


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:		
	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

LABORATORIO DE OPERACIONES DE CONMINUCIÓN


EXPERIENCIA N° 3.

Etapas de chancado de minerales

Integrantes:

Profesor: _____

Puntaje Obtenido	Puntaje Ideal	NOTA FINAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:		
	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

1. OBJETIVO

1.1 Objetivos generales


- Evaluar dos circuitos de chancado considerando los flujos de mineral procesados, consumos específicos de energía y razón de reducción.

1.2 Objetivos específicos

- Presentar un esquema de los circuitos empleados con la caracterización de cada uno de los equipos empleados.
- Mostrar un balance de masa en cada circuito (flujos y granulometrías).
- Consumos específicos de energía del mineral, razón de reducción de cada etapa y de cada circuito.
- Analizar y discutir los resultados

2. ANTECEDENTES GENERALES

En una planta de procesamiento de minerales, la conminución del mineral se realiza en una secuencia de etapas. Esta reducción de tamaños en etapas permite una clasificación de los equipos y métodos empleados. En primer lugar se distingue entre chancado y molienda. El término chancado (o trituración) se aplica a la conminución del material extraído de la mina hasta partículas de aproximadamente 1 cm. Se habla de molienda para referirse a la conminución de tamaños pequeños, de 1 cm a 10 mm. Tanto el chancado como la molienda se subdividen a la vez dos o tres etapas, que se les denomina primaria, secundaria y terciaria.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				


Dado que en algunos casos estas etapas de conminución pueden realizarse con el mismo tipo de equipos, los límites entre ellas no son rígidos. Más aún, es posible que en algunas plantas en particular no se haga uso de todas ellas. Así por ejemplo, una planta de molienda semi-autógena no requiere de chancado secundario, terciario ni molienda primaria de barras.

En la Tabla 2.1 se presentan los rangos de aplicación de cada una de las etapas de reducción de tamaños y los consumos promedio de energía involucrados en cada una de ellas.

A medida que disminuye el tamaño de partícula, la energía específica necesaria para fracturarla aumenta con mayor rapidez. Consecuentemente, las chancadoras tienen que ser grandes y estructuralmente fuertes, mientras que los molinos deben ser capaces de dispersar energía sobre una gran área.

Tabla 2.1 Rango de aplicación de cada una de las etapas de reducción de tamaños.

Etapa	Sub-etapa	Rango tamaño	Consumo energía [kWh/t]
Chancado	Primario	100 a 10 cm	0,3 a 0,4
	Secundario	10 a 1 cm	0,3 a 2
	Terciario	1 a 0,5 cm	0,4 a 3
Molienda	Primario	10 a 1 mm	3 a 6
	Secundario	1 a 0,1 mm	4 a 10
	Terciario	100 a 10 um	10 a 30

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:		
	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

2.1 Circuito de chancado y harnero

La modelación de este tipo de operación se inicio con Broadbent y Callcott, quienes formularon un conjunto de ecuaciones de balance en función de la probabilidad de ruptura y la distribución de tamaño de los fragmentos para cada fracción granulométrica en la alimentación al chancador. Modelos ligeramente más complejos fueron posteriormente formulados por Whiten en 1972.

El harneado es una operación de clasificación dimensional de granos de mineral de forma y dimensiones variadas. El harnero es una superficie perforada que deja pasar los granos de dimensiones inferiores a las dimensiones de perforación, mientras que los granos de dimensiones superiores son rechazados.


2.2 Harneros vibratorios

Son los más utilizados en plantas de procesamiento de minerales.

La acción es presentar las partículas repetitivamente en la superficie del harnero que consiste en un número de aberturas de igual tamaño. En cada presentación, muchas partículas que pueden pasar a través de las aberturas tienen probabilidad de hacerlo, y un alto número de vibraciones aumenta la probabilidad de que la partícula pase al bajo tamaño del harnero.

2.3 Circuitos de Chancado

En la práctica, existe una serie infinita de combinaciones posibles a efectuar entre las distintas etapas de conminución, clasificación y flotación, aplicables a un proceso global de beneficio de minerales.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

Para el caso de circuitos de conminución, nos interesa por ahora definir los siguientes conceptos importantes.

2.3.1 Circuito Abierto.

Circuitos abiertos son aquellos en los cuales el material pasa sólo una vez por el Chancador, es decir se recibe un flujo de alimentación fresco.

En muchos casos el chancador secundario también está en circuito abierto.

Tomando en cuenta que la descarga de los chancadores, sea cual fuere, sólo controla una dimensión del producto. La variedad de tamaños y formas es grande, por lo que el producto de un circuito abierto no tiene ni un tamaño ni una forma bien controlada.

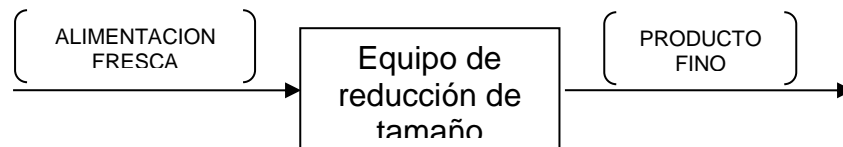



Figura 2.1 Circuito Abierto.

2.3.2 Circuito Cerrado Inverso.

Son aquellos en los cuales parte del material pasa más de una vez por un proceso y tiene como objetivo controlar el tamaño máximo del material.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

El material es seleccionado como pasante o "bajo tamaño" y rechazo o sobre tamaño, el sobre tamaño es triturado y nuevamente clasificado. Si en la trituración no fue reducido al tamaño requerido, es enviado nuevamente a trituración.

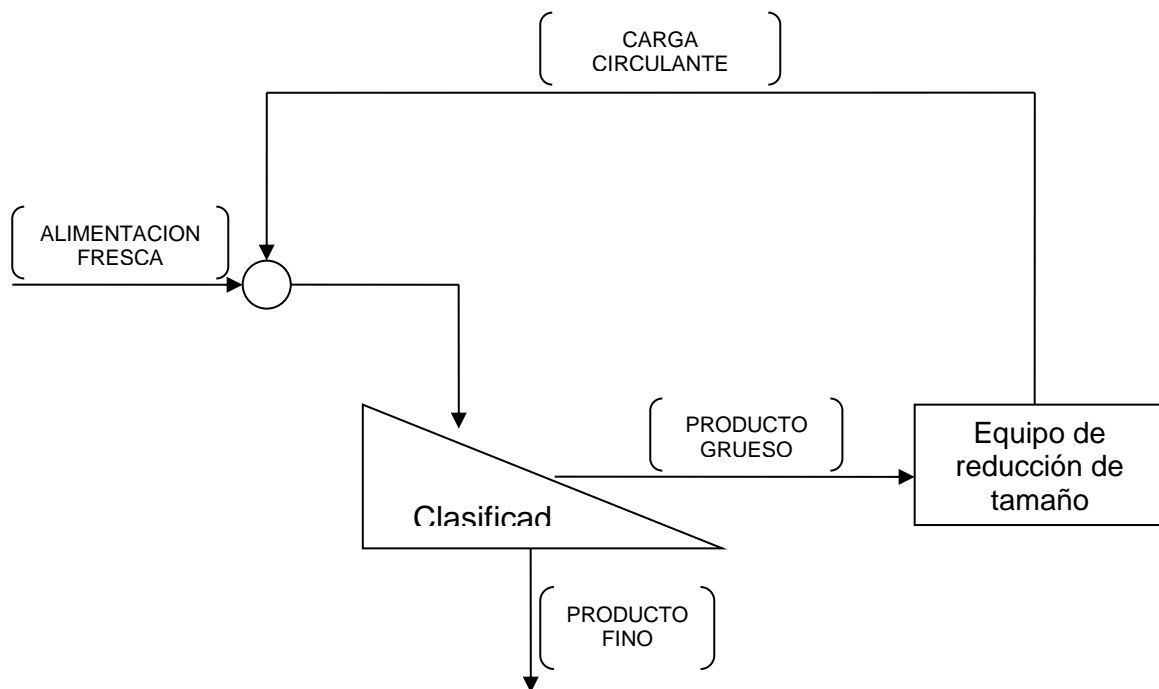



Figura 2.2 Circuito Cerrado Inverso.

2.3.3 Circuito Cerrado Directo

Son muy parecidos al circuito cerrado inverso, pero se caracteriza por alimentar el mineral fresco directamente al equipo de conminución, conjuntamente con el flujo de recirculación (grueso) del clasificador.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

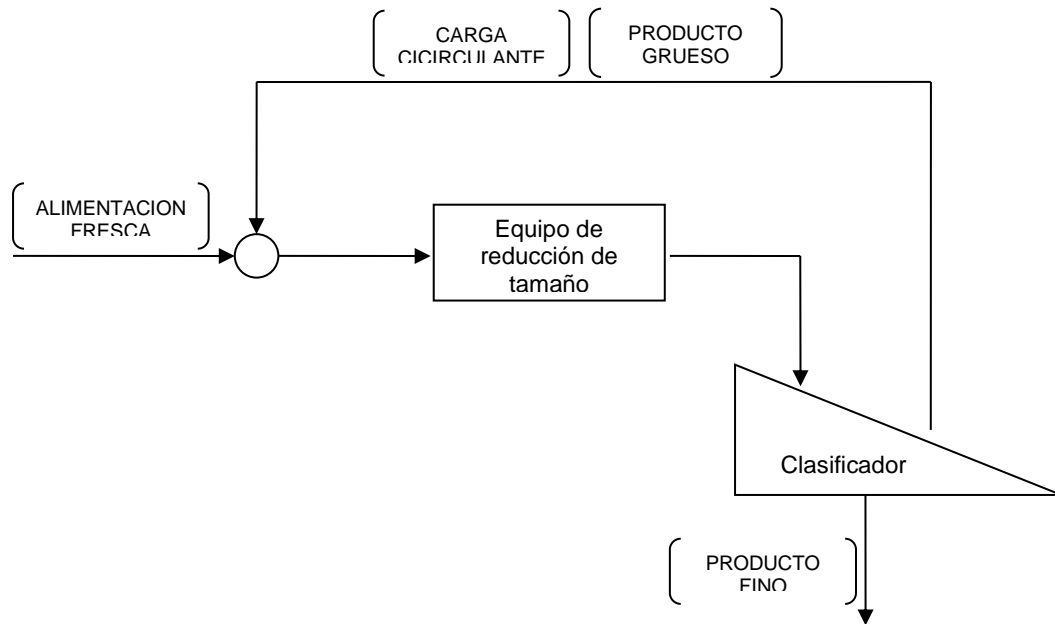



Figura 2.3 Circuito Cerrado Directo.

3. TERMINOLOGIA

- **Carga circulante:** El material retornado al equipo de reducción de tamaño por el clasificador se conoce como carga circulante y su masa se expresa como porcentaje de masa de la alimentación fresca al circuito.
- **Conminución:** Es un término general utilizado para indicar la reducción de tamaño de una roca y que puede ser aplicado sin importar el mecanismo de fractura.

4. EQUIPOS Y MATERIALES


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:		
	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

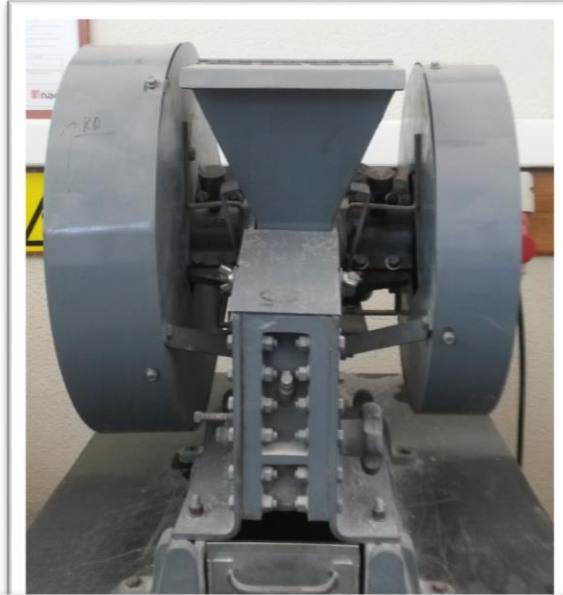
- Ro Tap y set de tamices



- Chancador de

mandíbula primario

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de cominución y concentración				




- Harnero



- Brochas
- Espátulas
 - Paños
- roleadores
- Partidor de rifles

- Palas
- Recipientes

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas		Asignatura: Operaciones de conminución y concentración		

- Balanzas digitales

- Mineral de granulometría gruesa (colpas)

- Medidor de potencia Hioki

- Huincha y regla

-

5. PROCEDIMIENTO

1. Masar 5 kg. de colpas de mineral, hacer análisis granulométrico, en forma manual y con la huincha, separándolos en grupos de 0 - 5 cm, 5 - 10 cm y 10 -15 cm.

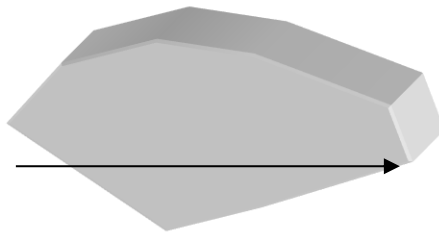



Figura 5.1 medición de las Colpas

2. Utilizando el medidor de Potencia Hioki, determinar el consumo promedio de potencia en vacío del equipo de reducción de tamaños. Para ello se registra los valores promedios entregados en el visor del medidor, durante el proceso de reducción de tamaño que se hizo en dos tantas..

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:		
	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

3. Poner en operación el chancador primario y alimentar en forma continua toda la muestra de mineral. Determinar el tiempo requerido para su reducción y los consumos de potencia promedio de ese tiempo.

4. Dividir el producto del chancado primario en cinco muestras representativas. Pesarlas y hacer análisis granulométrico a una de ellas.

5. Juntar dos de las cinco muestras representativas y alimentar en forma continua el chancador secundario. Determinar el tiempo requerido para su reducción y los consumos de potencia promedio de ese tiempo.


6. Tomar una muestra representativa del producto y realizar análisis granulométrico completo.

7. Las tres muestras representativas restantes del punto 4, juntarlas y clasificarlas en el harnero. El sobretamaño volver a reducirlo en el chancador primario. Hacer análisis granulométrico al producto y juntarlo con el bajo tamaño del harnero.

8. La muestra total alimentarla a la etapa de chancado secundario. Determinar el tiempo requerido para su reducción y los consumos de potencia promedio en este tiempo.

9. Tomar una muestra representativa del producto y realizar análisis granulométrico completo.

10. El harnero a emplear será la malla 3. En el caso de la etapa de chancado secundario, la abertura de descarga deberá ser inferior a la abertura del harnero (a definir por el docente).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de cominución y concentración				

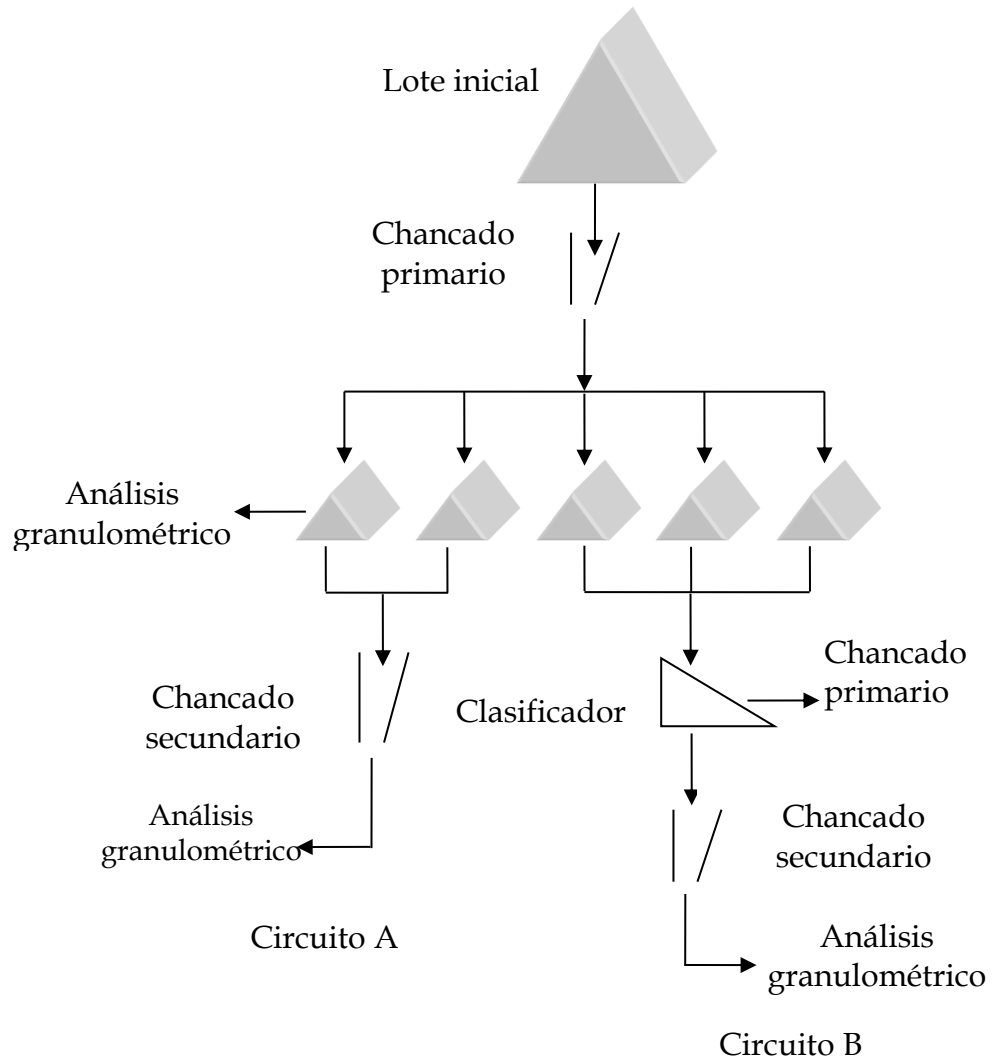



Figura 5.2 diagrama de flujo del circuito A y circuito B


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

6. CALCULOS

Tabla 6.1 Distribución granulométrica inicial


Abertura [micromes]	Retenido [grs]	Retenido Parcial [%]	Retenido Acumulado [%]	Pasante Acumulado [%]

Tabla 6.2 Distribución granulométrica descarga chancado primario.


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

Malla	Abertura [micromes]	Retenido [grs]	Retenido Parcial [%]	Retenido Acumulado [%]	Pasante Acumulado [%]
	25400				
1.06	17960				
1/2	12700				
3/8	9500				
3	6700				
4	4750				
6	3350				
8	2360				
10	1700				
14	1180				
20	850				
28	600				
35	425				
48	300				
65	212				
100	150				
150	106				
200	75				
270	53				
-270					

Tabla 6.3 Parámetros de operación para chancado primario

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

Potencia en vacío [kW]	Potencia consumida [kW]	Masa [ton]	Tiempo [h]	Flujo Másico [tph]	Energía Específica [kWh/ton]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

6.1 Circuito A

Tabla 6.4 Distribución granulométrica descarga chancado secundario

Malla	Abertura [micromes]	Retenido [grs]	Retenido Parcial [%]	Retenido Acumulado [%]	Pasante Acumulado [%]
	25400				
1.06	17960				
1/2	12700				
3/8	9500				
3	6700				
4	4750				
6	3350				
8	2360				
10	1700				
14	1180				
20	850				
28	600				
35	425				
48	300				
65	212				
100	150				
150	106				
200	75				
270	53				
-270					

Tabla 6.5 Resultado de la reducción de tamaño para cada etapa

	F80	P80	Razón de Reducción
Chancado Primario			
Chancado secundario			


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

Tabla 6.6 Parámetros de operación para chancado secundario

Potencia en vacío [kW]	Potencia consumida [kW]	Masa [ton]	Tiempo [h]	Flujo Másico [tph]	Energía Específica [kWh/ton]

6.2 Circuito B

Tabla 6.7 Distribución granulométrica producto chancado primario con recirculación

Malla	Abertura [micromes]	Retenido [grs]	Retenido Parcial [%]	Retenido Acumulado [%]	Pasante Acumulado [%]
	25400				
1,06	17960				
1/2	12700				
3/8	9500				
3	6700				
4	4750				
6	3350				
8	2360				
10	1700				
14	1180				
20	850				
28	600				
35	425				
48	300				
65	212				
100	150				
150	106				
200	75				
270	53				
-270					


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

Tabla 6.8 Distribución granulométrica descarga chancado secundario

Malla	Abertura [micromes]	Retenido [grs]	Retenido Parcial [%]	Retenido Acumulado [%]	Pasante Acumulado [%]
	25400				
1,06	17960				
1/2	12700				
3/8	9500				
3	6700				
4	4750				
6	3350				
8	2360				
10	1700				
14	1180				
20	850				
28	600				
35	425				
48	300				
65	212				
100	150				
150	106				
200	75				
270	53				
-270					


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

Tabla 6.9 Resultado de la reducción de tamaño para cada etapa


	F80	P80	Razón de Reducción
Chancado Primario con recirculación			
Chancado Secundario			

Tabla 6.10 Parámetros de operación para chancado primario con la recirculación

Potencia en vacío [kW]	Potencia consumida [kW]	Masa [ton]	Tiempo [h]	Flujo Másico [tph]	Energía Específica [kWh/ton]

Tabla 6.11 Parámetros de operación para chancado secundario


Potencia en vacío [kW]	Potencia consumida [kW]	Masa [ton]	Tiempo [h]	Flujo Másico [tph]	Energía Específica [kWh/ton]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:		
	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

7. RESULTADOS:

El informe debe contener:

- Una ficha técnica de cada equipo empleado, donde se indique:
 - Tipo de chancador
 - Dimensiones del chancador, aberturas máxima y mínima de descarga
 - Potencia en vacío
 - Gráficos de las granulometrías de alimentación y descarga para cada etapa de reducción de tamaño (todas las curvas en un solo gráfico)
 - Calculo del F80 y P80 para cada etapa y su indicación en el gráfico.
 - Potencia neta consumida por la reducción de tamaños del mineral
 - Calculo del consumo específico de energía del mineral en cada etapa
 - Calculo de la razón de reducción en cada caso
 - Gráfico de consumo específico de energía versus razón de reducción
 - En el caso del chancador primario, determinar el flujo de mineral experimental y comparar con el teórico
 - Análisis de resultados y conclusiones derivadas del trabajo realizado


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
Título Etapas de chancado de minerales	Revisión Número:	Fecha de vigencia:		
	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Área Minería y Metalurgia Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

8. METODOLOGÍA

- Grupos de 4 integrantes
- Tiempo estimado duración ensayo 4 horas
- Tiempo de evaluación 2 horas

8.1 Evaluación

- Informe de laboratorio: Ponderación 10%
- Se recomienda exposición para evaluación del proceso: Ponderación 5%

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INSTITUTO PROFESIONAL CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA		Guía de xxxxxx		Número: 01
		Título Etapas de chancado de minerales		Revisión Número: Fecha de vigencia:
		Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Área Minería y Metalurgia				
Carrera: Ingeniería en minas Asignatura: Operaciones de conminución y concentración				

9. PAUTA INFORME

El informe debe contener:

1. **Portada**
2. **Índice:** La numeración de las hojas debe iniciarse en el ítem de objetivos.
3. **Resumen:** Breve resumen de lo realizado en laboratorio, mencionando los principales resultados obtenidos
4. **Objetivos:** Deben ser generales y específicos.
5. **Introducción teórica:** Contenidos respecto al laboratorio explicados de manera teórica.
6. **Procedimiento experimental:** Instrucciones paso a paso de lo realizado en el laboratorio, además se deben especificar en otro sub ítem los materiales e instrumentos utilizados.
7. **Resultados obtenidos:** Resultados obtenidos presentados en tablas, gráficos, esquemas etc.
8. **Discusión:** Análisis de los resultados, donde se explique el porqué de éstos. Además, deben estar basados en la teoría antes expuesta en la introducción teórica. Cada integrante del grupo debe realizar sus propias discusiones.
9. **Conclusiones:** Se extraen desde las discusiones, corresponden a lo más importante expuesto ahí. Deben ser categóricas y sin explicación ya que ésta fue hecha en el ítem anterior. Cada integrante del grupo debe realizar sus propias conclusiones basadas en sus discusiones.
10. **Bibliografía:** Autor, título, año y edición de los libros desde donde fue extraída información para realizar el informe.
11. **Anexos:** Calculos, fórmulas matemáticas, químicas etc. que se emplearon para la obtención de resultados expuestos en el informe.