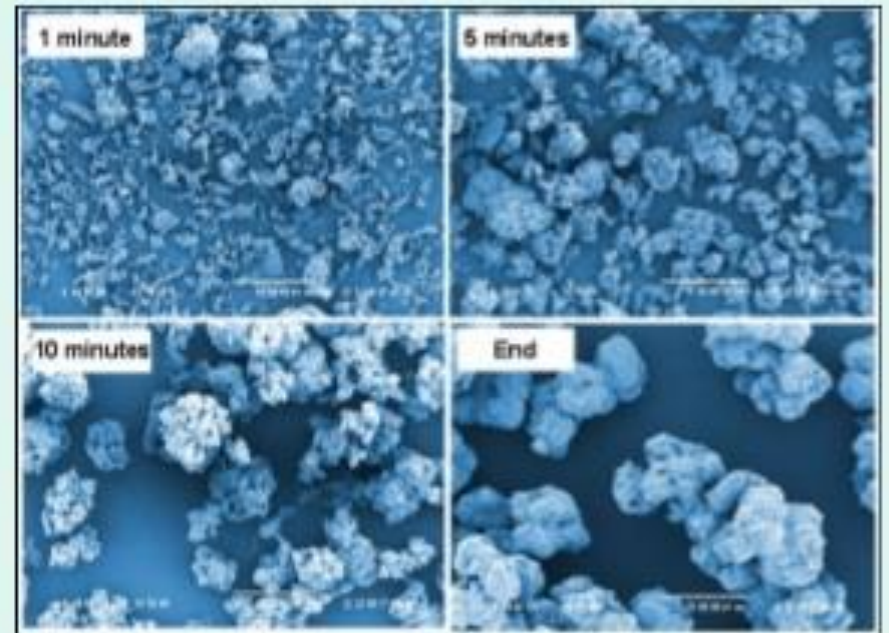


Figura 3.18, Concepto de aglomeración.

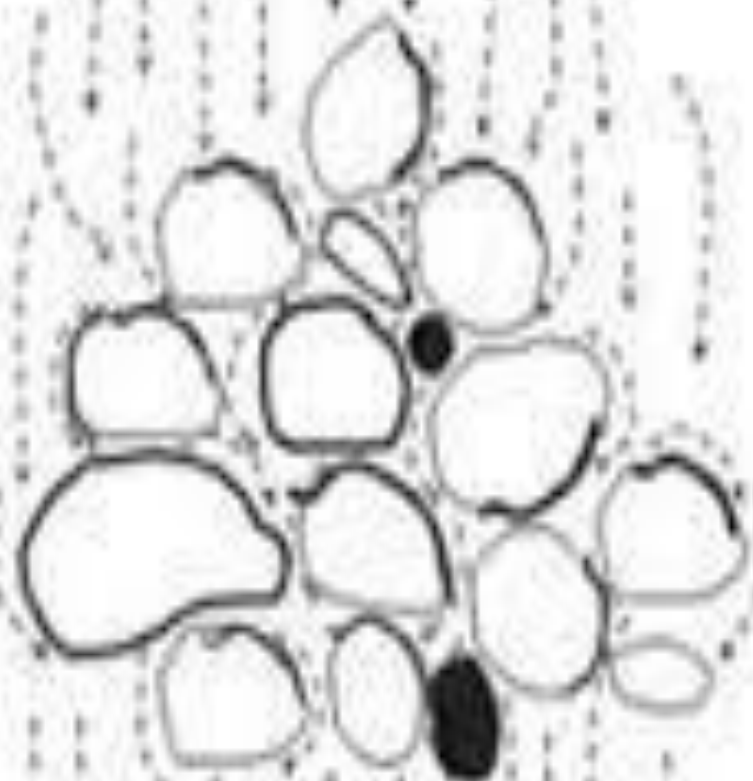
La etapa de aglomeración es una operación combinada que involucra un aspecto físico, que corresponde a la aglomeración de las partículas por medio de puentes líquidos y fuerzas capilares, y un aspecto química, como es el ataque del mineral por ácido sulfúrico concentrado.



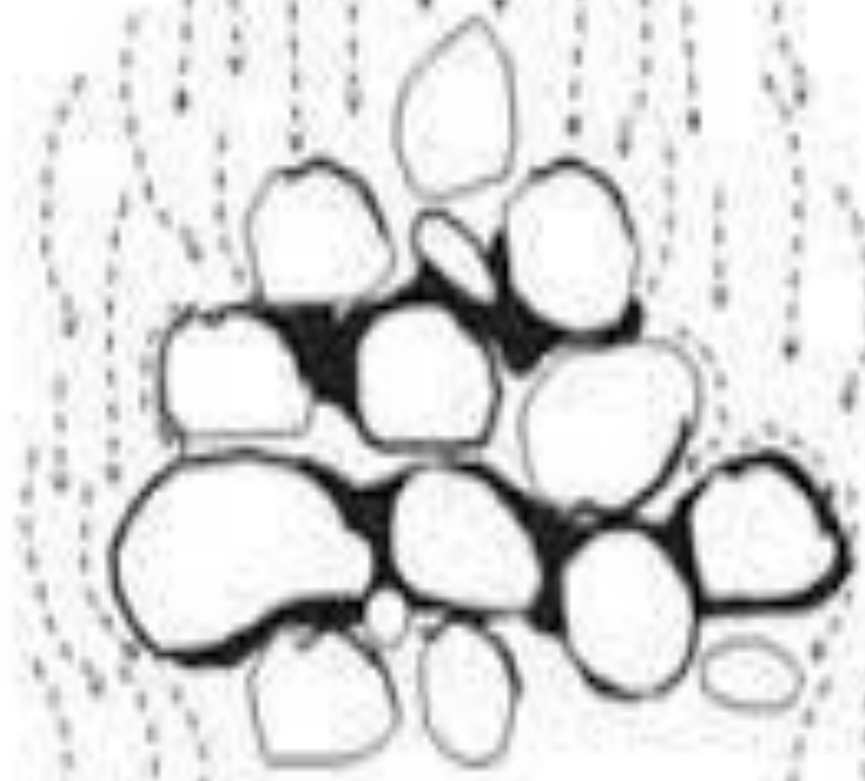
Ocurre un efecto químico-físico



Formación de racimos



Mineral aglomerado



Mineral no aglomerado

DESCRIPCIÓN DEL TAMBOR AGLOMERADOR

Los tambores aglomeradores son tubos cilíndricos rotatorios de valores 3,1 a 3,96 metros de diámetro por 9,4 a 12,19 metros de largo según especificación de ingeniería.

Cada tambor descansa sobre dos conjuntos de muñones o soporte giratorios en algunos caso sobre un sistema de neumáticos. La inclinación del tambor, se puede ajustar de 4 1/2 a 7 grados, y puede ajustarse entre 3 1/2 y 6 1/2 grados insertando pasadores en diferentes orificios en la estructura de soporte ajustable situado en el extremo de la descarga.





ERAL



Pulvo Base

Meclado

Prensa

Sinterizacion

Horno Sinterizador

Operaciones Secundarias

Producto Terminado



1.6.1- Sinterización.

Es un proceso de aglomeración para partículas con un diámetro mayor o igual a 200 mallas, su objetivo es permitir la unión entre partículas en las zonas de contacto para formar cuellos en dichas áreas de contacto,, utilizando un calentamiento a temperaturas menores al punto de fusión del mineral. Al calentar las partículas se ablandan en la superficie ya que se producen pequeñas fases fundidas y al estar en contacto unas con otras se unen a través de un crecimiento de cristales o por medio de una difusión en estado sólido.

La capacidad de sinterización depende de la velocidad de succión del aire a través de la carga a sinterizar, y depende del vacío aplicado generalmente 0.1 a 0.2 atmósferas, de la permeabilidad de la carga, de tamaños de partículas mayores a 100 mallas, de la humedad 10% máximo, y del tipo de coque empleado.

En la última etapa de los procesos metalúrgicos se clasifican los procesos en:

- Pirometalúrgicos: Tales como, el secado y la calcinación, además de la tostación de menas de sulfuros, la aglomeración y sinterización de menas de óxidos y sulfuros, el tratamiento de los gases de tostación, la reducción de los óxidos metálicos y la refinación del metal obtenido.
- Hidrometalúrgicos: Lixiviación, intercambio iónico y extracción por disolventes.
- Electrometalúrgicos: Como, electrobeneficio y electrorefinación.

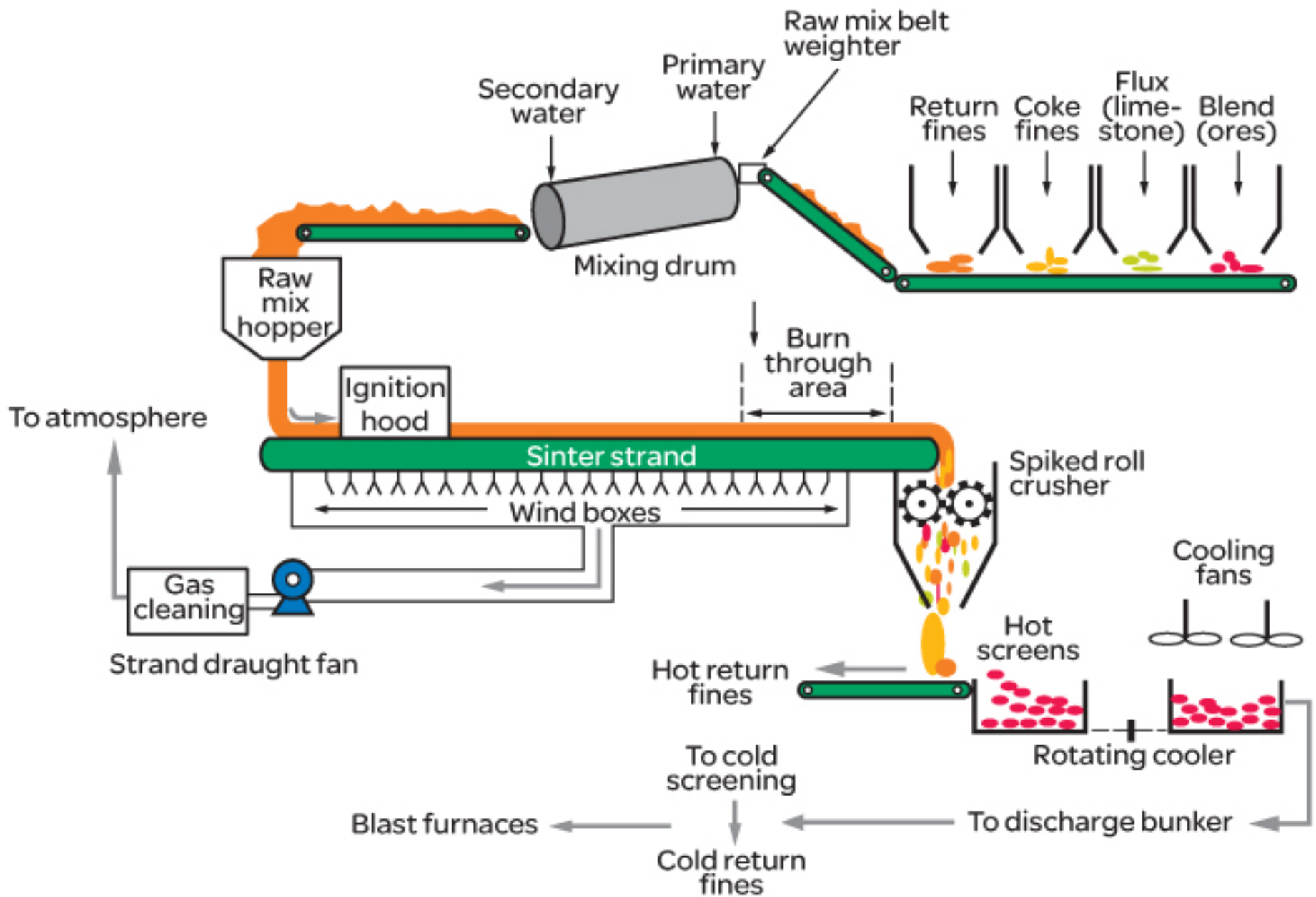


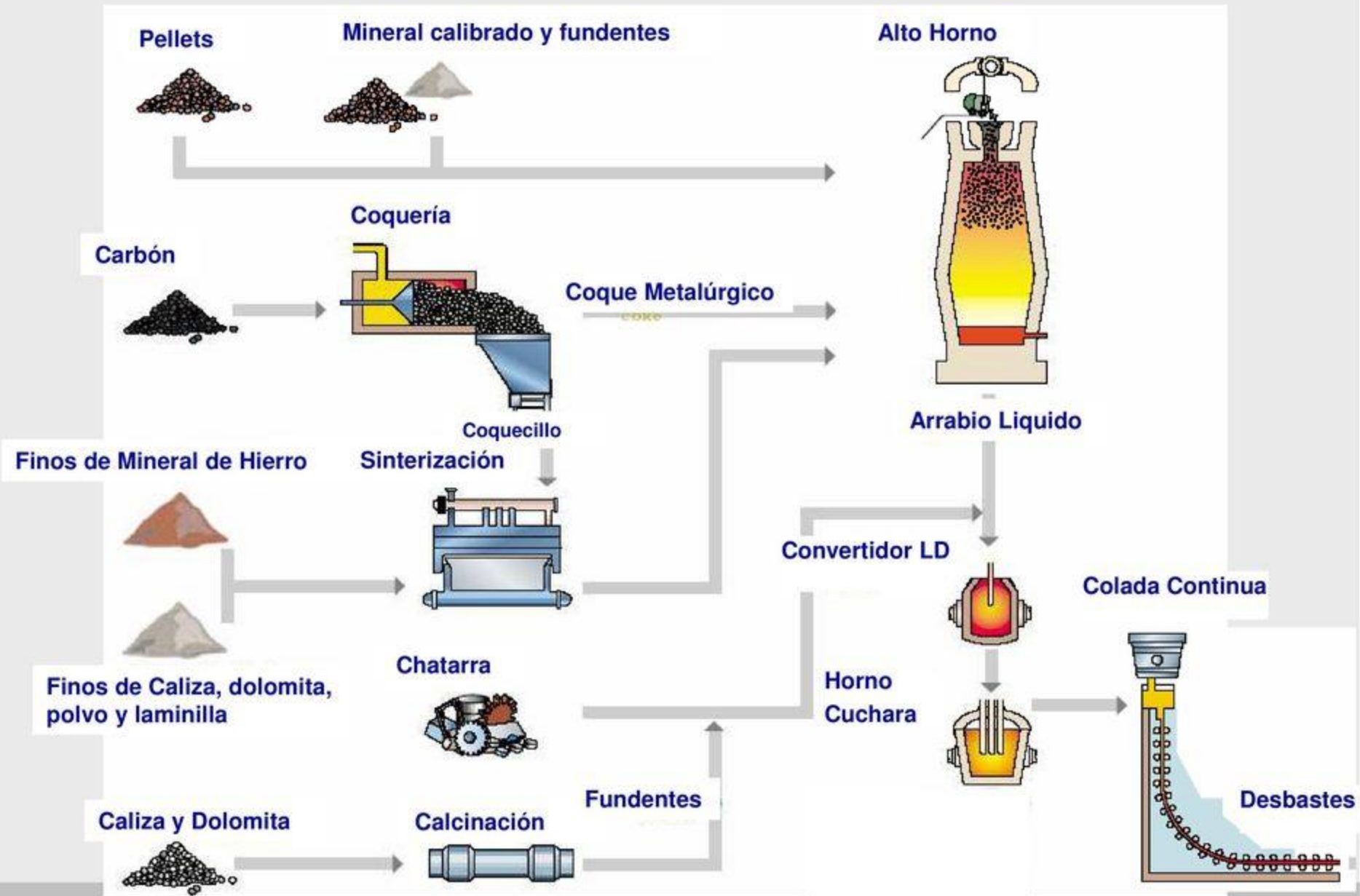
Figure 1: Simplified diagram of a sinter plant

Descripción del procedimiento

En términos generales, se puede considerar que la metalurgia de polvos consiste de tres pasos:

- Preparación, combinación y mezcla del polvo o polvos.
- Compactación del polvo dentro de un dado o molde a una densidad establecida.
- Sinterizado (calentamiento) en un horno con atmósfera controlada.

Flujo General del Proceso Integrado



Mecanismos de sinterización.

En la sinterización se permite la difusión de la materia en estado sólido presentándose los siguientes pasos:

- Difusión de átomos de la superficie hacia el cuello o área de contacto entre dos o más partículas.
- Difusión atómica del interior de las partículas hacia el cuello de contacto.
- Vaporización y condensación de la materia en la región del cuello de contacto.
- Recristalización de la materia cuando fueron sometidas a deformaciones ya que se libera de esfuerzos e incrementa la región de contacto.







1.6.2- Peletización.

Es una operación de aglomeración para concentrados o minerales de tamaños de 200 mallas (0.1 mm) que no es posible sinterizar, con el propósito de aumentar el tamaño de partícula y obtenerlas en forma esférica o de pelotillas, particularmente se usa para menas de hierro.

Rolado o boleado del mineral formación del pelet.- Se basa en el principio de la bola de nieve en la pendiente de un cerro, como aglutinante se utiliza en esta etapa la humedad, aunque puede ser bentonita, CaCl_2 , NaCl , FeSO_4 , CuSO_4 , CaSO_4 , cuyas funciones son regular la basicidad, hacer las partículas esféricas, aumentar la tensión superficial, la resistencia a los choques térmicos y evitar la fragilidad del pelet.

Otros factores que aumentan la aglomeración son las fuerzas de atracción (magnéticas y electrostáticas) entre las partículas y las propiedades físicas (humectabilidad, capilaridad o porosidad del material, superficie de la partícula, forma, aspereza) y la estructura cristalina.

* PELETIZACIÓN

- * La peletización es el proceso mediante el cual el concentrado de mineral de hierro es aglomerado en forma de esferas, sometidas a un calentamiento o quemado para que adquiera las propiedades de dureza, estabilidad y reducibilidad para su uso en el alto horno.



Hacia el año de 1912 aparece la primera patente de fabricación de pelet en Suecia, concedida a A. G. Anderson



* ETAPAS DE FABRICACION DEL PELET.

La peletización comprende dos etapas principales; la formación de pelet verde y su endurecimiento.

FORMACION DEL PELET "VERDE".

El proceso se inicia con la preparación de la materia prima procedente de la mina el cual debe ser homogeneizado para tener un buen comportamiento de calidad en los pasos sucesivos.

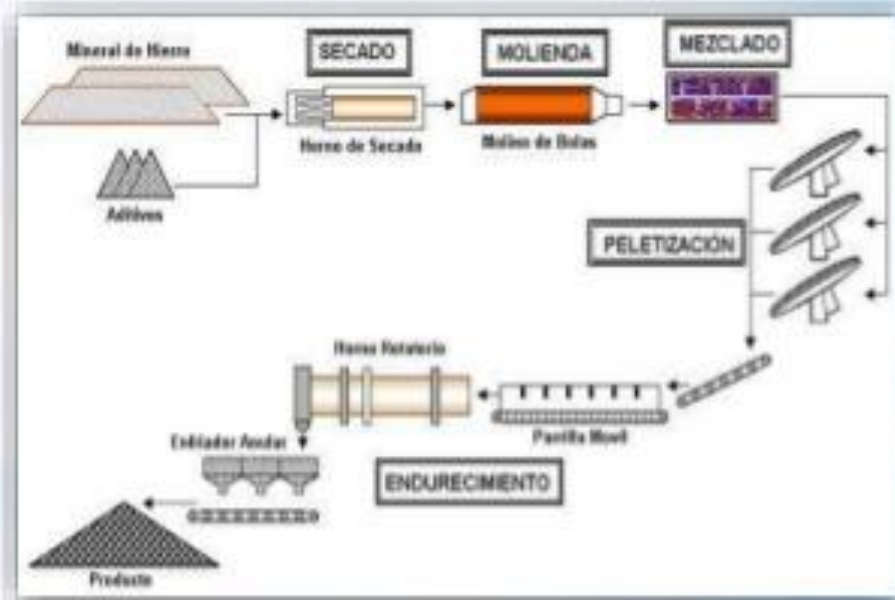
- ❖ Molienda
- ❖ Secado o filtración
- ❖ Mezclado
- ❖ Proceso de Boleo



* DESCRIPCION DEL PROCESO.

- * Dado que los minerales de hierro en su estado natural no pueden ser peletizados directamente, la mayoría requieren de molienda para ser beneficiados mediante procesos de ; Flotación, concentración magnética (Baja/Alta Intensidad), medio denso, etc.. estos procesos se realizan bien sea para mejorar la ley de hierro o eliminación de constituyente indeseables.

La molienda fina (-M325) permite la formación de esferas de hierro, siguiendo el principio de la bola de nieve, que a medida que rueda en un plano inclinado atrapa partículas finas. Estas esferas de hierro aglutinadas por la cohesión del agua y aditivos, son alimentadas a hornos de cocimiento, donde se les da un tratamiento térmico apropiado para endurecerlo y proporcionar la propiedades fisicoquímicas para el manejo y consumo en el alto horno.



* PROCESO DE ENDURECIDO O COCIMIENTO

El pelet verde es endurecido mediante la aplicación de temperatura en un horno donde se alcanzan temperaturas cercanas al punto de fusión de sus componentes. (1280 - 1300 grados centigrados) El proceso de quemado mas común para realizar el peletizado en el mundo es el proceso llamado de parrilla recta la cual consta de una banda sinfín recubierta con varias zonas donde se realiza la piroconsolidación proceso el consta de varias etapas:

- ❖ Etapa de Secado
- ❖ Etapa de Precalementamiento
- ❖ Etapa de Quemado
- ❖ Etapa de Post-quemado
- ❖ Etapa de Enfriamiento



▶ PET Pelletizing Line



Pellets tipo filamento

- Cilíndricos, planos
- Las caras planas pueden aglomerarse



Pellets por anillo de agua

- Redondeados pero planos (como una aspirina)



Pellets bajo agua

- Esféricos
- Mayor densidad aparente y mejores características de flujo para manejo de materiales

FIGURA 3

El tipo de peletizadora influye en la geometría del granulado



¿TIENE CHATARRA DE HIERRO?



1.7- Chatarra y su preparación.

Una materia prima muy importante para la fabricación de metales ferrosos es la chatarra; esta representa cerca del 50% de carga en el alto horno, 30% en el proceso básico de oxígeno, y usualmente el 100% de la carga en la fabricación de acero en el horno de arco eléctrico.

La chatarra debe de ser limpia, no tener contaminación por no metales que tienen que ser removidos en las operaciones tales como pedazos de concreto adheridos a la chatarra estructural, caucho y plástico presentes en la chatarra de automóviles.

El término "limpia" también incluye elementos no deseados como sulfuros de la acerería, y zinc el cual se volatiliza y se oxida de nuevo con la deposición subsecuente en los conductos del gas que dañan gravemente sus materiales refractarios. El plomo se filtra a través del fondo del alto horno y dañándolo de esta manera. El estaño afecta de forma marcada incluso en pequeñas cantidades. El cobre actúa de forma similar, pero es menos dañino.



Las carrocerías de los cuerpos automotrices traen generalmente mucho cableado de cobre, zinc para la impermeabilización del moho. Plomo y estaño de la soldadura y sulfuros de los plásticos.

Unas típicas instalaciones consisten en:

Retiro manual y fácil de piezas de chatarra, recuperables y rentables. (Cobre y plomo)

Un martillo pesado u otro molino empleado para desintegrar los cuerpos.

Destripador o desfibradora.

Tamiz vibrador: Este remueve muchos no metales, pues soportan el impacto de las operaciones precedentes.

Horno de ignición: Este remueve la mayoría de los no metales que resisten el impacto.

Separador magnético: Los valores no ferrosos se pueden recuperar de la fracción no metálica por la costosa clasificación manual en las correas. (Peters, 1982)



CONTROL DE LA COMPOSICIÓN.

Carbono. En la práctica de la fundición en hornos eléctricos, el carbono deriva del hierro en lingotes, carburizantes y chatarra de hierro fundido.

La carburización de cargas de chatarra de acero se logra agregando grafito de bajo azufre o coque grafitizado, la proporción de solución y la recuperación del carbono aumenta con la pureza de la fuente de carbono usada. En cúpula de fundido, el carbono también deriva del coque cargado.

El rango óptimo para este elemento es de 3.4 a 3.85%, dependiendo del contenido de silicio. Por encima de este rango, hay peligro de flotación de grafito, (especialmente en secciones pesadas) y de un aumento en la expansión durante la solidificación, que conlleva a fragilizaciones, particularmente en moldes de arena blanda. Por debajo de este rango, las fragilidades pueden también ocurrir por la falta de carbono. Silicio.

El silicio entra al hierro dúctil desde las materias primas, incluyendo chatarra de hierro fundido, hierro en lingotes y ferroaleaciones, y en pequeña parte desde el contenido de silicio de las aleaciones agregadas durante la inoculación. El rango preferente es de alrededor de 2 a 2.8%. Más bajos niveles de silicio conducen a una alta ductilidad en hierros tratados térmicamente, pero a peligros de carburos en las secciones delgadas, mientras que un alto contenido de silicio acelera el recocido y ayuda a evitar carburos en las secciones delgadas.



22 2018

Manganeso. La principal fuente de manganeso es la chatarra de acero usada en la carga. Este elemento debe ser evitado para obtener la máxima ductilidad. En hierros ferríticos este debe ser de 0.2% o menos. En hierros para ser usados en la condición perlítica, este puede estar en 1%.

El manganeso esta sujeto a una microsegregacion indeseable, esto es así especialmente en secciones pesadas, en las que el manganeso fomenta la aparición de carburos en los bordes de grano, lo cual promueve a una baja ductilidad, baja tenacidad y perlita persistente. Magnesio.

El contenido de magnesio requerido para producir grafito esferoidal, varia entre 0.04 y 0.06%. Si el contenido de azufre inicial es mas bajo que 0.015%, un contenido de magnesio mas bajo (0.035 a 0.04%) puede ser satisfactorio. Si el contenido de magnesio es demasiado bajo pueden obtenerse estructuras de grafito compacto con propiedades inferiores, mientras que un contenido demasiado alto puede promover a defectos superficiales. Azufre.

El azufre deriva del cargado de materias primas metálicas. En cúpulas de fundido, este también es absorbido por el coque. Antes del tratamiento con magnesio, el contenido de azufre debe ser lo más bajo posible, preferiblemente por debajo de 0.02%.



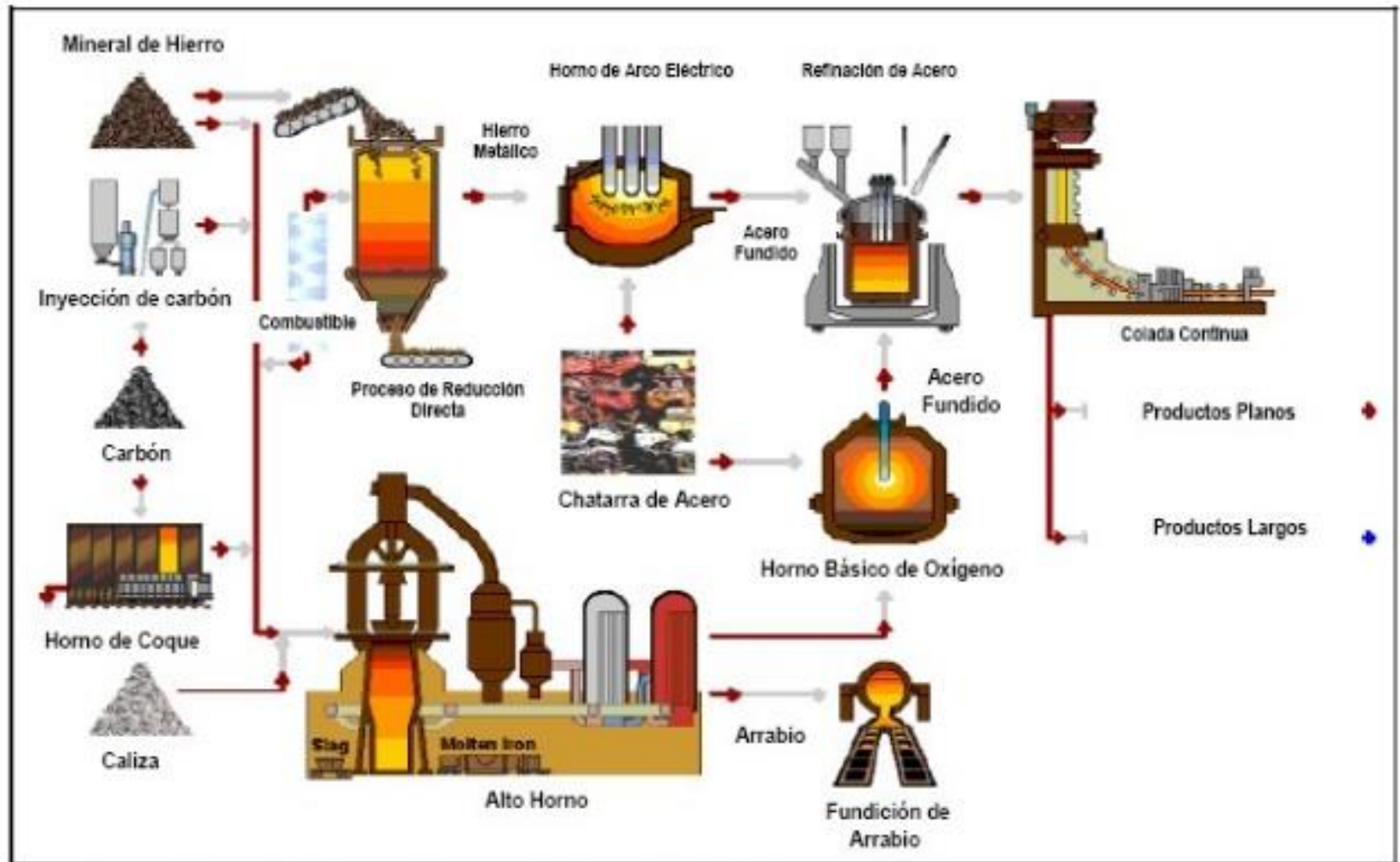
Cerio. Puede ser agregado para neutralizar partículas indeseables de elementos que interfieren en la formación del grafito esferoidal y para ayudar a la inoculación, en % que pueden variar entre 0.003 y 0.01%. En fundiciones de muy bajo contenido de elementos menores, el cerio puede ser indeseable y puede promover formaciones de grafito no esferoidal, especialmente en secciones gruesas.

El cerio es agregado como un constituyente menor en aleaciones de adición de magnesio e inoculantes para mejorar la estructura del grafito. Elementos menores que promueven el grafito no esferoidal. Plomo, antimonio, bismuto y titanio son elementos indeseables que pueden incorporarse en pequeñas partes con las materias primas en la carga, pero sus efectos pueden ser neutralizados con la adición de cerio.

Elementos menores que promueven la perlita. Níquel, cobre, manganeso, estaño, arsénico y antimonio, todos promueven la perlita y son listados en orden creciente de influencia. Pueden ingresar en el hierro como partículas constituyentes de la materia prima.

Proceso productivo del Acero

Figura 1. Diagrama de procesos para la fabricación de productos de acero



Fuente: International Iron and Steel Institute (IISI), 2005.

El cobre hasta un 0.3% y el estaño hasta un 0.1% son usados deliberadamente cuando se requieren estructuras completamente perlíticas. Una carga de alta pureza es esencial para lograr estructuras completamente ferríticas o con recocido mínimo. Aluminio. La presencia de finísimas cantidades uniformes de aluminio en el hierro dúctil promueve la porosidad subsuperficial y superficial, por lo tanto debe ser evitado. La mayoría de las fuentes comunes de aluminio son contaminantes en aceros y en chatarra de hierro fundido (como ejemplo tenemos, los pistones de aluminio provenientes de las chatarras de motores de aluminio).

Otra fuente es el aluminio contenido en los inoculantes. Un porcentaje de aluminio tan bajo como 0.01% puede ser suficiente como para causar cavidades en el hierro dúctil conteniendo magnesio. Fósforo. Es normalmente mantenido por debajo del 0.05%, porque promueve fragilidades y reducciones en la ductilidad. Elementos menores que promueven carburos. Cromo, vanadio y boro son todos promotores de carburos. El magnesio puede también acentuar los efectos estabilizantes de carburos de estos elementos, especialmente en secciones pesadas donde la segregación provoca la formación de carburos en los bordes de grano. Son controlados por una cuidadosa selección de las materias primas metálicas para fundición.



Elementos aleantes que promueven el endurecimiento.

El níquel hasta un 2% y el molibdeno hasta un 0.75% son los elementos que se agregan generalmente para promover el endurecimiento cuando se vayan a aplicar tratamientos térmicos. Pequeñas cantidades de manganeso y cobre promueven también el endurecimiento, pero son normalmente usados en combinación con otros elementos. El cobre tiene una solubilidad limitada y debe ser mantenido por debajo del 1.5%.

Elementos aleantes para lograr propiedades especiales.

Las estructuras de matriz austenítica son logradas por adición de 20% o más cuando se requiere resistencia al calor, a la corrosión o a la oxidación, y hasta un 5% de cromo puede también agregarse para tales fines. Los contenidos de níquel hasta un 36% producen hierros de propiedades controladas de baja expansión. Hasta un 10% de manganeso en los hierros austeníticos conduce a una baja permeabilidad magnética, y se acepta un bajo contenido de níquel para lograr una austenita estable. Un contenido de silicio de hasta un 6% produce estructuras de matriz ferríticas con reducido crecimiento, distorsión térmica y rotura a elevadas temperaturas. La adición de hasta un 2% de molibdeno a los hierros perlíticos, ferríticos y austeníticos confieren mejoras en el creep y resistencia a temperaturas elevadas.

