

CHANCADO

"Reduciendo la roca"

El principal propósito del chancado reducir el tamaño de las rocas hasta obtener un producto de una granulometría adecuada que permita el desarrollo de la lixiviación en pilas o depósitos en forma eficiente.

Índice temático

Proceso minero	3
Gasto energético del Chancado.....	3
Tamaño de trituración o chancado y elección de equipos	3
Tipos de chancadores	4
Tamaños del mineral chancado	5
Diseño de la trituración o chancado	6
Localización	6
Transporte del mineral a la trituración o chancado	7
Tipos de plantas	7
Planta fija o estacionaria	7
Planta semi-fija o semi estacionaria	7
Planta semi-móvil o semi-portátil.....	7
Planta móvil o portátil.....	8
Seguridad en plantas de chancado	9

Proceso minero

En el esquema general del proceso, tanto el mineral derivado de la explotación a cielo abierto o subterránea, como el de viejos vertederos integrados en programas de aprovechamiento, deben ser ligeramente preparados en una planta de trituración o chancado y luego, si es necesario, de aglomeración para conseguir una granulometría controlada que permita asegurar un buen coeficiente de permeabilidad de la solución.

GASTO ENERGÉTICO DEL CHANCADO

Como todos los procesos de conminución, la trituración requiere de un elevado consumo energético, lo cual tiene un gran impacto económico en el desarrollo de cualquier proyecto de hidrometalurgia.

La energía necesaria para la trituración se calcula experimentalmente, midiendo la fuerza necesaria (kilopondios-m/cm) para romper probetas de la roca mediante una máquina de impacto.

A partir de esta fuerza se calcula el Índice de Trabajo (Work Index W_i), que entrega los kilovatios/t necesarios para realizar la trituración o chancado, desde un tamaño medio de alimentación (granulometría del material de inicio) al tamaño medio del producto (granulometría del producto).

TAMAÑO DE TRITURACIÓN O CHANCADO Y ELECCIÓN DE EQUIPOS

El proceso de chancado se realiza en dos grandes etapas, las cuales requieren de equipos específicos para lograr la granulometría adecuada:

- Trituración o chancado primario o grueso.
- Trituración o chancado fino: proceso que comprende las etapas de chancado secundario, terciario y cuaternario.



TIPOS DE CHANCADORES

La selección del tipo y tamaño del equipo chancador para cada etapa se determina según los siguientes factores:

- Volumen de material o tonelaje a triturar.
- Tamaño de alimentación.
- Tamaño del producto de salida.
- Dureza de la roca matriz: Este índice es de suma importancia y se expresa normalmente por la escala de Mohs, la cual tiene implicancia al momento de seleccionar el tipo de equipo a utilizar.
- Tenacidad de la roca a triturar: se compara con el de la caliza, a la que se le asigna el índice 1.
- Abrasividad: debida fundamentalmente al contenido de sílice, principal causante del desgaste de los equipos.

Según el índice de abrasividad medido experimentalmente a través del porcentaje de sílice presente en la roca, estas se clasifican en:

Clasificación	Porcentaje de Sílice (%)
Porcentaje de Sílice (%)	< 0,05
Abrasiva	0,05 - 0,50
Muy abrasiva	0,5 - 1
Extremadamente abrasiva	> 1

- Humedad del material en el yacimiento y en la planta, según las condiciones climatológicas del lugar.
- Contenido de finos y lamas: los materiales lamosos o pegajosos pueden disminuir la permeabilidad, originando dificultades en la percolación posterior.

Para cada una de estas etapas existen equipos apropiados, cuyas características principales de abertura de alimentación, capacidad de distintos cierres, tamaños de productos, potencia, etc., suelen ser tabuladas por los fabricantes de trituradoras en función de una densidad y dureza media.

TAMAÑO DEL MINERAL CHANCADO

En general, se recomienda no moverse en los extremos límites de trituración (máxima razón de reducción) sino considerar los valores medios propuestos por las tablas de los fabricantes de equipos.

Para lixiviación en pilas, el mineral se suele triturar a tamaños entre 100 y 250 mm, para lixiviación en depósitos o tanques, entre 50 y 1 mm, para lixiviación dinámica, chancado y molienda a tamaños inferiores a 1 mm.

Independientemente de otras variables, el tamaño de partícula de mineral o metal a lixiviar define la velocidad de disolución y por consiguiente, el porcentaje de recuperación en un tiempo determinado.

Según prácticas industriales, los tamaños típicos de menas para lixiviación de distintos minerales pueden ser los siguientes:

Mineral	Tamaño mm (malla ASTM)
Cobre oxidado	-12,00
Oro	-0,25 a (-60 mallas)
Concentrado de oro (sulfuros)	-0,044 a (-325 mallas)
Uranio	-2 a -0,15 (-10 a -100)
Bauxita	-0,15 a (-100)
Ilmenita	-0,074 a (-200 mallas)
Laterita (níquel)	-0,841 a -0,074 (-20 a -200 mallas)
Concentrado de níquel (sulfuros)	-0,074 a (-200 mallas)
Calcinados de zinc	-0,074 a (-200 mallas)

Por sobre los 2 mm (10 mallas), el tamaño de las partículas impide efectuar una lixiviación dinámica operativa (agitación). Si se desea una molienda más fina debe considerarse, además del incremento en costo de energía, la posible producción de lamas, sobre todo en el caso de minerales friables como lo son el estaño o el tungsteno.

De manera general, según el método que se aplique, pueden considerarse los siguientes tiempos de lixiviación:

	Método de lixiviación	Método de lixiviación	Tiempo aproximado
Estática	En sitio	Grandes y variable	Variable
	En vacies	Hasta 1500	Años
	En pilas	Hasta 150	1 a 6 meses
	En tanques	Hasta 12	15 a 30 días
Dinámica	Con agitación	Hasta 2	2 a 24 horas
	Con agitación	Hasta 0,010	1 a 10 horas

La siguiente tabla es una guía para la selección preliminar de los tipos de trituradoras que se recomienda utilizar, dependiendo del material que sea necesario triturar (según Neuhoff).

DISEÑO DE LA TRITURACIÓN O CHANCADO

Antes de que el material se lleve a la trituración o chancado, se recomienda realizar el cribado, operación que consiste en el harneo o selección del tamaño previo, segmentando en diferentes granulometrías. Este proceso tiene ventajas tales como el aumento de la capacidad del equipo, evitar las dificultades que provocan los finos en las cámaras trituradoras (atascos) y la reducción del consumo de energía, permitiendo la obtención de un producto final con menos finos.

En el diseño de una trituración y en la perspectiva de reducir los costos de operación, principalmente de la trituración primaria, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

LOCALIZACIÓN

Dada la ubicación de la mina y la planta, la trituradora (chancador) se emplaza en el lugar en que la distancia económica entre esos dos puntos sea la mínima. Además, por aspectos de seguridad de tronaduras, el chancador primario se ha mantenido hasta hoy relativamente alejado de la mina. Sin embargo, se debe tener presente que el transporte del material ya triturado es menos costoso, debido a su menor volumen y menor impacto en las cajas de camiones. Asimismo es más continuo que el material que viene de la mina. Por ello, sería más conveniente ubicar el chancador primario lo más cerca posible del yacimiento e incluso dentro de él.

TRANSPORTE DEL MINERAL A LA TRITURACIÓN O CHANCADO

Generalmente se afirma que un 40% del costo minero en una explotación a cielo abierto corresponde a las operaciones de perforación, tronadura y carguío, y que el 60% restante se asigna al transporte del material a la planta. **Está demostrado que el transporte en camiones, a pesar de su flexibilidad, es más costoso que el que se realiza por cintas transportadoras.** Sin embargo, se debe tener presente que este último tipo de transporte encuentra su limitante en el tamaño del material. Por lo tanto, **un transporte por cintas requiere la trituración o chancado en el yacimiento.**

TIPOS DE PLANTAS

Considerando el transporte del material y la movilidad de este, se distinguen cuatro tipos de plantas:

PLANTA FIJA O ESTACIONARIA

Las plantas fijas o estacionarias de trituración **permanecen en el lugar de la instalación durante gran parte de la vida del yacimiento.** En estos casos, y en lo posible, esta debe localizarse cerca del yacimiento y en un nivel inferior respecto de la zona de extracción, para contar con un transporte descendente de los camiones cargados.

PLANTA SEMI-FIJA O SEMI-ESTACIONARIA

Se instalan en faenas de períodos largos en las que **se prevé la reubicación de la planta de trituración o chancado, de este modo, sus equipos y bases se construyen para ser individualmente desmantelados y transportados al nuevo lugar,** aun cuando se pueda perder parte de los cimientos de apoyo. La nueva localización requiere de un acondicionamiento del lugar, incluyendo la construcción de nuevas fundaciones, lo que puede ocupar algún tiempo y provocar el cese temporal de producción.

PLANTA SEMI-MÓVIL O SEMI-PORTÁTIL

Este tipo de plantas se construyen por unidades (tolvas, trituradoras, cribas, etc.), las que **se montan sobre plataformas o bases metálicas, para ser trasladadas con transportes especiales,** a los que se les acoplan estas unidades móviles. La planta semi-móvil o semi-portátil requiere de cierta preparación del terreno y origina paralizaciones breves de producción (del orden de semanas).



PLANTA MÓVIL O PORTÁTIL

Estas plantas van equipadas con un sistema de transporte integral. La mayoría son auto-transportables y **montadas sobre ruedas con cubierta de goma, zapatas de orugas o railes**

Debido a su excelente maniobrabilidad y su aceptable movilidad de traslado, se localizan junto al rajo de la mina, para ser alimentadas directamente por el equipo de carga. Como se mueven frecuentemente, necesitan de un sistema adicional de transportadores flexibles que les permitan acoplarse al transporte general de la planta de concentración.

Hasta hace algo más de una década, el incremento de la movilidad del sistema estaba limitado por el tamaño de los equipos. Las primeras unidades móviles fueron pequeñas trituradoras para la producción de áridos en canteras. La gran masa que poseen chancadores de cierta capacidad, la altura y las grandes fuerzas desarrolladas por las excéntricas, hacían difícil su adaptación a unidades móviles.

Sin embargo, los avances obtenidos en los diseños y en las nuevas técnicas de construcción han hecho posible que hoy en día existan grandes trituradoras móviles.

En la mina de Chuquicamata hay dos unidades semi-estacionarias de trituración gigantes, que tienen la mayor capacidad del mundo. Cada una consta de una trituradora giratoria 89/109" con capacidad media de 8200 t/h. Estas trituran material estéril (montera) para sacarlo de la mina por medio de cintas transportadoras que tienen pendientes de 17/18°.



SEGURIDAD EN PLANTAS DE CHANCADO

En casi la totalidad de las faenas mineras de gran tamaño, las plantas de Chancado y Molienda ocupan el mayor espacio y requieren de mayor consumo de energía que las demás etapas del proceso productivo. Por lo tanto, existen mayores potencialidades de accidentes producto de malas prácticas por parte de los trabajadores. Además, en Chuquicamata y El Teniente, los chancadores primarios se encuentran al interior de la mina, por lo que además de las medidas de seguridad propias del chancado, se deben considerar los de toda la mina.

Recomendaciones generales que siempre deben ser consideradas:

- Siempre usar gafas de seguridad, sobre todo cuando el chancador se encuentra trabajando, ya que existe material en suspensión que puede ingresar a los ojos.
- Usar protectores de polvo cuando los chancadores y molinos estén trabajando, ya que hay material fino que es más liviano que el aire que puede ingresar por vías nasales y boca, el que, en el caso de las minas de cobre, puede contener sílice.
- Mantenerse siempre detrás de las barreras de seguridad o llevar un cinturón de seguridad cuando se trabaja alrededor de chancadores (con cable cola). En zonas elevadas amarrarse siempre a objetos firmes que prevengan ante una eventual caída.
- Nunca tomar alguna pieza o equipo en movimiento, especialmente cintas transportadoras, que pueden atrapar dedos, manos o brazos por su velocidad.
- El transporte de minerales pesados representa un peligro. Con frecuencia, los operadores de estos equipos tienen un campo de visión muy limitado, hay muchos puntos ciegos. Por eso es necesario quedarse donde los operadores puedan ver.