



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Materiales y Procesos II

Carrera de Diseño Industrial | 3to Año
Ciclo lectivo 2020

Profesor Titular:
Mgter. Roberto Tomassiello

JTP
Ing. Osvaldo Ortíz



TEMARIO

UNIDAD 2

1. Metales metálicos ferrosos. Hierro, acero y fundición; características, aplicaciones. Solidificación. Crecimiento de los granos durante la solidificación.
2. Fundición. Tipos, usos. Procesos para la obtención de arrabio. Características, descripción de los equipos utilizados.
3. Acero. Tipos (aleados, no aleados), características, procesos de obtención y equipos utilizados. Características y aplicaciones. Designación del acero.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Antecedentes históricos de los metales >>

Metales ferrosos

> Hierro

$C \leq 0,008\%$

Se puede obtener hierro puro por vía electrolítica. Es frágil. Mediante recocido es maleable y resistente a la corrosión. Usos: acero para embutición, tubos soldados, aporte para soldadura eléctrica.

> Acero

$C = 0,008$ al 2%

Acero dulcísimo: $C < 0,1\%$ Dulce: $C = 0,1$ a $0,25\%$

Semiduro: $C = 0,25$ a $0,75\%$ Duro: $C = 0,75$ a $1,35\%$

Durísimo: $C > 1,35\%$ Aceros dulces/dulcísimos: son maleables, dúctiles, tenaces, mecanizables, soldables. Poseen escasa resistencia al roce y corrosión.

> Fundición

$C = 2$ al 6%

Fundición gris, común o normal

Fundiciones especiales o de alta resistencia

Según el aspecto de la fractura: blanca, gris, negra



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO



Tipos de hierro

> **Electrolítico**

Posee 99,99% de pureza, son escasas sus aplicaciones, se usa en investigación.

> **Hierro de lingote**

$C = 0,001\%$

Posee 0,1% de impurezas
Se aplica cuando se requiere ductilidad o resistencia a la corrosión elevadas

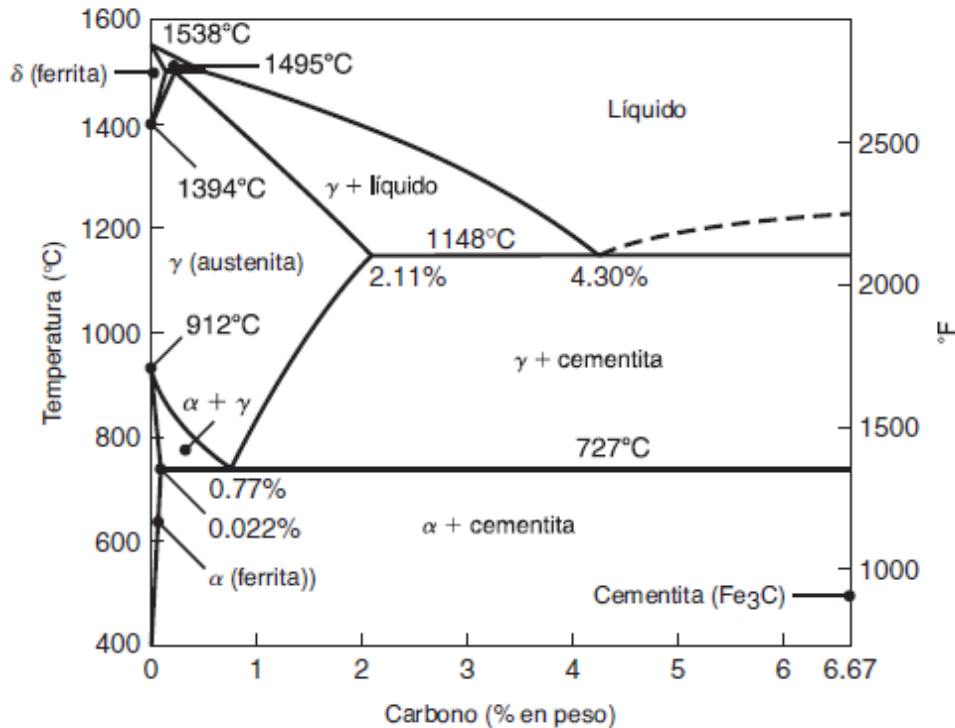
> **Forjado**

Posee 3% de escoria.
Se utiliza en operaciones de formado en caliente, como la forja.

> **Colado**

C: 2 a 5%

Solidificación de metales puros. Diagrama Fe-C



Enfriamiento del Fe

1

Ferrita delta (δ)



2

Fe gamma
o Austenita (γ)



3

Ferrita alfa (α)



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Tipos de fundición



> Gris

Grafito en forma de hojuelas. Posee escasa ductilidad, elevada resistencia a la compresión y pobre a la tracción y es autolubricado. Amortigua vibraciones, se usa para bases y estructuras de máquinas-herramientas. Tipos: ferrítico, perlítico, martensítico.

> Dúctil, nodular o esferoidal

El grafito se presenta en forma de esferas. Es dúctil y resistente al impacto. Se utiliza para piezas de máquinas resistentes a los esfuerzos y al desgaste.

> Blanca

Dura, frágil y resistente al desgaste. Se obtiene mediante enfriamiento rápido de la fundición gris. Se usa para elaborar zapatas para frenos de equipos ferroviarios.

Tipos de fundición



Hierro maleable

El grafito se presenta en la forma de racimos.
Es dúctil, maleable y resistente al impacto.
Se usa para fabricar bisagras para tubos,
material ferroviario.

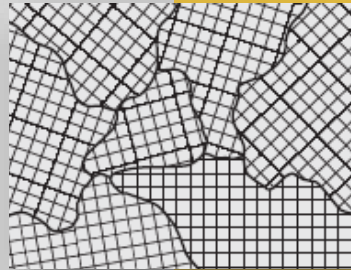
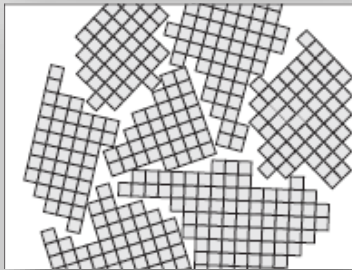
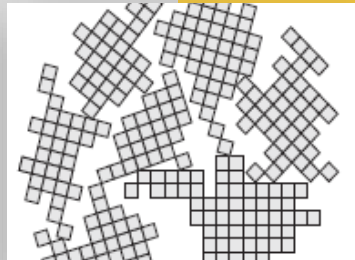
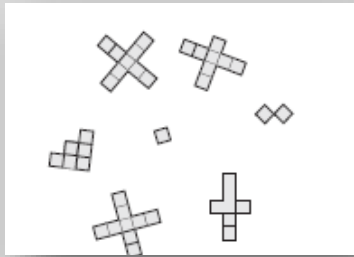


Hierro de grafito compactado

El grafito posee forma de hojuelas cortas,
gruesas e interconectadas, que tienen
superficies onduladas y extremidades
redondas
Sus propiedades son intermedias entre
las de la fundición gris y la nodular.



<< Estructura cristalina de los metales. Solidificación y crecimiento granular >>



Estructura **policristalina**, con crecimiento independiente de los cristales y orientación azarística.

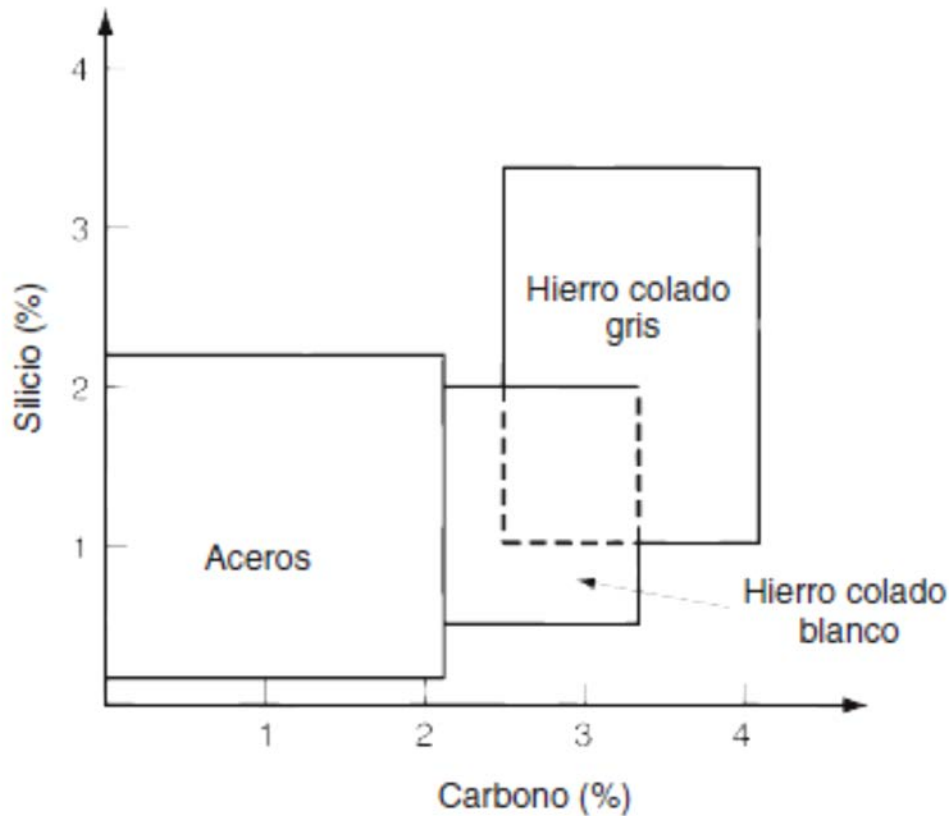
- > velocidad de solidificación:
- > cantidad de granos y de
- < tamaño



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

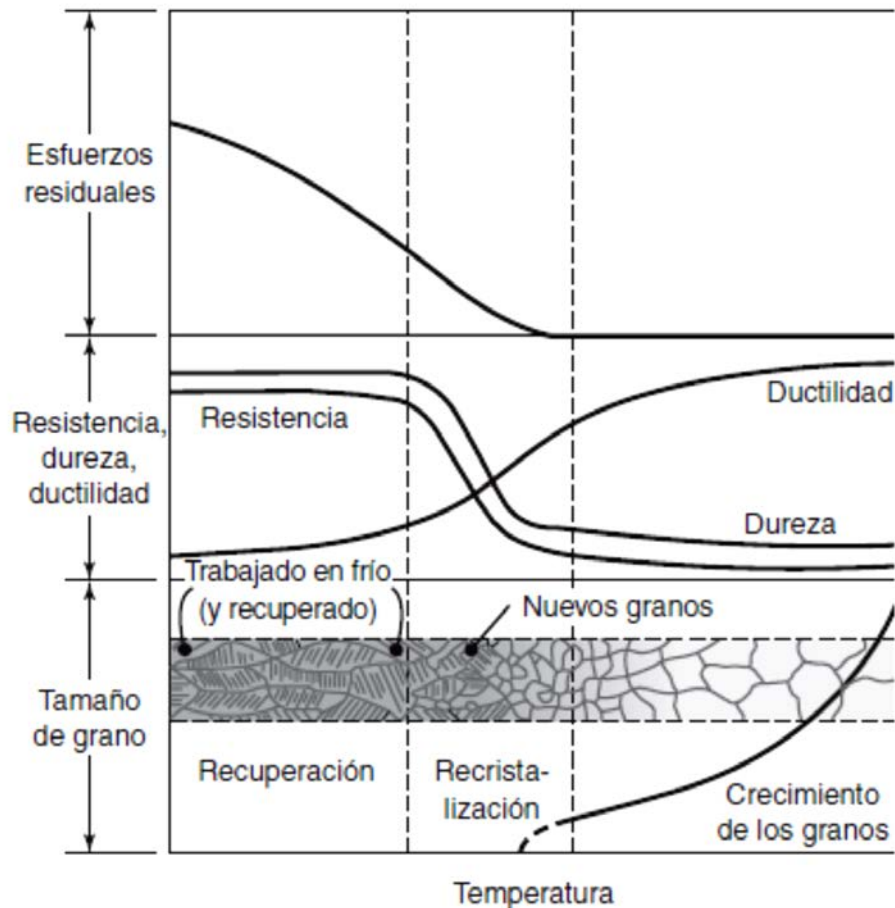
fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Estructura cristalina de los metales. Solidificación y crecimiento granular >>



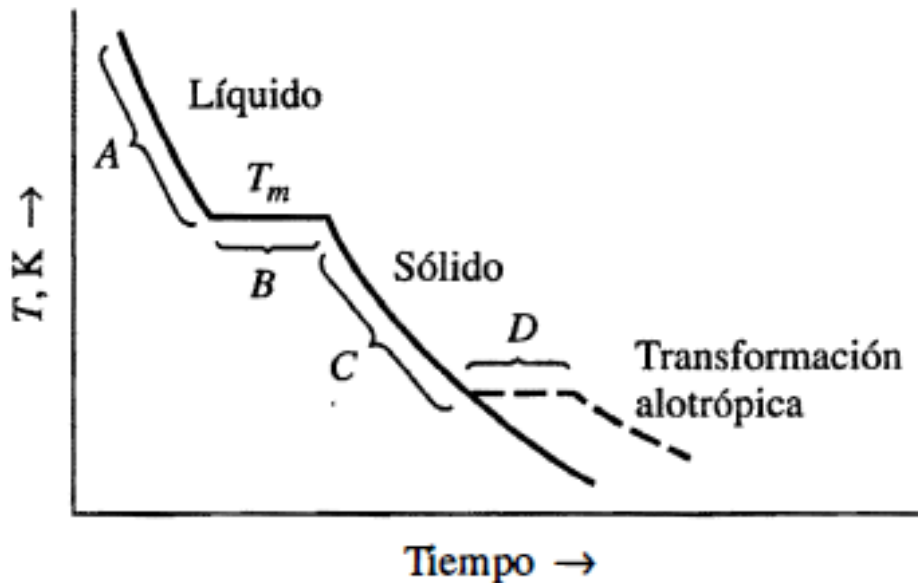
Composiciones de C y Si para hierros colados, en comparación con los aceros

<< Estructura cristalina de los metales. Solidificación y crecimiento granular >>



Efectos de la recuperación, recristalización y crecimiento de los granos en las propiedades mecánicas y en la forma y el tamaño de los granos.

<< Estructura cristalina de los metales. Solidificación y crecimiento granular >>



Calores sensibles (A y C) y latentes (B)

Cuerpo policristalino:
comportamiento
isotrópico (iguales
propiedades en todas
las direcciones)

Un cristal, en cambio, es
anisotrópico.



Tipos de acero

> Aceros al C simples

La resistencia se incrementa con el porcentaje de C. Aceros al bajo, medio y alto C..

> Aceros bajos de aleación

Elementos adicionales <5% en peso.

Mayor resistencia, dureza, dureza en caliente, resistencia al desgaste y tenacidad que el acero al C.

> **Cromo:** mejora la resistencia, dureza, resistencia al desgaste, dureza en caliente, templabilidad y resistencia a la corrosión.

> **Manganeso:** mayor resistencia, dureza y templabilidad.

> **Molibdeno:** mayor tenacidad, templabilidad y dureza en caliente.

> **Níquel:** mayor resistencia a la corrosión, tenacidad y

> **Vanadio:** mayor resistencia y tenacidad.

Aceros inoxidables

Cr (>15%) y Ni.

El Cr forma una película de óxido impermeable, delgada, en atmósferas oxidantes protege de la corrosión.

Tipos:



1-Austenítico (18-8)

18% Cr, 8% Ni. Resistente a la corrosión, dúctil, no es magnético. Usos: equipos para industria alimentaria, transporte, vasijas.



2-Ferrítico

15-20%Cr. Son magnéticos, poco dúctiles y de escasa resistencia a la corrosión. Usos: vajilla de cocina, reactores de aviones.

Tipos



> Aceros inoxidables

Tipos

Tipos:

> 3-Martensítico

18% Cr, 0% Ni. Son fuertes, duros y resistentes a la fatiga, no a la corrosión. Usos: equipamiento médico para cirugías.

> 4-De precipitación

17% Cr, 7% Ni. Poseen también Al, Cu, Ti y Mo. A altas temperaturas son fuertes y resistentes a la corrosión. Usos: componentes para aeronáutica.

> 5-Dúplex

Mezcla de austenita y ferrita. Son resistentes a la corrosión y agrietamiento por esfuerzos. Usos: plantas de tratamiento de agua, intercambiadores de calor.



➤ **Aceros
para
herramientas**

Son altamente aleados. Poseen resistencia elevada, dureza, dureza en caliente, resistencia al desgaste y tenacidad a los impactos.

Tipos

T, M	Herramientas de alta velocidad. Poseen W y Mo. Son de elevada resistencia al desgaste y dureza en caliente Usos: herramientas de corte para mecanizado.
H	Herramientas para trabajo en caliente. Son resistentes al desgaste. Usos: troqueles de trabajos en caliente para forjado, extrusión y moldes para fundición.
D	Herramientas para trabajo en frío. Usos: moldeo de láminas metálicas, extrusión en frío, operaciones de forja.

**Tipos
de acero**



> Aceros para herramientas

Tipos

W	Herramientas de endurecimiento por agua. Poseen elevada cantidad de C. Usos: troqueles de cabezales en frío.
S	Herramientas resistentes a los golpes. Son aceros tenaces. Usos: punzones, herramientas para plegado.
P	Herramientas para moldes. Usos: fabricación de moldes para plásticos y caucho
L	Herramientas de baja aleación. Usos: aplicaciones especiales

Tipos
de acero





Designación del acero

- **Aceros al bajo carbono:** $C < 0,20\%$ y son los más utilizados.
Usos: piezas automotrices de lámina, vías férreas.
Propiedades: es relativamente fácil dar forma a estos aceros, se aplican cuando no se requiere una resistencia elevada.
- **Aceros al medio carbono:** $C < 0,20$ a $0,50\%$
Usos: cuando se requiere una resistencia mayor que las de los anteriores. Por ejemplo: componentes de maquinaria y piezas de motores como cigüeñales y rodillos de transmisión.



Designación del acero

- **Aceros al alto carbono:** $C > 0,50\%$.
Usos: cuando se necesitan resistencias aún mayores y también rigidez y dureza. Por ejemplo: resortes, herramientas y hojas de corte y piezas resistentes al desgaste.

Materias primas

> Mineral de hierro

> Fundente

Calcáreos: para gangas silíceas y arcillosas

Bauxita: para gangas calcáreas.

Cuarzo: para gangas esencialmente calcáreas

> Combustible

Coque metalúrgico. Produce calor y reduce el mineral de Fe al generar CO.



<< Minerales de Hierro >>

Minerales de hierro



- ① **Hematita** (Fe_2O_3)
- ② **Magnetita** (Fe_3O_4)
- ③ **Siderita** (FeCO_3)
- ④ **Limonita** ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)

Ley: 50-70% Fe

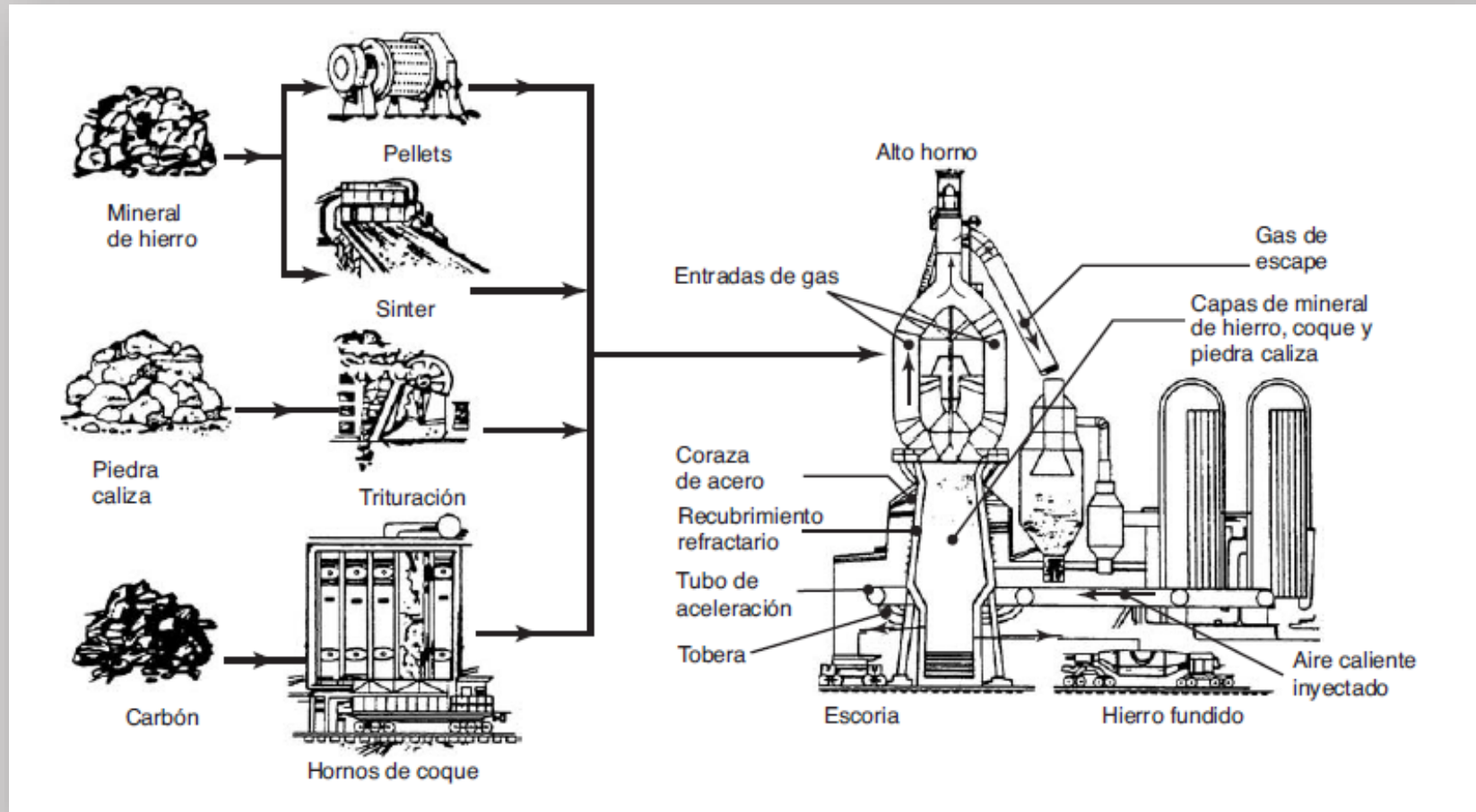


UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

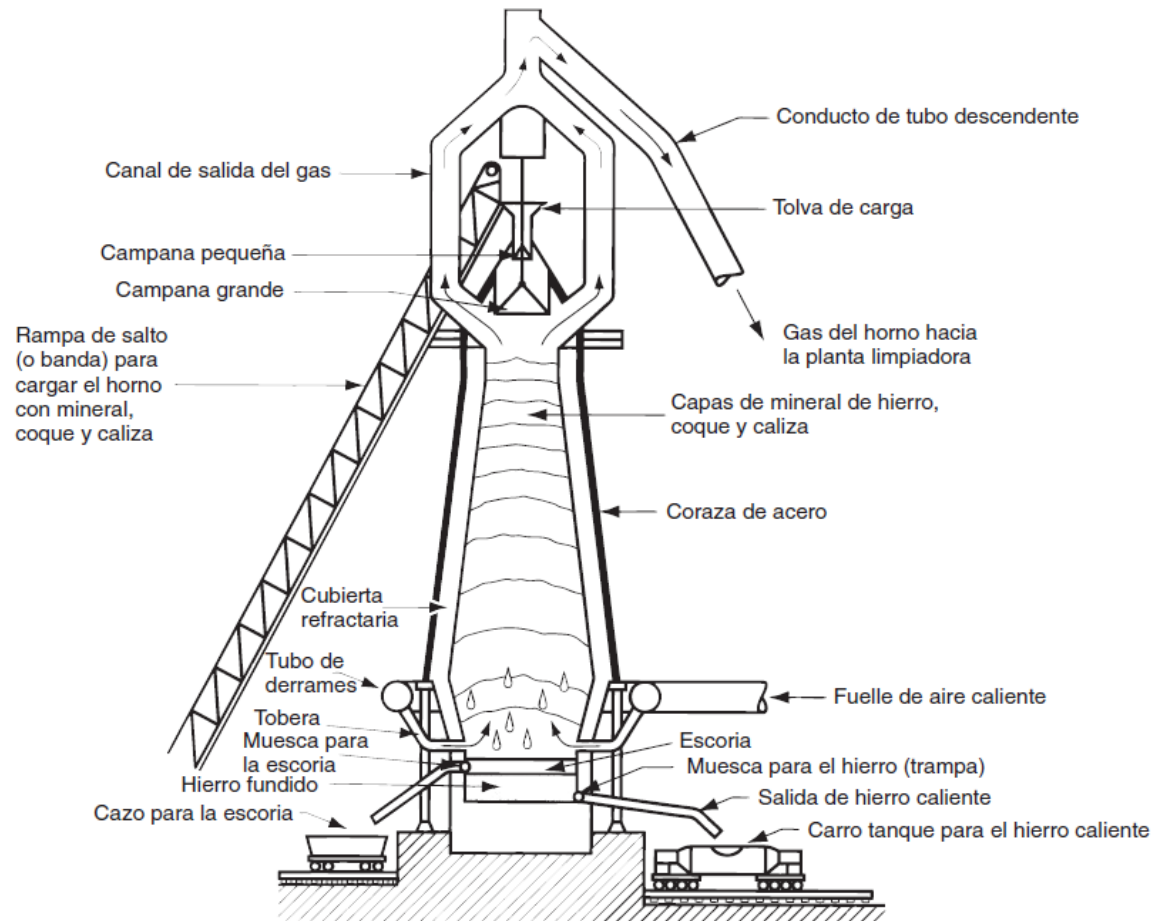
<< Metales ferrosos >>

- Alto horno. Obtención de arrabio -



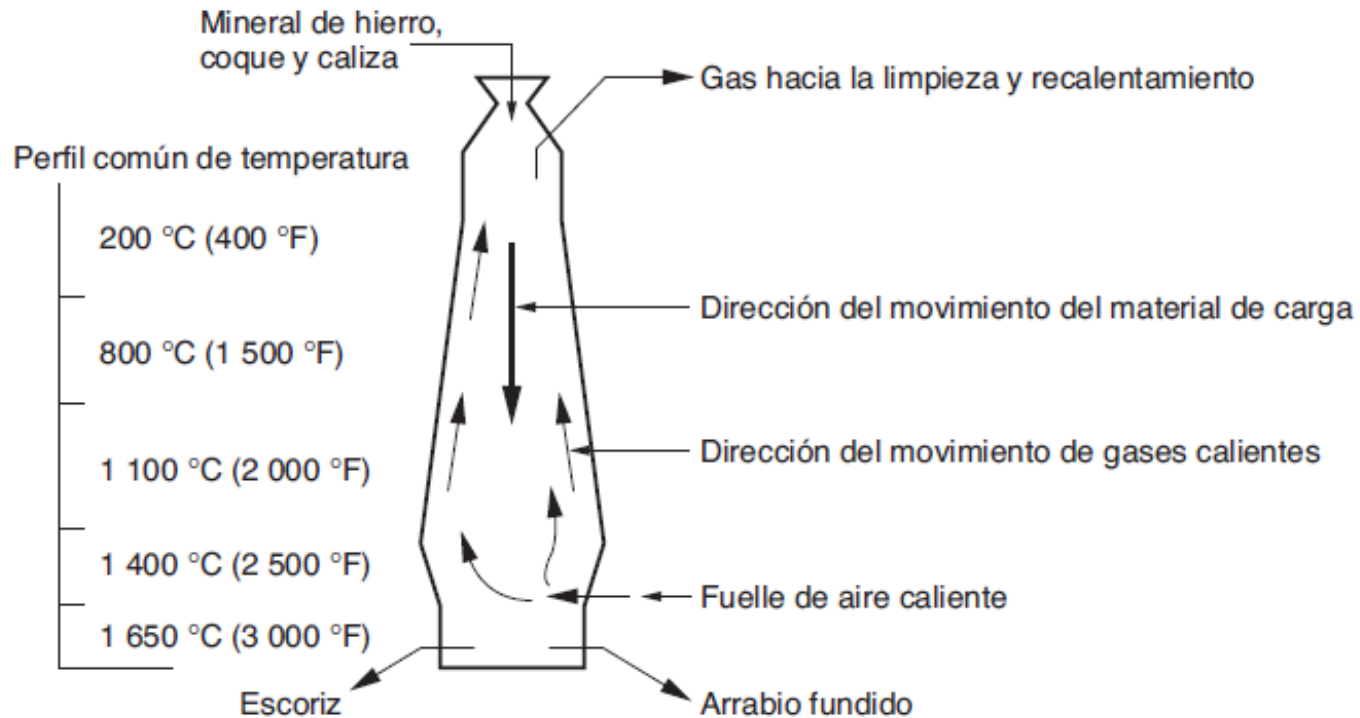
<< Metales ferrosos >>

- Alto horno. Obtención de arrabio -



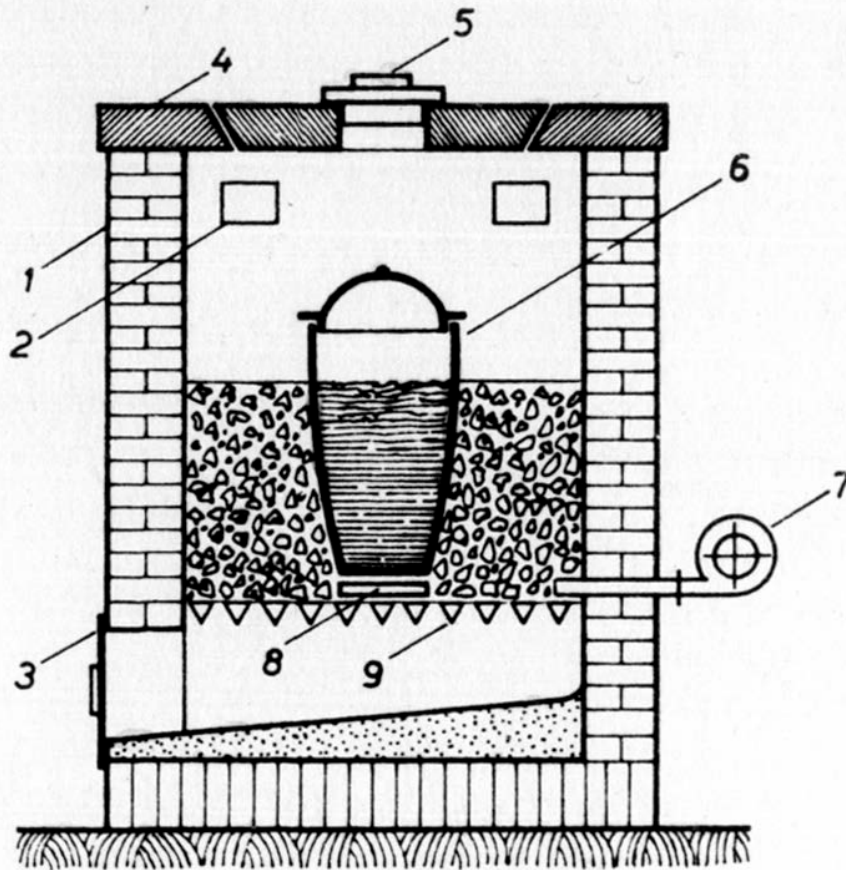
<< Metales ferrosos >>

- Alto horno. Obtención de arrabio -



<< Metales ferrosos >>

- Horno de crisol. Obtención de acero -

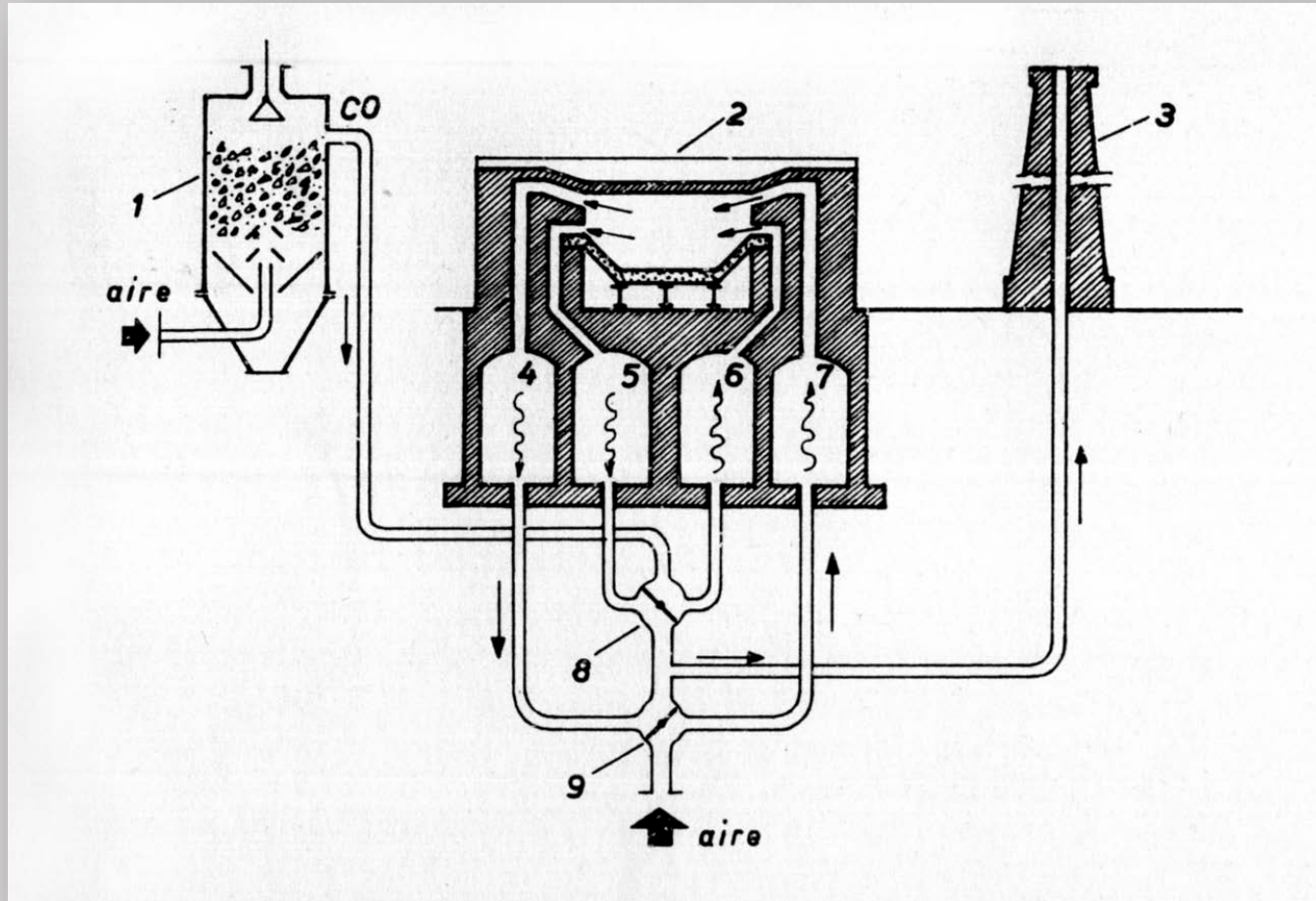


Esquema de un horno de crisol

1. Macizo de ladrillo refractario
2. Chimenea
3. Portezuela para descarga de cenizas
4. Tapa del horno
5. Mirilla para inspección
6. Crisol
7. Ventilador
8. Disco de protección del fondo del crisol
9. Parrilla del hogar

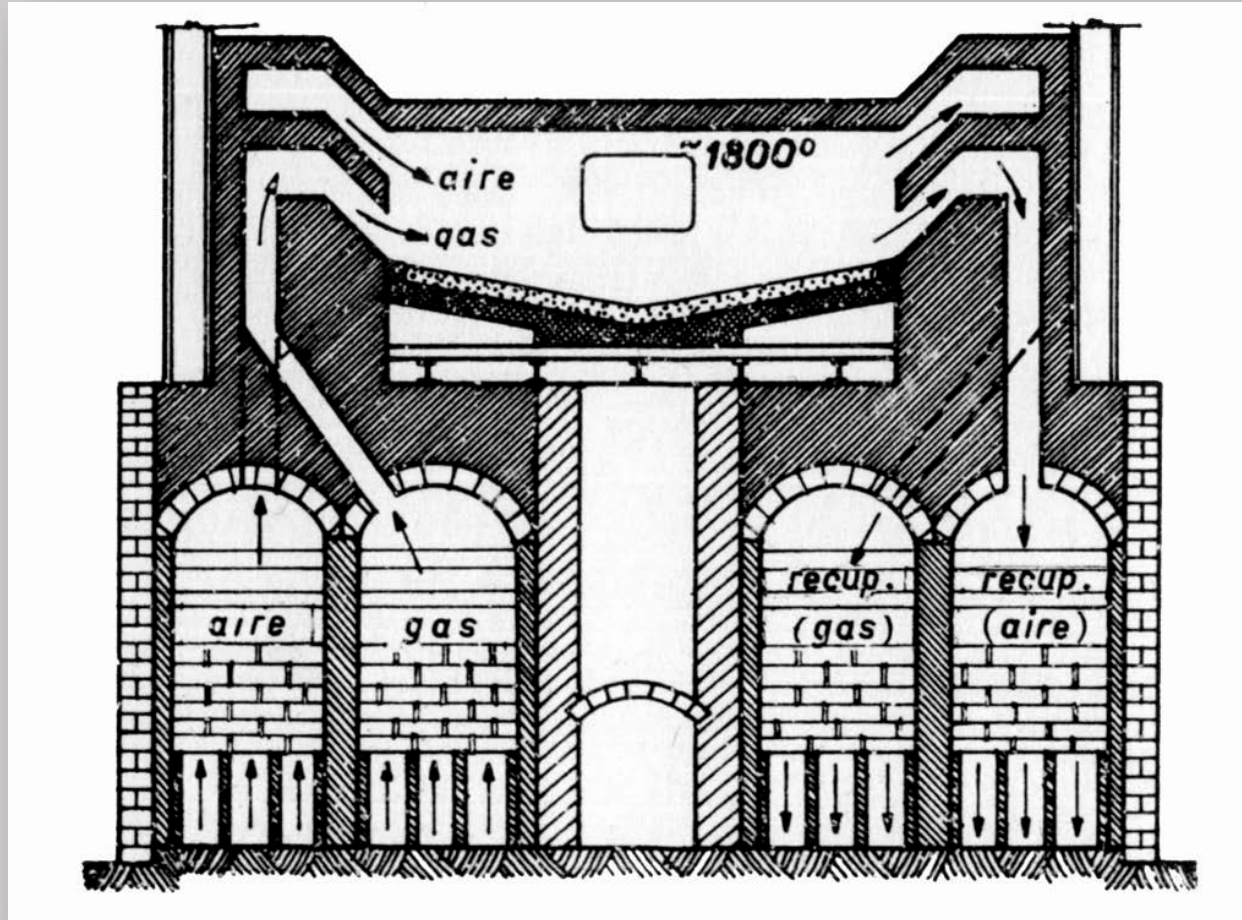
<< Metales ferrosos >>

- Horno Siemens-Martin o de "hogar abierto". Obtención de acero -



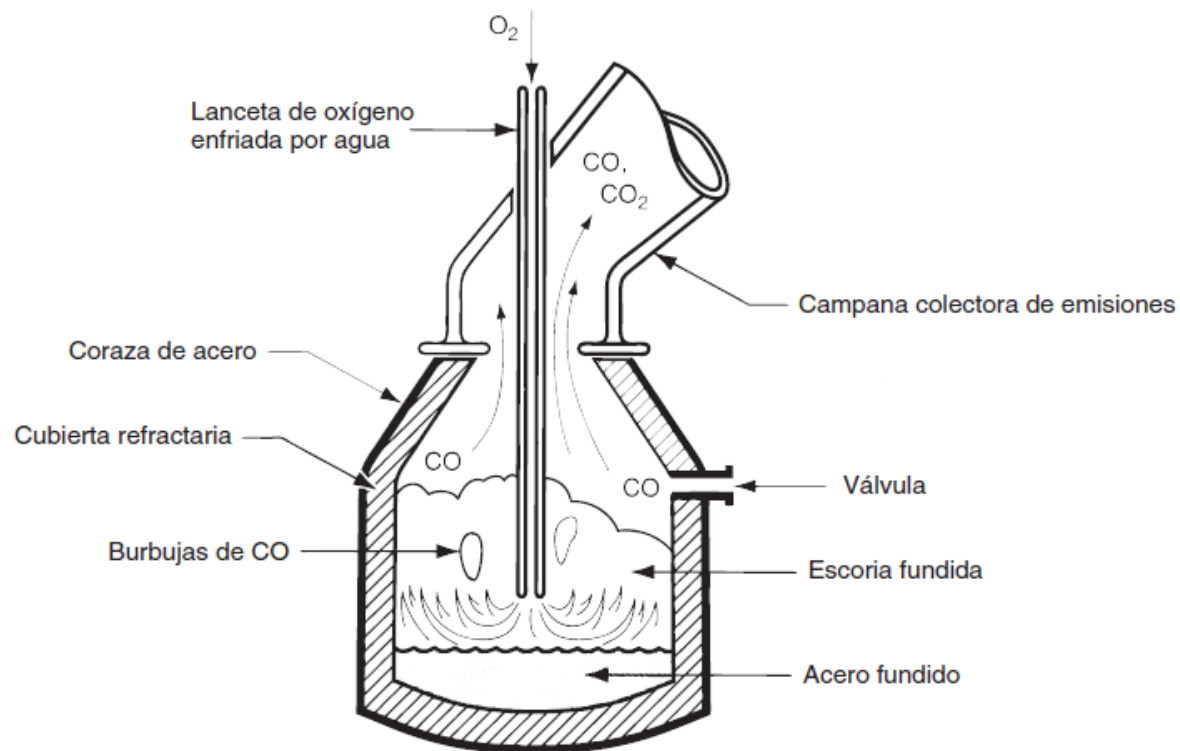
<< Metales ferrosos >>

- Horno Siemens-Martin o de "hogar abierto". Obtención de acero -



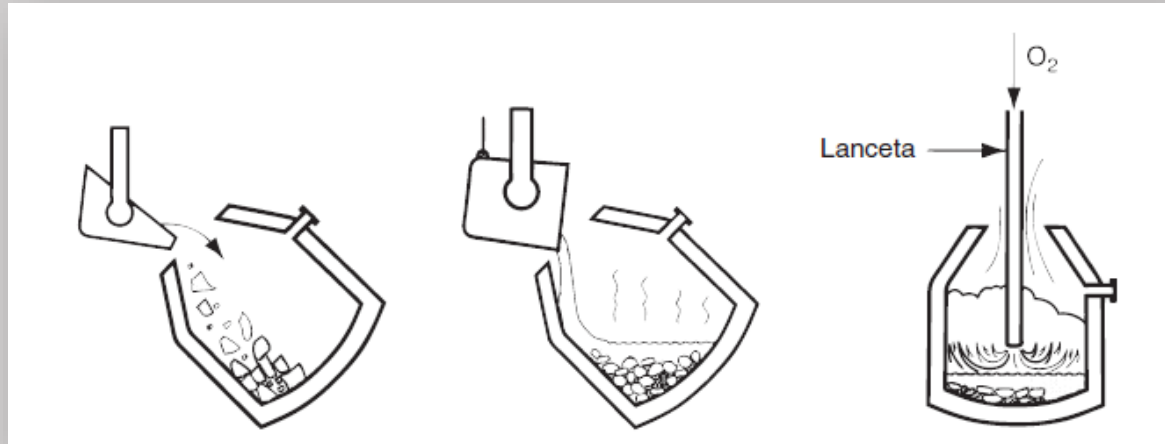
<< Metales ferrosos >>

- Convertidor de O_2 básico Obtención de acero -



<< Metales ferrosos >>

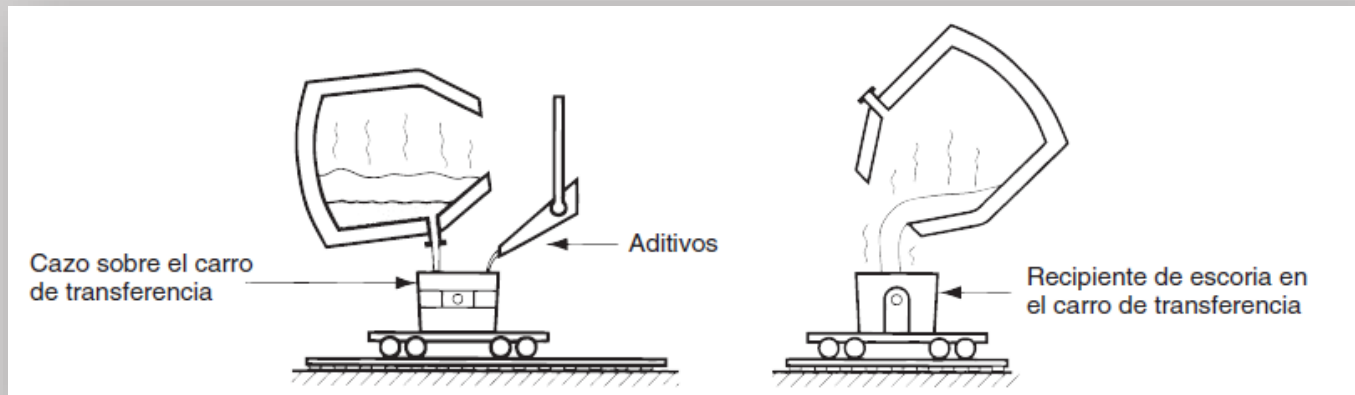
- Convertidor de O_2 básico. Obtención de acero -



Carga de chatarra

Carga de arrabio

Soplado

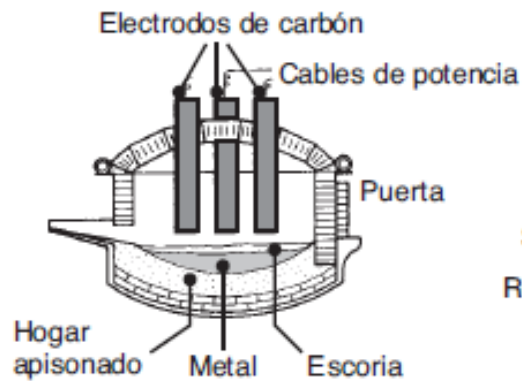


Extracción de acero fundido

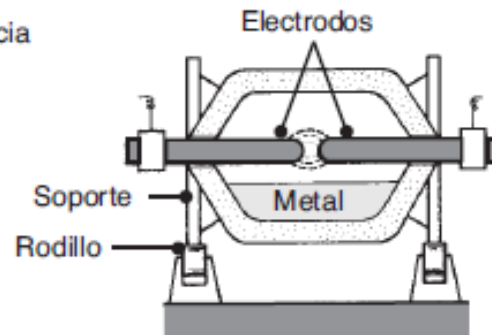
Vaciado de la escoria

<< Metales ferrosos >>

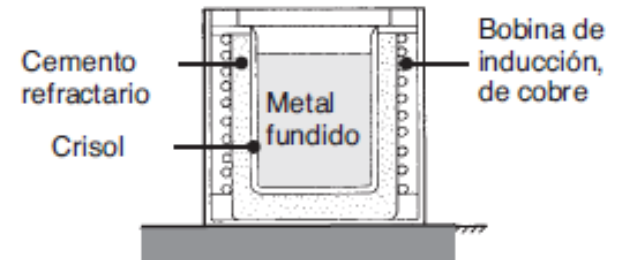
- Hornos de arco eléctrico. Tipos -



De arco directo



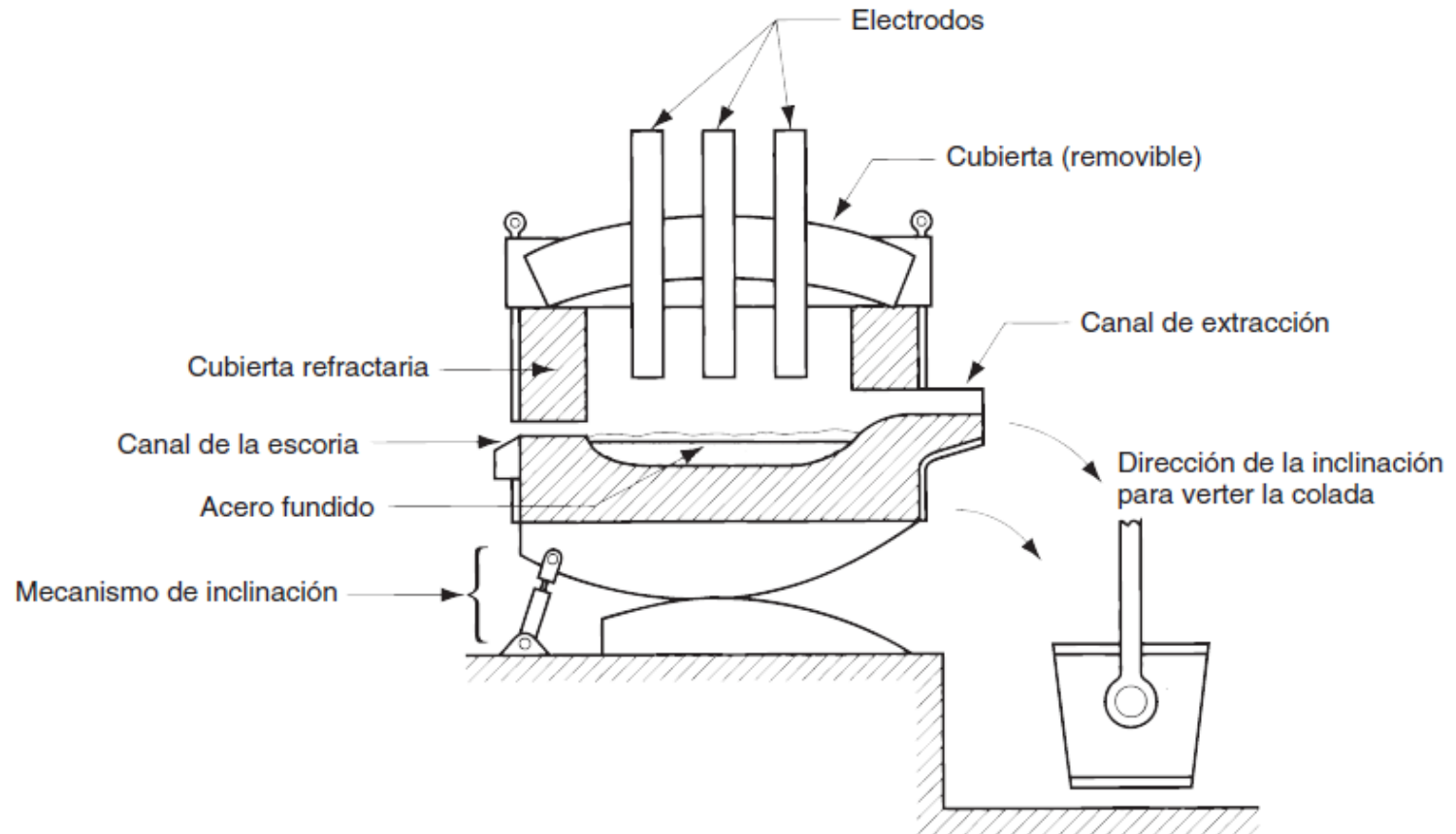
De arco indirecto



De inducción

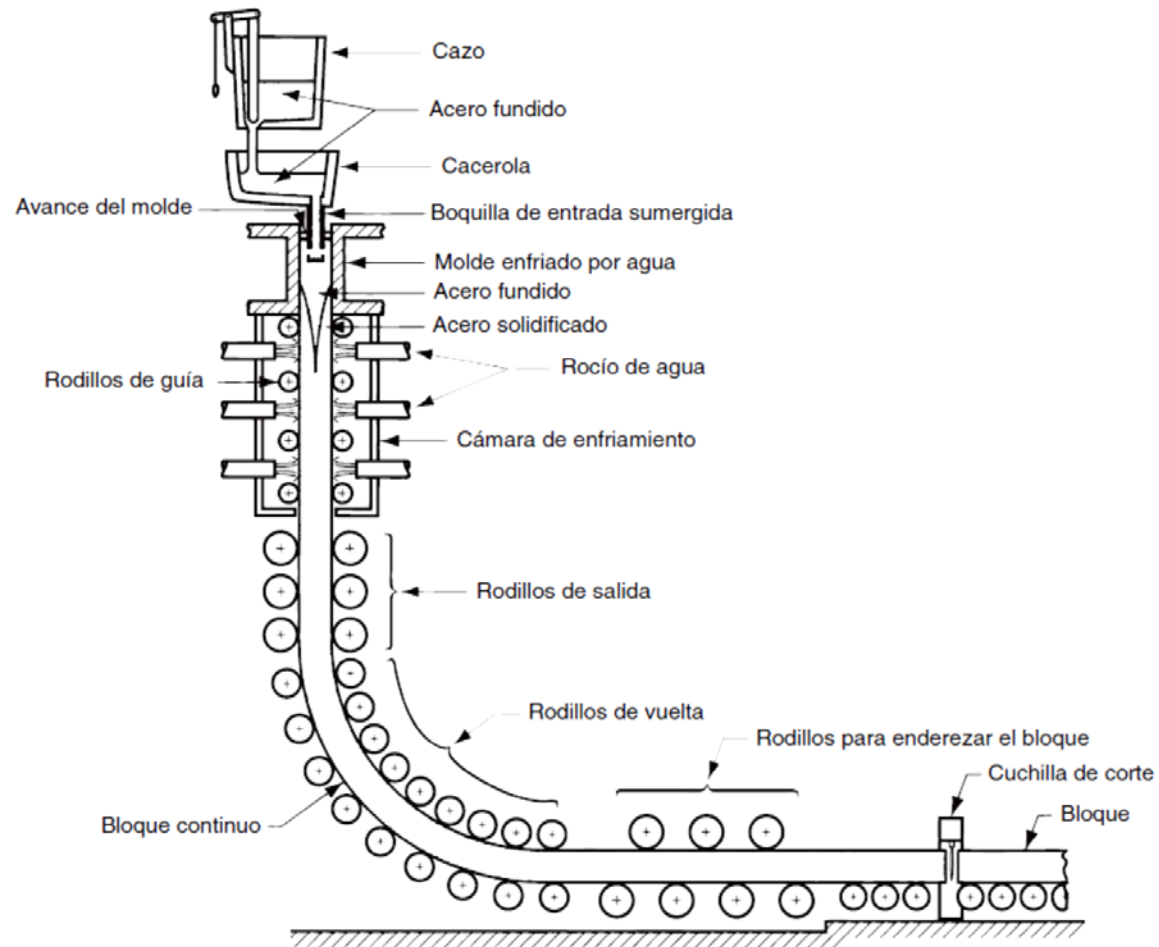
<< Metales ferrosos >>

- Horno de arco eléctrico. Obtención de acero -



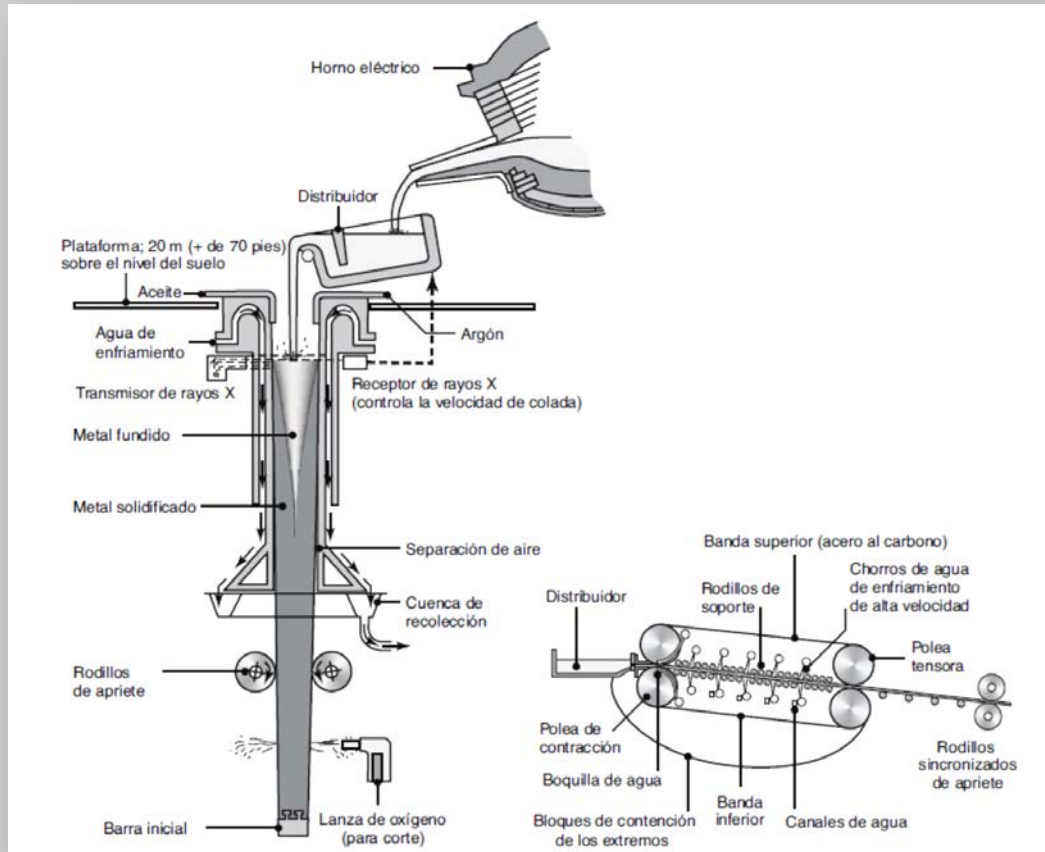
<< Metales ferrosos >>

- Fundición continua de acero-



<< Metales ferrosos >>

- Fundición continua de acero -

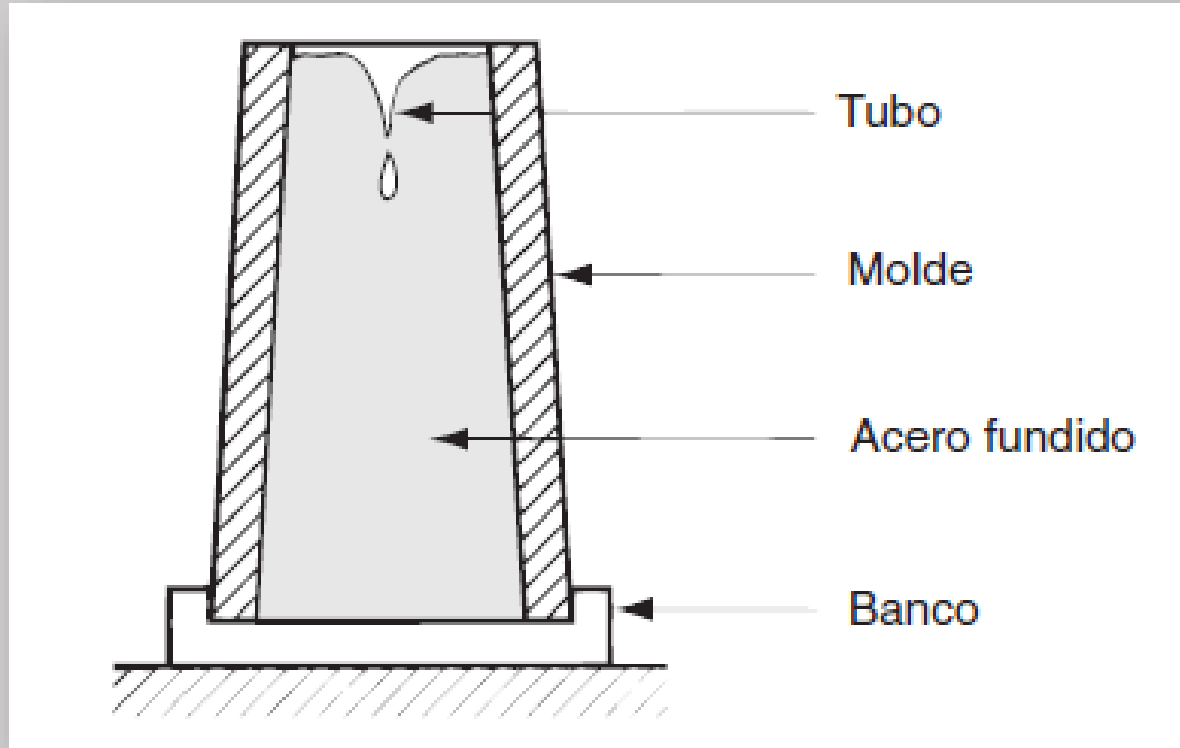


Proceso de colada continua para acero

Fundición continua de cinta metálica no ferrosa

<< Metales ferrosos >>

- Lingotera-



<< Solidificación del acero >>

Tipos de acero (según la cantidad de gas desarrollado)



> **Acero calmado**

Es un acero desoxidado, sin porosidad.

El O_2 disuelto en el metal fundido se hace reaccionar con aluminio, silicio, manganeso, vanadio. Suele generarse un rechupe en la parte superior del lingote.

> **Acero semicalmado**

Es un acero parcialmente desoxidado, con escasa porosidad. Pocas veces hay rechupes.

> **Acero efervescente**

Poseen bajo contenido de C ($<0,15\%$). Los gases se calman con Al. No poseen rechupes.

- Designación según American Iron and Steel Institute (**AISI**) y Society of Automotive Engineers (**SAE**)

1

0

X

X

Designación
del acero

Tipo de acero
Por ejemplo: 10
es acero al C
simple

Porcentaje de C en
centésimas de puntos
porcentuales, por
ejemplo: 20 corresponde
a 0,20%



Cátedra Materiales y Procesos II

Carrera de Diseño Industrial – 3° año

Ciclo lectivo 2020

Profesor Titular:

Mgter. Roberto Tomassiello

JTP

Ing. Osvaldo Ortíz



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO