

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

Los materiales inorgánicos que se emplean para cubrir las necesidades de nuestra actividad, proceden de alguna forma de la corteza terrestre. Los diferentes elementos químicos no se encuentran distribuidos uniformemente dentro de la misma, sino formando sustancias minerales, las cuales poseen en su estructura atómica uno o varios elementos importantes para su comercialización. Los procesos geológicos y los agentes externos favorecen la acumulación de los minerales en determinadas áreas, dando lugar a los *depósitos minerales* cuando éstos son, de manera económica, adecuados para su explotación.

La gran mayoría de los minerales que se extraen de la mina o cantera no son aptos como producto final, requiriéndose la preparación de los minerales por métodos físicos, lo que se conoce como procesamiento de minerales, bien por métodos físicos o bien por métodos químicos.

1.1. Sustancias minerales.

Los metales los podemos encontrar formando parte de la corteza terrestre y en depósitos marinos formando asociaciones con otros elementos. Estas asociaciones químicas serán diferentes dependiendo del grado de reacción de los metales con el entorno en el que se

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

encuentran, especialmente con el oxígeno, el azufre y dióxido de carbono. Así tendremos metales que forman compuestos como los óxidos y sulfuros de hierro o los óxidos y silicatos de aluminio y berilio. A estos compuestos que se encuentran de forma natural se les conoce como *minerales*. Ejemplos de minerales son la galena o sulfuro de plomo, PbS; la esfalerita o blenda que es un sulfuro de zinc, ZnS; la casiterita u óxido de estaño, SnO₂; etc.

Hay metales que se pueden presentar en la naturaleza sin reaccionar con otros elementos químicos como son el oro, la plata, el cobre, el platino y el mercurio y se les conoce como *nativos*.

Los minerales son sustancias inorgánicas naturales que poseen una estructura atómica determinada al igual que su composición química, si bien existen en la naturaleza sustancias minerales que presentan *isomorfismo* (sustitución de átomos por otros similares sin que cambie la estructura cristalina), por ejemplo el olivino (Mg, Fe)₂SiO₄ con los átomos de magnesio y de hierro; también se puede dar en algunas sustancias el fenómeno de *polimorfismo* (minerales diferentes que poseen la misma composición química), por ejemplo el grafito y el diamante.

Es frecuente englobar en el termino "mineral", sustancias que en su sentido estricto no son tal, sino *roca*, como suele suceder con el carbón, el yeso, la arcilla, el granito, etc. Puesto que roca es un material relativamente

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

homogéneo en composición química y física compuesto por varios minerales.

1.2.Menas metálicas.

Las sociedades modernas necesitan ingentes cantidades de metales para mantener su desarrollo. La industria metalúrgica, a través del uso de la energía, ha conseguido concentrar y obtener el metal puro que la naturaleza distribuía de forma natural.

Los metales generalmente se encuentran asociados a un tipo determinado de roca (p.e. casiterita con las rocas graníticas). Cuando un mineral se concentra en cantidades tal que es posible su explotación con beneficio, entonces estamos ante una *mena*, formando parte de la mena hay generalmente material rocoso que es necesario eliminar y que se conoce con el nombre de *ganga*.

Por ello una mena se puede describir como un mineral o acumulación de minerales en cantidades suficientes para permitir una extracción rentable. La calificación de mena sobre una acumulación de mineral va a depender de multitud de factores como son el precio del metal en el mercado, el desarrollo tecnológico de los procesos de concentración y de extracción metalúrgica, el entorno donde se encuentre el depósito de mineral, presiones medioambientales, el ambiente político de la zona, etc.

Es frecuente distinguir las menas en función a la naturaleza del mineral valioso que portan. De esta forma

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

tenemos las menas nativas, cuyo metal está en forma elemental; las menas sulfuradas, el metal está en forma de sulfuro; las menas oxidadas, el metal está en forma de silicato, hidróxido, sulfato o carbonato; menas complejas, poseen varios minerales aprovechables. Las gangas también pueden identificar a las menas, así las menas calcáreas o básicas (ricas en cal), o menas silíceas o ácidas (ricas en sílice).

1.3.Menas no-metálicas.

Las menas se pueden clasificar en metálicas y no-metálicas, en función al uso del metal. Así la bauxita (óxido de aluminio hidratado) se considera mena metálica cuando se emplea para la obtención de aluminio, sin embargo se puede considerar como mena no-metálica cuando se emplea para la fabricación de ladrillo refractario.

Muchas menas no metálicas pueden encontrarse asociadas con menas metálicas, por ejemplo la galena asociada con la fluorita (CaF_2) y la barita (BaSO_4).

Las menas de diamante es otro ejemplo de mena no-metálica.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

1.4. Procesamiento de minerales.

Cuando se extrae la mena de la explotación minera, bien sea subterránea o a cielo abierto, ésta consiste en minerales valiosos y ganga (estéril). Por lo que será necesario someterla a una serie de procesos conocidos como tratamiento de menas, preparación de minerales o procesamiento de minerales (minerals processing).

El procesamiento de minerales se aplica:

- Para controlar el tamaño de las partículas, bien sea para facilitar su manejo o bien sea por condiciones de venta (granulometría).
- Para obtener un producto de tamaño y composición regulares, pues esto mejora la eficiencia de algunos procesos. (mineral peletizado en los altos hornos).
- Para poder liberar las partículas beneficiables de la ganga.
- Para controlar la composición. A veces es necesario eliminar elementos o compuestos que pueden hacer fracasar el proceso subsecuente.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

El procesamiento de minerales está relacionado principalmente con los métodos físicos de separación, los cuales pueden ser:

1. *Separación que depende de las propiedades ópticas, radiactivas, etc.*, frecuentemente se denomina *clasificación* (ore sorting), e incluía la selección manual de las menas de elevada ley.
2. *Separación que depende de las diferencias de densidad relativa.* Empleo el movimiento relativo de los minerales debido al efecto de su masa y tamaño dentro de un fluido. Esta técnica de separación bajó en importancia con el desarrollo de la flotación en espuma, sin embargo ha vuelto ser interesante su aplicación gracias a la mejora de los equipos y su simplicidad de aplicación.
3. *Separación que emplea las diferentes propiedades superficiales de los minerales.* Por ejemplo la flotación con espumas.
4. *Separación que depende de las propiedades magnéticas.* Por ejemplo los separadores magnéticos de baja intensidad se emplean en el enriquecimiento de minerales ferromagnéticos como la magnetita (Fe_3O_4), mientras que los separadores de alta intensidad se emplean para separar minerales paramagnéticos de su ganga como es el caso de los minerales no ferrosos paramagnéticos de depósitos playeros.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

5. *Separación que depende de las propiedades de conductividad eléctrica.* La separación de alta tensión se emplea para llevar a cabo la separación de minerales conductores de los minerales no conductores.

A veces se somete a la mena a un proceso térmico para prepararla de forma adecuada al proceso siguiente. Por ejemplo la tostación se emplea para efectuar cambios químicos importantes en la mena, por ejemplo convertir minerales de hierro no magnéticos a una sustancia ferromagnética. La calcinación se emplea para destruir los enlaces coloidales de los minerales de arcilla y descomponer los hidratos y carbonatos, facilitando el manejo de la mena.

Aunque las operaciones más significativas en el procesamiento de minerales son la reducción de tamaño y la concentración, hay otras operaciones complementarias importantes como son la clasificación por tamaños (cribas y clasificadores hidráulicos) y el desaguado de las pulpas por medio de espesadores, filtros y secadores.

1.5. Diagramas de flujo.

La forma de presentar las operaciones de proceso de una planta se lleva a cabo a través del **diagrama de flujo**. En el se reflejan las operaciones básicas de reducción de tamaño, la separación y el manejo de los materiales. Cada una de estas operaciones puede subdividirse aún más. El diagrama de flujo sirve para mostrar de una forma

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

esquemática qué equipos se emplean, sus capacidades, el balance de materia que se obtiene, leyes, camino seguido por los productos, etc. Los diagramas de flujo pueden llegar a ser desde muy simples hasta los más elaborados con todo detalle.

1.6.Liberación.

Uno de los principales objetivos de la fragmentación es facilitar la liberación de los minerales valiosos de aquellos minerales que forman el estéril de la mena (ganga). Con la liberación de los minerales se consigue ahorrar energía en moliendas posteriores, descargar el flujo de material innecesario con lo que se simplifican los procesos y se disminuyen las capacidades de los equipos.

La liberación completa (100 %) del mineral beneficiable rara vez se alcanza, con lo cual habrá que llegar a un nivel de compromiso entre el gasto energético y el nivel de liberación. Cuando tenemos partículas formadas por mineral valioso y ganga, a estas partículas se las conoce como *medios*.

La industria de procesos suele moler la mena hasta una *malla optima de molienda*, determinada por pruebas de laboratorio y a través de plantas piloto. La cual nos proporcionaría un grado de liberación económico.

Generalmente la liberación se lleva a cabo en varias etapas con el fin de reducir los costes de molienda posteriores.

BLOQUE 2: OPERACIONES DE PREPARACIÓN.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

1.7. Concentración.

El objetivo del procesamiento de minerales (minerals processing) es básicamente separar los minerales valiosos de la ganga o estéril, reuniendo los minerales valiosos en el concentrado, la ganga en las colas y las partículas mixtas en los medios.

Pero las separaciones nunca son de una eficiencia total, por ello una parte del mineral valioso se irá en la corriente de las colas y una parte del estéril o ganga se irá en la corriente del concentrado. Siempre habrá que intentar reducir este problema al máximo posible. Los parámetros que nos cuantifican el grado de eficacia de las operaciones realizadas son la recuperación y la ley (o ensayo), siendo:

$$\text{Recuperación} = \frac{\text{peso del compuesto beneficiable en el producto}}{\text{peso del compuesto beneficiable en la entrada}} \cdot 100 \quad \text{Ec.1.1}$$

$$\text{Ley} = \frac{\text{peso del compuesto beneficiable en la corriente}}{\text{peso del compuesto beneficiable y el estéril en la corriente}} \cdot 100 \quad \text{Ec.1.2}$$

A veces incrementar la ley, puede suponer una disminución en la recuperación y viceversa.