



Metales no ferrosos

METALES NO FERROSOS

- Comprende todos los metales a excepción del hierro
- Su utilización no es tan masivas como los productos férreos (hierro, acero y fundición) pero tienen una una gran importancia en la fabricación de gran cantidad de productos, por propiedades como, en ocasiones:
 - el bajo peso específico
 - la resistencia a la oxidación condiciones ambientales normales
 - la fácil manipulación y mecanizado.
- Las aleaciones de productos no ferrosos tienen gran cantidad de aplicaciones:
 - monedas (fabricadas con aleaciones de cobre, níquel y aluminio)
 - filamentos de bombillas (de wolframio)
 - material de soldadura de componentes electrónicos (estaño-plomo)
 - recubrimientos (cromo, níquel, cinc)
 - etcétera.

CLASIFICACIÓN DE LOS METALES NO FERROSOS

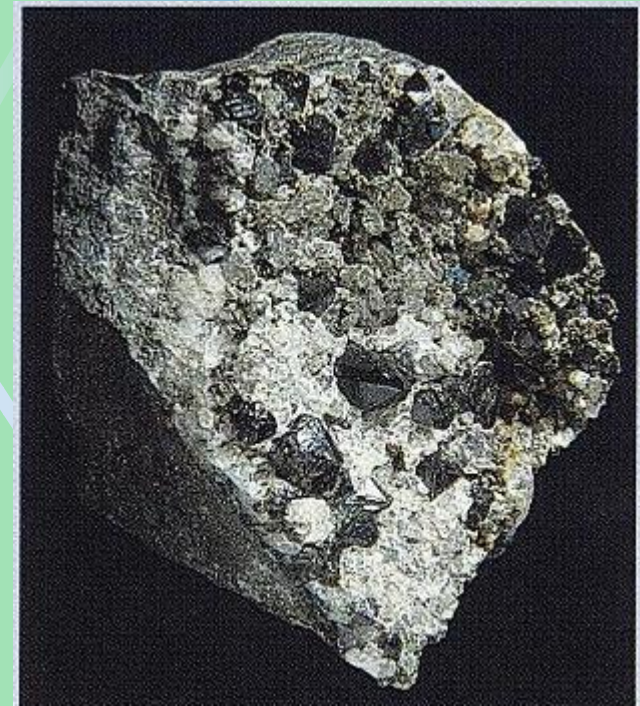
- En general, los metales no ferrosos son blandos y tienen poca resistencia mecánica. Para mejorar sus propiedades se alean con otros metales.
- Atendiendo a su densidad, se pueden clasificar en:

<i>Tipo</i>	<i>Características</i>	<i>Ejemplo de metal no férrico</i>
<i>Pesados</i>	Su densidad es igual o mayor de 5 kg/dm ³ .	Estaño, cobre, cinc, plomo, cromo, níquel, wolframio y cobalto.
<i>Ligeros</i>	Su densidad está comprendida entre 2 y 5 kg/dm ³ .	Aluminio y titanio.
<i>Ultraligeros</i>	Su densidad es menor de 2 kg/dm ³ .	Magnesio y berilio.

- Los metales no ferrosos, ordenados de mayor a menor utilización, son:
 - *cobre* (y sus aleaciones)
 - *aluminio*
 - *estaño, plomo*
 - *cinc*
 - *níquel*
 - *cromo*
 - *titanio*
 - *magnesio.*

ESTAÑO

- Es un metal bastante escaso en la corteza terrestre. Suele encontrarse concentrado en minas, aunque la riqueza suele ser bastante baja (del orden del 0,02%).
- El mineral de estaño más explotado es la casiterita (SnO_2).



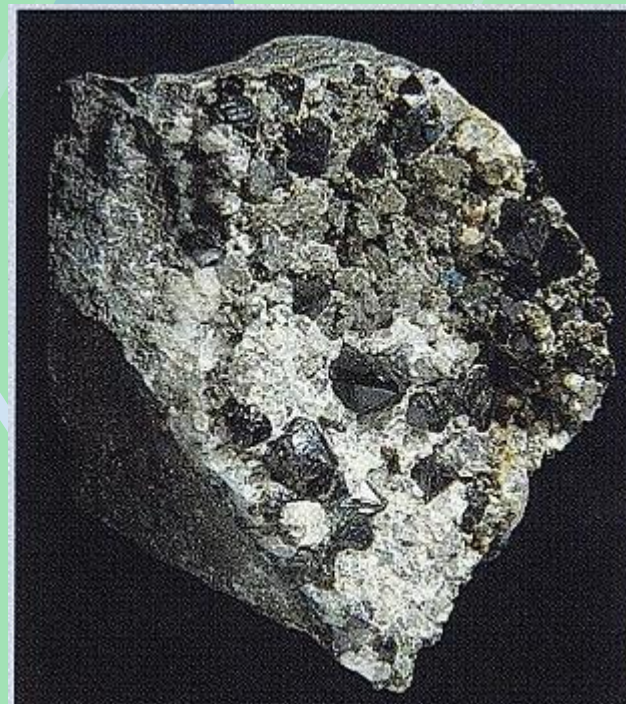
PROPIEDADES DEL ESTAÑO

● Propiedades

- Densidad: 7,28 kg/dm³.
- Punto de fusión: 231 °C.
- Resistividad: 0,115 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Resistencia a la tracción: 5 kg/mm².
- Alargamiento: 40%.

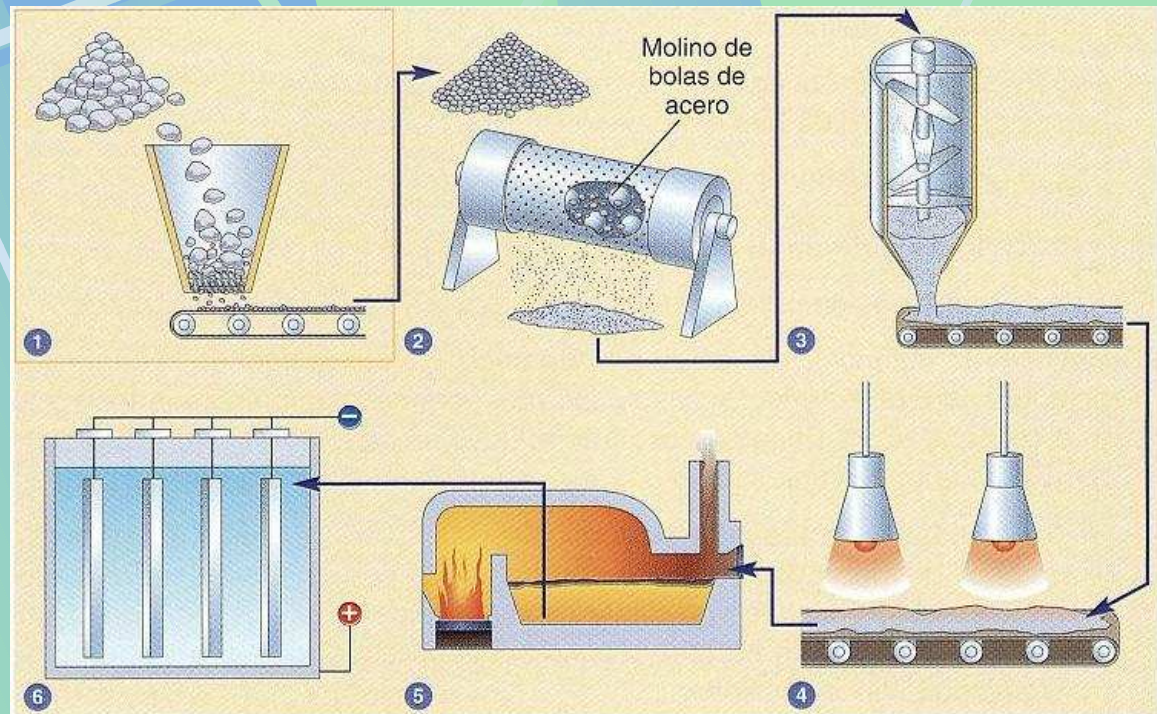
● Características

- El estaño puro tiene un color muy brillante.
- A temperatura ambiente se oxida perdiendo el brillo exterior, es muy maleable y blando, y pueden obtenerse hojas de papel de estaño de algunas décimas de milímetro de espesor.
- En caliente es frágil y quebradizo.
- Por debajo de -18°C empieza a descomponerse y a convertirse en un polvo gris. A este proceso se le conoce como enfermedad o peste del estaño.
- Cuando se dobla se oye un crujido denominado grito del estaño.



OBTENCIÓN DEL ESTAÑO

- La casiterita se tritura (1) y muele (2) en molinos adecuados.
- Se introduce en una cuba con agua (3) en la que se agita. Por decantación, el mineral de estaño (que es más pesado), se va al fondo y se separa de la ganga.



- Se introduce en un horno (4), donde se oxidan los posibles sulfuros de estaño que hay en el mineral y se transforman en óxidos.
- La mena de estaño, en forma de óxido, se introduce en un horno de reverbero (5) donde se produce la reducción (transformación de óxido de estaño a estaño), depositándose el estaño en la parte inferior y la escoria en la superior.
- Finalmente, para obtener un estaño con porcentaje del 99% es necesario someterlo a un proceso electrolítico (6).

ALEACIONES DE ESTAÑO

Las más importantes son:

- Bronce. Es un aleación de cobre y estaño.
- Soldaduras blandas. Son aleaciones de plomo y estaño con proporciones de estaño entre el 25 y 90%.
- Aleaciones de bajo punto de fusión. Las más importantes son:
 - Darcet (25 % Sn + 25 % Pb + 50 % Bi), que funde a los 97 °C.
 - Cerrolow (8,3% Sn + 22,6% Pb + 44,7% Bi + 5,3% Cd + 19,1 % In), que funde a los 47 °C.

Una de las aplicaciones más importantes del estaño es la fabricación de hojalata, que consiste en recubrir una chapa de acero con dos capas muy finas de estaño puro. El estaño protege al acero contra la oxidación.



Fig. 10.3. Botes y latas de hojalata.

COBRE

● Los minerales de cobre más utilizados en la actualidad se encuentran en forma de:

- *cobre nativo*

- *sulfuros:*

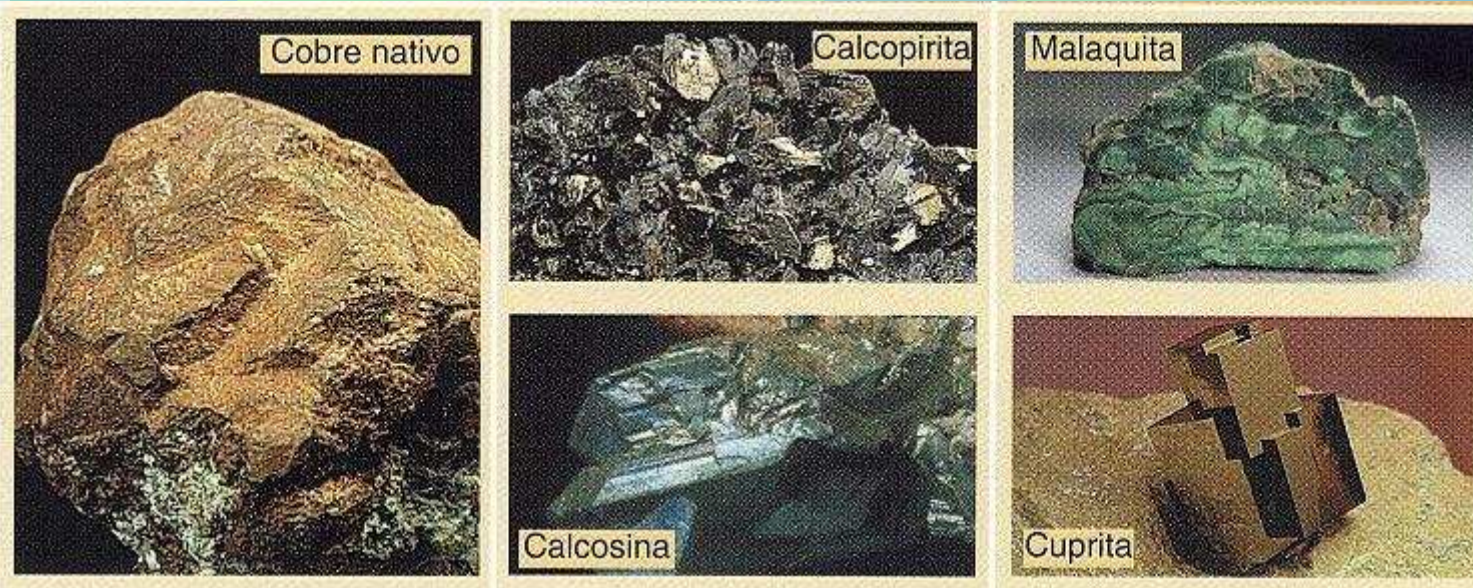
- calcopirita S_2CuFe

- calcosina Scu_2

- *oxidos*

- cuprita Cu_2O

- malaquita $\text{CO}_3\text{Cu-Cu(OH)}_2$



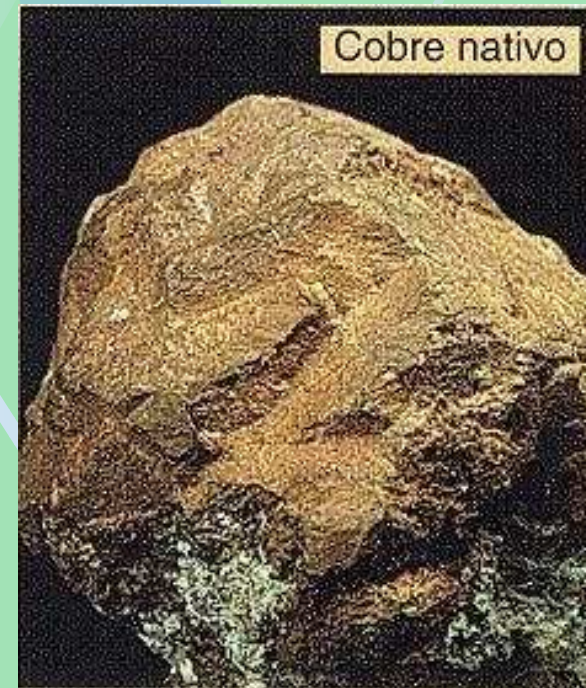
PROPIEDADES DEL COBRE

● Propiedades

- Densidad: $8,90 \text{ kg/dm}^3$.
- Punto de fusión: $1083 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Resistividad: $0,017 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Resistencia a la tracción 18 kg/mm^2 .
- Alargamiento: 20%.

● Características

- Es muy dúctil (se obtienen hilos muy finos) y maleables (pueden formarse láminas hasta de $0,02 \text{ mm}$ de espesor).
- Posee una alta conductividad eléctrica y térmica.
- Oxidación superficial (verde)



COBRE

● Breve evolución histórica del cobre y sus aleaciones

- **Año 5000 a. C.** En Egipto se emplea con fines ornamentales.
- **Año 4000 a. C.** Se fabrican pequeños objetos: anillos, tijeras, agujas, dedales, etc.
- **Año 3000 a. C.** Se forja el cobre (golpeándolo en frío para endurecerlo). Aparece el bronce.
- **Año 1500 a. C.** Aparece el latón. Con la aparición del hierro empieza a declinar el uso del cobre.
- **Siglo XVIII.** Revolución industrial. Vuelve a adquirir un gran auge en la industria.

OBTENCIÓN DEL COBRE

● Existen dos métodos de obtención del cobre: *por vía húmeda* y *por vía seca*.

- Proceso de obtención del cobre por **vía húmeda**.

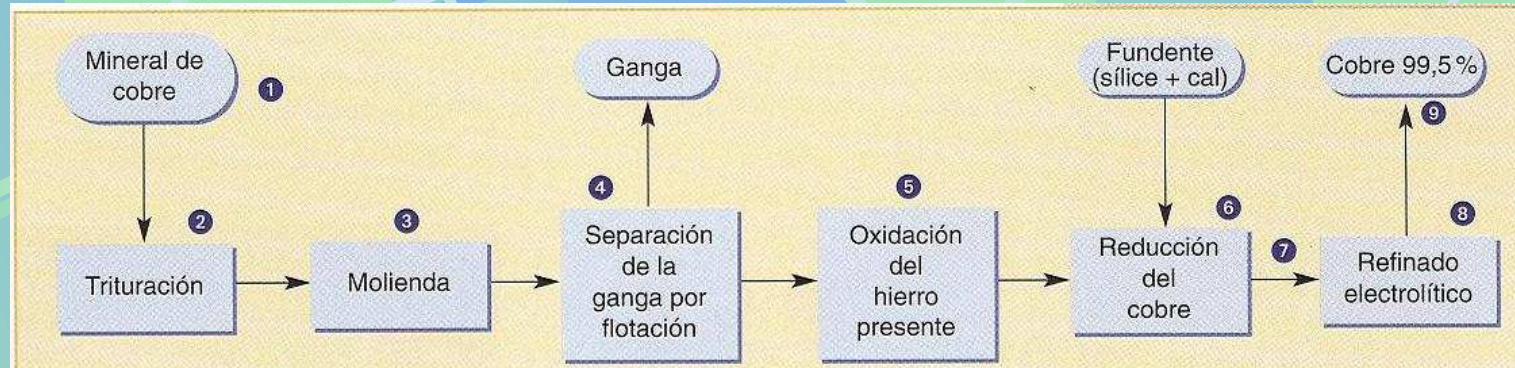
- Se emplea cuando el contenido en cobre del mineral es inferior al 10%.
- El procedimiento consiste en triturar todo el mineral y añadirle ácido sulfúrico. Luego, mediante un proceso de electrólisis, se obtiene el cobre.

- Proceso de obtención del cobre por **vía seca**

- se utiliza cuando el contenido de cobre supera el 10%. En caso contrario, será necesario un enriquecimiento o concentración.
- Es el proceso que más se emplea y es análogo al usado para el estaño.

OBTENCIÓN DEL COBRE

- Proceso de obtención del cobre por **vía seca**.



- a) El mineral de cobre (1) se tritura (2) y se pulveriza en un molino de bolas (3), un cilindro con agujeros muy finos, por donde saldrá el mineral pulverizado, con unas bolas de acero.
- b) Para separar la mena de la ganga, se introduce el mineral en polvo en un depósito lleno de agua (4) y se agita. El mineral, más pesado, se irá al fondo, mientras que la ganga flotará y se sacará por arriba.
- c) El mineral concentrado se oxida parcialmente (sólo el hierro, no el cobre) en un horno (5). Se suele colocar en una cinta transportadora metálica que se mueve lentamente al mismo tiempo que se calienta la mena. Así se consigue separar el hierro del cobre.
- d) Se funde en un horno de reverbero (6), añadiéndole fundente (sílice y cal) para que reaccione con el azufre y el óxido de hierro y forme la escoria. El cobre aquí obtenido (7) tiene una pureza aproximada del 40 % y recibe el nombre de **cobre bruto o cobre blíster**. Si se quiere obtener un cobre de pureza superior al 99,9 % (9), es necesario un refinado electrolítico en la cuba (8).

ALEACIONES DE COBRE

- La adición de otros metales no ferrosos al cobre mejora sustancialmente sus propiedades mecánicas y de resistencia a la oxidación, aunque empeora ligeramente su conductividad eléctrica y calorífica.

<i>Aleación</i>	<i>Tipos/composición</i>	<i>Algunas aplicaciones</i>
<i>Bronce</i> (aleación de cobre y estaño)	Ordinario. Sólo lleva cobre y estaño (del 5 al 30 %).	Campanas y engranajes.
	Especial. Lleva cobre, estaño y otros elementos químicos.	Esculturas y cables eléctricos.
<i>Latón</i> (aleación de cobre y cinc)	Ordinario. Sólo lleva cobre y cinc (del 30 al 55 %).	Tornillería.
	Especial. Lleva cobre, cinc y otros elementos químicos.	Grifos, tuercas y tornillos.
<i>Cuproaluminio</i>	Aleación de cobre y aluminio.	Hélices de barco, turbinas, etcétera.
<i>Alpaca</i>	Aleación de cobre, níquel y cinc. Tiene un color plateado.	Joyería barata, cubiertos, etcétera.
<i>Cuproníquel</i>	Aleación de cobre y níquel (del 40 % al 50 %).	Monedas y contactos eléctricos.



ALEACIONES DE COBRE

Tabla 2.1 Aleaciones Cu-Zn para forja UNE 37-103-75 (extracto)

Designación		Constituyentes principales %			Impurezas máx, %		
Numérica	Simbólica	Cu		Zn	Pb	Fe	Total otras
		min.	máx.				
C-6128	Cu Zn 28	71	73	Resto	0,05	0,05	0,15
C-6130	Cu Zn 30	68,5	71,5		0,05	0,05	0,15
C-6133	Cu Zn 33	65,5	68,5		0,08	0,10	0,15
C-6135	Cu Zn 35	63,5	66,5		0,10	0,10	0,20
C-6137	Cu Zn 37	62	65,5		0,10	0,10	0,20
C-6140	Cu Zn 40	59	62		0,30	0,10	0,20
		Aplicaciones					
C-6128	Cu Zn 28	Muy fácil de trabajar en frío. Tubos para cambiadores de calor, tubos para instrumentos, trabajos de embutición profunda, ornamentación, telas metálicas, cartuchería, casquillos de lámparas, radiadores de automóvil, remaches, puntas y tornillos.					
C-6130	Cu Zn 30						
C-6133	Cu Zn 33	Como Cu Zn 37 pero con mejor formabilidad en frío. Telas metálicas, remaches huecos, cintas para radiadores, tornillos con exigencias especiales de recalcado en frío, casquillos para lámparas y embutición profunda tanto a máquina como a mano.					
C-6135	Cu Zn 35	Tubos para grifería y ornamentación.					
C-6137	Cu Zn 37	Especial para dar forma en frío por estirado, compresión, recalcado, laminado y roscado entre rodillos. Tornillos y tirafondos, cilindros de presión, cintas para radiadores, chapas para grabar, cierres de cremallera, muelles de hoja, artículos huecos y bolas, casquillos para lámparas y remaches.					
C-6140	Cu ZN 40	Para dar forma en caliente y en frío curvando, remachando, estampando y recalcando. Piezas prensadas en caliente, tornillos y piezas torneadas en las que se realizan trabajos de recalcado, para herrajes y cerraduras.					

ALEACIONES DE COBRE

Tabla 2.2 Aleaciones Cu-Zn-Pb para forja UNE 37-103-75 (extracto)

Designación		Constituyentes principales %						Impurezas máx. %		
Numérica	Simbólica	Cu		Pb		Al		Zn	Fe	Total otras
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.			
C-6415	Cu Zn 35 Pb2	61,0	64,0	1,5	2,5	—	—	Resto	0,2	0,3
C-6420	Cu Zn 36 Pb1	61,0	64,0	0,5	1,5	—	—		0,2	0,3
C-6425	Cu Zn 36 Pb3	60,0	63,0	2,5	3,7	—	—		0,35	0,5
C-6435	Cu Zn 39 Pb2	57,0	60,0	1,5	2,5	—	—		0,35	0,7
C-6440	Cu Zn 39 Pb3	56,0	59,0	2,5	3,5	—	—		0,35	0,7
C-6445	Cu Zn 40 Pb	59,0	61,0	0,3	0,8	—	—		0,2	0,5
		Aplicaciones								
C-6415	Cu Zn 35 Pb2	Piñones, ruedas, placas para grabar, llaves, cojinetes, chapas para relojería, vástagos para válvulas, piezas para mecanizar en tornos automáticos y que necesiten una moderada deformación en frío, y para grabado en estampe.								
C-6420	Cu-Zn 36 Pb1	Piezas con necesidad de una buena deformación en frío y de mecanización, tuercas, remaches, tornillos y otras piezas recalcadas, piezas para instrumental, relojería y llaves.								
C-6425	Cu Zn 36 Pb3	Una amplia variedad de artículos mecanizados en tornos de alta velocidad, tuercas, tornillos, cojinetes, clavos y productos tubulares con extremos abiertos o cerrados. Piezas mecanizadas y ligeramente remachadas.								
C-6435	Cu Zn 39 Pb 2	Una amplia variedad de piezas forjadas en caliente y prensadas. Artículos sanitarios para puertas, ventanas, camillas, válvulas y accesorios. Piezas para automóviles, decoración, transporte mecánico, repisas, pinzas, cubiertas, engranajes, llaves, levas, tuercas, juntas y otros accesorios de máquinas. Elementos para relojes e instrumentos, especialmente para engranajes y placas con un alto grado de precisión en el mecanizado.								
C-6440	Cu Zn 39 Pb 3	Una amplia variedad de piezas mecanizadas, por lo general, en tornos de alta velocidad, tuercas, pernos, tornillos, casquillos, cojinetes, clavos, arandelas y productos tubulares con extremos cerrados o abiertos, extrusiones huecas, bisagras y charnelas, cerraduras, perfiles extruidos, estructuras de ventanas, ornamentación. Clavijas en instalaciones eléctricas y terminales de conexión								
C-6445	Cu Zn 40 Pb	Placas para condensadores e intercambiadores de calor, piezas forjadas en caliente y productos recalcados con maquinabilidad moderada y con necesidad de un ligero doblado o remachado, remaches para frenos, piezas para decoración que necesiten doblado o conformación, perfiles extruidos, ángulos y canales.								

CINC

- Es conocido desde la más remota antigüedad, pero no se consiguió aislarlo de otros elementos y, por tanto, obtenerlo en estado puro hasta el siglo XVII.
- Los minerales más empleados en la extracción del cinc son:
 - *blenda* (SZn 40 a 50% de cinc)
 - *calamina* ($\text{SiO}_4\text{Zn}_2\text{-H}_2\text{O}$ menor del 40% de cinc)



PROPIEDADES DEL CINC

● Propiedades

- Densidad: $7,14 \text{ kg/dm}^3$
- Punto de fusión: 419°C
- Resistividad: $0,057 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- Resistencia a la tracción:
 - Piezas moldeadas: 3 kg/mm^2 .
 - Piezas forjadas: 20 kg/mm^2 .
- Alargamiento: 20%.

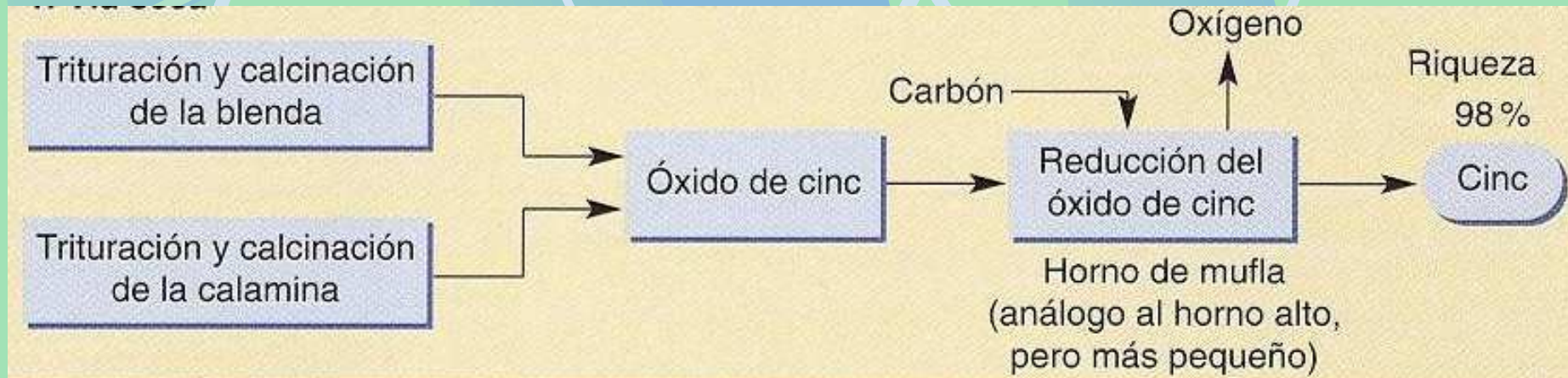
● Características fundamentales del cinc

- Color blanco azulado
- Es muy resistente a la oxidación y corrosión en el aire y en el agua, pero poco resistente al ataque de ácidos y sales.
- Tiene el mayor coeficiente de dilatación térmica de todos los metales.
- A temperatura ambiente es quebradizo, pero entre 100 y 150°C es muy maleable.

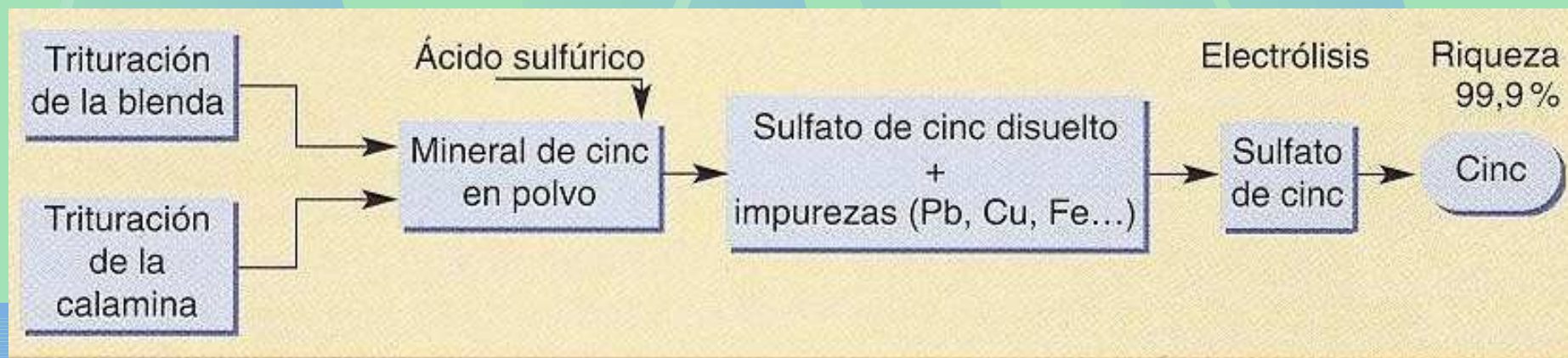
OBTENCIÓN DEL CINC

Al igual que ocurría con el cobre, dependiendo de la concentración del mineral de cinc se emplean dos procedimientos de obtención:

- vía seca (concentraciones mayores del 10%)



- vía húmeda (concentraciones inferiores al 10%)



ALEACIONES DE CINC

	Aleación	Características/aplicaciones
<i>En forma de aleación</i>	<i>Latones (Cobre y cinc)</i>	Por ser más barato el cinc que el estaño, en muchas aplicaciones el latón está sustituyendo al bronce.
	<i>Plata alemana o alpaca (Cu + Ni + Zn)</i>	Utilizada antiguamente en cubertería. En la actualidad se utiliza en joyería barata y fabricación de estuches.
	<i>Zamak (Al + Cu + Zn)</i>	Se emplea para la obtención de piezas de gran precisión y de gran calidad superficial, con lo que no necesitan mecanizado.

APLICACIONES DEL CINCO

- En forma de chapas de diferentes espesores
 - Recubrimiento de tejados
 - Canales, cornisas, así como tubos de bajada de agua y depósitos.
 - Recubrimiento de pilas
- En barras y lingotes:
 - Ánodos de sacrificio en depósitos de acero y cascos de buques:
- Recubrimiento de piezas
 - Galvanizado electrolítico: consiste en recubrir, mediante electrólisis, un metal con una capa muy fina de cinc (unas 15 milésimas de milímetro).
 - Galvanizado en caliente: la pieza se introduce en un baño de cinc fundido. Una vez enfriada, el cinc queda adherido y la pieza protegida.
 - Metalizado: se proyectan partículas diminutas de cinc, mezcladas con pintura, sobre la superficie a proteger.
 - Sherardización: consiste en recubrir con polvo de cinc una pieza de acero e introducirla en un horno. Por el calor, el cinc penetra en el acero
- Óxidos de cinc
 - Bronceadores, desodorantes, etcétera.
 - Colorantes, pegamentos, conservantes, etcétera.



PLOMO

- Se empieza a utilizar, aproximadamente, en el año 5000 a. C., adquiriendo gran importancia durante el periodo romano y a partir del siglo xix.
- Contienen plomo los minerales:
 - Galena SPb (el más empleado)
 - Cerusita CO_3Pb
 - Anglesita SO_4Pb



Fig. 10.12. *Galena: sulfuro de plomo.*

PROPIEDADES DEL PLOMO

● Propiedades:

- Densidad: $11,34 \text{ kg/dm}^3$.
- Punto de fusión: $327 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Resistividad; $0,22 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Resistencia a la tracción: 2 kg/mm^2 .
- Alargamiento: 50 %.

● El plomo posee las siguientes características:

- De color grisáceo-blanco muy brillante cuando está recién cortado.
- Muy blando y maleable
- Buen conductor térmico y eléctrico
- Se oxida con facilidad, formando una capa de carbonato básico que lo autoprotege.
- Reacciona con los ácidos lentamente o formando capas protectoras (oxidación superficial)
- Resiste bien a los ácidos clorhídrico y sulfúrico, pero es atacado por el ácido nítrico y el vapor de azufre.
- Forma compuestos solubles venenosos $\text{Pb}(\text{OH})_2$

OBTENCIÓN DEL PLOMO

- Obtención del plomo
 - Consta básicamente de cuatro fases:

1. Enrichimiento	2. Oxidación de los sulfuros	3. Reducción del monóxido de Pb	4. Afinado del plomo
La galena se tritura y muele. Luego se separa la ganga de la mena mediante flotación.	Hay que tostar (a unos 700 °C) todos los sulfuros de Pb para transformarlos en óxidos. Al añadir sílice y cal, se obtiene monóxido de plomo (PbO).	Se realiza en un horno de mufla (especie de horno alto en pequeño). Se usa carbón de coque y cal. El plomo obtenido contiene muchas impurezas. Se llama plomo de obra .	Hay dos fases: 1. Separación de otros metales (cobre, cinc, plata, etcétera). 2. Afinado electrolítico.
<pre> graph LR Galena --> Trituración[Trituración + molienda] Trituración --> Separación[Separación por flotación] Separación --> Oxidación[Oxidación de los sulfuros de plomo] Sílice --> Oxidación Cal1[Cal] --> Oxidación Oxidación --> Horno[Horno de mufla] Cal2[Cal] --> Horno Carbón[Carbón coque] --> Horno Horno --> Escoria Horno --> Plomo[Plomo de obra] Plomo --> SeparaciónM[Separación de otros materiales] SeparaciónM --> Afinado[Afinado del plomo] </pre>			

Tabla 10.5. *Proceso de obtención del plomo.*

APLICACIONES DEL PLOMO

- Por su capacidad de resistir bien a los agentes atmosféricos y químicos el plomo tiene multitud de aplicaciones, tanto en estado puro como formando aleaciones.
- En estado puro:
 - Óxido de plomo. Usado para fabricar minio (pigmento de pinturas antioxidantes).
 - Barreras ante radiaciones nucleares (rayos X)
 - Cristalería
 - Tubo de cañerías (prácticamente en desuso).
 - Revestimiento de cables
 - Baterías y acumuladores
- Formando aleación:
 - Antidetonante en gasolina plomo tetraetilo $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ (en desuso)
 - Aleaciones
 - Soldadura blanda, a base de plomo y estaño empleado como material de aportación.
 - Fusibles eléctricos

OTROS METALES NO FERROSOS

Además de los metales no ferrosos estudiados anteriormente, existen otros, entre los que cabe resaltar:

- Metales pesados

- Cromo
- Níquel
- Wolframio o tungsteno
- Cobalto

- Metales ligeros

- Aluminio
- Titanio

- Metales ultraligeros

- Magnesio

CROMO

- Densidad: $6,8 \text{ kg/dm}^3$.
- Punto de fusión: 1900°C .
- Resistividad: $1,1 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Tiene un color grisáceo acerado.
- Es muy duro y tiene un gran acritud.
- Resiste muy bien la oxidación y corrosión.
- Se emplea como:
 - cromado brillante: para objetos decorativos.
 - cromado duro: para la fabricación de aceros inoxidable y aceros para herramientas.

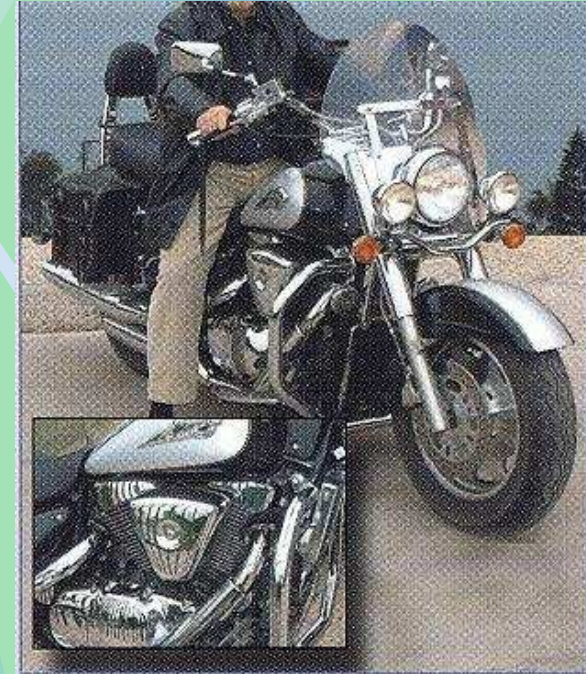


Fig. 10.13. La chapa de algunas motos está cubierta de cromado brillante.

NÍQUEL

- Densidad: $8,85 \text{ kg/dm}^3$.
- Punto de fusión: 1450°C .
- Resistividad: $0,11 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Tiene un color plateado brillante y se puede pulir muy fácilmente.
- Es magnético (lo atrae un imán como si fuese un producto ferroso).
- Es muy resistente a la oxidación y a la corrosión.
- Se emplea:
 - Para fabricar aceros inoxidable (aleado con el acero y el cromo).
 - En aparatos de la industria química.
 - En recubrimientos de metales (por electrólisis).

NÍQUEL

ALEACIONES IMPORTANTES CONTENIENDO NÍQUEL

Nombre	Composición	Propiedades y aplicaciones
Alnico	20 % Ni, 63 % Fe, 12 % Al, 5 % Co	Alta permeabilidad magnética. Imanes.
Constantan	40 % Ni, 60 % Cu	Pares termoelectrónicos.
Illium G	58 % Ni, 22 % Cr, 6-7 % Cu, 4 % Mo, 2 % W, 6-7 % Fe, 1 % Mn .	Resistente a la corrosión.
Monel	72 % Ni, 26,5 % Cu, 1,5 % Fe . . .	Inoxidable. Hélices, válvulas, alambre, chapas, etcétera.
Nicrom (cromel)	60 % Ni, 40 % Cr	Punto de fusión elevado y baja conductividad eléctrica. Hilo de resistencias.
Nicrom IV	80 % Ni, 20 % Cr	Punto de fusión elevado y baja conductividad eléctrica. Hilo de resistencias.
Plata alemana . .	22 % Ni, 26 % Zn, 52 % Cu	Aleación de color blanco argentino. Joyería barata (bisutería). Cuchillería.
Platinita	46 % Ni, 54 % Fe, trazas de C . . .	Coefficiente de dilatación muy pequeño, como el del vidrio. Hilos de entrada para lámparas eléctricas.
Permalloy	78 % Ni, 22 % Fe	Alta permeabilidad magnética. Imanes.
Carboloy	13 % Co, 87 % CW	Muy dura. Herramientas cortantes.
Estelita	55 % Co, 20-23 % Cr, 15-20 % W, 3-5 % Fe, 1,5 % C	Muy resistente a la corrosión.

WOLFRAMIO O TUNGSTENO

- Densidad: 19 kg/dm^3 .
- Punto de fusión: 3370°C .
- Resistividad: $0.056 \cdot \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- Se emplea en:
 - filamentos de bombillas incandescentes, por su elevado punto de fusión.
 - herramientas de corte para máquinas.

COBALTO

- Densidad: 8,6 kg/dm³.
- Punto de fusión: 1490°C.
- Resistividad: 0,063 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Tiene propiedades análogas al níquel, pero no es magnético.
- Se utiliza:
 - Para endurecer aceros para herramientas (aceros rápidos).
 - Como elemento para la fabricación de metales duros (sinterización) empleados en herramientas de corte



Fig. 10.14. Metal duro a base de cobalto.

ALEACIONES IMPORTANTES CONTENIENDO COBALTO

Nombre	Composición	Propiedades y aplicaciones
Alnico	20 % Ni, 63 % Fe, 12 % Al, 5 % Co	Alta permeabilidad magnética. Imanes.
Carboloy	13 % Co, 87 % CW	Muy dura. Herramientas cortantes.
Estelita	55 % Co, 20-23 % Cr, 15-20 % W, 3-5 % Fe, 1,5 % C	Muy resistente a la corrosión.

ALUMINIO

- Densidad: $2,7 \text{ kg/dm}^3$
- Punto de fusión: 660°C .
- Resistividad: $0,026 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Resistencia a la tracción: $10 - 20 \text{ Kg/mm}^2$
- Alargamiento: 50%
- Es el metal más abundante en la naturaleza. Se encuentra como componente de arcillas, esquistos, feldespatos, pizarras y rocas graníticas, hasta constituir el 8 % de la corteza terrestre.
- No se encuentra en la naturaleza en estado puro, sino combinado con el oxígeno y otros elementos.
- El mineral del que se obtiene el aluminio se llama bauxita $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, que está compuesto por alúmina y es de color rojizo.
- Características del aluminio
 - Es muy ligero e inoxidable al aire, pues forma una película muy fina de óxido (de aluminio Al_2O_3) que lo protege.
 - Es buen conductor de la electricidad y del calor. Se suele emplear en conducciones eléctricas (cables de alta tensión) por su bajo peso.
 - Es muy maleable y dúctil.



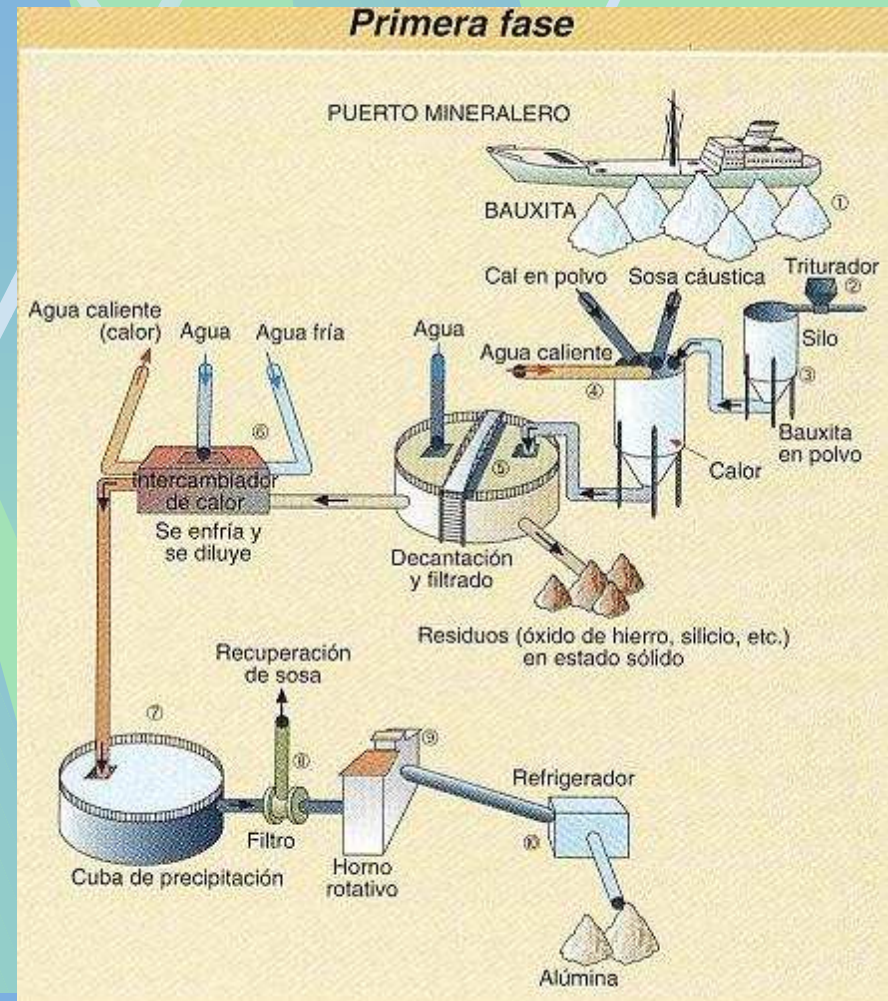
Fig. 10.15. *Bauxita*.

PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALUMINIO

- El método Bayer es el más empleado por resultar el más económico. Consta de dos fases:

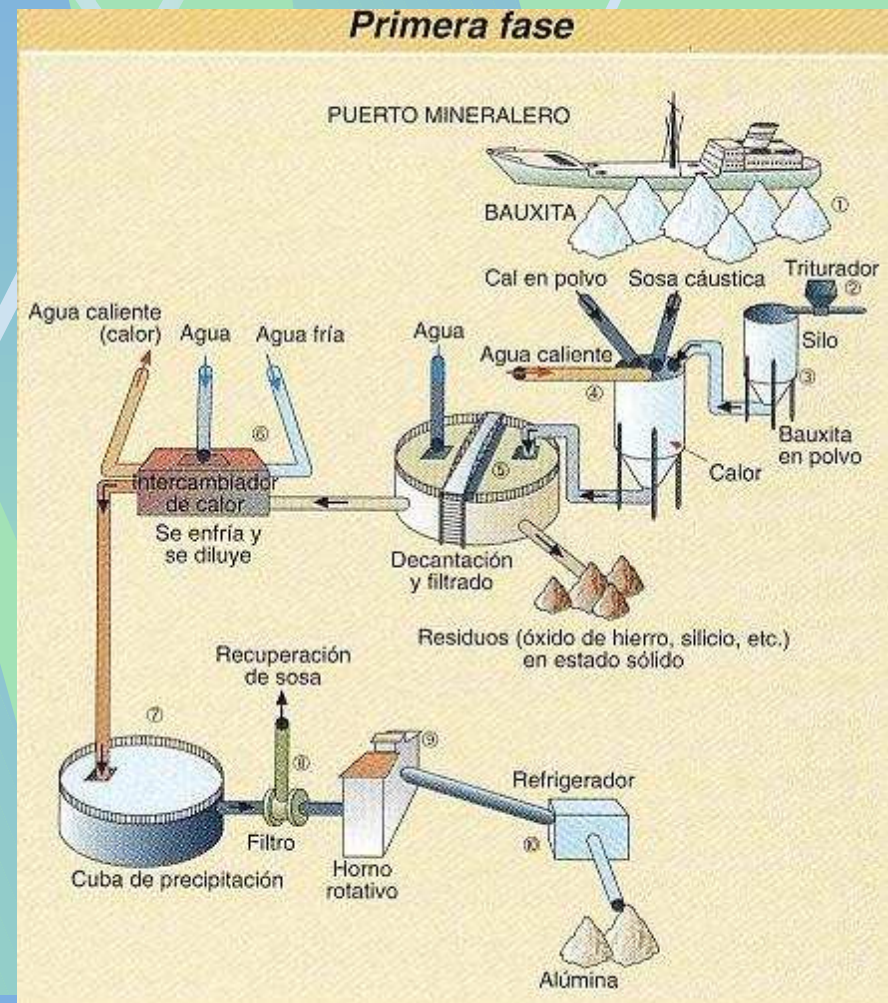
- Obtención de la alúmina

1. La bauxita se transporta desde la mina al lugar de transformación (cerca de puertos, ya que la mayoría se importa).
2. Se tritura y muele hasta que queda pulverizada.
3. Se almacena en silos hasta que se vaya a consumir.
4. En un mezclador se introduce bauxita en polvo, sosa cáustica, cal y agua caliente. Todo ello hace que la bauxita se disuelva en la sosa.
5. En el decantador se separan los residuos (óxidos que se hallan en estado sólido y no fueron atacados por la sosa).



PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALUMINIO

6. En el intercambiador de calor se enfría la disolución y se le añade agua.
7. En la cuba de precipitación, la alúmina se precipita en el fondo de la cuba.
8. Un filtro permite separar la alúmina de la sosa.
9. La alúmina se calienta a unos 1200°C en un horno, para eliminar por completo la humedad.
10. En el refrigerador se enfría la alúmina hasta la temperatura ambiente.



PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALUMINIO

- Obtención del aluminio

11. Se disuelve la alúmina en criolita fundida (F_6AlNa_3), que protege al baño de la oxidación, a una temperatura de unos $1\ 000\ ^\circ\text{C}$, y se la somete a un proceso de electrólisis que descompone el material en aluminio y oxígeno.

- La obtención del aluminio a partir de la bauxita, precisa de gran cantidad de energía, por lo que es importante su reciclado

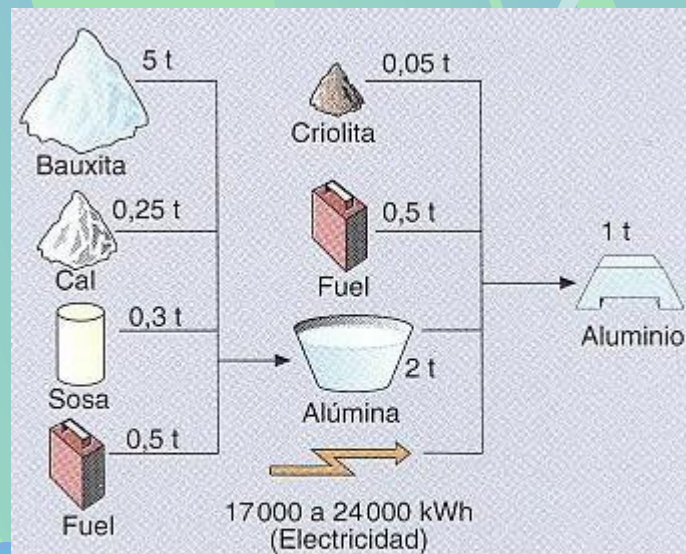
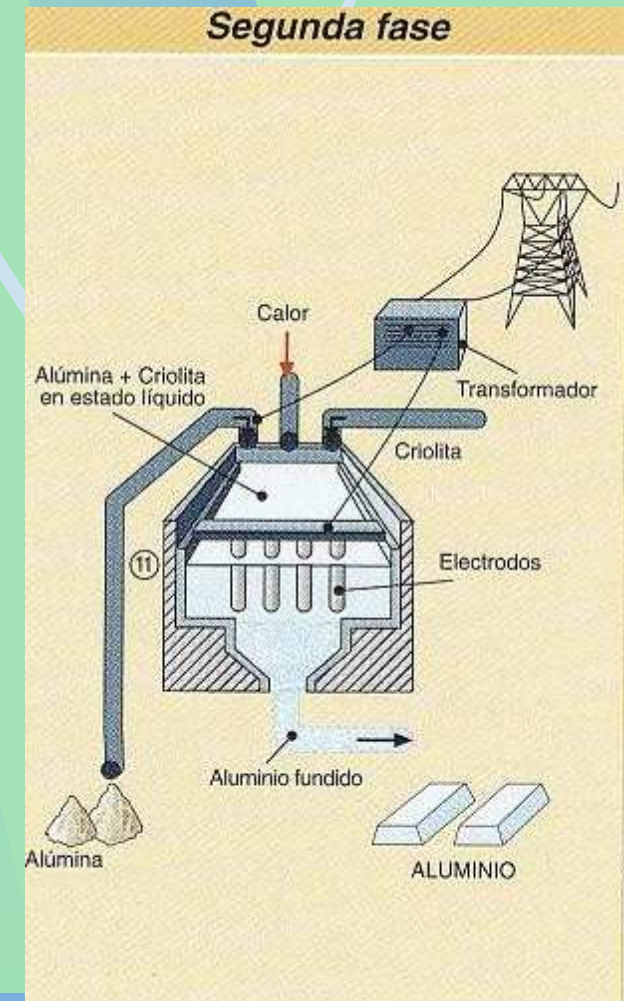


Fig. 10.17. *Proporciones de elementos para obtener 1 t de aluminio.*



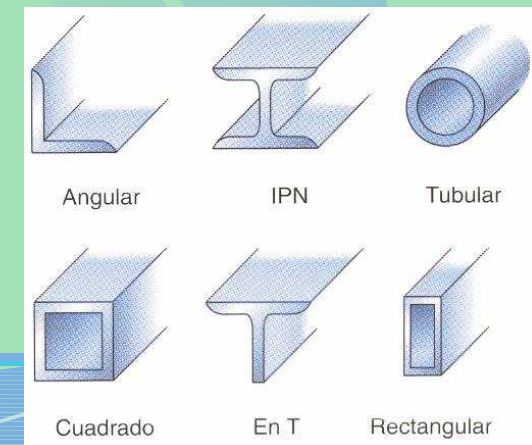
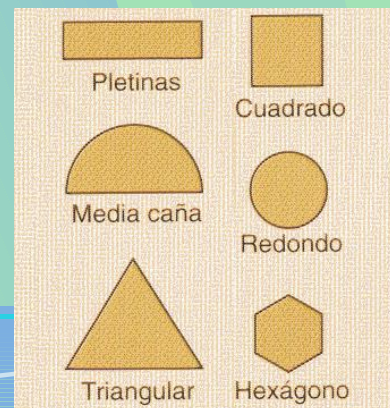
APLICACIONES DEL ALUMINIO

- El aluminio se utiliza normalmente aleado con otros metales con objeto de mejorar su dureza y resistencia. Pero también se comercializa en estado puro.

<i>Tipo</i>	<i>Aleación</i>	<i>Características/aplicaciones</i>
<i>Aleación</i>	Aluminio + bronce (Duraluminio)	También se le conoce con el nombre de bronce de aluminio. Se usa en bases de sartenes, llantas de coches, bicicletas, etcétera.
	Aluminio + magnesio	Se emplea mayoritariamente en aeronáutica y en automoción.
	Aluminio + cobre + silicio	Ideal para obtener piezas de moldeo por inyección.
	Aluminio + níquel + Cobalto (Alnico)	Con esta aleación se fabrican potentes imanes permanentes.
<i>Aluminio puro (en polvo)</i>	Mezclado con pintura protege muy bien de la intemperie.	

● Presentación comercial

- alambres de diferentes diámetros
- chapas
- perfiles y barras de diferentes secciones



TITANIO

- Densidad: 4,45 kg/dm³
- Punto de fusión: 1800 °C.
- Resistividad: 0,8 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Resistencia a la tracción: 100Kg/mm²
- Alargamiento: 5%
- Se encuentra abundantemente en la naturaleza, ya que es uno de los componentes de casi todas las rocas de origen volcánico que contienen hierro.
- En la actualidad, los minerales de los que se obtiene el titanio son el rutilo y la ilmenita.
- Características fundamentales del titanio:
 - Es un metal blanco plateado que resiste mejor la oxidación y la corrosión que el acero inoxidable.
 - Las propiedades mecánicas son análogas, e incluso superiores, a las del acero, pero tiene la ventaja de que las conserva hasta los 400 °C.

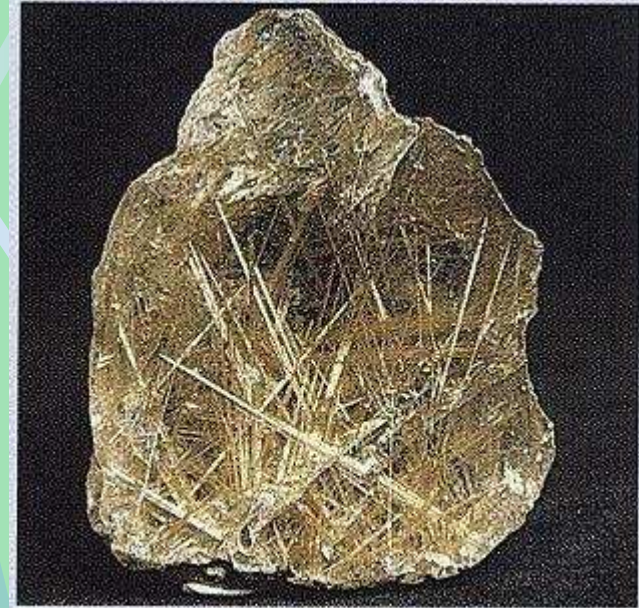
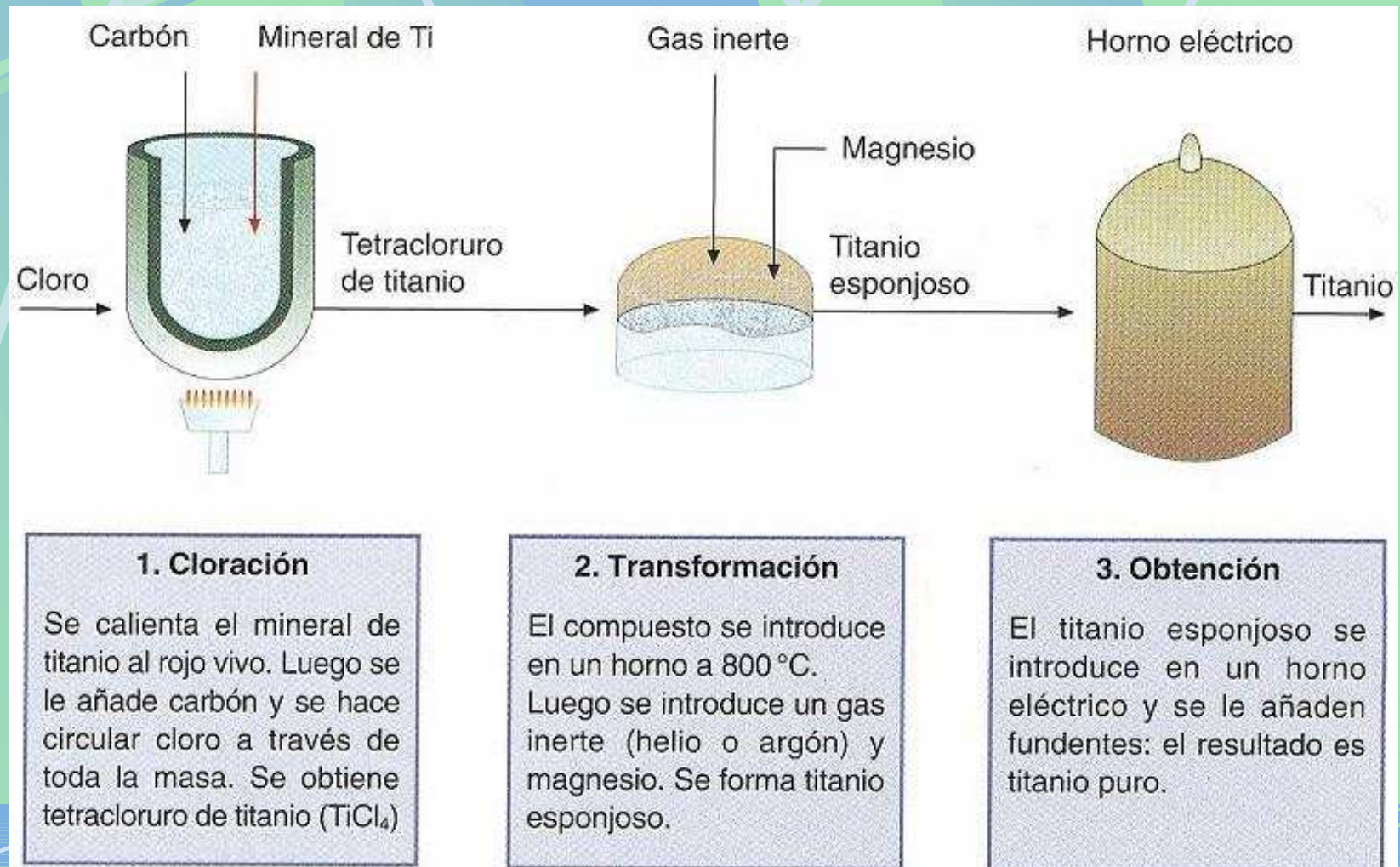


Fig. 10.18. Rutilo: dióxido de titanio cristalizado.

PROCESO DE OBTENCION DEL TITANIO

- Es un proceso complejo que encarece extraordinariamente el producto final.
- Se emplea casi exclusivamente el método Kroll, que consta de tres fases:



APLICACIONES DEL TITANIO

● Aplicaciones del titanio

- Dada su baja densidad y sus altas prestaciones mecánicas, se emplea en:
 - estructuras y elementos de máquinas en aeronáutica (aviones, cohetes, misiles, transbordadores espaciales, satélites de comunicaciones, etc.).
 - herramientas de corte (nitruro de titanio)
 - aletas para turbinas (carburo de titanio)
 - pinturas antioxidantes (en forma de óxido y pulverizado).
- Para mejorar las propiedades físicas, se le suele alea con aluminio (8 %), con cromo, vanadio o molibdeno.
- Se está utilizando en odontología como base de piezas dentales y en la unión de huesos, así como en articulaciones porque la incorporación de titanio en el hueso del cuerpo humano no provoca rechazo alguno y, pasado algún tiempo, se produce una soldadura de manera natural.
- También se emplea para recubrimiento de edificios, como es el caso del museo Guggenheim de Bilbao.

MAGNESIO

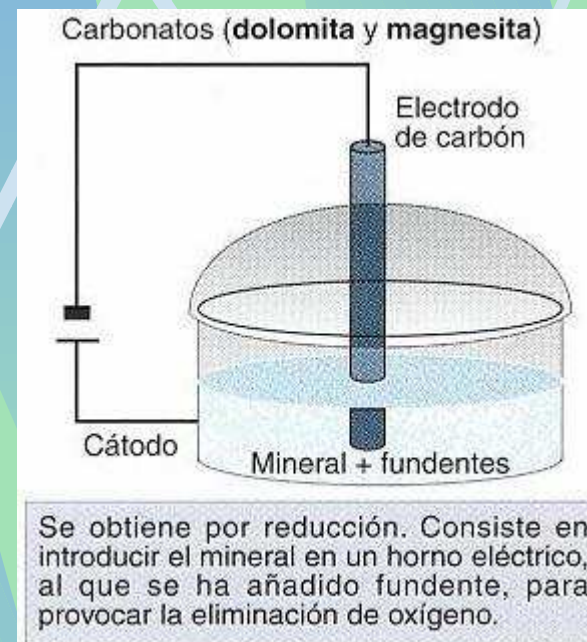
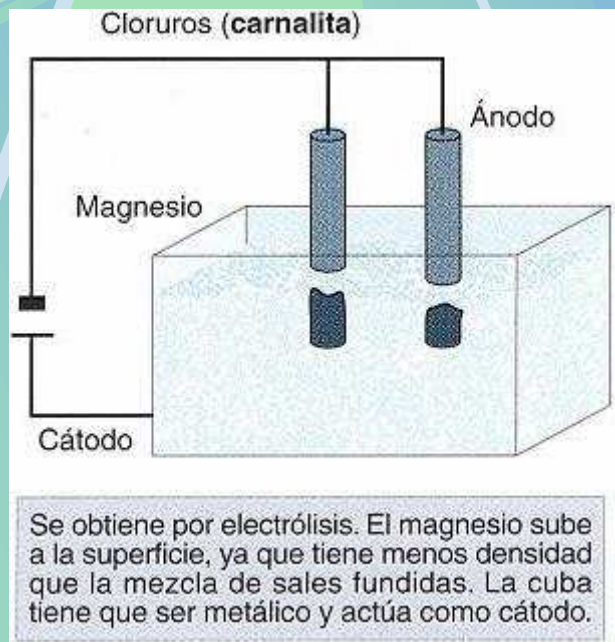
- Densidad: 1,74 kg/dm³
- Punto de fusión: 650 °C.
- Resistividad: 0,8 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Resistencia a la tracción: 18Kg/mm²
- Alargamiento: 5%
- Los minerales de magnesio más importantes son:
 - carnalita (es el más empleado y se halla en forma de cloruro de magnesio, que se obtiene del agua del mar)
 - dolomita
 - magnesita.
- Características del magnesio
 - Tiene un color blanco, parecido al de la plata.
 - Es maleable y poco dúctil.
 - Es más resistente que el aluminio.
 - En estado líquido o en polvo es muy inflamable (flash de las antiguas cámaras de fotos).



Fig. 10.22. *Carnalita (cloruro de magnesio).*

PROCESO DE OBTENCIÓN DEL MAGNESIO

- Existen dos métodos, dependiendo del mineral de magnesio:



APLICACIONES DEL MAGNESIO

- Se emplea en aeronáutica.
- Las aplicaciones más importantes son:

<i>En forma de aleación</i>	Aleaciones para forjar	Magnam = magnesio + manganeso Magzin = magnesio + cinc Magal = magnesio + aluminio
	Aleaciones para fundir	Fumagcin = magnesio + cinc Fumagal = magnesio + aluminio
<i>En estado puro</i>	Tiene pocas aplicaciones, excepto en la fabricación de productos pirotécnicos y como desoxidante en los talleres de fundición del acero.	

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- La evaluación y valoración del impacto ambiental producido por la extracción, transformación, fabricación y reciclado de productos no ferrosos constituye una técnica generalizada en todos los países industrializados y, especialmente en la Unión Europea.
 - a) Durante la extracción de los minerales. Si esta extracción se realiza a cielo abierto, el impacto todavía puede ser mayor, ya que puede afectar a determinados hábitats.
 - b) Durante la obtención de los distintos metales. Tenemos diversos tipos de impactos.

	<i>Tipo de impacto</i>	<i>Medidas correctoras</i>
<i>Emisiones</i>	• De metales pesados (óxidos metálicos y vapores metálicos volátiles), que son cancerígenos. • Gases, polvo e hidrógeno gaseoso, que es muy corrosivo (peligroso para la salud y el medio ambiente).	• Evitar que salgan de la fábrica. • Seleccionar emplazamiento. • Usar mascarillas.
<i>Aguas residuales</i>	• Aguas de lavado y decapado de metales (soluciones alcalinas y ácidas). • Fangos.	• Neutralizar mediante productos químicos. • Vertederos controlados (evitar que haya escapes y pueda contaminar aguas subterráneas).
<i>Contaminación acústica</i>	• Causada por instalaciones y aparatos.	• Aislamiento exterior. Si el nivel es superior a 80 decibelios, usar protectores auditivos.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

c) Durante el proceso de reciclado. El impacto ambiental es mucho menor, pero también importante



Fig. 10.21. *Reciclado de productos no ferrosos.*

PRESENTACIONES COMERCIALES

- Desde el punto de vista industrial, las presentaciones comerciales más usuales son:

[illegible]