



Tema 3. Los Metales

1. Los materiales metálicos. Características y Clasificación.
2. Metales Férricos. Clasificación y propiedades.
3. Metales no Férricos. Clasificación, propiedades y características. Metales Férricos Puros y Aleaciones.
4. Técnicas de trabajo con los metales en el Aula Taller de Tecnología.
 - a. Medir y marcar.
 - b. Sujetar y doblar.
 - c. Cortar.
 - d. Taladrar.
 - e. Desbastar y pulir.
 - f. Unir.
 - g. Acabar.
5. Técnicas de trabajo con los metales en la industria. Conformación y Mecanizado.
6. Obtención de los metales. Altos hornos, electrolisis y hornos de reverbero.
7. Impacto ambiental del uso de los metales.



Los materiales metálicos. Características y Clasificación.

Los materiales metálicos **proceden de minerales que se encuentran en la corteza terrestre**, normalmente en estado combinado (mezclados con otros elementos formando óxidos, arenas, silicatos, etc.) y en su forma más reducida. Los metales se obtienen de minerales, que son rocas naturales que contienen el metal que deseamos extraer junto con otros elementos químicos en distintas proporciones. Por lo tanto los metales no se encuentran en la naturaleza, tal como nosotros los conocemos, si no que es necesario procesar los minerales para obtener los metales. El **proceso de extracción del metal** de su mineral, cambia en cada caso, pudiendo hacerse bien en **minas subterráneas o en explotaciones a cielo abierto**. Cuando extraemos el mineral de la corteza, **la parte que contiene el metal útil se denomina mena**, mientras que el resto es lo que se denomina **ganga, o parte no útil** para la metalurgia.



Entrada a una mina subterránea.



Mina o explotación a cielo abierto, normalmente de hierro o metales pesados.

Se denomina **Metalurgia** al conjunto de operaciones a las que se somete al metal desde su extracción en la mina hasta su posterior distribución y uso industrial o particular, es decir, comprende la extracción, tratamiento,



manipulación, trabajo con el metal, posibles aleaciones, hasta que se pone en el mercado.

Las principales propiedades comunes a todos los metales son las siguientes:

1. Son buenos **conductores del calor**.
2. Son buenos **conductores de la electricidad**.
3. Son **tenaces**, pues aguantan los golpes sin romperse con facilidad, es decir, poseen la propiedad de la tenacidad.
4. Son **resistentes a los distintos esfuerzos**, pues soportan bien la compresión, flexión o tracción.
5. Son **dúctiles y maleables** en general, es decir, pueden transformarse en hilos finos o láminas con calor y presión debido a su gran plasticidad.
6. Son **sólidos a temperatura ambiente**, excepto el mercurio que es líquido.
7. La **temperatura de fusión** de los metales en general es **alta**, por encima de los 200 °C.
8. Algunos presentan **propiedades magnéticas**, sobre todo los que contienen hierro (Fe).
9. Son **pesados**, es decir, presentan una gran densidad en general, salvo el magnesio o aluminio que son ligeros.
10. Son **económicos**, sobre todo el acero, de ahí su gran uso.

La clasificación de los metales la podemos hacer desde dos puntos de vista:

- **Según su composición**: nos encontramos con...
 - **Metales puros**, que son aquellos que están compuestos por un solo elemento.
 - **Aleaciones**, que son mezclas homogéneas de un metal con otro metal o no metal, obtenida a partir de la fusión de ambos.
- **Según los elementos constituyentes**: nos encontramos con...
 - **Metales férricos**, que corresponden al hierro puro (Fe Dulce) y las aleaciones cuyo principal componente es el hierro (acero y fundiciones).



- **Metales no férricos**, que son los no metales puros (Cu, Sn, Zn, Pb, Ag, Au, Mg, Co, ...) y las aleaciones de éstos, pero siempre sin contener hierro.

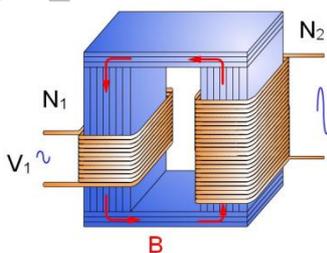
Metales Férricos. Clasificación y Propiedades.

Los **metales férricos** son el hierro y sus aleaciones (aceros y fundiciones). Además, se denomina **Siderurgia** a la metalurgia del hierro, es decir, al conjunto de operaciones a que se somete el mineral de hierro desde su extracción hasta su distribución industrial.

Los metales férricos (o ferrosos) se **clasifican en 3 grupos** según su contenido en Carbono (C), un no metal que en pequeñas proporciones consigue mejorar las cualidades del hierro. Éstos son:

1. **Hierro Dulce**, que contienen una concentración de **C<0,1%**.

<u>Propiedades</u>	<u>Aplicaciones</u>	<u>Observaciones</u>
<ul style="list-style-type: none">• Se le considera como hierro puro, con color plateado.• Se óxida con rapidez y se agrieta internamente (poca acritud)	<ul style="list-style-type: none">• Aplicaciones eléctricas y electrónicas por su alta conductividad (contactos)• Núcleos de electroimanes o transformadores.	<ul style="list-style-type: none">• Material blando al contener muy poco carbono, lo que lo hace inútil industrialmente.



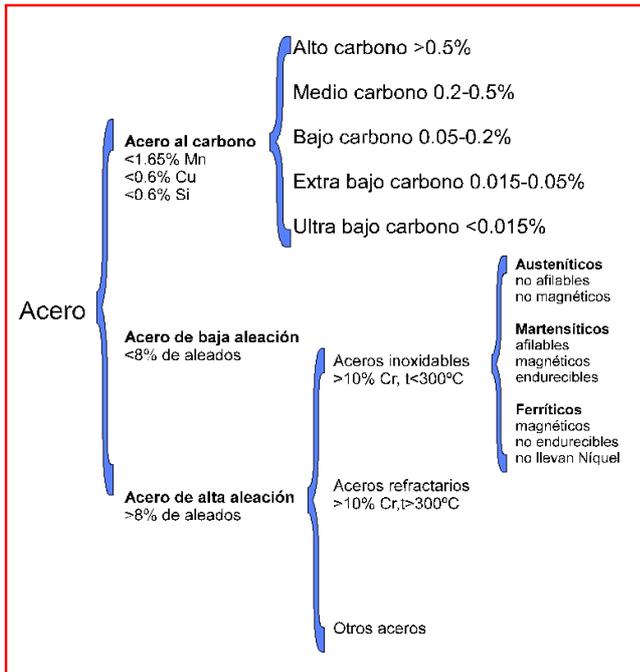
Ejemplos de aplicaciones del Hierro dulce a núcleos de transformadores.



2. **Aceros**, con una concentración de carbono de **0,1 % <C< 1,76 %**.



<u>Propiedades</u>	<u>Aplicaciones</u>	<u>Observaciones</u>
<ul style="list-style-type: none">• Se oxidan con facilidad al reaccionar con el aire.• Se pueden forjar, aumentando así la resistencia mecánica.• Tienen buena soldadura.• Son dúctiles y maleables.• Son tenaces y resistentes a la tracción.• A mayor contenido de Carbono mayor dureza presentan, y a la vez, mayor acritud.	<ul style="list-style-type: none">• Uso industrial, máquinas herramientas, construcción (estructuras metálicas de edificios), etc.• Vehículos automóviles, ferrocarriles, vías, vigas, perfiles, etc.• Chapas, alambres, estructuras metálicas, herramientas de corte, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Se pueden moldear o conformar tanto en frío como en calor, además de presión.• Los aceros con menor contenido en Carbono son más suaves, más fáciles de moldear y trabajar, aunque menos resistentes.• Añadiéndoles Vanadio sirve para fabricar herramientas de alta dureza.• Añadiendo Cromo en un 12 % el acero se convierte en inoxidable (material quirúrgico, ollas,...)



A la izquierda tenemos la clasificación de los aceros según estén o no aleados, y debajo tenemos una foto de un cigüeñal



Además, los **aceros se pueden allear**, es decir, que se les puede añadir algún otro elemento que modifique sus propiedades iniciales y de esa forma conseguir características especiales. Por ejemplo están los aceros aleados con Cromo, que se denominan *inoxidables*, los aleados con Vanadio, que tienen una *mayor resistencia*, etc.

3. Fundiciones, con un contenido en Carbono entre **1,76% <C< 5,7%**.

<u>Propiedades</u>	<u>Aplicaciones</u>	<u>Observaciones</u>
<ul style="list-style-type: none"> Tienen menor ductilidad y maleabilidad que los aceros, pues en ellas aumenta mucho la acritud. Son menos tenaces, es decir, soportan menos golpes sin romperse. 	<ul style="list-style-type: none"> Bloques y piezas de los motores de combustión. Fundición dúctil, es decir, para alcantarillas, farolas, etc. Piezas de gran dureza pero de poca resistencia. Cilindros de 	<ul style="list-style-type: none"> Pueden fabricarse piezas complicadas de dureza y resistencia similar al acero empleando moldes. En estado líquido (1000 °C) son muy fluidas, y se contraen poco al enfriarse.



<ul style="list-style-type: none"> • Son más duras que los aceros, al tener más carbono. • Funden fácilmente, sobre los 1100 °C, de ahí su nombre, mientras los aceros o el hierro dulce están sobre los 1500 °C. • No se pueden soldar, mala soldadura. 	<p>laminación de trenes de plásticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rejas, puertas, adornos de carpintería metálica, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Añadiendo magnesio a la aleación se denominan fundiciones maleables.
---	---	--

Fundición	Tipos	Características
Ordinaria Solamente lleva hierro y carbono (sin elementos de aleación)	1. Fundición blanca	Es muy dura y frágil. Solamente se emplea como materia prima para fabricar aleaciones maleables.
	2. Fundición gris	Su color es gris, porque el carbono está en forma de grafito. Se usa en fundiciones maleables de grafito esferoidal.
	3. Fundición atruchada	Tiene unas propiedades intermedias entre la fundición blanca y la gris.
Aleada	Además de hierro y carbono (en las proporciones adecuadas), lleva otros elementos químicos que mejoran sus propiedades.	
Especial Emplea como materia prima las fundiciones ordinarias. Luego se somete a un tratamiento térmico	Maleable de corazón blanco	Se moldea la pieza en fundición blanca. Se recubre la pieza de mineral de hierro y se introduce en un horno a unos 1000 °C, durante unos 10 días. Se va enfriando lentamente el horno durante unos 5 días, hasta temperatura ambiente.
	Maleable de corazón negro	Se moldea la pieza en fundición blanca. Se recubre la pieza de arena y se introduce en un horno a unos 900 °C durante 6 días, aproximadamente. Se va enfriando lentamente el horno durante unos 5 días, hasta temperatura ambiente.
	Maleable perlítica	Se moldea la pieza en fundición blanca. Se recubre de arena y se mete en un horno a una temperatura de 900 °C durante 5 días. Luego se enfría lentamente durante unos 2 días, hasta temperatura ambiente.
	Maleable de grafito esferoidal o modular	A la fundición gris se le añade cerio y magnesio. Luego se echa en un molde y se deja enfriar a temperatura ambiente.

A la izquierda está la clasificación de las fundiciones, según el material que le añadamos, mientras que abajo hay un ejemplo gráfico de piezas obtenidas por fundición.



La **fundiciones**, al igual que los aceros, **se pueden aliar** añadiéndoles otros elementos que mejoran sus propiedades iniciales, como el Magnesio, que las convierte en maleables, o el Cobalto, que les da resistencia.



Metales no Férricos. Clasificación, propiedades y características. Metales Férricos Puros y Aleaciones.

Aunque los metales ferrosos son los más utilizados, el resto de los metales (los no ferrosos) son cada día más imprescindibles. Los metales no férricos son aquellos que no contienen hierro en su composición o aleación.

Se pueden clasificar en **tres** grupos:

- Metales no ferrosos **pesados**: Son aquellos cuya densidad es igual o mayor a 5 gr/cm³. Se encuentran en este grupo el cobre, el estaño, el plomo, el cinc, el níquel, el cromo y el cobalto.
- Metales no ferrosos **ligeros**: Tienen una densidad comprendida entre 2 y 5 gr/cm³. Los más utilizados son el aluminio y el titanio.
- Metales no ferrosos **ultraligeros**: Su densidad es menor a 5 gr/cm³. Se encuentran en este grupo el berilio y el magnesio, aunque el primero de ellos raramente se encuentra en estado puro, sino como elemento de aleación.

Todos estos metales no ferrosos, es estado puro, **son blandos y poseen una resistencia mecánica bastante reducida**. Para mejorar sus propiedades, los metales puros suelen alearse con otros.

Además, los metales no férricos pueden clasificarse en dos grupos, los **puros** (no se encuentran mezclados con otros elementos) y las **aleaciones**, que son mezclas homogéneas de al menos dos metales no férricos.

- ✓ **Metales no férricos puros.**

El Cobre (Cu).

El cobre puro es un metal de color rojizo, cuyo símbolo es **Cu**. Su densidad es de 8,96 kg/dm³ y su temperatura de fusión es de 1.083 °C. En estado puro es muy **dúctil y maleable**, además de **conducir muy bien el calor y la electricidad**. Es **resistente a la corrosión**, al recubrirse una capa de óxido cuando está en contacto con el ambiente, llamada *cardenillo*, que le autoprotege. No es un



metal muy apropiado para ser moldeado por su **tendencia a absorber gases** ni tampoco para ser forjado en **caliente ya que se vuelve quebradizo**.

Los **minerales** más importantes de cobre son:

Calcopirita (CuFeS_2), habiendo en España yacimientos en Riotinto; **calcosina**, que es de los minerales más puros del cobre; **azurita**; **malaquita**, o cobre verde y en **estado nativo**, que se encuentra en E. E. U. U.

El proceso para la obtención del cobre depende del tipo de mineral. Solo veremos el tratamiento de la calcopirita, que consiste en un molido y posterior enriquecimiento por flotación, que una vez secado, se introduce en un horno de reverbero. El material así obtenido contiene muchas impurezas por lo que se afina por electrólisis.

Las principales **aplicaciones** del cobre puro son las que utilizan sus buenas propiedades de conducción eléctrica, por lo que se usa para la **fabricación de cables**, contactos de aparatos de control eléctrico, etc. Por su buena conductividad térmica, se utiliza para elementos de calderas y radiadores, aparatos de cocina, intercambiadores de calor, etc., y por su resistencia a la corrosión se utiliza en la fabricación de tuberías y canalizaciones. No obstante lo anterior, la mayor parte de la producción de cobre se destina a la **elaboración de aleaciones**, en las que se obtienen buenas características mecánicas, facilidad para la forja y moldeo y aumentar la **resistencia a la corrosión**.

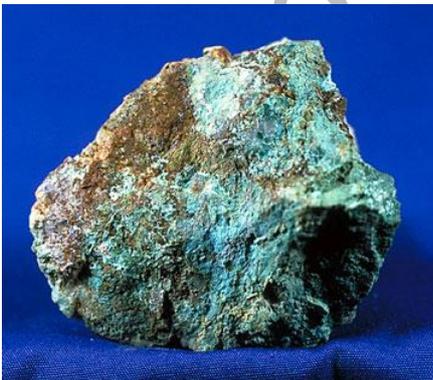


Foto del mineral de Cobre, calcopirita, y a la derecha aplicaciones del cobre, tuberías, ornamentación, etc.





El Estaño (Sn).

El estaño es un metal de color blanco plateado. Presenta menor dureza que el cinc, y mayor que el plomo. A la temperatura de 100 °C es **muy dúctil y maleable**, pudiendo obtenerse hojas de papel de estaño de algunas décimas de milímetro de espesor. En caliente se vuelve muy quebradizo y puede pulverizarse. **Es atacado por los ácidos fuertes.**

El estaño es un elemento bastante escaso en la corteza terrestre, pues su abundancia es sólo del 0,001 %, aunque se presenta concentrado en forma de minerales, el más importante de los cuales es la **casiterita** o piedra de estaño (SnO₂). El estaño puede obtenerse por dos métodos:

- Por reducción pirometalúrgica de la **casiterita**. La casiterita, previamente tratada para separarla de las impurezas que normalmente la acompañan, se conduce a un horno de reverbero donde, a una temperatura de alrededor de 1200-1300°C, se reduce mediante carbón de coque a estaño bruto: Posteriormente se refina para separarlo de sus impurezas (principalmente, hierro y cobre), obteniéndose finalmente el metal con una pureza del 9,8%.
- Por recuperación electrolítica de la **hojalata**. La hojalata es acero recubierto de una capa de estaño. El más económico consiste en introducir la hojalata en una disolución de hidróxido de sodio, que disuelve el estaño, obteniéndose posteriormente el metal por electrólisis de dicha disolución.

Aplicaciones del estaño

En estado puro se emplea **para recubrir el acero**, formando **hojalata**, así como para la obtención de un gran número de aleaciones:

Bronce. Aleación de cobre y estaño.

Metal de soldar (para soldaduras blandas). Aleación de estaño y plomo.

Metal de imprenta. Aleaciones de estaño, plomo y antimonio.

Aleaciones **antifricción**. Para cojinetes, contienen cobre, estaño y plomo.



Se utiliza en **fusibles eléctricos** y además aleados con titanio para naves aeroespaciales.



Mineral del Estaño, Casiterita, y a la derecha bobinas de estaño, para soldar fontanería y electrónica.



El Cinc (Zn)

Es un metal de color blanco azulado y brillo intenso, de símbolo Zn y con el número atómico 30. Su densidad es 7,13 kg/dm³ y su punto de fusión es de 420 °C. A temperatura ambiente es blando y quebradizo, pero a partir de 100 °C es **muy maleable**. En presencia de la humedad ambiente se recubre de una capa de óxido que le protege.

El mineral más importante es la **blenda** (ZnS), que contiene entre un 40 y un 50% de cinc. La **metalurgia** del cinc consiste en un molido y concentrado, para después tratar con ácido sulfúrico las menas y eliminar impurezas como el hierro y el cadmio. Una vez depurada la solución, pasa a una cuba electrolítica con ánodo de plomo y cátodo formado por una delgada chapa de aluminio, a la que se adhiere. El cinc depositado sobre el aluminio se separa de éste y se afina en horno eléctrico o de reverbero.

Por sus buenas cualidades ante los agentes atmosféricos, **se emplea** para la fabricación de canalones, tubos, chapas para cubiertas de tejados y como elemento protector de piezas de hierro y acero.

Además, el Cinc se usa en un proceso denominado **galvanizado**, que no es más que el recubrimiento de chapas de acero por una capa fina de cinc que lo protege de las inclemencias atmosféricas y además lo convierte en inoxidable.



Mineral de Cinc, Blenda, y a la derecha un contenedor construido con chapa de acero galvanizada al cinc.



El Aluminio (Al).

El aluminio puro es un metal de color blanco ligeramente azulado, cuyo símbolo es Al. Es un metal **muy ligero** cuya densidad $2,7 \text{ kg/dm}^3$ es tres veces menor que la del hierro y su punto de fusión ($670 \text{ }^\circ\text{C}$) es relativamente bajo, lo que **economiza** en gran medida sus aplicaciones para moldeado.

Es un metal muy abundante en la naturaleza y se encuentra en ella en forma de rocas sedimentarias llamada **bauxita** ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) de la que se extrae el metal puro a través de una metalurgia compleja. Los mayores yacimientos de bauxita se encuentran en Australia, Guinea, Jamaica y la antigua URSS.

La producción de aluminio siguió una carrera ascendente desde finales de la 2ª Guerra Mundial hasta principios de la década de los setenta, produciéndose un estancamiento hasta mediados de los años ochenta. La incorporación del aluminio al sector de la **construcción en carpintería de exteriores** y la **fabricación de envases para productos alimenticios** ha supuesto de nuevo un incremento en el empleo de este metal.

El aluminio se obtiene por medio de una **metalurgia** dividida en dos fases:

1ª fase: en primer lugar se efectúa una tostación de la bauxita y un molido, consiguiéndose un polvo fino que pasa a un autoclave (a $150 \text{ }^\circ\text{C}$ y 6 atmósferas de presión), descomponiéndose la bauxita en aluminato sódico y óxidos de las impurezas. Los aluminatos se decantan en el fondo de depósitos clarificadores al ser más densos, para posteriormente pasar a hornos rotativos ($1.200 \text{ }^\circ\text{C}$), donde



se obtiene un producto intermedio llamado **alúmina** (Al₂O₃). Para la obtención de 1.000 kg de alúmina se precisan entre 2.000 a 2.500 kg de bauxita.

2ª fase: la alúmina obtenida se disuelve con criolita fundida (3NaF-AlF₃) y se introduce en un horno de electrólisis, cuya cuba está recubierta de carbón y actúa como polo negativo (cátodo), mientras que el polo positivo (ánodo) está formado por electrodos, también de carbón. El aluminio fundido se deposita en el fondo, quedando recubierto por una capa de electrolito y alúmina que le protege de la oxidación. Continuando el ejemplo anterior, de 1.000 kg de alúmina se obtienen unos 500 kg de aluminio.

La colada es una operación delicada por la tendencia del aluminio a la oxidación. Para evitar este inconveniente, en la actualidad se extrae el aluminio con un sistema de pipeta por la parte superior del horno. Aun así, el producto obtenido contiene muchas impurezas y normalmente **se afina, también por electrólisis.**

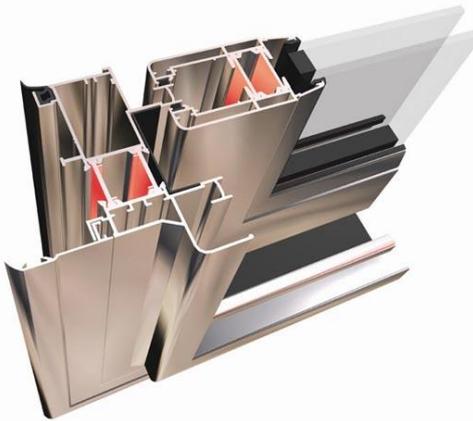
Los principales **usos** a los que se destina el aluminio son:

Por su baja densidad, en la construcción de estructuras en **la industria aeronáutica y del automóvil.** Por su buena conductividad eléctrica, en la **fabricación de cables.**

Por su **resistencia a la corrosión**, en la fabricación de pinturas, carpintería de exteriores y tuberías. Por su conductividad térmica, en la **fabricación de radiadores y aparatos de cocina.**

Por su capacidad para ser moldeado, en la fabricación de émbolos, culatas, carburadores. Por su capacidad **para ser forjado y embutido**, en la fabricación de piezas antifricción, envases de refrescos, compact-disc, etc.

En ocasiones, el aluminio se emplea aleado con otros metales para mejorar sus características. En general se emplea poca cantidad de aleantes (no se sobrepasa el 7%), dando grandes resultados: el silicio mejora las propiedades mecánicas, el cobre facilita la colabilidad y desgasificación y el magnesio aumenta las posibilidades de los trabajos de forja.



Ejemplos de mineral de Aluminio, Bauxita y aplicaciones del mismo, como carpintería metálica.



El Magnesio (Mg).

Es un metal más ligero que el aluminio, cuya densidad es de 1,7 kg/dm³, de color blanco y brillo plateado. Tiene **buenas características mecánicas**, pero **es mal conductor del calor y la electricidad**. Su temperatura de fusión es muy similar a la del aluminio (650 °C), lo que le hace ser apto para moldeo y forja.

Los minerales más importantes de los que se extrae el magnesio son la **carnalita**, **magnesita** y **dolomita**, además de las salinas marinas o terrestres.

El magnesio se obtiene mediante la siguiente metalurgia:

- Obtención del cloruro de magnesio: de los minerales y sales se obtiene un cloruro de magnesio que posteriormente se tratará por electrólisis. Este cloruro se produce por dos métodos diferentes:
 - Cloruración: por medio de la tostación de la dolomita o de las aguas concentradas de las salinas marinas se obtiene un óxido de magnesio que hay que dorar. Esta cloración se efectúa en hornos a temperaturas de 800 °C, inyectando directamente cloro, obteniéndose el Cl₂Mg. Este procedimiento es el que se está empleando en la actualidad.
 - Electrólisis de los cloruros: los cloruros obtenidos en los procesos anteriores se extraen directamente y se introducen en una cuba de electrólisis, empleando éstos como electrólito y siendo el ánodo de



grafito y el cátodo de hierro. El magnesio formado en el cátodo flota por su baja densidad, mientras que en el ánodo se forma el cloro, que se extrae por medio de unas campanas.

El magnesio puro es muy maleable, aunque **carece de ductilidad**. Tiene poca aplicación en la industria, casi en exclusiva para la fabricación de chapas, tubos, etc., pero es el metal base para la **elaboración de aleaciones ligeras**. El magnesio fundido reacciona muy violentamente con el agua o la humedad de las arenas en los procesos de moldeo, evitándose este fenómeno con la adición de pequeñas cantidades de azufre. Una de las aplicaciones del magnesio puro es para la **fabricación de pólvora para fuegos artificiales**, dando una luz blanca muy intensa en su combustión, y antiguamente en la fabricación de flashes para fotografía.

Dado el descenso en el precio de fabricación, el magnesio ha tenido un gran auge en los últimos años para la **fabricación de aleaciones ligeras y ultraligeras en la industria del automóvil y aeronáutica**.



Ejemplos de magnesio, a la izquierda su mineral, la Dolomita y a la derecha una llanta de aleación ligera.

El Titanio (Ti)

Es un metal de color blanco y un brillo plateado intermedio entre el aluminio y el magnesio. Aún siendo un **materias ligero**, es más pesado que los anteriores $4,5 \text{ kg/dm}^3$, pero los aventaja en lo referente a su **resistencia a la corrosión y buenas**



características mecánicas. Su temperatura de fusión es muy alta, del orden de los 1.800 °C.

Los minerales más importantes son el **rutilo** (TiO₂), que se extrae en Camerún, Australia y Estados Unidos. A veces se encuentra dentro de los cristales de cuarzo en forma de agujas, dando la variedad *cabellos de Venus*. **La ilmenita** (compuesto de hierro y titanio) que se encuentra en rocas eruptivas, de Noruega, India y la antigua URSS.

El titanio **se suele obtener** por medio de la eliminación del oxígeno (reducción) del rutilo por medio del proceso Kroll, que consiste en una primera cloración del rutilo en horno de arco eléctrico, obteniéndose un gas que posteriormente, en una cuba cerrada en atmósfera de helio, se precipita en forma de esponja. El titanio así obtenido se vuelve a fundir en horno eléctrico para su afino.

Las principales **aplicaciones** del titanio son la **industria naval**, por su **resistencia a la corrosión de las aguas marinas**. Por la gran resistencia que mantiene a altas temperaturas, se emplea en la **fabricación de estructuras de aeronáutica y astronáutica, e incluso para la fabricación de proyectiles de artillería**. Las aleaciones de titanio con carbono adquieren **extraordinaria dureza**, y se las emplea para la confección de abrasivos y **aleaciones duras para herramientas de corte**.

Recientemente se está empleando el titanio en la **fabricación de prótesis en traumatología**, dado el escaso rechazo que produce y la fuerte unión que efectúan los huesos sobre este material en forma esponjosa. En 1997 se ha inaugurado en Bilbao el museo de arte moderno Guggenheim, diseñado por el arquitecto Frank Gehry, cuyo revestimiento exterior está confeccionado con placas de titanio que ofrecen al edificio un aspecto futurista.



Titanite Photo from MII, courtesy of the Smithsonian Institution

Fotografía del rutilo, mineral de Titanio, y a la derecha ejemplo de aplicación del mismo, la fachada del Guggenheim



El Berilio (Be).

Es un metal gris, con una densidad similar a la del magnesio $1,85 \text{ kg/dm}^3$, que se extrae del mineral llamado **berilo**, cuyos yacimientos más importantes están en Madagascar y Brasil. Existen variedades de berilo que cristalizan en forma hexagonal de elevada dureza (8 en la escala de Mohs) y que están consideradas como piedras preciosas, de las que sobresalen las de color verde llamadas esmeraldas. El polvo de berilo **produce intoxicaciones pulmonares y cutáneas muy peligrosas**, que afecta a los trabajadores de las minas, por lo que se la considera como enfermedad profesional. Su punto de fusión es elevado, del orden de $1.200 \text{ }^\circ\text{C}$.

El berilio **se obtiene** por electrólisis de un baño fundido de sales sódicas y cloruro de berilio en un crisol de cromo-níquel como cátodo, mientras que en el ánodo de grafito se desprende el cloro, de forma similar a la electrólisis de los cloruros de magnesio.

Sus propiedades mecánicas están en proporción directa a su pureza y es uno de los metales puros de mayor dureza, después del wolframio. Al ser un metal raro, su uso es muy limitado, reduciéndose a las **pantallas de rayos X y como emisor de neutrones en las centrales nucleares.**



Las **aleaciones** de cobre con berilio, con un tratamiento de cementación, presentan una **extraordinaria dureza** (1.500 HV), siendo de los materiales más duros conocidos en metalurgia.

El Plomo (Pb).

Es un metal de color grisáceo, de símbolo Pb, y situado con el número atómico 82 de la tabla periódica. Es uno de los **metales más pesados** que se emplea en la industria, con una densidad de 11,34 kg/dm³ y un punto de fusión 327 °C. En estado puro, es un metal **blando, maleable, pero poco tenaz**, y tiene aceptables propiedades de **conductividad, tanto térmica como eléctrica**.

El **mineral** del que se extrae el plomo es la **galena**, que es un sulfuro (PbS) que normalmente contiene plata como impureza, y hay yacimientos en Chile, México y Bolivia. En España existe galena en Linares, Gádor y las sierras de Cartagena.

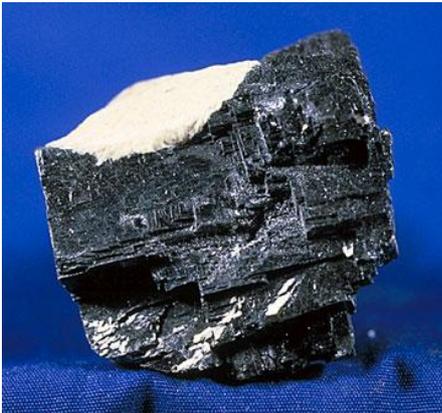
La **metalurgia** del plomo consiste en un molido, concentración y enriquecimiento por flotación para posteriormente proceder a una tostación en atmósfera oxidante. La mezcla se reduce para eliminar el azufre, y como el material obtenido contiene muchas impurezas, se procede finalmente a un afino por fusión en hornos de cuba. El metal obtenido de esta fusión, llamado plomo «de obra», requiere de un segundo afino por medio de la adición de determinados componentes hasta llegar al denominado plomo «dulce», de una pureza superior al 99%.

Las **aplicaciones** más importantes del plomo son:

Por su **resistencia al ácido sulfúrico**, se utiliza en los tanques y recubrimientos de tuberías de estas factorías y en la **fabricación de baterías eléctricas**.

Por su gran poder de absorción de radiaciones, se utiliza como elemento protector en **instalaciones de rayos X y centrales nucleares**.

Por su maleabilidad, se utiliza para fabricar **tuberías de conducción de agua potable**, pero no de agua destilada, con la que forma compuestos muy tóxicos.



A la izquierda,
la Galena, y a
la derecha
una
aplicación del
plomo, los
pesos para
pesca.



El Níquel (Ni).

Es un metal de color blanco brillante que, una vez pulimentado, adquiere aspecto decorativo. Su densidad es $8,9\text{g/cm}^3$, siendo sus puntos de fusión y de ebullición $1453\text{ }^\circ\text{C}$ y $1730\text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente.



Es **duro y tenaz, maleable y dúctil**, por lo que puede forjarse, laminarse o estirarse en frío y en caliente. Posee una **resistencia mecánica elevada** y es, también, muy **resistente al desgaste y a los reactivos químicos**.

Su elevado punto de fusión, su gran resistencia a la corrosión y sus buenas propiedades mecánicas a temperatura elevada justifican su empleo en **aleaciones para motores de aviación y turbinas de gas**.

El níquel, por lo general, se encuentra en la naturaleza en forma de **sulfuros y arseniuros**, y partir de los cuales, por tostación y posterior reducción con carbón del óxido formado, se obtiene el metal, acompañado de hierro, cobalto y cobre. Esta mezcla se somete luego a un proceso bastante complejo de separación y purificación.

El níquel puro **se emplea** en la fabricación de **instrumentos utilizados en cirugía** y en la industria química, como catalizador de muchos procesos industriales, como **recubrimiento electrolítico (niquelado) para proteger otros metales**, etc. También se emplea en la **fabricación de aceros inoxidables**, de bronce al níquel, entre los que se encuentran las alpacas, etc.



Ejemplo de aplicación de Níquel, las monedas, y su mineral del que se obtiene.



El Cobalto (Co).

Es un metal de color blanco plateado, de símbolo Co, con una densidad de 8,8 kg/dm³ y un punto de fusión de 1.490 °C. En estado puro es un **metal tenaz y de elevada dureza y es magnetizable**, aunque pierde esta propiedad a altas temperaturas.



El mineral más importante es la **asbolita**, que es un óxido de magnesio y cobalto, cuyos yacimientos más importantes se encuentran en el Congo-Kinshasa. El cobalto se extrae de la asbolita por medio de una reducción compleja en la que se eliminan las impurezas de magnesio, hierro, etc., para seguir con una segunda reducción en presencia de atmósfera de carbono.

El cobalto puro tiene pocas aplicaciones industriales. **Se emplea** como recubrimiento de **instrumentos de cirugía** por su buen comportamiento a los agentes atmosféricos y al agua, aun a elevadas temperaturas. Las aplicaciones más significativas de este metal son las aleaciones con las que se fabrican las **herramientas de acero al corte rápido**, **aleaciones magnéticas ligeras** a base de aluminio, aleaciones refractarias con cromo para álabes de turbinas y cámaras de combustión y para la construcción de **herramientas de corte de metal duro como la vidia (brocas de pared)**.



Mineral de Cobalto.

El Wolframio (W).

Es un metal de color blanco plateado, muy denso $19,5 \text{ Kg/dm}^3$, el más resistente en estado puro y el de punto de fusión más elevado ($3410 \text{ }^\circ\text{C}$). Cuando se encuentra puro, es **muy dúctil y maleable**, mientras que en **estado impuro es duro, frágil y presenta un color gris acero**.

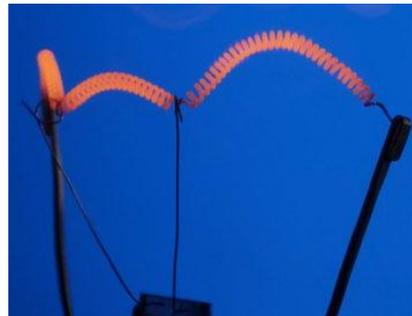
Se emplea como filamento en las **lámparas de incandescencia**, aunque su aplicación más común consiste en la **fabricación de aceros de corte rápido y en la obtención de metales duros** (widia, estelitas) integrados por carburos de wolframio (dureza 9,7. escala



de Mohs). También se usa en la **fabricación de bujías, contactos eléctricos, herramientas de corte y placas de tubos de rayos X.**



Ejemplos de Wolframio, como una lámpara de incandescencia.



El Cromo (Cr).

Es un metal de color blanco ligeramente azulado, de símbolo Cr y situado en la tabla periódica con el número 24, con una densidad de 7,1 kg/dm³ y un punto de fusión de 1.600 °C. Es un **metal duro, resistente a la corrosión y frágil**. Sus principales aplicaciones son como elemento aleante para la **elaboración de aceros inoxidables y metales duros** como la vidia. Una aplicación muy importante es la **protección de piezas de hierro o latón por medio de depósito electrolítico del cromo** sobre la superficie de los elementos a proteger (**cromado**).

Dentro del grupo de los metales ligeros, los de mayor aplicación en la industria son el aluminio, magnesio, titanio y berilio. De estos metales, las propiedades que sobresalen respecto a sus competidores es su buena relación entre la resistencia y la densidad del metal, lo que les hace muy apropiados para su utilización en la **industria automovilística, aeronáutica y astronáutica**. Por sus buenas características de conducción térmica y eléctrica algunos de estos metales se emplean para la **fabricación de cables y elementos de calderas** o utensilios de cocina.



Mineral de Cromo y a la derecha vemos una aplicación de cromado (protección inoxidable del acero), grifería y saneamientos.



✓ **Metales no férricos no puros o Aleaciones.**

Las aleaciones no son más que mezclas homogéneas de dos o más metales, no férricos ellos, que mejoran las propiedades de cada uno de los componentes por separado.

Nos encontramos las siguientes aleaciones:

Aleaciones	Propiedades	Aplicaciones
Latón (Cobre y Zinc) 2 – 40 % Zn	<ul style="list-style-type: none">• De color amarillo, muy dúctil y maleable.• Latón 1º Título (Zn < 33%). Uso para balas, radiadores.• Latón 2º Título (Zn > 33%). Uso en tornillería.• Latones Especiales (Zn < 2%). Resistente a la corrosión marina	Uso en radiadores, cerraduras, bisagras, tuberías marinas, accesorios de fontanería, casquillos de balas. Tienen el doble de resistencia a la tracción que el cobre o el zinc por separado.
Bronce (Cobre y Estaño). 6 – 18 % Estaño	<ul style="list-style-type: none">• De color amarillo oscuro.• Mejor resistencia a la	Engranajes, cojinetes, aros de pistones (segmentos) para el bronce cañón.



	<p>tracción que los latones.</p> <ul style="list-style-type: none">• Resistentes a la corrosión.• Bronce Alfa (< 6% Sn)• Bronce Cañón (6 % < Sn < 12%).• Bronce Campana (> 12% Sn)	<p>Chapas, láminas y monedas, además de estatuas y monumentos, para el bronce alfa.</p> <p>Campanas y elementos sonoros para el bronce campana, por sus características sonoras.</p> <p>Bronce de aluminio, para fabricar válvulas, ejes, etc.</p>
Constatan, aleación cobre y níquel (al 45%)	Mantiene las propiedades eléctricas aún cuando aumenta la temperatura.	Resistencias eléctricas de circuitos electrónicos.
Hojalata, aleación acero y estaño.	Proporciona resistencia a la corrosión. Protege de oxidaciones	Chapas, envases alimenticios, envoltorios industriales, etc.
Titanio y Aluminio (94 % - 6%)	Disminuye el coste económico de la aleación de Titanio	Componentes de aeronáutica. Componentes de las turbinas de motores de rotación, aviones, etc.
Magnesio y Aluminio (91% - 9%)	Mayor resistencia a la tracción y mejora mecánica que usando sólo magnesio. Bajo peso	Llantas de automóviles. Motores y cubiertas de automóvil. Piezas de aeronáutica.
Aluminio, cobre y Magnesio (94 % - 4 % - 2%)	Mejora la resistencia mecánica que usando sólo aluminio	Estructuras de aviación. Llantas de aleación ligera. Piezas que soportan grandes esfuerzos con poco peso.

Técnicas de trabajo con los metales en el Aula Taller de Tecnología.



✓ **Medir y marcar.**

Operación mediante la cual medimos y marcamos sobre la pieza metálica la parte que vamos a cortar. Siempre que se realice correctamente tendremos un resultado satisfactorio.

Podemos usar varias herramientas:

1. La regla metálica de acero, para medir la dimensión.
2. La punta de trazar, que marca sobre la chapa de acero.
3. La bigotera, que es un compás válido para marcar en metal, y que sirve para trazar círculos.
4. Una tiza o lápiz blando que deje su marca en la chapa.

✓ **Sujetar y doblar.**

Operación que consiste en mantener firme el metal a la hora de cortarlo o doblarlo, es decir, darle curva.

Para ello se emplean las siguientes herramientas:

1. El gato o sargento, que fija la pieza a la mesa de trabajo.
2. El tornillo de banco, que agarra la pieza con sus bocas.
3. El mazo de goma, que sirve para curvar las piezas dándole golpes suaves.
4. Los alicates, que sirven para curvar alambres y tubos finos.

✓ **Cortar.**

Operación que aplica un esfuerzo de cortadura y que separa las chapas o alambres en dos piezas.

Se realiza con las siguientes herramientas:

1. Las tijeras de metal.
2. La sierra de arco o sierra de metales.
3. Los alicates para alambres finos.
4. Cortafríos, para alambres más gruesos.



✓ **Taladrar.**

Operación que consiste en perforar o practicar un orificio pasante o ciego en el metal.

Se realiza con las siguientes herramientas:

1. Taladradora de columna o portátil, ambas sirven.
2. Sacabocados, que es un punzón que hace perforaciones en chapas.

✓ **Desbastar y pulir.**

Operación que consiste en quitar las rebabas y filos indeseables que quedan en la superficie de la pieza metálica tras cortarla o serrarla.

Se realiza con las siguientes herramientas:

1. Limas, que según su picado quitan más o menos rebabas.
2. Cepillo de alambres, que limpian las piezas.
3. Estropajo metálico, que pulen las superficies desgastadas u oxidadas.

✓ **Unir.**

Operación que consiste en unir dos o más piezas metálicas de forma permanente o temporal.

Se realiza con las herramientas siguientes:

1. Soldadura, que usa un material de aportación y es una unión permanente entre piezas.
2. Unión roscada, que permite unir con tornillos y tuercas las piezas de forma temporal, pudiendo montarse o desmontarse.
3. Remaches, uniones semipermanentes, que sirven para unir piezas.

✓ **Acabar.**

Operación que deja la pieza metálica con su acabado final, tanto estético como protector. Para ello se usan pinturas que la protegen, como al aceite, con minio protector, que evitan que sufran corrosión u oxidación, y además se intenta que no le queden restos ni bordes afilados a la pieza.



Existen otros acabados, como son recubrimientos aleados, caso de la hojalata, con Estaño, o del galvanizado, con el Cinc, que además lo protegen y hacen al envase apto para uso alimenticio, (latas de conserva), así como el empleo de materiales antioxidantes, caso del aluminio.

Técnicas de trabajo con los metales en la industria. Conformación y Mecanizado.

Para este apartado nos vamos a remitir a un documento anexo que sirve de resumen a modo muy ilustrativo por sus fotografías y esquemas para la aplicación de los metales en la industria.

[Anexo Técnicas de Trabajo con los metales industrialmente.](#)

Obtención de los metales. Altos hornos, electrolisis y hornos de reverbero.

El dispositivo habitual para obtener hierro a partir de sus minerales es el denominado **horno alto**. Se trata de una instalación compleja cuyo principal objetivo es la obtención de **arrabio**, es decir, hierro con un *contenido en carbono* que oscila entre el 2,6 % Y el 6,7 % Y que contiene otras cantidades de *silicio, manganeso, azufre y fósforo* que oscilan en torno al 0,05 %.

El cuerpo central de la instalación denominada horno alto está formado por dos *truncos de cono* colocados uno sobre otro y unidos por su base más ancha. Su *altura* oscila entre los **30** y los **80** m y su *diámetro máximo* está comprendido entre los 10 y los 14 m.

La pared interior está construida de *ladrillo refractario* y la exterior es de *acero*. Entre ambas pasan los **canales de refrigeración**.

La parte superior del horno alto se denomina **tragante**. Se compone de dos **tolvas** en forma de campana, provistas de un dispositivo de apertura y cierre que evita que se escapen los gases en el momento de la carga del *material*.



Producción del carbón de cok

En el proceso siderúrgico, el carbón de cok actúa como: combustible y reductor de los óxidos de hierro.

Se obtiene a partir de carbones de hulla con un bajo contenido en azufre (menor del 1 %) y cenizas (por debajo del 8%); son las llamadas hullas grasas y semigrasas, que poseen un contenido en materias volátiles de entre el 22 y el 30%.



El carbón de cok siderúrgico se obtiene industrialmente eliminando la materia volátil del carbón de hulla y aglutinándolo posteriormente. Para ello, se introduce la pasta de carbón (mezcla de diferentes tipos de hullas trituradas finamente) en las llamadas baterías de hornos de cok. En estos hornos se somete la pasta de carbón a un proceso de coquizado, consistente en calentar el carbón por encima de 1000 °C, en ausencia de aire y durante 16 horas aproximadamente. El calentamiento se realiza en hornos cerrados, que reciben el calor a través de las paredes laterales. Como consecuencia de este proceso, la materia volátil de la hulla se desprende y los granos de hulla se aglutinan.



Cuando termina el proceso se extrae el carbón de cok siderúrgico de las baterías y se rocía con agua para evitar su combustión, ya que arde espontáneamente al entrar en contacto con el oxígeno del aire.

El cok siderúrgico es un material duro y poroso, con un contenido en carbono superior al 90%.

La materia volátil que se desprende en el proceso de coquizado, una vez depurada, se utiliza como combustible en los mismos hornos de cok -para continuar el proceso- o en otras instalaciones.

Los hornos de cok se llenan de pasta de carbón por su parte superior. Una vez finalizado el proceso de coquizado, para proceder al vaciado del cok, se abren las dos compuertas laterales del horno y, mediante una máquina deshornadora, se empuja hacia fuera; luego, se transporta por medio de una vagoneta hasta la torre de apagado, con el fin de evitar su combustión espontánea.

Los materiales se introducen en el interior del alto horno en capas alternadas





Una capa formada por una mezcla de **minerales de hierro**. Antes de introducirlo, el mineral es sometido a una serie de tratamientos de *lavado* (para eliminar la mayor cantidad posible de impurezas, como tierra, rocas, cal y sílice) y *desmenuzado* (para facilitar los procesos de transformación que van a tener lugar).

El mineral extraído de una mina de hierro puede ser de carga directa a los altos hornos o puede requerir de un proceso de *peletización* para ser utilizado en la producción.

Es importante destacar que si el mineral posee bajo contenido de impurezas (principalmente fósforo y azufre), puede ser utilizado para carga directa, requiriendo sólo tratamientos de molienda y concentración.

Si, por el contrario, el contenido de impurezas es relativamente alto, se realiza también la molienda y concentración, pero requiere además de un proceso químico de peletización, donde se reducen significativamente dichas impurezas.

Una capa de **carbón de cok**.

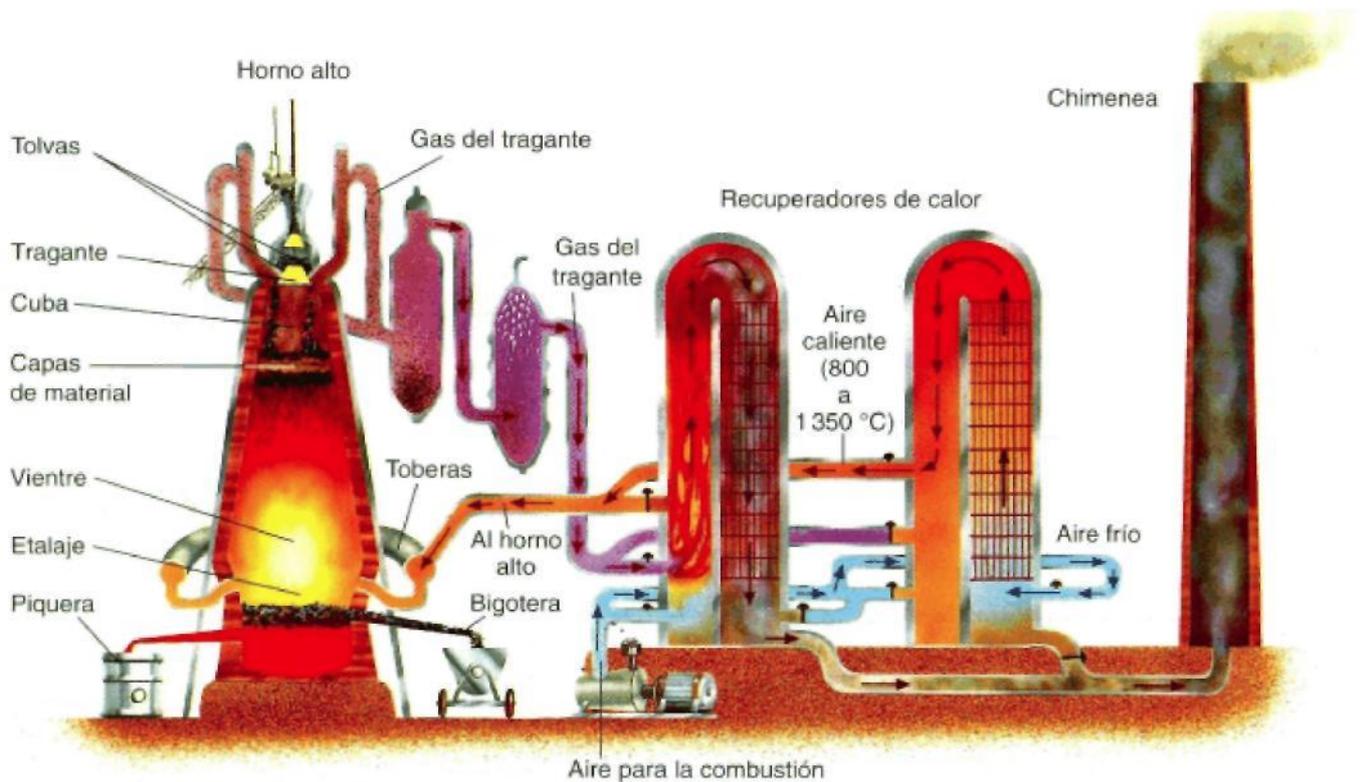
Una capa de **material fundente**, formado básicamente por *caliza*, que se encarga de arrastrar la *ganga* del mineral y las cenizas. Con todo este material se forma la *escoria*.



En la **cuba** se produce el primer calentamiento. En esta zona se *elimina la humedad* del mineral y se *calcina la caliza*, con desprendimiento de dióxido de carbono y formación de cal. El monóxido de carbono producido por la combustión del cok en la parte inferior se encarga de *reducir los óxidos de hierro* hasta obtener una masa esponjosa de hierro metálico.

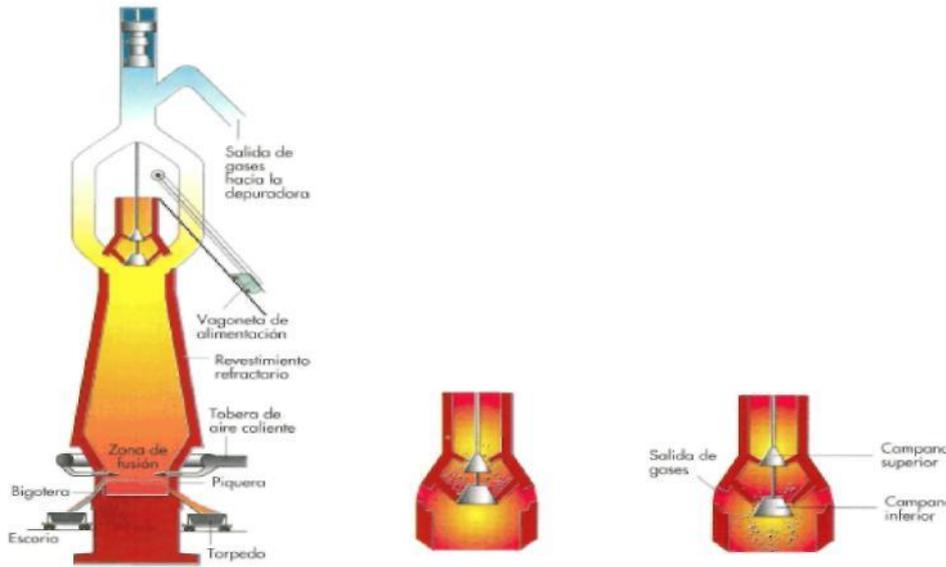


La parte más ancha se denomina **vientre** y en ella tiene lugar el proceso de *fusión del hierro* y de la escoria.



Bajo el vientre están las **toberas**, encargadas de insuflar el aire necesario para la combustión. Este aire procede de unas instalaciones denominadas **recuperadores de calor**, que aprovechan la energía térmica del gas que sale del horno alto para precalentar el aire. De este modo se consigue que la temperatura del horno alto sobrepase los 1.500 °C, con lo que se logra un importante ahorro del carbón de cok.

La parte inferior del horno se llama **etalaje** y su forma compensa la disminución de volumen del material, que se produce como consecuencia de su reducción y de la pérdida de materias volátiles. En esta zona se *depositan el hierro y la escoria fundidos*. Como la escoria es de menor densidad que el hierro, queda flotando sobre él. De este modo se protege el hierro de la oxidación.



Las materias primas se cargan en la parte superior del horno. El aire, que ha sido precalentado hasta los 1.030 °C aproximadamente, es forzado dentro de la base del horno para quemar el cok. El cok en combustión genera el intenso calor requerido para fundir el mineral y produce los gases necesarios para separar el hierro del mineral. En forma muy simplificada las reacciones son:

Carbono (Cok)	+	Oxígeno (aire)		Calor	+	Monóxido de Carbono
2C	+	O ₂		Calor	+	Gaseoso
Oxido de Hierro		Monóxido de Carbono		Hierro Fundido		Dióxido de Carbono Gaseoso
Fe ₂ O ₃		3CO		2Fe Hierro		3CO ₂
Impurezas en el Mineral Fundido				+	Piedra Caliza	
				ESCORIA		

La extracción de la escoria y el hierro fundido se lleva a cabo a través de dos orificios situados en la parte inferior, denominados *bigotera* y *piquera*.



. Por la **bigotera** se extrae la escoria que sobrenada. Ésta suele emplearse como subproducto para la obtención de abonos y cementos especiales, llamados de *clinkerización*.

. Por la **piquera** sale el hierro fundido, que se denomina **arrabio, hierro colado o fundición de** primera fusión.

El arrabio fundido se vierte directamente en torpedos y se transporta a las **lingoteras**, para obtener lingotes de hierro o a los **convertidores**, donde se transformará en acero.

Una vez iniciado el proceso, los hornos altos funcionan de manera continua y sólo se apagarán cuando sea necesario efectuar reparaciones, como consecuencia del desgaste del material refractario del recubrimiento de sus paredes.

La materia prima que se va a introducir en el horno se divide en un determinado número de pequeñas cargas que se introducen a intervalos de entre 10 y 15 minutos. La escoria que flota sobre el metal fundido se retira una vez cada dos horas, y el arrabio se sangra cinco veces al día, aunque éste período de tiempo puede modificarse controlando la inyección de aire por las toberas.

Para reducir el **consumo energético** del proceso se emplean diversas técnicas, como la *sinterización* del mineral, la *inyección de gases combustibles* por las toberas o la *mejora de la calidad del cok*, disminuyendo su contenido en humedad y empleando granos de hierro y tamaño. De este modo se ha conseguido pasar de 1.000 a 500 kg la cantidad de cok necesario para obtener una tonelada de arrabio.

Productos siderúrgicos

Los distintos productos que se obtienen a partir de los minerales de hierro se denominan, en general, productos **siderúrgicos** y pueden clasificarse en tres grandes grupos, dependiendo de su contenido en carbono: el *hierro dulce*, las *fundiciones* y los *aceros*



Hornos de Reverbero.

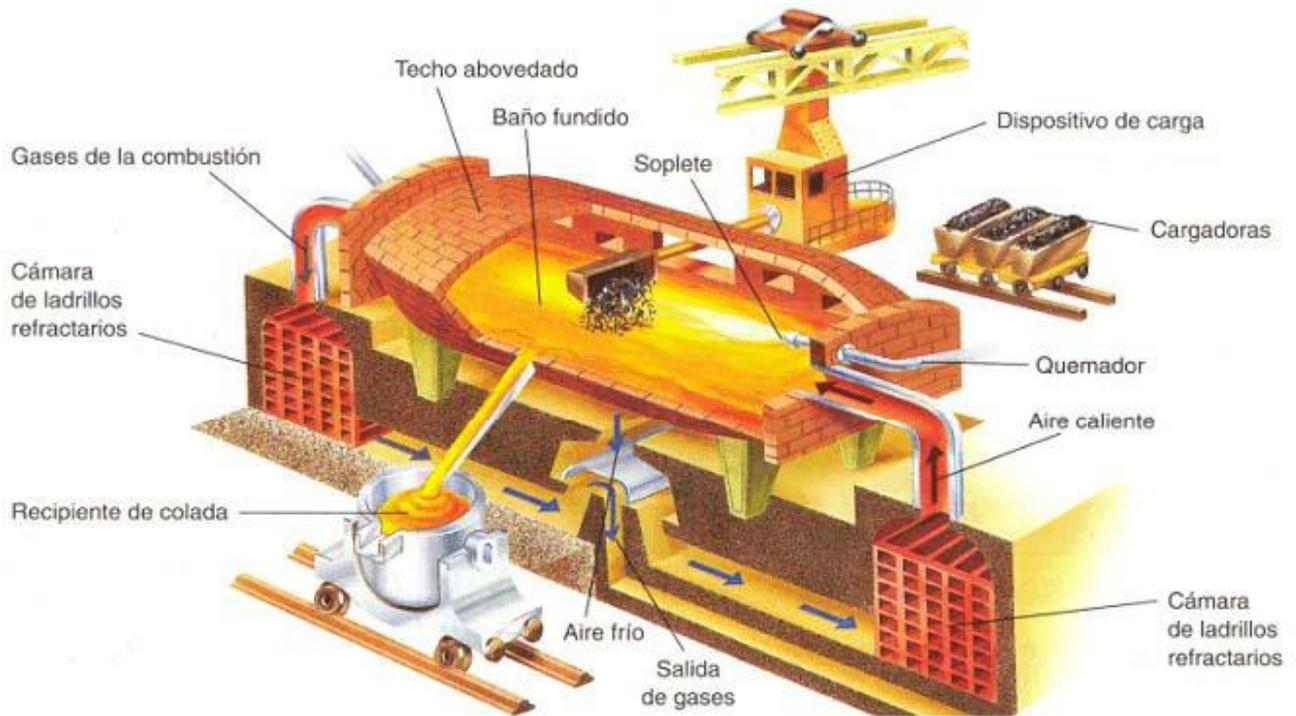
El horno de reverbero es un tipo de horno generalmente rectangular, cubierto por una bóveda de ladrillo refractario, que refleja (o reverbera) el calor producido en un sitio independiente del hogar donde se hace la lumbre. Tiene siempre chimenea. El combustible no está en contacto directo con el contenido, sino que lo calienta por medio de una llama insuflada sobre él desde otra cámara siendo por tanto el calentamiento indirecto.

Es utilizado para realizar la fusión del concentrado de cobre y separar la escoria, así como para la fundición de mineral y el refinado o la fusión de metales. Tales hornos se usan en la producción de cobre, estaño y níquel, en la producción de ciertos hormigones y cementos y en el reciclado del aluminio. Los hornos de reverbero se utilizan para la fundición tanto de metales férreos como de metales no férreos, como cobre latón, bronce y aluminio.

Durante el proceso, se remueve desde una ventana el mineral fundido para que el calor actúe lo más uniformemente posible sobre toda la masa. Constan esencialmente de un hogar, un laboratorio con solera inclinada que permite que "escurra" el metal fundido hacia una canal por la que sale al exterior donde se vierte



en los moldes. Sobre esta solera se dispone el material a tratar, extendido y con poca altura. y bóveda y de una chimenea.



El tipo más sencillo quema hulla en una parrilla y la llama, con los productos de la combustión se refleja (reverbera) en la bóveda o techo del horno, atraviesan el espacio que hay sobre la solera (donde se sitúa la carga metálica) y son evacuados por la chimenea, colocada en el extremo opuesto a la parrilla. En la actualidad se emplean más los combustibles gaseosos, Líquidos y el carbón pulverizado, los cuales se insuflan en el horno, mezclados con aire precalentado, por medio de un quemador situado en un extremo.

La capacidad de estos hornos es muy variable, y su campo de aplicación es muy amplio, ya que pueden fundir latones, bronce, aleaciones de aluminio, fundiciones y acero. Consta de un recuperador de calor, al igual que el alto horno, destinados a economizar combustible y alcanzar una temperatura suficientemente elevada para fundir el metal. Están constituidos por dos pares de cámaras, formadas interiormente por una serie de conductos sinuosos de ladrillo refractario. Su funcionamiento es como sigue: Los gases calientes que salen del horno, al pasar a través de los



recuperadores, les comunican su calor y, cuando están suficientemente calientes, mediante un dispositivo automático de válvulas, se invierte el sentido de circulación, de forma que el gas y el aire, antes de entrar en el horno, pasan por los recuperadores calientes y alcanzan temperaturas de 1000 °C a 1200 °C llegando a conseguir de esta forma los 1800 °C. Mientras tanto los gases de la combustión pasan a través de los otros recuperadores que ahora están en periodo de calentamiento.

Los hornos de reverbero son de poca altura y gran longitud. En uno de los extremos se encuentra el hogar donde se quema el combustible, y en el extremo opuesto la chimenea. Las llamas y productos de la combustión atraviesan el horno y son dirigidos, por la bóveda de forma adecuada hacia la solera del horno, donde está situada la carga del metal que se desea fundir. Esta carga se calienta, no solo por su contacto con las llamas y gases calientes sino también por el calor de radiación de la bóveda del horno de reverbero.

Aproximadamente, la superficie de la solera es unas tres veces mayor que la de la parrilla y sus dimensiones oscilan entre un ancho de 150 a 300cm. y una longitud de 450 a 1500cm. La capacidad de los hornos de reverbero es muy variable y oscila entre los 45 Kg a los 1000 Kg que tienen los empleados para la fusión de metales no férreos, hasta las 80 Tm. que tienen los mayores empleados para la fusión de la fundición de hierro.

Las bajas temperaturas de fusión del aluminio y su facilidad para oxidarse hacen que el cambio a fusión con oxígeno en los Hornos de Reverbero requiera diseños de quemadores específicos para evitar sobrecalentamientos. Este problema no ocurre en los hornos rotativos debido por una parte al giro del horno, que hace que la temperatura en su interior se homogeneice con facilidad y por otra a la utilización de sales de protección que evitan sobrecalentamientos del material.

La primera de las tecnologías consiste en la utilización de un quemador de baja temperatura de llama que evita sobrecalentamientos, bien de la bóveda bien del aluminio, y amplio desarrollo de la misma, con lo que se asegura una gran homogeneidad tanto en la transmisión del calor como en la temperatura. La



tecnología de quemador está basada en la combustión por etapas, que como ventaja adicional reduce enormemente las emisiones de NO_x.

Las tecnologías de combustión con oxígeno en los hornos de reverbero para fusión de aluminio permiten, respecto a la utilización de quemadores de aire frío:

Incrementar la producción alrededor del 50%

- Reducir el consumo energético entre un 40 y un 50%
- Reducir el volumen de humos emitidos más del 70%
- Reducir las oxidaciones del aluminio más de un 20%.

Impacto ambiental del uso de los metales.

Los **emprendimientos de extracción y procesamiento de minerales** comprenden una serie de acciones que **no producen significativos impactos ambientales**, que perduran en el tiempo, mucho más allá de la duración de las operaciones de extracción de minerales.

Los proyectos de este sector se relacionan con la extracción, transporte y procesamiento de minerales y materiales de construcción. Estas actividades incluyen:

- operaciones en la superficie y subterráneas, para la producción de minerales metálicos, no metálicos e industriales, materiales de construcción y fertilizantes;
- extracción in situ de los minerales fundibles o solubles (notablemente, azufre y más recientemente, cobre), dragado y extracción hidráulica, junto a los ríos y aguas costaneras, lixiviación de las pilas de desechos en las minas (principalmente oro y cobre).

Para transportar los materiales dentro del área de la mina y a la planta de procesamiento, se requieren flotas de equipos de extracción y transporte (camiones, cuchillas, palas, dragas, ruedas de cangilones y rapadoras), bandas, poliductos o rieles. Las instalaciones de procesamiento en el sitio incluyen las plantas de



preparación y lavado de carbón. y materiales de construcción, plantas de preparación, concentradores, lixiviación en el sitio de la mina y, dependiendo de los aspectos económicos, fundiciones y refinerías en o fuera del sitio. Una operación grande de extracción y/o fabricación es un complejo industrial importante, con miles de trabajadores; requiere infraestructura de servicios públicos, un campo de aviación, carreteras, un ferrocarril, un puerto (si es pertinente), y todas las instalaciones comunitarias correspondientes.

Todos los métodos de extracción minera producen algún grado de alteración de la superficie y los estratos subyacentes, así como los acuíferos. Los impactos de la exploración y predesarrollo, usualmente, son de corta duración e incluyen:

- alteración superficial causada por los caminos de acceso, hoyos y fosas de prueba, y preparación del sitio;
- polvo atmosférico proveniente del tráfico, perforación, excavación, y desbroce del sitio;
- ruido y emisiones de la operación de los equipos a diesel;
- alteración del suelo y la vegetación, ríos, drenajes, humedales, recursos culturales o históricos, y acuíferos de agua freática; y,
- conflictos con los otros usos de la tierra.

Tanto la extracción superficial, como la subterránea, incluyen los siguientes aspectos: drenaje del área de la mina y descarga del agua de la misma; remoción y almacenamiento/eliminación de grandes volúmenes de desechos; y traslado y procesamiento de los minerales o materiales de construcción. Este removimiento requiere el uso de equipos de extracción y transporte a diesel o eléctricos, y una numerosa y calificada fuerza laboral. Se requerirán amplios servicios de apoyo, p.ej., un complejo de transporte, oficinas y talleres (parte de estos funcionarán bajo tierra en las minas subterráneas) y servicios públicos. El transporte del mineral dentro del área de la mina y hacia las instalaciones de procesamiento puede utilizar camiones,



transportadores, el ferrocarril, poliducto o banda de transporte, y generalmente, incluirá instalaciones de almacenamiento a granel, mezcla y carga.

Las minas superficiales incluyen las canteras, fosas abiertas, minas a cielo abierto y de contorno, y removimiento de la cima de una montaña, que puede ser de pocas hectáreas, o varios kilómetros cuadrados. Estas operaciones implican la alteración total del área del proyecto, y producen grande(s) fosa(s) y cantera(s) abierta(s) y enormes pilas de sobrecapa; sin embargo, es posible, a menudo, rellenar las áreas explotadas durante y después de la operación. Las preocupaciones ambientales de la extracción superficial incluyen las partículas atmosféricas provenientes del tráfico vehicular, voladura, excavación y transporte; las emisiones, ruido, y vibraciones de los equipos a diesel y la voladura; las descargas de agua contaminada de la mina; interrupción de los acuíferos de agua freática; remoción del suelo y la vegetación; y los efectos visuales. Se excluyen los otros usos de la tierra en el sitio durante las actividades de extracción y producción. La estabilidad del talud o antepecho constituye una preocupación importante durante este proceso. La buena práctica de extracción requiere vigilancia constante para detectar cualquier movimiento del frente del antepecho que podría señalar la falla inminente del talud.

Los métodos de extracción subterránea incluyen el trabajo de anchurón y pilar, grada al revés, socavación y derrumbe, y frente corrido. Esto trae consigo la formación de grandes vacíos debajo de la superficie de la tierra y montones de piedra de desecho sobre la misma; en muchos casos, sin embargo, se rellenan porciones de los espacios subterráneos durante la extracción. La mayor parte de la excavación ocurre debajo de la tierra y requiere el uso de equipos de voladura, sin embargo, se realizan operaciones en la superficie también. Los posibles impactos de la extracción subterránea incluyen el retiro del suelo y la vegetación, creación de polvo, emisiones de los equipos a diesel que trabajan en la superficie, ruido, vibraciones causadas por la voladura, gases desfogados (voladura, operaciones a diesel), descargas de agua contaminada de la mina (nitratos, metales pesados,



ácido, etc.), alteración de los acuíferos de agua freática, fracturas, inestabilidad o hundimiento de la tierra y obstáculos visuales.

La extracción hidráulica o a draga se realiza, usualmente, con los materiales aluviales que se encuentran junto a los lechos y orillas de los ríos modernos y antiguos, y en las áreas costaneras o los humedales. La excavación y procesamiento se efectúan con dragas flotantes a diesel (de cangilones y escaleras, de succión, o de rueda de cangilones), con las bombas y equipos de procesamiento de primera etapa a bordo; con dragas a diesel instaladas en la orilla, transportadores, planta de procesamiento o monitores hidráulicos (p.ej., poderosos chorros de agua que lavan el material de la orilla); o con esclusas que recolectan y dirigen el escurrimiento, y equipos de separación. Estas operaciones alteran, totalmente, los estratos extractados y modifican la topografía local.

Durante el dragado, el material extraído se levanta del fondo mediante succión y/o excavadores mecánicos y luego se procesa; los desechos se vierten al agua o al suelo. Se barre el fondo sistemáticamente, durante la extracción con la draga; ésta se desplaza por el río o la orilla del mar; se profundizan o se modifican los canales del río, además, se ahondan los humedales y las áreas costaneras, dejando grandes montones de desechos. En las operaciones de arena y ripio, el material recuperado puede ser llevado a la orilla por poliducto, transportador o barcaza. Usualmente, se concentran los minerales a bordo (mecánica o químicamente, o mediante amalgamación) y se envían los productos de esta concentración o amalgama a la orilla para mejoramiento o procesamiento. El mercurio, que es el agente de amalgamación para el oro y la plata, provoca problemas ambientales muy especiales, y deberá ser manejado como corresponde. En la explotación de placeres, puede haber intensiva extracción de los antiguos bancos fluviales, muy arriba del nivel actual de lecho del río.

La lixiviación in situ necesita una amplia red superficial de hoyos, muy cerca el uno al otro, y poliductos y bombas para recircular el lixiviador por el cuerpo mineral (y luego de la extracción del mineral, se bombea una solución de lavado o neutralización).



Los problemas operativos incluyen la pérdida de control del lixiviador, problemas con la tubería, derrames, fugas, e insuficiencia del lavado o neutralización. Los impactos incluyen la alteración del suelo, vegetación, recursos culturales e históricos, degradación de la calidad del aire debido a las partículas y las emisiones de los equipos a diesel, contaminación de las aguas freáticas con el lixiviador, y de las aguas superficiales con los derrames, y el ruido de las operaciones (taladros, tráfico, bombas). La lixiviación in situ necesita una amplia red local de transporte, ya pequeña y calificada fuerza laboral, equipos (taladros, camiones, grúas, generadores a diesel, bombas eléctricas), agua, fuente de energía eléctrica, instalaciones de apoyo (oficina, taller, almacenamiento y vivienda), campo de aviación, y caminos de acceso.

La lixiviación de las pilas de desechos puede involucrar la extracción de pilas de desperdicios y minas antiguas, o recuperación secundaria de una operación permanente, o, lo que es muy común, actualmente, en los depósitos de oro diseminados y pobres, lixiviación del material recién extraído en grandes montones, sea en la superficie, o en las fosas antiguas. Usualmente, se prepara la superficie de la tierra o el fondo de la fosa, colocando forros y ripio; se instalan tuberías y se amontona el material mineral encima (el mineral proviene, usualmente, de las minas superficiales). El lixiviador (principalmente ácido sulfúrico para cobre y sodio, y cianuro para oro) se rocía o se vierte encima de las pilas, y luego se recoge para recuperar los metales. Después del proceso de lixiviación, se lava el montón, permitiendo que el líquido se filtre y extraiga el metal, y/o neutralice la pila antes de desecharla.

Los problemas operativos incluyen la falta de estabilidad de la pila, control del lixiviador, erosión eólica e hídrica, fugas/filtración hacia el agua superficial y freática, problemas con la tubería, y lavado, neutralización y/o reclamación incompleto. Aparte de los efectos de la extracción superficial, los impactos incluyen la degradación de la calidad del aire debido a las partículas que el viento lleva de las pilas de lixiviación; sedimentación de los ríos locales con los materiales de la pila de



lixiviación; contaminación del agua superficial por las fugas y derrames; deterioro del agua freática debido a la rotura del forro; pérdida de la fauna y animales domésticos en las piscinas de lixiviación; y el ruido de las bombas.

Los equipos de procesamiento incluyen las plantas de preparación y lavado, de separación/concentración (separación por gravedad, lixiviación, amalgamación, intercambio iónico, flotación, etc.), refinerías y fundiciones. Las instalaciones de procesamiento de los minerales producen grandes cantidades de desechos (relaves, lama, escoria) que deberán ser eliminados en el sitio o cerca del mismo; a veces estos materiales pueden ser devueltos a las áreas donde la extracción ha terminado. Las preocupaciones ambientales incluyen la alteración del suelo, vegetación y ríos locales durante la preparación del sitio; contaminación atmosférica proveniente de la separación, concentración y procesamiento (polvo fugitivo y emisiones de la chimenea); ruido del transporte, transferencia, trituración y molienda del mineral; contaminación de las aguas superficiales por los derrames de los molinos y plantas de lavado; contaminación de las aguas freáticas debido a las fugas de las pilas de relaves y piscinas de lama; contaminación de los suelos, vegetación y aguas superficiales locales debido a la erosión eólica e hídrica de las pilas de desechos; eliminación de los desechos; impactos visuales; y conflictos en cuanto al uso de la tierra.

A menudo, las plantas de procesamiento de las regiones montañosas tienen dificultades para encontrar las áreas adecuadas para represar los relaves del concentrador, y, por consiguiente, descargan estos finos inertes a los ríos torrentosos. Aguas abajo, se asientan estos materiales en las curvas del río, canales anchos, planicies de inundación y aguas costaneras de poca profundidad. Los finos perjudican a los organismos acuáticos, y pueden causar represamiento e inundaciones en las comunidades que se encuentran aguas abajo.

Puede no ser factible reclamar el sitio para otros usos al finalizar las actividades de extracción. Los problemas residuales de la extracción superficial pueden incluir



erosión, efectos de la intemperie, saturación, así como desmoronamiento de las paredes verticales restantes y taludes de las pilas de desechos, además de los peligros para la seguridad que representan las fosas inundadas.

Los problemas residuales de la extracción subterránea pueden incluir el hundimiento de los túneles mal apoyados, causando fracturas superficiales, vacíos y colapsos; las operaciones abandonadas pueden crear un peligro atractivo, especialmente para los niños.

Los otros problemas que se relacionan con la extracción superficial y subterránea incluyen los siguientes:

- incendios en las venas de carbón mal sellados o restauradas. Esto es común si se emplea la mina de carbón a cielo abierto como depósito de basura (y para quemarla), y puede producir emanaciones de CO, fracturas y el colapso de la superficie de la tierra;
- las filtraciones de agua freática de las minas abandonadas pueden ser muy ácidas y/o contaminadas con metales peligrosos;
- la alteración de los acuíferos debido su removimiento o la fracturación causada por los trabajos de extracción, pueden provocar la pérdida o degradación de las fuentes locales de agua freática;
- los daños que ocurren cuesta abajo debido al derrumbamiento de las pilas de desechos de roca en las pendientes empinadas;
- los minerales residuales peligrosos expuestas en las minas superficiales o esparcidos en las pilas de desechos.



Tecnología FuenteNueva



Tecnología Fuente Nueva



Departamento de Tecnología.

I.E.S. "Fuente Nueva" El Ejido

Tecnología Fuente Nueva