



CUADERNO DE INSTRUCTOR

MÓDULO: INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE LA PLANTA DE CHANCADO
DESDE SALA DE CONTROL

PROGRAMA: OPERADOR ESPECIALISTA SALA DE CONTROL MINA
SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH
FUNDACIÓN CHILE

Contenido:

MÓDULO: INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE LA PLANTA DE CHANCADO DESDE SALA DE CONTROL 4

1.	Introducción general al control del área de chancado	4
1.1	Chancado primario	4
1.2	Chancado secundario	5
1.3	Chancado terciario	6
1.4	Control de Chancado	6
1.4.1	General Chancado-Aglomeración	6
1.4.2	Chancado Primario	6
1.4.3	Chancado Secundario	7
1.4.4	Chancado Terciario	7
1.5	Alimentación a la tolva de los harneros terciarios	8
1.5.1	Harneros terciarios	8
1.5.2	Alimentación a la Tolva	8
1.5.3	Alimentación al Silo de Mineral Fino	9
	Actividad: Control de planta de chancado.	10
2.	Control de operación del proceso de chancado desde sala de control	12
2.1	Condiciones operacionales en chancado	12
2.1.1	Operación en línea de mina-planta	13
2.1.2	Descripción del sistema de control	13
2.2	Irregularidades frecuentes repetitivas en chancado.	14
	Actividad 2: Control de operación del proceso de planta de chancado.	17
3.	Variables de proceso en chancado	19
3.1	Lazos de Control	21
3.2	Letras de identificación de códigos de instrumentos	22
3.3	Leyenda típica para diagramas de lazos de control	24
3.4	Conceptos básicos de variables y parámetros	26
3.5	Variables y parámetros de operación	27
	Actividad :Identificación de variables y parámetros del proceso de chancado.	33
4.	Revisión de equipos de chancado desde sala de control	35
4.1	Lista de verificación del chancador	35

4.2	Lista de verificación de harneros	39
4.3	Operación del Chancado Primario y Suministro de Mineral	40
4.3.1	Autorización de descarga de los camiones	40
4.3.2	Consideraciones para la operación del chancado primario	41
4.3.3	Variaciones en el suministro de mineral	42
4.4	Operación del Chancado Secundario	43
4.4.1	Tolvas de Regulación	44
4.4.2	Operación de los Harneros Terciarios	44
4.5	Operación del Chancado Terciario	45
4.5.1	Alimentación atollada de los chancadores	45
4.5.2	Número de chancadores en operación	46
4.5.3	Prioridades de operación de los chancadores	47
4.5.4	Posición de los chancadores o harneros fuera de servicio	47
4.5.5	Lógica de control del tripper de alimentación a la tolva de chancadores	48
	Actividad : Revisión del equipo de chancado y estándares de operación.....	50
5.	Riesgos asociados al chancado.....	52
5.1	Características de los minerales.....	55
5.2	Cuidados Previos a la Puesta en Servicio	56
5.3	Secuencias de Partida Normal.....	56
5.4	Instrucciones para Detención Normal Planta Chancado.....	57
5.4.1	Chancado Primario-Secundario.....	57
5.5	Detenciones y Partidas de Emergencia	58
5.5.1	Detenciones de Emergencia.....	58
5.5.2	Partida Después de una Parada de Emergencia.....	62
5.5.3	Partida Después de Interrupción de la Energía.....	62
5.6	Operación de martillo neumático.	63
	Actividad : Riesgos en chancado e instrucciones de puesta en servicio de planta de chancado.	65
	Fuentes referenciales	67

MÓDULO: INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE LA PLANTA DE CHANCADO DESDE SALA DE CONTROL

1. Introducción general al control del área de chancado

Aprendizaje esperado: Identificar las condiciones operacionales del proceso de acuerdo a los parámetros de operación del área de chancado.

Conceptos Claves

SISTEMA DE CONTROL

La planta de chancado es operada desde la sala de control en modo automático, con las dos líneas de chancado secundario y las líneas de harneros y chancadores terciarios que sean necesarias para el tonelaje horario procesado.

CONTROL DE CHANCADO

En el control de chancado se completa y detallan los criterios de control y operación establecidos en forma general en la Filosofía de Control. Comprende desde la descarga de los camiones mina en la tolva de recepción hasta la descarga de la correa en el silo de alimentación hacia la próxima etapa.

ALIMENTACIÓN A TOLVA

En este caso los equipos e instalaciones involucrados son correa transportadora, sistemas de supresión de polvo en descarga a chancadores, transferencia entre chancadores y descarga del tripper y la tolva de alimentación.

Introducción:

En general en la operación del proceso se pretende Identificar el esquema del proceso de chancado y aglomerado y sus equipos de acuerdo a diagrama de flujo y manuales de equipos.

1.1 Chancado primario

En la figura 1 siguiente se muestra un esquema del proceso chancado primario.

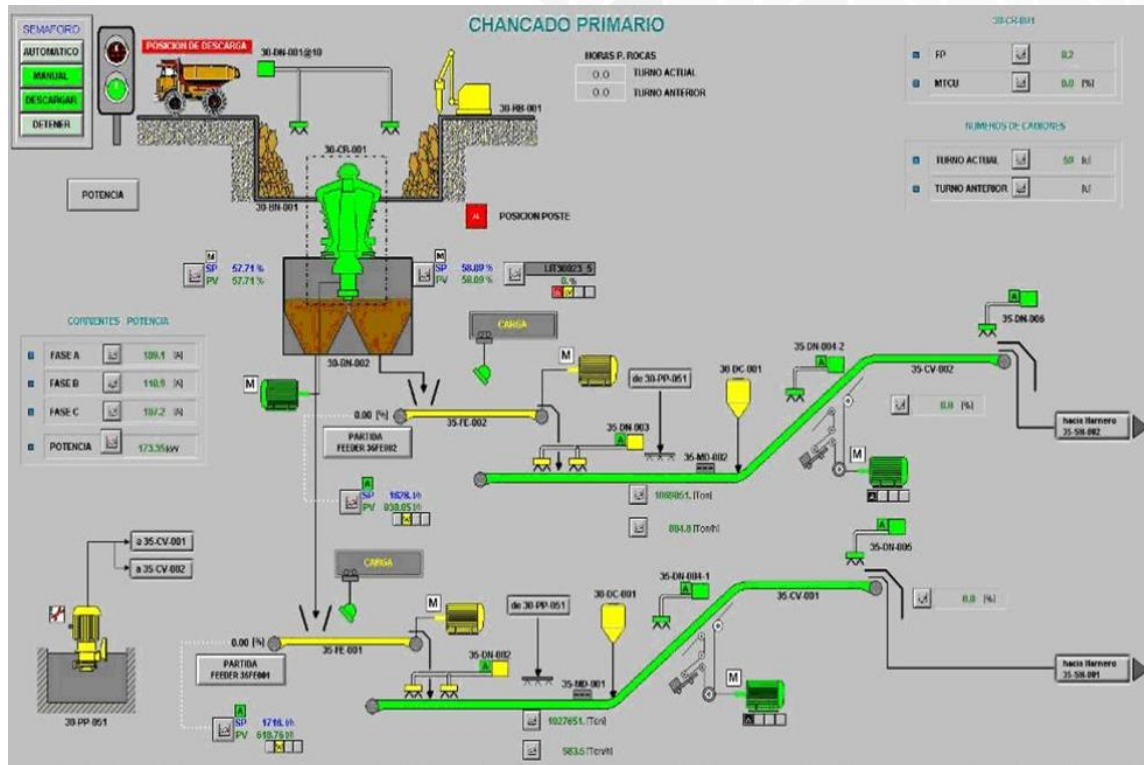


Figura1 Pantalla de control del proceso chancado primario

1.2 Chancado secundario

En la figura 2 siguiente se muestra un esquema del proceso chancado secundario.

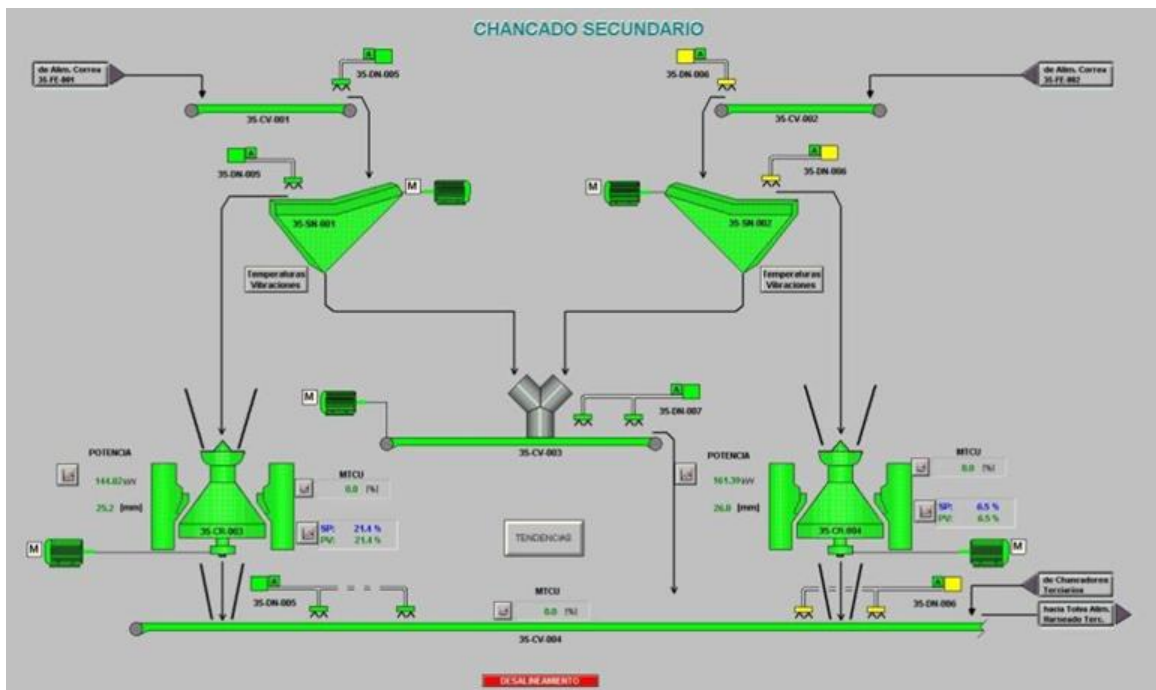


Figura2 Pantalla de control del proceso chancado secundario

1.3 Chancado terciario

En la figura 3 siguiente se muestra un esquema del proceso chancado terciario

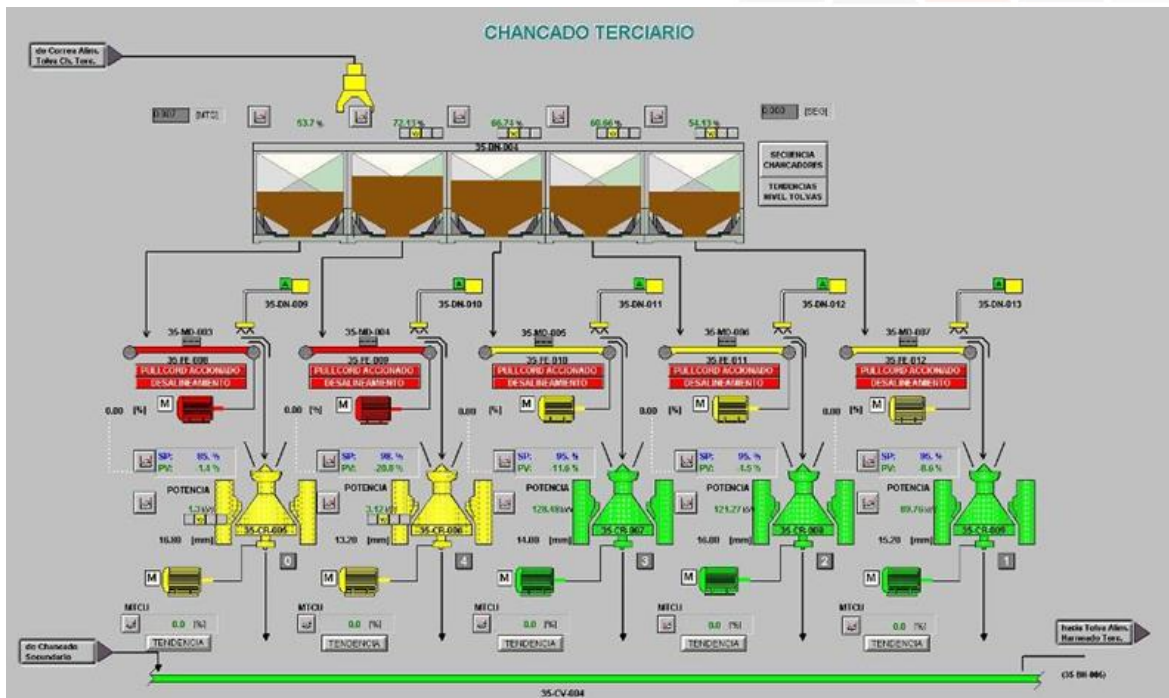


Figura3 Pantalla de control del proceso chancado terciario

1.4 Control de Chancado

Esta sección completa y detalla los criterios de control y operación establecidos en forma general en la Filosofía de Control. Comprende desde la descarga de los camiones mina en la tolva de recepción hasta la descarga de la correa en el silo de alimentación hacia aglomerado.

Desde la sala de control del área seca, se opera la planta de chancado y aglomeración y se coordina y monitorea los sistemas de manejo de materiales en las pilas, que se operan desde cabinas propias en el apilador, en la rotopala y en el distribuidor de ripios en el botadero. El operador dispondrá de los siguientes despliegues gráficos, en los cuales tendrá visión y control de los equipos e instalaciones:

1.4.1 General Chancado-Aglomeración

Desde la descarga de los camiones mina hasta la descarga del mineral aglomerado en la correa overland de recepción del aglomerado. Muestra el diagrama de flujo con los equipos principales de las plantas de chancado y aglomeración.

1.4.2 Chancado Primario

Desde la descarga de los camiones mina, hasta las correas de alimentación a los harneros. Incluye los siguientes equipos e instalaciones:

- Picarrocas
- Tolva de Recepción Chancado Primario
- Chancador Primario
- Tolva de Compensación Chancado Primario
- Alimentadores de correa de velocidad variable, para descargar la tolva de compensación y alimentar los harneros secundarios. Sistema motriz y variador de velocidad hidráulico.
- Electroimanes, para atrapar piezas magnéticas en la transferencia de los alimentadores a las correas transportadoras.
- Correas transportadoras, de alimentación a los harneros secundarios; con los detectores de metal y pesómetros.
- Pesómetros, en las correas de alimentación a los harneros secundario
- Sistema de supresión de polvo, para la descarga de los camiones.
- Sistemas de supresión de polvo, para la transferencia entre los alimentadores y las correas.
- Sistemas de supresión de polvo para la descarga de polvo del colector a las correas.
- Sistemas de supresión de polvo para la transferencia desde las correas a los harneros secundario.
- Como pop-up del chancado primario se muestra el colector de polvo.

1.4.3 Chancado Secundario

Muestra nuevamente las correas y comprende hasta la descarga de la correa hacia la tolva de alimentación a los harneros terciarios. Incluye los siguientes equipos e instalaciones:

- Harneros Secundarios
- Chancadores Secundarios
- Correa, colectora de finos de harneros secundarios.
- Correa, de alimentación a la tolva del Harneado Terciario
- Sistemas de supresión de polvo en la descarga de los harneros secundario hacia los chancadores
- Como pop-up del chancado secundario se puede llamar el detalle de temperaturas y vibraciones del harnero.

1.4.4 Chancado Terciario

Incluye desde la tolva de alimentación a los chancadores terciarios hasta la correa, de alimentación a la tolva de los harneros terciarios. Incluye los siguientes equipos e instalaciones:

Tolva, de alimentación a los chancadores terciarios.

Alimentadores de correa de velocidad variable, de los chancadores terciarios. Variación de velocidad por variadores de frecuencia.

Detectores de metal, para proteger los chancadores terciarios.

Chancadores terciarios.

Correa en el sector en que recibe el producto de los chancadores terciarios.

Sistemas de Control de Polvo, para la transferencia de los alimentadores a los chancadores.

1.5 Alimentación a la tolva de los harneros terciarios

Mostrando la correa y la tolva, resaltando los sistemas de supresión de polvo y el tripper. Incluye los siguientes equipos e instalaciones:

- Correa en toda su extensión, mostrando el tripper y su sistema motriz
- Sistemas de supresión de polvo en la descarga de los chancadores secundarios y la correa a la correa
- Sistemas de supresión de polvo de la transferencia entre los chancadores terciarios a la correa.
- Sistema de supresión de polvo, en la descarga del tripper de la correa en la tolva.
- Tolva, de alimentación a los harneros terciarios.

1.5.1 Harneros terciarios

Incluyendo la tolva de alimentación y la descarga del sobretamaño en las correas y del bajotamaño en la correa. Incluye los siguientes equipos e instalaciones:

- Tolva, de alimentación a los harneros terciarios.
- Alimentadores de correa de velocidad variable, de los harneros terciarios. Variación de velocidad por variadores de frecuencia.
- Harneros terciarios
- Correas de recepción del sobretamaño y el bajotamaño de los harneros, en forma respectiva; en el sector de descarga de los harneros.

1.5.2 Alimentación a la Tolva

De los Chancadores Terciarios, mostrando la correa y la tolva, resaltando los sistemas de supresión de polvo y el tripper. Incluye los siguientes equipos e instalaciones:

- Correa en toda su extensión, mostrando el tripper y su sistema motriz
- Electroimán para atrapar materiales inchancables magnéticos desde la correa.
- Pesómetros, en alimentación de correa de alimentación tolva de chancadores terciarios.

- Sistemas de supresión de polvo de la descarga del sobretamaño de los harneros en la correa.
- Sistema de supresión de polvo en la descarga del tripper de la correa en la tolva.
- Tolva de alimentación a los chancadores terciarios.

1.5.3 Alimentación al Silo de Mineral Fino

Mostrando en su integridad la correa. Incluye los siguientes equipos e instalaciones:

- Correa en toda su extensión, mostrando su sistema motriz
- Pesómetro, del producto final de la planta de chancado
- Sistemas de supresión de polvo, en la descarga del bajotamaño de los harneros a la correa.
- Filtro venteo del silo mineral fino.
- Silo Mineral Fino.

Repaso de Conceptos Claves

SISTEMA DE CONTROL

La planta de chancado es operada desde la sala de control en modo automático, con las dos líneas de chancado secundario y las líneas de harneros y chancadores terciarios que sean necesarias para el tonelaje horario procesado.

CONTROL DE CHANCADO

En el control de chancado se completa y detallan los criterios de control y operación establecidos en forma general en la Filosofía de Control. Comprende desde la descarga de los camiones mina en la tolva de recepción hasta la descarga de la correa en el silo de alimentación hacia la próxima etapa.

ALIMENTACIÓN A TOLVA

En este caso los equipos e instalaciones involucrados son correa transportadora, sistemas de supresión de polvo en descarga a chancadores, transferencia entre chancadores y descarga del tripper y la tolva de alimentación.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad: Control de planta de chancado.

- **Estrategia Metodológica**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán revisar los temas asociados al control de la operación de chancado desde sala de control, utilizando como material de apoyo el cuaderno del participante y los apuntes de lo entregado por el facilitador durante la exposición.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Situaciones Típicas en la operación de chancado desde sala de control	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. Objetivo

- Identificar las pantallas de control de las distintas etapas del proceso de chancado, para reconocer los flujos, condiciones de operación, equipos en operación y detenidos y la secuencia operativa que muestra el diagrama del proceso.

2. Materiales y recursos

- Hojas de control de riesgos
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Listas de verificación
- Formato de pre-informe

3. Descripción de la Actividad

Etapas	Especificaciones
Inicio	Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y se les asignan las páginas de donde deben seleccionar

	el dibujo que deben reconocer, de acuerdo la secuencia operativa del diagrama de chancado.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor hará referencia al cuaderno del participante, para que cada grupo ubique las páginas de donde desarrollar los temas. Cada grupo debe seleccionar los diagramas recomendados por el instructor, utilizados en las distintas etapas y el desarrollo consistirá en:</p> <p>Utilizar figuras de pantallas de control de proceso de las distintas etapas del proceso de chancado, para identificar la secuencia operativa del proceso.</p> <p>El funcionamiento de los equipos y la detención de otros.</p> <p>Los elementos de control asociados al diagrama que permiten seguir la operación desde la pantalla.</p> <p>Explicar el funcionamiento de ellos y de los sistemas asociados a la operación de reducción.</p> <p>Identificar las condiciones operacionales que se presentan en la figura observada las representaciones en el diagrama.</p> <p>Realizar papelógrafos para cada sección desarrollada.</p> <p>Los papelógrafos deberán ser presentados por cada grupo al resto de los participantes, explicando los fundamentos del proceso de reducción de chancado.</p>
Duración de la actividad	60 minutos.

4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas.

2. Control de operación del proceso de chancado desde sala de control

Aprendizaje esperado: Identificar el sistema de chancado y sus subsistemas asociados que permiten detectar condiciones fuera de régimen aplicando listas de verificación del área.

Conceptos Claves

CONDICIONES OPERACIONALES EN CHANCADO

La planta de chancado recibe el mineral de desde la mina y en general podemos encontrar un acopio antes de la etapa secundaria. En caso de no haber acopio, la operación con el área de mina debe ser muy coordinada con la planta.

OPERACIÓN EN LÍNEA DE MINA PLANTE

Cuando existe acopio de mineral grueso, se independiza la operación mina-chancado primario de la operación del chancado secundario-terciario y a menudo la operación del chancado primario se asigna a la mina.

IRREGULARIDADES EN CHANCADO

La planta de chancado está diseñada para mantener un ritmo de tratamiento continuo a una granulometría dada. Algunas irregularidades son restricciones de suministro, líneas de chancado fuera de servicio, restricciones de demanda del proceso a continuación.

2.1 Condiciones operacionales en chancado

La planta de chancado recibe el mineral de desde la mina y en general podemos encontrar un acopio antes de la etapa secundaria. En caso de no haber acopio, la operación con el área de mina debe ser muy coordinada con la planta.

El primer aspecto a tener en cuenta es que la mina por programa operará y suministrará mineral a la planta sólo 21 horas en un día normal y la planta podría operar las 24 horas. Las tres horas de diferencia provienen de las detenciones por tronadura, colaciones y cambios de turno en la mina y son compensadas en parte por las capacidades de almacenamiento en la planta de chancado y en el silo.

Tomando en cuenta estos hechos, la operación de la planta de chancado debe considerar algunos aspectos claves, tales como:

- Restricciones y exigencias relacionadas con la operación en línea mina-planta; entre ellas, que las variaciones en el suministro desde la mina y en las características del mineral (granulometría y dureza del mineral), se reflejan en forma casi inmediata en la planta de chancado.
- Es necesario manejar en forma eficiente las capacidades de almacenamiento de mineral, para dar una mayor continuidad y estabilidad operacional a la planta; en especial, compensar las variaciones momentáneas y las detenciones programadas en el suministro de mineral en un ciclo de 24 horas de operación.

2.1.1 Operación en línea de mina-planta

Cuando existe acopio de mineral grueso, se independiza la operación mina-chancado primario de la operación del chancado secundario-terciario y a menudo la operación del chancado primario se asigna a la mina, para que exista una responsabilidad única de mantener mineral en forma permanente en el acopio de gruesos y haya una mayor preocupación en la mina por la calidad del producto alimentado al chancador primario.

Sin acopio de gruesos las condiciones operacionales más relevantes relacionadas con la operación de línea de la mina y la planta de chancado-aglomeración-apilamiento son:

- La mina debe suministrar mineral en forma continua y estable, de acuerdo a la demanda de la planta, por lo cual la autorización de descarga a los camiones está controlada por dicha demanda. Por otra parte, la planta de chancado también debe trabajar en la forma más continua y estable posible, para no entorpecer el flujo de camiones de la mina y, eventualmente, llegar a paralizar la extracción del mineral.
- Es necesario tener una operación muy coordinada mina-planta. Por esta razón, la estación de despacho de camiones se ha integrado al edificio de la Sala de Control del Área Seca y hay una sola descarga de camiones en la tolva de recepción del chancado primario, lo que obliga a la descarga secuencial de camiones.
- Dentro de márgenes razonables, un uso eficiente de la capacidad de las tolvas y silos de la planta permite absorber las diferencias puntuales y la de un ciclo normal de 24 horas entre mina y planta. Como el criterio de diseño supuso un suministro de 21 h/d de mineral, los esfuerzos que se hagan en mantener la continuidad de la operación durante esas 3 horas de detención irán en directo beneficio de la operación global.

Además, hay algunas condiciones que son recomendables aun si existiera el acopio de gruesos, a las cuales se debe prestar gran atención:

- Para conseguir una operación sin sobresaltos, se debe mantener un inventario adelantado de mineral en pilas, para que las contingencias mayores no lleguen a afectar la operación de LX/SX/EW y, por consiguiente, la producción final de cobre. Una unidad de irrigación supera la capacidad de un acopio típico de gran tamaño.
- Se debe prestar especial atención a no perder la distancia y la holgura de tiempo de seguridad entre la rotopala y el apilador, para que el retiro de los ripios no llegue a ser causa de detención de la planta.
- Se debe cuidar que la utilización efectiva acumulada de las instalaciones esté siempre en un valor al menos igual y en lo posible mayor que la considerada en el diseño, con lo cual se crea una holgura extra para las contingencias.

2.1.2 Descripción del sistema de control

Esta sección contiene los antecedentes relacionados con el sistema de control del chancado. Se considera que es responsabilidad de la planta de chancado mantener el silo con mineral suficiente

para que aglomeración pueda operar en forma continua y estable, y existen enclavamientos y alarmas que monitorean el nivel del silo.

La planta de chancado es operada desde la sala de control de la planta seca en modo automático, con las dos líneas de chancado secundario y las líneas de harneros y chancadores terciarios que sean necesarias para el tonelaje horario procesado y las características del mineral. La operación en modo manual es excepcional, también desde la sala de control, pero no recomendable. El modo de operación local es sólo para trabajos de mantenimiento.

2.2 Irregularidades frecuentes repetitivas en chancado.

La planta de chancado está diseñada para mantener un ritmo de tratamiento continuo a una granulometría dada. Se considera como operación normal aquella que proporciona un flujo promedio definido según el proceso (medido ent/h) de mineral, obteniendo un producto de granulometría esperada de 98% bajo, generalmente de 19 mm y 92% bajo 12,7 mm. Como el circuito terciario es cerrado, la mayor desviación normal de la planta estará relacionada con las variaciones en el suministro de mineral o, eventualmente, a falta de capacidad de aglomeración-apilamiento para recibir el mineral chancado.

Al no tener acopio de gruesos, la responsabilidad principal del operador de la planta será la coordinación con la mina y lograr el equilibrio de las tres etapas de chancado, la aglomeración y el apilamiento, para lograr una operación continua y estable.

Es importante que se mantenga la abertura adecuada de los chancadores para asegurar la granulometría esperada del producto y evitar sobrecargas en los equipos. El objetivo directo de la operación de la planta de chancado es mantener el silo con un nivel de carga que asegure la operación continua y estable del chancado. El operador debe tomar todas las precauciones para evitar que un chancador quede parado con carga en su interior; en particular en el chancador primario se debe vaciar la tolva de alimentación.

Para minerales que tengan características razonablemente homogéneas, las principales desviaciones se centran en los siguientes casos:

- Restricciones del suministro de mineral desde la mina por falla de la pala

En el caso de una falla de la pala, la situación debe ser enfocada conforme a la situación real; considerando el uso de cargadores frontales y eventualmente la reubicación de una pala de estéril.

- Restricciones del suministro de mineral desde la mina por falla de un camión

Habrán un ritmo reducido en el chancado primario-secundario, pero, normalmente, el chancado terciario se podrá mantener a un ritmo normal, porque los inventarios de mineral en las tolvas y el silo dan tiempo a la mina para desviar un camión que esté operando en estéril para reforzar la flota de camiones planta.

- Una de las líneas de chancado secundario fuera de servicio.

Cada línea de chancado secundario tiene una capacidad individual (medida en t/h), base seca, equivalente a un 73 % de la capacidad nominal de aglomeración. En esta condición, se puede operar aglomeración a tasa reducida y/o en forma intermitente, deteniéndola cuando el nivel del silo ha llegado a un mínimo y poniéndola en servicio al acercarse al nivel máximo.

- Una línea de harneros terciarios fuera de servicio

Conforme a los criterios de diseño, cuatro líneas de harneros tienen una capacidad equivalente al 80% de la capacidad de diseño de la planta de chancada medida en t/h; en el orden de la capacidad nominal de aglomeración; sin embargo, con minerales más finos que los de diseño, es probable que se puede a mantener la operación cercana a la normal

- Una línea de chancado terciario fuera de servicio

La situación base es semejante a la de los harneros terciarios; sin embargo, en este caso hay una mayor influencia de las características del mineral en la capacidad de los chancadores. Si la granulometría real del mineral es más fina que en los criterios de diseño, es razonable pensar que con cuatro chancadores se pueda sustentar la operación de aglomeración a capacidad nominal en forma consistente.

- Restricciones en la demanda de mineral desde aglomeración

Desde el punto de vista del chancado esta situación se refleja en que el nivel del silo tiene a subir, exigiendo que la planta de chancado trabaje a ritmo reducido o eventualmente deba detenerse y asimismo la mina.

- Operar la planta de chancado a un ritmo acelerado

La planta de chancado tiene una capacidad nominal y de diseño definidas, base seca y aglomeración tiene una capacidad nominal y de diseño inferior, base seca. Para mantener aglomeración en operación en forma continua y estable, una herramienta fundamental es el uso de las diferencias de capacidad entre ambas plantas para recuperar el silo o alimentar el silo en forma acelerada para llenarlo antes de proceder a la detención del chancado.

- Operar la planta de chancado bajo la capacidad nominal.

Se puede tomar esta opción en el caso de un suministro programado de la mina o una demanda de aglomeración-apilamiento a un ritmo inferior a la capacidad nominal de la planta. La decisión de trabajar a ritmo reducido o en forma intermitente debe tomarse conforme a las circunstancias reales.

Repaso de Conceptos Claves

CONDICIONES OPERACIONALES EN CHANCADO

La planta de chancado recibe el mineral desde la mina y en general podemos encontrar un acopio antes de la etapa secundaria. En caso de no haber acopio, la operación con el área de mina debe ser muy coordinada con la planta.

OPERACIÓN EN LÍNEA DE MINA PLANTE

Cuando existe acopio de mineral grueso, se independiza la operación mina-chancado primario de la operación del chancado secundario-terciario y a menudo la operación del chancado primario se asigna a la mina.

IRREGULARIDADES EN CHANCADO

La planta de chancado está diseñada para mantener un ritmo de tratamiento continuo a una granulometría dada. Algunas irregularidades son restricciones de suministro, líneas de chancado fuera de servicio, restricciones de demanda del proceso a continuación.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad 2: Control de operación del proceso de planta de chancado.



- **Estrategia Metodológica**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán revisar los temas asociados al control de la operación de chancado desde sala de control, utilizando como material de apoyo el cuaderno del participante y los apuntes de lo entregado por el facilitador durante la exposición.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Situaciones Típicas en la operación de chancado desde sala de control	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. Objetivo

- Identificar las condiciones de operación de control del proceso de chancado, para las operaciones entre mina y planta y luego entre etapas de la.

2. Materiales y recursos

- Hojas de control de riesgos
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Listas de verificación
- Formato de pre-informe



3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y se les asignan las páginas de donde deben seleccionar el material que deben reconocer del control de operación de chancado.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor hará referencia al cuaderno del participante, para que cada grupo ubique las páginas de donde desarrollar los temas.</p> <p>Cada grupo debe seleccionar los temas relativos a:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar las condiciones operacionales de chancado. Describir la operación en línea mina-planta. Explicar el sistema de control en planta de chancado. Explicar las irregularidades que son frecuentes y repetitivas en chancado. <p>Realizar papelógrafos para cada sección desarrollada a través de diagramas generales y mapas conceptuales.</p> <p>Los papelógrafos deberán ser presentados por cada grupo al resto de los participantes, explicando los fundamentos del proceso de reducción de chancado.</p>
Duración de la actividad	45 minutos.

4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

3. Variables de proceso en chancado.

Aprendizaje esperado: Explicar los ajustes operacionales que se deben aplicar de acuerdo a las condiciones de operación en el área.

Conceptos Claves

VARIABLES DE PROCESO EN CHANCADO

Para la revisión de variables de proceso en el área de chancado, se comparan el sistema analizado, la variable de proceso, la forma de control y el impacto en el proceso.

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES Y SÍMBOLOS DE CONTROL

Los diagramas de control presentan leyendas y simbología característica para comprender el control de operación el que requiere el uso de diccionario de letras para explicar identificar las variables asociadas y símbolos que asocian la función del DCS, tipos de accionamiento de válvulas, motores y tipos de señales en los diagramas.

PARÁMETROS Y VARIABLES OPERACIONALES EN EL CHANCADOR

Se presentan definiciones de conceptos básicos de variables y parámetros relacionados con los sistemas de control, el control de dichas variables y la fijación de parámetros adecuados nos permiten apuntar hacia un producto de calidad definido para la próxima etapa del proceso hidrometalúrgico.

Introducción:

Para la revisión de variables de proceso en el área de chancado, se resume en la tabla 1 que muestra el sistema analizado, la variable de proceso, la forma de control y el impacto en el proceso, como se muestra a continuación:

Tabla 1 Análisis de variables en chancado

Sistema analizado	Variable de Proceso	Forma de control	Impacto en el Proceso
Alimentación de mineral a la planta – Línea de chancado secundario 1	Flujo de mineral	Pesómetro en correa, controlador en PCS y variador de velocidad de alimentador Operador fija consigna en controlador de peso.	Se trata de mantener el equilibrio entre la alimentación a la planta y el promedio de descarga de camiones. Una deficiencia redundará en el nivel de la tolva de compensación y en chancadores secundarios trabajando con baja o nula carga por ratos.
Alimentación de mineral a la planta – Línea	Flujo de mineral	Pesómetro en correa, controlador en PCS y	Se trata de mantener el equilibrio entre la alimentación a la planta y el promedio de descarga de camiones.

de chancado secundario 2		<p>variador de velocidad de alimentador</p> <p>Operador fija consigna en controlador de peso.</p>	Una deficiencia redundará en el nivel de la tolva de compensación y en chancadores secundarios trabajando con baja o nula carga por ratos
Producto chancado primario	Tamaño del mineral producto chancado primario	<p>El operador fija la posición del poste del chancador primario.</p> <p>Dispone de una lectura de posición del poste.</p>	Este setting fija el tamaño máximo de la alimentación a los chancadores secundarios e influye en forma marginal en la curva granulométrica.
Producto chancado secundario	Tamaño del mineral producto chancado secundario	El operador fija el ajuste en los chancadores secundarios y decide el modo operacional del chancador, que normalmente debería corresponder a modo potencia constante	Este setting fija el tamaño máximo de alimentación a los harneros terciario. Influye en forma marginal en la carga circulante. Permite un rango razonable de regulación del ritmo de trituración en los chancadores secundarios.
Producto del chancado terciario	Tamaño del mineral producto chancado terciario	El operador fija el ajuste en los chancadores terciarios y decide el modo operacional del chancador, que normalmente debería corresponder a setting constante	Este setting controla la proporción de mineral que alcanza la granulometría del producto final en cada pasada. Influye en la carga circulante.
Tolva de alimentación al harneo	Niveles críticos	El operador fija niveles de llenado y niveles bajos críticos a partir del nivel equivalente	Los alimentadores bajo la tolva deben controlar que el nivel de mineral en la tolva se mueva dentro de rangos definidos
Tolva de alimentación chancado terciario	<p>Niveles críticos.</p> <p>Control de nivel (en forma indirecta, controla el</p>	El operador fija los niveles a los cuales las líneas de chancado entran y salen de funcionamiento, a partir del nivel equivalente deseado.	Los chancadores operan en forma atollada en el número necesario para el tonelaje de carga circulante existente. El nivel de mineral en la tolva permite regular la prioridad de operación de los chancadores.

	chancado terciario)		
Silo de finos	Nivel del silo	Es un control en lazo abierto. El operador visualiza el nivel del silo y actúa en consecuencia, apurando la planta de chancado desde la alimentación de mineral fresco. Alarmas por bajo a alto nivel ayudan a esta supervisión	El nivel del silo es una información relevante para que el operador mantenga una operación equilibrada en toda la línea de operación de la mina y la planta seca.
Flujo de recirculación	Flujo en correa	El control es en lazo abierto. La supervisión se realiza por la medición del flujo de mineral que rechaza el harneo y el control lo realiza el operador ajustando los settings de los chancadores.	Una recirculación alta es un índice de mayor requerimiento del chancado (material más duro y menos finos). Se controla en forma automática por el número efectivo de chancadores terciarios en operación.

3.1 Lazos de Control

Cada una de las variables de proceso que se debe controlar se ha dividido en lazos de control separados. Cada lazo de control consta de una descripción, un diagrama de bloques y un diagrama de lazo de control.

La descripción se divide en las siguientes partes:

- El propósito de controlar la variable.
- El método usado para controlar la variable automáticamente (modo cascada, relación o modo automático simple).
- El método usado para controlar la variable manualmente.
- En el caso de las válvulas de control, el tipo de válvula y si la válvula se cierra o se abre ante fallas cuando se produce una pérdida de energía.

Tanto la capacidad de producción como la recuperación metalúrgica de la planta dependen, en gran medida, de la exactitud con que el operador controle estas variables.

Un lazo de control es una combinación de instrumentos interconectados, dispuestos para controlar variables del proceso como la temperatura, el flujo, la presión o la densidad, entre otros. Normalmente, la variable del proceso que está siendo controlada, es medida por uno de estos instrumentos, el cual envía una señal a un controlador. El controlador compara la medición con un punto de referencia “set point” y envía una señal de salida a un elemento final de control (como una válvula o un actuador), para alterar el proceso y corregir el error encontrado.

3.2 Letras de identificación de códigos de instrumentos

Tabla 2 Letras identificación de variables

LETRA	INGLES	CASTELLANO
A	Analysis	Análisis.
C	Conductivity	Conductividad.
D	Density	Densidad.
E	Voltage	Voltaje.
F	Flow	Flujo.
H	Hand	Manual.
I	Current	Corriente.
J	Power	Potencia.
K	Time	Tiempo.
L	Level	Nivel.
M	Moisture	Humedad.
N	Vibration	Vibración.
O	Torque	Torque.
P	Pressure	Presión.
Q	Quantity	Cantidad.
R	Radiation	Radiación.
S	Speed	Velocidad.
T	Temperature	Temperatura.

V	Viscosity	Viscosidad.
W	Weight	Peso.
Z	Position	Posición.
AL	Alarm low	Alarma de baja.
AH	Alarm high	Alarma de alta.
AHH	Alarm high-high	Alarma muy alta.
AHL	Alarm high low	Alarma alta /baja.
C	Controller blind	Controlador ciego.
IC	Controller, indicating	Controlador indicador.
RC	Controller, recorder	Controlador de registro.
E	Element	Elemento primario.
I	Indicator	Indicador.
QI	Integrator, totalizer	Integrador totalizador.
R	Recorder	Registrador.
S	Switch	Interruptor.
SH	Switch high	Interruptor de alta.
SL	Switch low	Interruptor de baja.
T	Transmitter	Transmisor.
IT	Transmitter, indicating	Transmisor indicador.
L	Light	Luz de estado.
V	Control valve	Válvula.
CV	Regulator	Válvula reguladora.
EV	Solenoid valve	Válvula solenoide.

SV	Safety, relief valve	Válvula de seguridad o alivio.
Y	Relay	Relé.
Z	Final element	Elemento final de control.

3.3 Legenda típica para diagramas de lazos de control

Tabla 3 Leyendas para diagramas de control









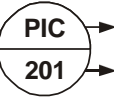










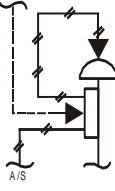



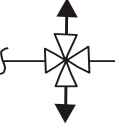

Símbolo	Interpretación	Símbolo	Interpretación
	Instrumento – montado localmente.		Señal de proceso.
	Instrumento – montado en el panel local.		Señal eléctrica.
	Función DCS accesible para el operador.		Señal neumática.
	Instrumento en la estación de trabajo local.		Señal hidráulica.
	Identificación funcional del instrumento. Número de circuito o instrumento.		Señal de ultrasonido.
	Motor eléctrico.		Señal DCS.
	Motor hidráulico.		Válvula de contracción.
	Accionamiento de velocidad variable.		Válvula de mariposa.
	Accionamiento de variador de velocidad eléctrico.		Válvula de compuerta.

Tabla 4 Continuación leyendas para diagramas de control

Símbolo	Interpretación	Símbolo	Interpretación
	Válvula de globo.		Válvula con posicionador electroneumático.
	Válvula de retención.		Válvula de 3 vías.
	Accionador de válvula solenoide.		Válvula de 4 vías.
	Accionador de válvula motorizada.		

3.4 Conceptos básicos de variables y parámetros

A continuación definiremos algunos conceptos básicos que nos ayudaran a entender este capítulo.

Planta o Proceso

Proceso es una operación natural o artificial caracterizado por una serie de cambios graduales, progresivamente continuos que consisten en una serie de acciones controladas o movimientos dirigidos sistemáticamente hacia determinado resultado o fin.

Sistema

Es una combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen determinado objetivo. Los hay físicos, biológicos, económicos, etc. y combinación de ellos.

Control

Significa medir el valor de la variable controlada y aplicar la variable manipulada tal que se corrige o limita la variable de salida a un valor deseado.

Variable Controlada

Es una variable, que no es capaz de suministrar una cantidad apreciable de energía (variable débil) y que puede representar a otras variables por su facilidad de procesamiento.

Es la cantidad o condición que se mide y controla. Normalmente la variable controlada es considerada la salida del sistema.

Variable Manipulada

Es una variable, que no es capaz de suministrar una cantidad apreciable de energía (variable débil) y que puede causar cambios en el comportamiento de la planta o proceso industrial.

Es la variable o condición de la planta que se modifica a fin de influir sobre la variable controlada a través de la dinámica de la planta.

Variable de Salida

La variable de salida es la o las variables controladas o función de ellas que se desea limitar dentro de márgenes pre-establecidos durante régimen transiente y/o estacionario.

Parámetro

Es un atributo o propiedad de la materia o energía que permanece invariable en el tiempo o, que su variación en el tiempo es despreciable respecto de las escalas de magnitud de un proceso.

Esta propiedad puede ser ajustable según diseño.

Los parámetros pueden depender de la geometría, en tal caso los sistemas se llaman de parámetros distribuidos. Y, cuando no dependen de la geometría los sistemas se llaman de parámetros concentrados.

Perturbaciones

Son las variables que tienen influencia sobre el comportamiento de las variables controladas, pero no se tiene posibilidad de acción sobre ellas.

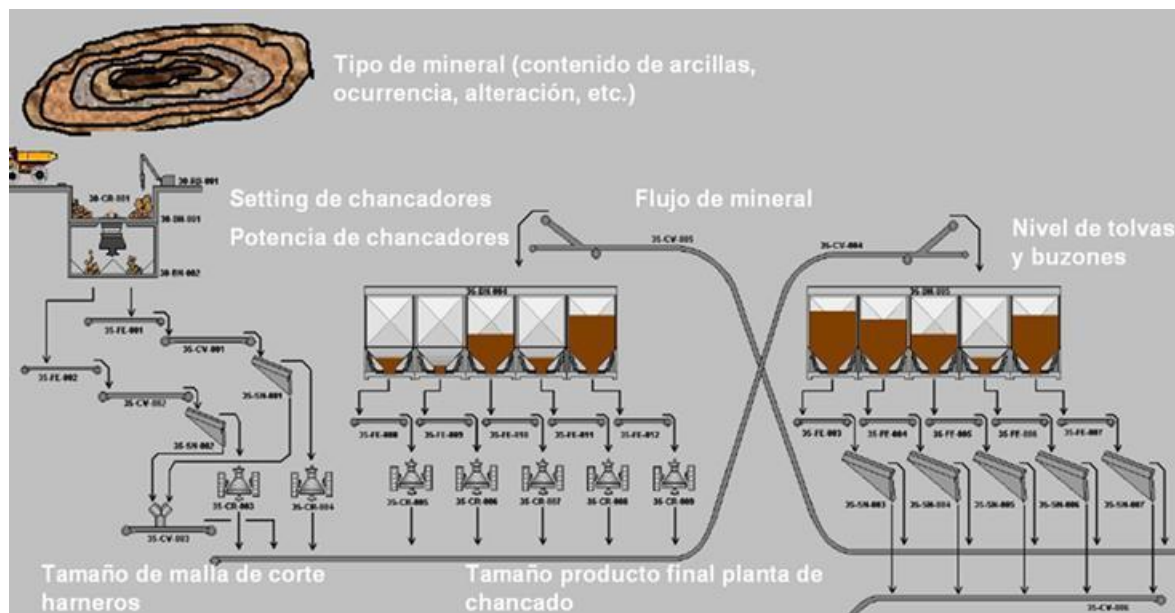
Variable de fuerza no controlada y cuya aparición no es deseada y que a lo más puede tener una cierta probabilidad de ocurrencia.

3.5 Variables y parámetros de operación

En la operación de chancado se identifican variables de entrada y salida y parámetros propios de la operación que son los componentes principales del control del proceso. El control de dichas variables y la fijación de parámetros adecuados nos permiten apuntar hacia un producto de calidad definido para la próxima etapa del proceso hidrometalúrgico, en este caso la aglomeración-lixiviación, además de mantener la producción en rangos aceptables de operación.

La Planta de chancado tiene como objetivo final entregar un producto óptimo para la posterior operación, es decir un tamaño adecuado dado por la liberación de las partículas, tal que maximice el ataque de ácido en ellas (definido a través de pruebas metalúrgicas). Este tamaño es cuantificado a través de análisis granulométrico previo muestreo en planta. Por lo general, se utiliza el P80 (mm) o cierta distribución granulométrica como índices de calidad del producto.

En la siguiente figura 4 se muestran las principales variables y parámetros del proceso de chancado.



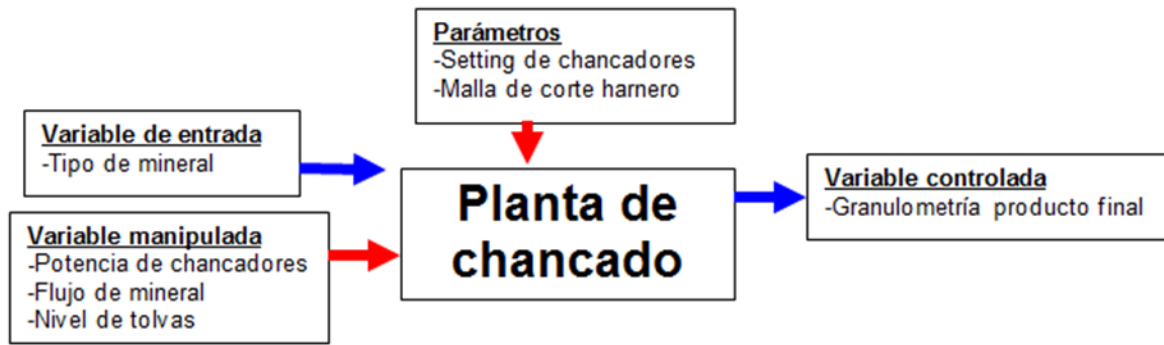


Figura5 Identificación del tipo de variable

Tipo de mineral alimentado a la Planta de Chancado

Esta variable tiene relación con la ocurrencia del mineral, es decir, como se presenta la especie mineralógica en la roca matriz: Patina, fractura, vetilla, impregnada, diseminada. Este atributo condiciona el rango de tamaño al cual debe liberarse la especie mineralógica, y de esta forma, exponerla al ataque ácido.

También, guarda relación con la alteración que, desde el punto de vista del proceso, es un atributo que se asocia directamente con la razón de solubilidad (aspecto químico), y la chancabilidad (aspecto físico).

La chancabilidad deficiente implica la pérdida de extracción por falta de liberación de la mena, mientras que el sobre chancado involucra la pérdida de extracción producto de la obstrucción del paso de soluciones por consecuencia de la presencia de finos.

“La planta de chancado debe adaptarse al mineral que se esté explotando”

La granulometría de alimentación a la Planta de Chancado es otro factor a considerar en la variabilidad del tipo de mineral, ya que no hay manera de poder controlar la posible presencia de material fino.

Efecto de la variación de la granulometría del mineral en el chancado secundario.

La práctica indica que, durante los primeros años el mineral tiende a ser más fino que el criterio de diseño, por lo cual la proporción de mineral en el sobretamaño de los harneros secundario disminuye. Esta es una situación favorable, pero puede llevar a una alimentación inestable a los chancadores secundarios; por lo cual, como compensación se puede instalar mallas de menor abertura en las bandejas inferiores en los harneros secundarios y operar más cerrados los chancadores secundarios.

Efecto de la variación de la granulometría del mineral en la carga circulante.

Un mineral más fino que el considerado para el diseño significa que una proporción mayor de la carga fresca pasa de inmediato a producto final en los harneros terciarios, disminuyendo la carga circulante.

Carga Circulante

En las operaciones en circuito cerrado se incorpora el concepto de carga circulante, normalmente expresada en (%), que corresponde al peso de la carga que recircula en relación a la carga fresca.

Es un dato importante en la evaluación de la operación de la planta y una herramienta para manejar la granulometría del producto final.

Para aberturas dadas en las mallas de los harneros, los parámetros fundamentales que determinan la carga circulante son las características del mineral y la abertura de los chancadores primario, secundarios y terciarios. La abertura de los harneros es un factor relevante; pero, para una planta dada es valor constante, ya que su cambio es una decisión que debe ser avalada por estudios previos. En forma específica, las características del mineral y la abertura de los chancadores primario y secundario se refleja en la granulometría de la carga fresca alimentada a los harneros terciarios, en la cual es relevante el porcentaje bajo la malla de corte de estos harneros.

Setting de los chancadores

El setting a la salida del chancador (OSS en el primario y CSS en los secundarios y terciarios) corresponde a un parámetro importante que permite reducir y al mismo tiempo regular el tamaño de partícula deseado para luego ser clasificado y mantener una granulometría deseada.

El setting es la abertura entre el cóncavo y el manto de un chancador en posición cerrada en los chancadores secundarios y terciarios y en posición abierta en el chancador primario.

La abertura (setting) de los chancadores terciarios influye en forma principal en la carga circulante y en la calidad del producto:

- Un CSS más cerrado disminuye la carga circulante, aumenta el contenido de finos en el producto y disminuye el costo de transporte de la carga circulante.
- Un CSS más abierto aumenta la carga circulante, disminuye el contenido de finos en el producto y podría disminuir el costo de trituración en el chancado terciario.

Potencia.

La potencia demandada por el motor está ligada a la fuerza necesaria para chancar el mineral y esta a su vez, depende de la dureza del mineral. A mayor dureza se requerirá mayor potencia y por ende mayor consumo de energía.

En el chancado fino, para una abertura (CSS) dada de los chancadores, la dureza del mineral afecta la potencia consumida y la presión del sistema hidráulico, pero no en forma relevante la capacidad individual del chancador.

Flujo de mineral

El flujo de mineral es una variable netamente operacional que depende de los requerimientos de producción y control de nivel de llenado de buzones y/o tolvas de alimentación. A través de la velocidad de correas podemos variar el tonelaje que por lo general en muchas plantas su variación es pequeña o leve.

Nivel tolvas de alimentación

Las tolvas en una planta de chancado tienen como función primordial regular la operación del circuito y manejar desbalances momentáneos en la planta de chancado; sin embargo, es recomendable mantener un inventario de mineral que complemente la capacidad de almacenamiento del silo. Un valor razonable es operar a $2/3$ de su capacidad viva, de tal modo que en caso de falta de suministro de mineral se tenga un respaldo adicional para alimentar la aglomeración y, por otra parte, se disponga de una capacidad libre que permita recibir un aumento momentáneo razonable en el suministro desde la mina.

La capacidad viva de la tolva de compensación del chancado primario es un respaldo para absorber las variaciones puntuales en el ritmo de descarga de los camiones y mantener una alimentación estable hacia el chancado secundario. Se debe conservar una capacidad libre de seguridad, para que en caso de una detención de emergencia de los alimentadores bajo la tolva de compensación se pueda recibir el mineral contenido en la tolva de recepción y en el chancador sin detener el chancador.

Granulometría producto final

El chancado es parte de las operaciones de preparación mecánica del mineral. Su función es triturar una meta definida de mineral y obtener por ejemplo una granulometría del producto final con 98% bajo 19 mm. Y 92% bajo 12.7 mm. Para ser alimentado a la aglomeración y posteriormente a las pilas.

El tamaño máximo de partícula que llega al proceso de aglomerado está determinado por la malla de los harneros terciarios, mientras que los tamaños mínimos son dependientes del tipo de fino proveniente desde la mina, los cuales pasan y aumentan gradualmente en cantidad por la recirculación de mineral en la Planta.

La granulometría final de la Planta de Chancado dada por un perfil característico de partícula debe satisfacer los requerimientos de la operación de aglomeración y lixiviación. En muchas plantas se utiliza como índice el P80 (tiene unidades de longitud).

Dicho perfil característico se determina gráficamente desde la curva granulométrica que describe la clasificación de tamaños obtenida al final de la etapa de chancado y cuyo flujo es alimentado al tambor aglomerador.

Curva Granulométrica

Todo material pétreo, en estado natural o producto de trituración aparece en diferentes diámetros de partículas. Si se organizan estos tamaños y los porcentajes que pasan entre dos mallas del tamaño que nos interesa conocer habremos construido una curva granulométrica.

En la siguiente figura 6 se muestra una típica curva granulométrica.

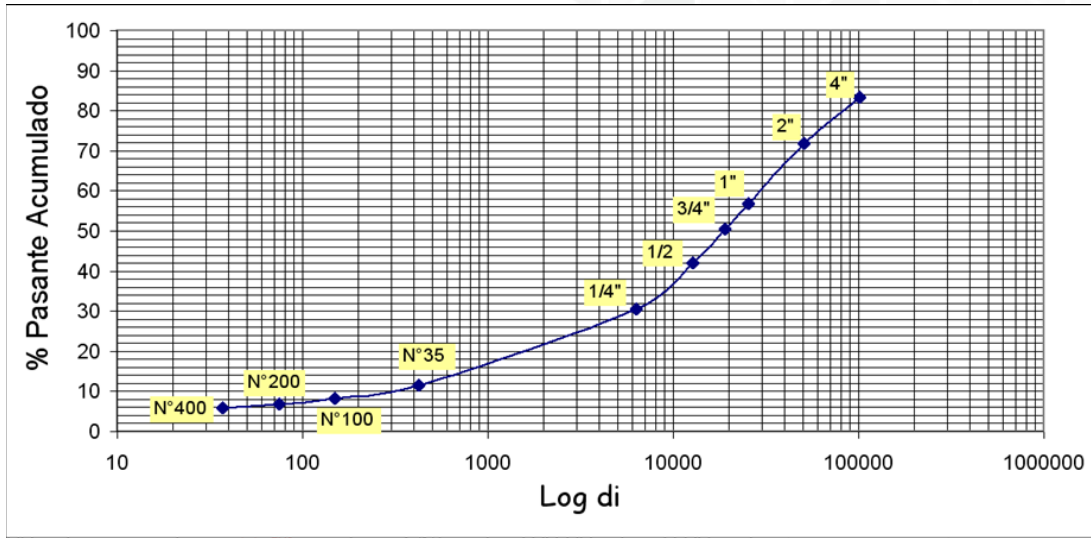


Figura6 Curva granulométrica

Tabla de análisis granulométrico, base para la realización de una curva granulométrica.

Tabla 5 Análisis granulométrico

Análisis granulométrico					
Malla Ty N°	Abertura micrones	Peso Retenido kilos	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
4"	101600	80,02	16,70	16,70	83,30
2"	50800	55,28	11,54	28,25	71,75
1"	25400	71,14	14,85	43,10	56,90
3/4"	19050	30,78	6,43	49,52	50,48
1/2"	12700	40,58	8,47	57,99	42,01
1/4"	6300	54,94	11,47	69,46	30,54
35	425	91,63	19,13	88,59	11,41
100	150	14,95	3,12	91,71	8,29
200	75	7,37	1,54	93,25	6,75
400	37	4,35	0,91	94,16	5,84
-400		27,98	5,84	100,00	0,00
P. Total		479,02			

Existen funciones estadísticas que relacionan y modelan el comportamiento granulométrico de un sistema particulado, el optar por una u otra se justificará exclusivamente por el grado de ajuste de la curva obtenida, entre éstas podemos distinguir.

Por ejemplo, en la figura siguiente, se muestran 2 curvas granulométricas, la curva (A) representa la distribución de tamaños de un material en la salida producto de una etapa de conminución, mientras que la curva (B) representa la alimentación a dicha etapa. El índice P80 indica que el 80% del material analizado está bajo un tamaño de partícula de 16 mm, mientras que F80 indica que el 80% del material está bajo 400 mm (Roca de tronadura).

Por tanto el P80 nos indica que el 80% de la cantidad de un mineral estará bajo un tamaño “x” dado por la curva. El P80 y el F80 tienen unidades de longitud.

En la práctica se busca obtener una curva lo más pronunciada posible, ya que esto indica una buena etapa de separación y conminución.

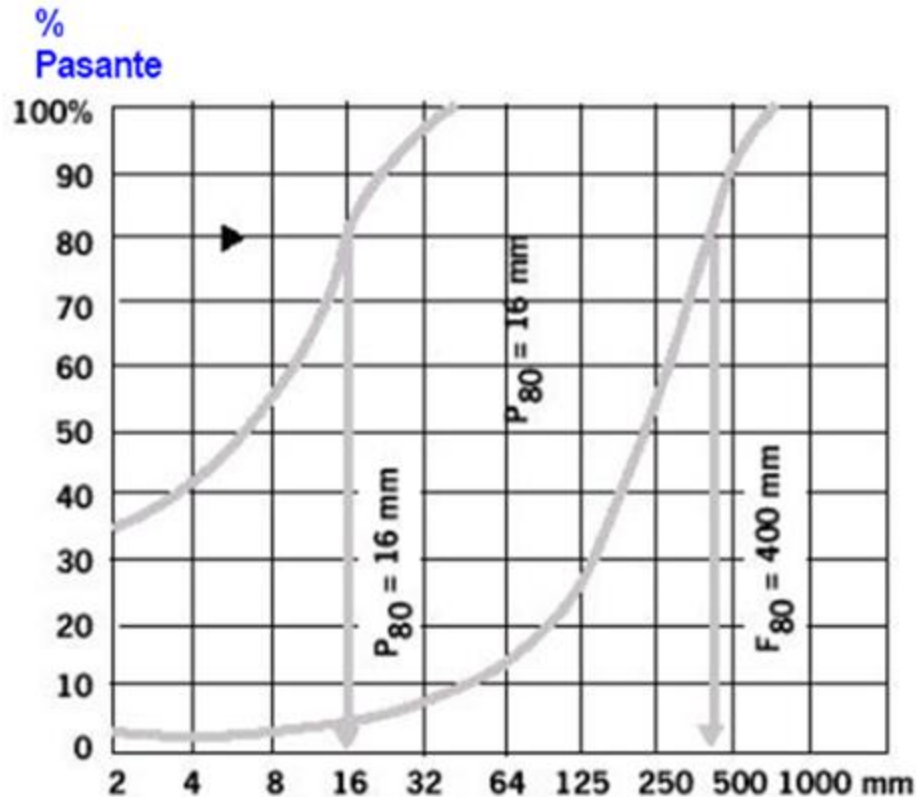


Figura7 Curvas típicas de análisis granulométrico

Repaso de Conceptos Claves

VARIABLES DE PROCESO EN CHANCADO

Para la revisión de variables de proceso en el área de chancado, se comparan el sistema analizado, la variable de proceso, la forma de control y el impacto en el proceso.

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES Y SÍMBOLOS DE CONTROL

Los diagramas de control presentan leyendas y simbología característica para comprender el control de operación el que requiere el uso de diccionario de letras para explicar identificar las variables asociadas y símbolos que asocian la función del DCS, tipos de accionamiento de válvulas, motores y tipos de señales en los diagramas.

PARAMETROS Y VARIABLES OPERACIONALES EN EL CHANCADOR

Se presentan definiciones de conceptos básicos de variables y parámetros relacionados con los sistemas de control, el control de dichas variables y la fijación de parámetros adecuados nos permiten apuntar hacia un producto de calidad definido para la próxima etapa del proceso hidrometalúrgico.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



Actividad :Identificación de variables y parámetros del proceso de chancado.

- **Estrategia Metodológica**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán revisar los temas asociados al control de la operación de chancado desde sala de control en base a la identificación de variables y parámetros de control, utilizando como material de apoyo el cuaderno del participante y los apuntes de lo entregado por el facilitador durante la exposición.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Situaciones Típicas en la operación de chancado desde sala de control	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. Objetivo

- Identificar la simbología utilizada en los diagramas de control de proceso de planta de chancado, que permita reconocer la función de las variables presentes en el diagrama y su vínculo con las sistemas en el DCS.

2. Materiales y recursos

- Hojas de control de riesgos
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Listas de verificación
- Formato de pre-informe



3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y se les asignan las páginas de donde deben seleccionar el material que deben reconocer del tema de variables y parámetros de control en planta de chancado.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor hará referencia al cuaderno del participante, para que cada grupo ubique las páginas de donde desarrollar los temas.</p> <p>Cada grupo debe seleccionar los temas relativos a :</p> <p>Explicar las variables de control utilizando la tabla de análisis de variables para la planta de chancado.</p> <p>Utilizar la simbología para identificar en un diagrama de control las variables que intervienen en el proceso bajo la perspectiva de control.</p> <p>Explicar los distintos tipos de variables que participan en un sistema de control presentando ejemplos de variables controladas, manipuladas, perturbaciones entre otras para el sistema en planta de chancado.</p> <p>Realizar papelógrafos para cada sección desarrollada a través de diagramas generales y mapas conceptuales.</p> <p>Los papelógrafos deberán ser presentados por cada grupo al resto de los participantes, explicando los fundamentos del proceso de reducción de chancado.</p>
Duración de la actividad	90 minutos.

4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas.

4. Revisión de equipos de chancado desde sala de control

Aprendizaje esperado: Explicar los ajustes operacionales que se deben aplicar de acuerdo a las condiciones de operación en el área.



Introducción

Las listas de verificación son ampliamente utilizadas en las áreas operacionales por los operadores de terreno, en conjunto con los operadores de sala de control y el supervisor de terreno. El Operador del área Operaciones puede realizar una inspección de verificación de equipos del área de chancado lo que le permite, antes de poner en servicio el equipo, realizar una inspección de los equipos del área, esto lo lleva a cabo dividiendo cada una de las en sectores, por ejemplo: 1) Plataforma del Chancador Primario, 2) Plataforma del Chancador Secundario, 3) Plataforma Chancador Terciario. Luego, con la información obtenida de estas observaciones se realiza un análisis y se planifican en conjunto con las áreas de servicios actividades de mantención, las que pueden tener un carácter correctivo, cuando los equipos presenten condiciones que se deben resolver en forma inmediata o de carácter preventivo, requiriendo una coordinación con las áreas de mantenimiento. Algunos ejemplos de estas planillas se presentan a continuación y son las siguientes:

4.1 Lista de verificación del chancador

El Operador de área Operaciones puede realizar una inspección de verificación de equipos del área de chancado dividiéndolas en sectores, por ejemplo: 1) Plataforma del Chancador Primario, 2) Plataforma del Chancador Secundario, 3) Plataforma Chancador Terciario, 4) Plataforma Aglomerador. Luego, estas observaciones se analizan y planifican su mantención correctiva o preventiva con el área Mantención. Ejemplos de estas planillas son:

- Plataforma del Chancador Primario

Minera	Cartilla de Inspeccion Diaria Area Seca Superintendencia Operaciones Plantas Sector Plataforma Chancador Primario		
FECHA:	ESTADO		OBSERVACION
SECTOR	Bueno	Malo	
1.-Tolva Carguio Chancador Primario	*		
1.1- Supresores de Polvo	*		
1.2.-Plancha de Desgaste	*		
1.3.-Tope Tolva Carguio	*		
1.4.-Semaforo	*		
1.5.-Baranda de Proteccion	*		
1.6.-Graiting	*		
1.7.-Linea de Agua Supresores	*		
1.8.-Linea de Aire Supresores	*		
1.9.-Techo Tolva Carguio	*		
1.10.-Otros		*	Línea derociadores de agua se debe cambiar las boquillas.
2.-Grizzly y Chancador Primario			
2.1.-Chute Alimentacion	*		
2.2.-Equipo Grizzly	*		
2.3.-Guarderas grizzly y CH-1°	*		
2.4.-Protecciones y Planchas	*		
2.5.-Graiting	*		
2.6.-Aseo Sector (Derrames Mineral)		*	Falta realizar aseo.
2.7.-Descarga CH-1°	*		
2.8.-Otros			
3.-Correa CV-01			
3.1.-Guarderas descarga CH-1° a CV-01	*		
3.2.-Protecciones Polea de Cola CV-01	*		
3.3.-Supresores Polvo CV-01	*		
3.4.-Detector de Metales	*		
3.5.-Correa Imantada	*		
3.6.-Pullcord CV-01	*		
3.7.-Velocidad Zero CV-01	*		
3.8.-Cubierta CV-01 (Tapas)	*		
3.9.-Cabeza Correa 1 (Descarga Harnero 2°)	*		
3.10.-Raspadores CV-01	*		
3.11.-Aseo Pasarelas y Graiting	*		
3.12.-Aseo bandeja CV-01 (Sobre el camino)	*		
3.13.-Otros			

Figura8Cartilla de inspección del chancador primario

- Plataforma del Chancador Secundario

Minera	Cartilla de Inspección Diaria Area Seca Superintendencia Operaciones Plantas Sector Plataforma Chancador Secundario		
FECHA:	ESTADO		OBSERVACION
SECTOR	Bueno	Malo	
1.-Harnero 2°			
1.1- Chute Descarga a Harnero 2°	*		
1.3.-Chute de descarga a CH-2°	*		
1.4.-Guarderas Harnero 2°		*	Gastadas.
1.5.-Chute de descarga de finos y gruesos harnero 2°	*		
1.6.-Baranda de Proteccion y escaleras	*		
1.7.-Graitng	*		
1.8.-Aseo Sector (Derrames de mineral)		*	Cae carga por el costado izquierdo.
1.9.-Protecciones Motores			
1.10.-Harnero sellos		*	Falta sellar hacia chute descarga.
1.11.-Mallas 1° y 2° deck.-	*		
1.12.-Otros.-			
2.- CH-2°			
2.1.-Chute Alimentacion al CH-2°	*		
2.2.-Guardera CH-2°	*		
2.3.-Chutes de Descarga de CH-2°	*		
2.4.-Protecciones Motor Electrico CH-2°	*		
2.5.-Graitng		*	Falta realizar aseo.
2.6.-Aseo Sector (Derrames Mineral)		*	Falta realizar aseo.
2.7.-Descarga CH-2°	*		
2.8.-Otros			
3.-Correa CV-02			
3.1.-Guarderas descarga CH-2° a CV-02	*		
3.2.-Protecciones Polea de Cola CV-02	*		
3.3.-Supresores Polvo CV-02	*		
3.4.-Pullcord CV-02	*		
3.5.-Velocidad Zero CV-02	*		
3.6.-Cubierta CV-02 (Tapas)		*	Algunas tapas estan sin su compuerta.
3.7.-Cabeza Correa 2 (Descarga Harnero 3°)	*		
3.8.-Raspadores CV-02	*		
3.9.-Aseo Pasarelas y Graitng		*	Falta aseo.
3,10.-Otros			

Figura9Cartilla de inspección del chancador secundario

- **Plataforma del Chancador Terciario**

Minera	Cartilla de Inspección Diaria Superintendencia Operaciones Plantas Sector Plataforma Chancador Terciario Area Seca		
FECHA:	ESTADO		OBSERVACION
SECTOR	Bueno	Malo	
1.-Harnero 3°			
1.1.- Chute Descarga a Harnero 3°	*		
1.2.-Chute descarga a CH-3°	*		
1.3.-Chute de descarga a alimentador de rodillos	*		
1.4.-Aseo plataforma alimentador de rodillos		*	Falta realizar aseo.
1.5.-Guarderas Harnero 3°		*	No hay cae demasiada carga.
1.6.-Chute de descarga de finos y gruesos harnero 3°	*		
1.7.-Baranda de Proteccion y escaleras	*		
1.8.-Graitng	*		Falta realizar aseo.
1.9.-Aseo Sector (Derrames de mineral)		*	Lado derecho cae demasiada carga.
1.10.-Protecciones Motores electrico equipos	*		
1.11.-Harnero sellos	*		
1.13.-Mallas 1° y 2° deck.-	*		
1.14.-Otros.-			
2.- CH-3°			
2.1.-Chute Alimentacion al CH-3°	*		
2.2.-Guardera CH-3°	*		
2.3.-Chutes de Descarga de CH-3°	*		
2.4.-Protecciones Motor Electrico CH-3°	*		
2.5.-Graitng	*		
2.6.-Aseo Sector (Derrames Mineral)		*	Cae demasiado mineral del harnero terciario lado derecho.
2.7.-Descarga CH-3°	*		
2.8.-Otros		*	Chancador terciario se detiene por alta temperatura de aceite lubricacion
3.-Correa CV-03A			
3.1.-Guarderas descarga CH-3° a CV-03A	*		
3.2.-Protecciones Polea de Cola CV-03A	*		
3.3.-Supresores Polvo CV-3A	*		
3.4.-Pullcord CV-3A	*		
3.5.-Protecciones motor electrico	*		
3.6.-Velocidad Zero CV-3A	*		
3.7.-Cubierta CV-03A (Tapas)	*		
3.8.-Cabeza Correa 3A	*		
3.9.-Raspadores CV-3A	*		
3.10.-Aseo Pasarelas y Graitng	*		
3,11.-Otros			

Figuran 10cartillas inspección del chancador terciario

4.2 Lista de verificación de harneros

Un ejemplo de Lista de verificación de Harneros por parte de personal de mantención es:

Eléctricos

1. Verifique que el abastecimiento eléctrico es correcto y que las conexiones internas en la caja e terminales del vibrador sean correctas.
2. Verifique que todas las masas gemelas se encuentren igualmente balanceadas y en la misma posición frente a frente.
3. Verifique el valor de sobrecarga de vibradores. Ajuste el corte si es necesario.
4. Verifique los cables eléctricos, que se apoyen adecuadamente y no apoyados contra nada.
5. Cualquier reemplazo de los cables debe ser por ser uno de idéntico al provisto en el equipo original.

Mecánicos

6. Verifique que los resortes asientan correctamente y que los soportes del resorte estén horizontales.
7. Verifique que los pernos del chasis de soporte estén ajustados.
8. Verifique que las mallas sean las correctas.
9. Verifique que las mallas estén tensionadas según las recomendaciones.
10. Verifique que los lados de la maquina estén en la vertical.
11. Verifique que la máquina pueda vibrar libremente.

Después de conectar (pero sin alimentar la maquina)

12. La vibración de cheque para ver que es lineal, en la dirección correcta y de la amplitud correcta
13. Verifique que la maquina no emita ruido extraños
14. Verifique que los dos vibradores roten en sentido contrario después que corre la maquina con alimentación.
15. Verifique que la alimentación fluye constantemente en la malla de encima por medio del plato distribuidor.
16. Verifique que la alimentación este diseminada igualmente a través de la anchura de la máquina.
17. Verifique que la maquina no sea sobrecargada.

4.3 Operación del Chancado Primario y Suministro de Mineral

La línea de operación del chancado primario incluye la descarga de los camiones mina, la tolva de recepción, el chancador primario, la tolva de compensación y el pica-rocas; más los sistemas de control de polvo correspondientes. Al no existir un acopio de mineral grueso, la mina debe establecer un abastecimiento continuo y estable de mineral y la descarga de los camiones será regulada por la demanda de la planta de chancado.

4.3.1 Autorización de descarga de los camiones

La tolva de recepción tiene un solo lado de alimentación, lo cual obliga a una secuencia ordenada de descarga de los camiones, uno a uno. En los primeros años, la operación será con camiones de 240 t; es decir, la capacidad nominal de 3,109 t/h se obtiene con 13 camionadas/h (una camionada cada 4.6 minutos) y la capacidad de diseño de 3,576 t/h se obtiene con 15 camionadas (una camionada cada 4.0 minutos). El tiempo de posicionamiento, descarga y retiro de un camión se estima en 2 a 2.5 minutos, por lo cual hay una holgura entre descarga y descarga. Este tiempo debe ser verificado en la práctica.

Si bien la tolva de recepción del chancado primario tiene capacidad para recibir dos camiones de 240 t o 1 ½ camiones de 330 t, es recomendable que los camiones descarguen sólo cuando la taza del chancador tienda a vaciarse. La orden de descarga se puede materializar cada vez que el nivel de la tolva de compensación baje hasta un valor previamente establecido conforme a la experiencia.

Formalmente, no hay inconvenientes para la descarga seguida de camiones si la tolva de recepción tiene capacidad libre, pero obliga a aumentar la capacidad libre que hay que mantener en la tolva de compensación. La descarga seguida de los camiones puede acelerar inicialmente el ciclo individual de los camiones, pero finalmente el ritmo está limitado por la demanda global de la planta. Al trabajar con la tolva de recepción muy cargada se corre el riesgo de dejar colpas mayores o puentes sin acceso desde el Picarrocas y dificulta la descarga de la tolva de recepción en caso de un bloqueo del chancador (por un material inchancable o una falla mayor).

El operador, según sea el programa concordado del turno y las condiciones de operación de la planta, fija un tonelaje por hora de alimentación a los harneros secundarios; el cual es controlado en forma automática mediante la velocidad de los alimentadores bajo la tolva de compensación.

El operador del camión puede descargar sólo si la doble luz verde del semáforo está encendida. La condición para el encendido de la luz verde del semáforo es que el chancador esté operando, el sistema colector de polvo esté operando, el detector de camiones haya constatado que hay un camión posicionado, que el martillo del pica-rocas esté en posición de descanso, que la tolva de compensación haya bajado hasta un nivel prefijado y que la supresión de polvo en la tolva de recepción haya operado por un tiempo preprogramado.

La condición normal del pica-rocas es con el martillo en la posición de descanso; por lo tanto, sacarlo de esa condición requiere de una decisión del operador, el cual debe fijar el semáforo en rojo cuando requiere operar el pica-rocas y no puede levantar esta restricción mientras no haya regresado el martillo a su posición de descanso.

En el instante en que el operador del área seca o un algoritmo de control automático autorizan a que el camión descargue, el sistema de control ordena la puesta en marcha de la supresión de polvo en la descarga de camiones y luego, con un retardo programable, se enciende el semáforo en verde para que el chofer proceda a descargar el camión.

La detención del sistema de supresión de polvo se programa en base a un tiempo fijo estimado para la descarga del camión más un retardo después de terminada la descarga del camión (determinados por mediciones y ajustes de terreno). Si el chofer del camión sufre un atraso en la descarga del camión debe alertar al operador de la planta. Si el camión se retira antes de completar el tiempo estimado para la descarga, en cuanto se detecta la salida del camión se inicia el conteo del retardo y se suspende la operación de la supresión de polvo cuando el retardo se ha completado.

4.3.2 Consideraciones para la operación del chancado primario

Teniendo carga fluyendo hacia su boca, el chancador primario opera a su capacidad de diseño, que es mayor a la capacidad de diseño de la planta y con mayor razón mayor que la capacidad nominal de la planta. Como el tiempo de posicionamiento, descarga y retiro de un camión es inferior al tiempo necesario entre dos descargas, la descarga de los camiones no es inmediata después que el camión se ha posicionado, ya que existirá una holgura de tiempo en el ciclo.

Como una buena práctica, es recomendable recibir un camión y dar la autorización para el camión siguiente sólo cuando el nivel haya bajado en la tolva de recepción a un valor en que no haya riesgo de carga colgada y disponer de un libre acceso del martillo pica-rocas; además, es muy favorable que el nivel de mineral en la tolva esté en el menor valor posible si un material inchancable detiene el chancador y sea necesario despejar la carga para despejar la obstrucción.

La capacidad viva de la tolva de compensación bajo el chancador es de 1,200 t, equivalente a 5 camionadas de 240 t, con un nivel mínimo que protege a los alimentadores de cinta y es detectado por sensores nucleares (no considerado como carga viva). El nivel de la tolva de compensación es monitoreado en forma continua por dos sensores ultrasónicos y su nivel máximo, dado por la necesidad que el mineral en la tolva no impida la descarga libre hasta que se vacíe el chancador, es detectado por un sensor ultrasónico independiente, que detiene el motor del chancador.

La detención con el chancador primario cargado no es recomendable y se evita manteniendo una capacidad libre en la tolva de compensación equivalente a entre 1 y 1 ½ camionadas; por lo tanto, la capacidad utilizable de la tolva es alrededor de 900 t, el nivel normal de operación se moverá entre 600 t y 900 t y la orden de descargar podrá emitirse cada vez que la tolva alcanza un valor en el orden de 800.

En caso de una suspensión total del suministro de mineral, al tener la tolva de compensación 800 t, la alimentación a los chancadores secundarios se puede mantener por cerca de un cuarto de hora, mientras se determina las causas del atraso. Una suspensión mayor reflejará una contingencia a enfrentar de acuerdo a cada situación.

En caso de una reducción parcial del suministro, suponiendo cuatro camiones alimentando la planta y falla uno, los tiempos de espera de los camiones restantes se reduce y el suministro disminuirá, digamos en un 25%. En esta circunstancia, las 800 t de reserva pueden mantener la alimentación al chancado secundario durante un poco más de una hora, dando tiempo de desviar un par camión desde el transporte de estéril hacia producción.

Si por un período se requiere aumentar los inventarios en las tolvas de chancado y el silo, se puede apurar la planta de chancado secundario-terciario hasta la capacidad de diseño y acelerar el ritmo de recepción de camiones. Esto debe ser concordado con la mina, por la posible necesidad de incorporar momentáneamente un camión adicional al acarreo de mineral planta.

La tolva bajo el chancador primario tiene como función compensar variaciones puntuales en la secuencia de descarga de los camiones y entregar una alimentación continua y estable hacia el chancado secundario. Dada la inexistencia del acopio de mineral grueso, esta última función es prioritaria y la descarga de camiones es subordinada, pero con la exigencia de mantener en forma permanente el almacenamiento de seguridad de 800 t.

4.3.3 Variaciones en el suministro de mineral

Para un ciclo diario la entrega de mineral desde la mina y la extracción de mineral por el aglomerador deben estar balanceadas y corresponder al programa diario de producción concordado. Suspensiones momentáneas en el suministro de mineral o desviaciones menores por restricción o aceleración del suministro son en general manejables por las tolvas de chancado y el silo dentro de los parámetros normales de operación.

Un esquema posible para compensar la detención por tronadura de la mina, que es la más significativa en el ciclo diario, es:

- El almacenamiento operacional normal en las tolvas del circuito terciario y el silo suele estar en el orden de un 50 a 65% de su capacidad viva (en torno a 4,000 t).
- El aglomerador a su capacidad nominal de 2,800 t/h consumiría dicha reserva en poco menos de una y media hora, que es el tiempo de detención; sin embargo, es necesario contar con una reserva razonable para regular la operación de los equipos de proceso y absorber algunas contingencias menores, por lo cual es conveniente subir el inventario antes de la detención.
- El aumento de inventario se puede lograr por la diferencia entre la capacidad nominal del chancado y la de aglomeración. Eventualmente, se puede uso de la capacidad de diseño de la planta.

4.4 Operación del Chancado Secundario

El chancado secundario incluye los sistemas de supresión de polvo, los dos alimentadores de descarga de la tolva de compensación del chancador primario, las dos correas de alimentación a los harneros secundarios, los dos harneros secundarios, los dos chancadores secundarios, la correa de recepción del bajotamaño de los harneros y la parte cercana a la cola de la correa de alimentación de la tolva de los harneros terciarios (en la cual recibe la descarga de la correa del bajo-tamaño de los secundarios y el producto de los chancadores secundarios). Incluye electroimanes en la descarga de los alimentadores y detectores de metal y pesómetros en las correas de alimentación a los harneros.

Los electroimanes cuentan con detectores de fierros atrapados que informan al operador de la necesidad de ir a limpiarlos; operación que se realiza manualmente. Los detectores de metales están enclavados con las correas transportadoras y en caso de accionamiento, un operador debe ir al lugar a ubicar y retirar el metal, previo bloqueo de la correa. Estas dos protecciones están destinadas a evitar la entrada de materiales inchancables a los chancadores secundarios.

El polvo recuperado por el colector del chancado primario es retornado al circuito mediante un tornillo reversible que descarga en una u otra de las correas de alimentación a los harneros secundarios.

La alimentación a los harneros secundario es fijada por el operador, conforme al programa diario de producción y ajustada a lo largo del turno según las condiciones generales y pautas de operación. Se mide en los pesómetros de las correas de alimentación a los harneros y es controlada en forma automática variando la velocidad de los alimentadores.

La distribución relativa entre el bajo y sobre tamaño de los harneros está influenciada por el tanto por ciento bajo la malla de corte de los harneros contenido en el producto del chancador primario. Muestras puntuales en las correas de alimentación a los harneros secundarios y en la correa 35-CV-004, antes de recibir el producto de los chancadores terciarios, permite monitorear y evaluar la operación del chancado primario y el secundario.

Para la granulometría de mineral especificada en la orden de compra, el fabricante recomienda operar los chancadores secundarios a un CSS (closed side setting) de 24 mm, con un máximo de 35 mm y un mínimo de 18 mm. Si el mineral fuere más fino que lo estimado para el diseño, se puede cerrar el CSS hasta el valor mínimo indicado por el fabricante, para obtener una operación más estable de los chancadores.

La alimentación a los chancadores secundarios es continua, pero con variaciones e intermitencias. Está previsto que la alimentación a estos chancadores no será con carga atollada (choke feeding), por lo cual se debe prestar especial atención al centrado de la alimentación al chancador y al control de la uniformidad de desgaste de las corazas.

Si hay una desviación permanente y relevante en el sentido de que el mineral sea más fino que lo estimado para el diseño, se puede usar mallas con una menor abertura de corte en la bandeja inferior de los harneros secundarios.

4.4.1 Tolvas de Regulación

La planta cuenta con dos tolvas de 1,800 t vivas de capacidad cada una, para regular la carga a los harneros y a los chancadores terciarios. Las tolvas son de planta rectangular, cada una con cinco salidas con alimentadores de cinta de velocidad variable; el diseño de ambas es de flujo másico, para asegurar el buen escurrimiento del mineral y frente a cada salida las tolvas tienen sensores de altura.

Cada tolva es alimentada con una correa con tripper. La correa transporta mineral en forma continua, pero según sea la lógica de control en cada aplicación, la descarga puede ser en forma discreta frente a cada salida de la tolva o descargar con el tripper desplazándose en forma continua.

La capacidad viva conjunta de estas dos tolvas es de 3,600 t, con un inventario de entre 1,500 y 2,500 t de mineral en operación normal. En estas condiciones pueden mantener la operación durante 30 a 50 minutos sin suministro de mineral desde el chancado primario/secundario. Debido a la diferencia de flujos de alimentación, el tiempo de retención individual de las dos tolvas es diferente; sin embargo, al estar trabajando en circuito cerrado, se produce un efecto de igualación de los tiempos de retención y desde el punto de vista del almacenamiento deben considerarse en forma conjunta.

4.4.2 Operación de los Harneros Terciarios

La operación de los harneros terciarios incluye al tripper de alimentación a la tolva de los harneros, la tolva misma, los alimentadores a los harneros, la correa colectora del sobretamaño de los harneros y la correa colectora del bajotamaño de los harneros (correa de producto final), más los sistemas de supresión de polvo. Ambas correas tienen pesómetros para la medición de la carga circulante y el producto final.

Estos harneros son especialmente importantes porque controlan el cumplimiento de la especificación de calidad del producto final chancado, el cual ha sido previamente definido por las necesidades metalúrgicas. El resultado del análisis granulométrico de los turnos anteriores es una referencia para evaluar la operación de los harneros.

Es recomendable operar los harneros en alrededor del 80% de su capacidad de diseño, en donde se obtiene su mejor eficiencia. La alimentación a los harneros tiene variaciones amortiguadas y normalmente deberían operar entre cuatro y cinco harneros en forma estable. El operador puede decidir el número de harneros necesarios mediante pautas de operación que consideren rangos de alimentación aceptables para cada unidad.

Se programa que los alimentadores trabajen a igual velocidad y la alimentación a la tolva debería ser semejante para cada harnero en servicio. Si hubiese uno fuera de servicio en un extremo se

limita la carrera del tripper, o, si está en una de las tres posiciones centrales, la carga alimentada a la posición fuera de servicio fluirá por diseño hacia las posiciones vecinas ayudando a balancear la alimentación. La velocidad de los alimentadores se ajusta en forma automática conforme a la altura media de mineral en la tolva. Al mismo tiempo, el sistema de control del tripper es informado por los sensores sobre la altura de carga frente a cada boca de salida y su lógica de control trata de mantener la altura de carga en cada boca entre rangos establecidos.

4.5 Operación del Chancado Terciario

La operación del chancado terciario incluye el tripper de alimentación a la tolva de los chancadores, la tolva misma, los alimentadores a los chancadores y los chancadores, más los sistemas de supresión de polvo. El producto de los chancadores terciarios se une al producto de los harneros y chancadores secundarios en la correa de alimentación a la tolva de los harneros terciarios.

Como elementos de protección a los chancadores terciarios, se cuenta con un electroimán en la correa de alimentación a la tolva de los chancadores y con un detector de metales en cada uno de los alimentadores a los chancadores. El electroimán está ubicado sobre la correa y los fierros adheridos se retiran desplazando al electroimán hacia fuera de la correa y desconectando la alimentación eléctrica. Los detectores de metales están enclavados con su respectivo alimentador y en caso de accionamiento, un operador debe ir al lugar a ubicar y retirar el metal, previo bloqueo del alimentador.

La carga circulante se mide en el Pesómetro ubicado en la correa de alimentación a la tolva de los chancadores terciarios. Este es un dato muy importante para diagnosticar y ajustar la operación de la planta de chancado y se acostumbra a expresar como % de la carga fresca alimentada a la planta. Sus variaciones pueden provenir de las variaciones en las características del mineral y dentro de cierto margen la carga circulante puede ser ajustada mediante el setting de los chancadores, especialmente los terciarios. Variaciones violentas o tendencias relevantes deben ser investigadas; pueden ser problemas de desgaste, rotura u obstrucción de mallas o de falta de control del setting de los chancadores.

4.5.1 Alimentación atollada de los chancadores

La operación correcta de los chancadores terciarios es con alimentación atollada (choke feeding), modalidad en la cual la cámara del chancador debe mantenerse siempre llena. Ha sido demostrado que esta modalidad aumenta en forma significativa el rendimiento operacional de los chancadores y disminuye las necesidades de mantenimiento, al evitar las fuerzas concentradas en direcciones preferenciales y producir un desgaste parejo de las corazas.

El lazo de control para una modalidad choke feeding es muy simple: un sensor detecta el nivel del mineral sobre la cámara del chancador y trata de mantenerlo en un valor dado, actuando sobre la velocidad del alimentador del chancador. Un lazo independiente controla que en la tolva correspondiente al chancador haya siempre carga.

Para la operación choke feeding, el operador puede seleccionar dos opciones: operación a setting constante u operación a potencia máxima. En una operación con circuito terciario cerrado es recomendable operar a setting constante, el cual será fijado por el operador y el sistema de control del chancador tratará de mantener; salvo que el consumo de potencia o presión de trabajo le obliguen a abrir el setting en forma momentánea.

4.5.2 Número de chancadores en operación

La granulometría de alimentación a los chancadores terciarios estará en un rango estrecho, el tamaño máximo será el de la abertura de las mallas inferiores de los harneros secundarios y el tamaño mínimo será el de la abertura de las mallas de los harneros terciarios.

Para una abertura (CSS) dada de los chancadores, la dureza del mineral afecta la potencia consumida y la presión del sistema hidráulico, pero no en forma relevante la capacidad individual del chancador.

Por lo expuesto, para un CSS dado, la capacidad individual de los chancadores terciarios se puede considerar constante y el número de chancadores terciarios en operación queda determinada en lo esencial por el tonelaje de alimentación y la capacidad individual de los chancadores para esas condiciones. Dentro de un rango razonable, para un mineral dado, se puede jugar con la abertura de los chancadores y con esto modificar la carga circulante.

El número de chancadores en operación resulta de dividir la carga circulante por la capacidad individual de los chancadores; y, a su vez, la carga circulante es una función de la proporción de mineral en la carga fresca después del chancado secundario que esté bajo la malla de corte de los harneros terciarios. Para una mejor comprensión y visualización de la situación se muestran algunos valores:

- El criterio de diseño de la planta de chancado considera un 5% bajo 19 mm (malla de corte del producto final) en el mineral ROM, valor que sube a 14% después del chancado primario y a 36% después del chancado secundario. En este caso, con un CSS de 12 mm en los chancadores terciarios, la simulación de la operación para la capacidad de diseño de 3,576 t/h indica una carga circulante de 2,715 t/h. Esta carga circulante se compone de 2,300 t/h de carga fresca que venía sobre la malla de los harneros terciarios, de 415 t/h que no alcanzan la malla de corte después de pasar por los chancadores y mineral bajo la malla de corte que no pasa al bajo tamaño por eficiencia de harneado. Para esta carga circulante de 2,715 t/h, resulta la necesidad de 5 chancadores terciarios operando a un 87% de su capacidad, cifra equivalente a operar choke feeding 4.4 chancadores a una capacidad individual de 624 t/h (o 3.8 chancadores a capacidad nominal).

- Si el mineral tuviera un 45% bajo 19 mm después del chancado secundario, la carga circulante disminuiría a unas 2,400 t/h y se requiere sólo 3.9 chancadores (o 3.4 chancadores a capacidad nominal).
- Si el mineral tuviera un 55% bajo 19 mm después del chancado secundario, la carga circulante disminuiría a unas 2,000 t/h y se requiere sólo 3.2 chancadores (o 2.8 chancadores a capacidad nominal).

4.5.3 Prioridades de operación de los chancadores

Para efectos de generar una secuencia ordenada de entrada a las mantenciones se acostumbra y es recomendable asignarles una prioridad de operación a los chancadores, de tal modo que operen a capacidad plena según la prioridad que se les haya asignado. La operación será con un número entero de chancadores más la fracción de uno. Dentro de cierto rango, la secuencia tiene flexibilidad y sólo el chancador que lleva más horas en operación está obligado a operar en forma permanente en un momento dado, mientras a los otros se les puede cambiar la prioridad si es necesario.

En operación normal choke feeding, para la operación con el mineral del diseño se operará con cuatro chancadores y fracción, pero el valor más probable es de tres chancadores y fracción. Si el mineral ROM contiene muchos finos, se puede llegar hasta dos chancadores y fracción (como ha ocurrido en faenas cercanas).

A modo de ejemplo, si se requiere un promedio de 3.4 chancadores, un esquema típico es operar con dos chancadores en forma permanente, el tercero casi en forma continua, el cuarto en puntual y el quinto se mantendrá en forma permanente fuera de servicio. Si la fracción es muy baja se puede cerrar un poco los chancadores para disminuir la carga circulante y si está cerca del entero siguiente se pueden abrir los chancadores para aumentar la carga circulante.

4.5.4 Posición de los chancadores o harneros fuera de servicio

El diseño de las tolvas es tal que al haber un chancador (o harnero) fuera de servicio, el talud permite extraer la carga correspondiente a esa posición a través de los chancadores (harneros) adyacentes, evitando que la cúspide llegue a interferir con el paso de los chutes de alimentación del tripper.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta es que si en un período dado el o los chancadores fuera de servicio son los de las posiciones extremas, no se presenta interferencias a la operación del tripper y, lo mismo ocurre si se deja fuera de servicio dos chancadores contiguos en una posición extrema. La operación con dos chancadores (harneros) contiguos fuera de servicio en una posición central debe evitarse.

En la operación con cuatro chancadores y fracción, estarán en operación permanente cuatro chancadores y el quinto operará en forma intermitente. Un chancador estará fuera de servicio sólo por razones de mantenimiento.

En la operación con tres chancadores y fracción, la más probable, estarán en operación permanente tres chancadores, el cuarto operará en forma intermitente y el quinto estará a la espera, salvo cuando esté fuera de servicio sólo por razones de mantenimiento. En este caso es recomendable que el chancador en espera (o en mantenimiento) esté ubicado en los extremos o entre dos chancadores que estén en operación permanente.

En la operación con dos chancadores y fracción, la programación de los chancadores para que no haya dos unidades contiguas en operación en la zona central requiere de una mayor elaboración; sin embargo, si ésta es la situación, habrá mayor flexibilidad en la programación de los chancadores que requieren mantención general.

A modo de ejemplo, si se da los números 1 al 5 a la posición de los chancadores, es recomendable asignarles una secuencia de prioridades del tipo 1-3-5-2-4-1-3-5-2-4, etcétera. Esta secuencia disminuye en forma sustancial la posibilidad de tener fuera de servicio en forma simultánea dos chancadores contiguos de la zona central: 2 y 3 o 3 y 4.

En el caso de los harneros, se estima que la posibilidad de llegar a operar con sólo tres unidades es muy baja y en ese caso se pueden aplicar los mismos criterios sugeridos para los chancadores.

4.5.5 Lógica de control del tripper de alimentación a la tolva de chancadores

La lógica de control del tripper de alimentación a la tolva de los chancadores terciarios es más compleja que la del tripper de alimentación a la tolva de los harneros terciarios, porque debe tener en cuenta:

- La posible operación con un número reducido de chancadores.
- La tendencia de las tolvas a llenarse en las posiciones en que hay un alimentador fuera de servicio, en particular si se tiene chancadores centrales fuera de servicio.
- Las necesidades relacionadas con la alimentación atollada de cada chancador.
- La secuencia de prioridades de operación de los chancadores.
- El balance del inventario de mineral en tolvas y silo, para efectos de regulación y almacenamiento global de la planta.

Repaso de Conceptos Claves

LISTA DE VERIFICACIÓN

Las lista de verificación son ampliamente utilizadas en las áreas operacionales por los operadores de terreno, en conjunto con los operadores de sala de control y el supervisor de terreno.

ESTÁNDARES DE OPERACIÓN

Los estándares de operación que permiten mantener una fluidez en el chancador, por esta razón es que se deben mantener y aplicar en forma permanente en el proceso de chancado.

VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE MINERAL

Suspensiones momentáneas en el suministro de mineral o desviaciones menores por restricción o aceleración del suministro son en general manejables por las tolvas de chancado y el silo dentro de los parámetros normales de operación.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



Actividad : Revisión del equipo de chancado y estándares de operación.

- **Estrategia Metodológica**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán realizar una revisión de los equipos de chancado y los estándares de operación, utilizando el cuaderno del participante y los apuntes tomados durante la exposición del facilitador respecto a los equipos que se utilizan en la empresa minera.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Situaciones Típicas en la operación de chancado de minerales	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. Objetivo

- Explicar las diferencias detectadas entre la operación en terreno y la sala de control mediante las cuales se alcanza la condición de operación deseada.

2. Materiales y recursos

- Hojas de control de riesgos
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Lápices de colores
- Formato de pre-informe



3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y se les asignan las páginas de donde deben seleccionar el tema a trabajar utilizando el material de apoyo entregado al participante.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor hará referencia al cuaderno del participante, para que cada grupo ubique las páginas de donde desarrollar los temas.</p> <p>Cada grupo debe seleccionar los temas relativos a :</p> <p>Revisión de los equipos utilizados en el área de chancado mediante el llenado de la listas de verificación.</p> <p>Explicar el efecto de las diferencias detectadas entra las mediciones realizadas en terreno por el operador y las observaciones realizadas por el operador en la sala de control a través de una comparación de la información generada en ambos ambientes.</p> <p>Explicar las operaciones en las etapas de chancado primario, secundario y terciario.</p> <p>Realizar papelógrafos para cada sección desarrollada a través de diagramas generales y mapas conceptuales.</p> <p>Los papelógrafos deberán ser presentados por cada grupo al resto de los participantes, explicando los fundamentos del proceso de reducción de chancado.</p>
Duración de la actividad	60 minutos.

4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas.

5. Riesgos asociados al chancado.

Aprendizaje esperado: Revisar ajustes de condiciones fuera de régimen comparando la información de sala de control con mediciones realizadas por personal en terreno, detectando condiciones de riesgos a las personas e informando en caso de detección de anomalías.

Conceptos Claves

RIESGO EN EL CHANCADO

Los riesgos físicos y de operación del equipo quedan registrados en los “Check List”, Observaciones e Inspecciones que se realizan periódicamente y en la “Hoja de Control de Riesgos” o “Análisis de Riesgos en el Trabajo” cuando se realiza algún trabajo operativo y/o de mantención en chancado.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MINERALES

Los minerales son compuestos químicos inorgánicos que se han formado por los procesos naturales. Tienen propiedades físicas y químicas definidas de tal forma que sus características son similares, aún cuando ellos se hayan formado en lugares muy distantes en el globo terrestre.

INSTRUCCIONES Y PUESTA EN SERVICIO DE CHANCADO

La operación de chancado debe ser en estrecha coordinación con el resto de la línea desde la mina hasta el apilador. La operación centralizada desde una sola sala de control, en la cual, además, está el despacho de camiones, es una ayuda importante para la ejecución eficiente de esta coordinación.

Introducción

En proceso productivo se deben tener presentes las condiciones de seguridad y los riesgos que están presentes en el área y junto con esto se deben definir las medidas de control que permiten tomar las acciones para evitar incidentes no deseados en la operación.

Riesgos físicos y de operación de área chancado y medidas de control son presentados en la Tabla 6:

Tabla 6 Descripción del riesgo y requerimientos de seguridad

Descripción del riesgo	Requerimientos de seguridad
Caída de personas en escaleras, mal estado de pasillos, desniveles en el terreno.	<ul style="list-style-type: none"> • Usar siempre tres puntos de apoyo al subir o bajar por escaleras. • Revisar protecciones y barandas. • Utilizar barandas en bordes de niveles.

Caídas de objetos o material por trabajos en niveles superiores o ubicación bajo correas.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar trabajos cruzados en niveles superiores. • Inspección del área • No ubicarse bajo correas y/o tolvas con derrame de material.
Atrapamiento o Prendimiento en partes móviles y/o correas.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar protecciones de partes móviles de equipos • No aproximarse a más de 2 mt. con una correa funcionando.

Riesgos físicos y de operación del equipo de chancado.

Los riesgos físicos y de operación del equipo quedan registrados en los “Check List”, Observaciones e Inspecciones que se realizan periódicamente y en la “Hoja de Control de Riesgos” o “Análisis de Riesgos en el Trabajo” cuando se realiza algún trabajo operativo y/o de mantención en chancado. Para que en un mineral las especies mineralógicas puedan ser separadas unas de otras, sin emplear medios químicos, es necesario que las distintas partículas estén físicamente separadas. Esto implica que una partícula debe representar sólo una especie mineralógica. Para efectuar esta individualización de las partículas minerales, o como se dice en Mineralurgia, para efectuar la liberación del mineral, hay que reducirlo de tamaño hasta el punto en que ellas queden libres. Este es el objetivo fundamental de las Operaciones de Reducción de Tamaño. La diseminación de los minerales en una MENA es de tal grado que el tamaño de la partícula necesario para tener liberación, varía normalmente desde 50 micrones hasta 1 milímetro.

[illegible]

Figura11 Registro cara principal ART

Equipo de Protección Personal Necesario, Certificación al día y en buen estado						
Casco Normal	Máscara Soldador	Buzo Antiácido	Guantes Cuero Dieléctrico	Guantes Anticorte	Arnés Seguridad Tipo	Lampara minera
Casco Dieléctrico	Careta Facial	Traje PVC	Guantes Cuero Puño Corto	Protector Auditivo Cono	Arnés Seguridad Tipo	Autorescatador
Barboqueo	Zapato Seguridad	Chaleco Reflectante	Guantes Cuero Puño Largo	Tapón Auditivo	Cola de Seguridad Nylon	Especificar Otro:
Lentes Claros	Zapato Seguridad	Tenida Soldador	Guantes Quirúrgicos	Repirador Cara Completa	Cola de Seguridad Acero	
Lentes Oscuros	Zapato Seguridad	Coleto de Cuero	Guantes Soldador	Respirador Filtro Polvo	Crema Protectora Contra	
Antiparra	Overol Normal	Guantes Neopreno	Guantes de Látex	Respirador Filtro Gases	Bloqueador Solar Factor	
Antiparra soldadura	Overol Tyvek	Guantes Cabritilla	Guantes de Nitrilo	Respirador Filtro Mixto	Bálsamo Labial	
Medidas de Seguridad Adicionales						
Labores que requieren Permisos de Trabajo Especiales (Actividades Altamente Peligrosas) deben cumplir procedimiento (PR-SSO-VALE-027)						
Especificar:						
Interferencias						
Interferencia en las Actividades / <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Mencione: _____ Área / Sector: _____						
Método de Control: _____						
Al término de la tarea se debe verificar que todos los trabajadores han concluido la Tarea sin presentar lesiones, los trabajadores deben firmar este documento al inicio y						
Nombre y Apellidos	Rut	Firma inicio de la tarea	Firma término de la tarea	Aprendizajes, buenas prácticas observadas		
1.-						
2.-						
3.-						
4.-						
5.-						
6.-						
7.-						
8.-						
9.-						
10.-						
11.-						
12.-						
OBSERVACIÓN: Si necesario utilizar otro formulario para listar otros miembros del equipo u otros pasos de la tarea, no olvidarse de completar el encabezado para identificar la ART.						
Monitoreo y Revisión de la ejecución de las Actividades Planificadas						
Observaciones: _____						
Verificación (Revisores)						
Nombre	RUT	CARGO	Empresa	Fecha	Hora	Firma
1.-						
2.-						
3.-						

Figura12 Registro reverso cara ART

5.1 Características de los minerales.

Los minerales son compuestos químicos inorgánicos que se han formado por los procesos naturales. Tienen propiedades físicas y químicas definidas de tal forma que sus características son similares, aun cuando ellos se hayan formado en lugares muy distantes en el globo terrestre.

Los minerales se pueden clasificar por las familias químicas a las que pertenecen, en esta idea, se encuentran los: elementos nativos, sulfuros, haluros, óxidos e hidróxidos, sulfatos, volframatos, carbonatos, fosfatos, silicatos y otros.

Asimismo, poseen determinadas propiedades físicas que permiten diferenciarlos: fusibilidad, dureza, tenacidad, fractura, exfoliación, brillo, color y raya, reflexión y refracción, conductividad eléctrica, magnetismo y radioactividad, entre otras.

Otro aspecto de importancia está en relación con la estructura cristalina que tienen asociada, existen 32 clases cristalinas las que se ordenan en los sistemas: isométrico, hexagonal, tetragonal, ortorrómbico, monoclinico y triclinico.

La mineralogía es la disciplina que estudia a los minerales, desde el punto de vista físico, químico y cristalino. Asimismo, ella provee de métodos de diagnóstico y de identificación.

5.2 Cuidados Previos a la Puesta en Servicio

Como se ha planteado en forma reiterada en este manual, la operación de chancado debe ser en estrecha coordinación con el resto de la línea desde la mina hasta el apilador. La operación centralizada desde una sola sala de control, en la cual, además, está el despacho de camiones, es una ayuda importante para la ejecución eficiente de esta coordinación.

El objetivo directo de la planta de chancado será mantener el silo a un nivel adecuado para la operación continua y estable de la aglomeración. Una pauta general es establecer un nivel de referencia y tratar de moverse dentro de un rango razonable con respecto a dicho nivel de referencia, teniendo en cuenta la programación diaria y del turno. A modo de ejemplo, se puede tomar como referencia mantener un 65% de la capacidad del silo y subir a un valor en el orden de 90% cuando se aproxime la hora de la tronadura y en cuanto al nivel bajo, tratar de mantener al menos un 50% de la capacidad del silo como reserva.

En el momento de poner en servicio la planta de chancado después de una paralización, debe revisarse la situación general de la planta, para evitar el tener que detener su operación al poco andar. Asimismo, coordinar oportunamente con la mina para que inicie el suministro de mineral.

5.3 Secuencias de Partida Normal

Para la puesta en servicio o partida normal en vacío, la planta de chancado se ha dividido en dos bloques: circuito primario-secundario y circuito terciario. En cualquiera de ambos casos, la decisión de partir los alimentadores para poner en servicio con carga queda a la decisión del operador, conforme a cada situación particular.

- a. Si en la detención de la planta de chancado la tolva de alimentación a los harneros quedó vacía o a muy bajo nivel, se pone en servicio primero el circuito primario-secundario. Este circuito incluye el chancador primario, los alimentadores bajo el chancado primario, los harneros secundarios, los chancadores secundarios y las correas transportadoras inclusive. Este caso puede ser típico del reinicio de operaciones después de una detención por falta de suministro de la mina
- b. Si la planta se ha detenido por silo y tolvas del circuito terciario llenas se pone en servicio primero el circuito terciario, después de haber bajado el nivel del silo en forma razonable. Este circuito incluye los harneros y chancadores terciarios y los alimentadores de dichos harneros y chancadores. Este caso se puede dar cuando ha habido problemas en la línea

aglomeración-apilamiento y se ha continuado chancando hasta completar las capacidades de almacenamiento.

- c. Normalmente, será indiferente partir primero con cualquiera de ambos circuitos, primario-secundario o terciario, y la decisión dependerá de la situación puntual.
- d. Para la puesta en servicio en cualquiera de las alternativas mencionadas, el operador principal comunica por radio su intención de poner en servicio la aglomeración, actúa las alarmas visuales y auditivas y pone en servicio los equipos.
- e. En general, los settings de los equipos y prioridades de operación se mantendrán conforme a los valores anteriores a la detención, salvo que se hayan recibido instrucciones explícitas de cambiarlos o las nuevas condiciones de operación así lo exijan.

5.4 Instrucciones para Detención Normal Planta Chancado

Una detención de planta en forma normal, puede ocurrir por una mantención programada, por falta de suministro programado desde la mina o por restricciones de recepción de mineral en el silo (por detención o problemas en aglomeración-apilamiento). En una detención de planta en forma normal, se debe dejar la línea de operación con los equipos sin carga y el operador tiene la obligación de revisar las condiciones de los equipos una vez detenidos.

La detención normal de la planta se realiza desde aguas arriba hacia aguas abajo; sin embargo, según las circunstancias, se puede detener en dos bloques relativamente independientes: el circuito primario-secundario y el circuito cerrado terciario.

5.4.1 Chancado Primario-Secundario

- a. Previa a la detención del chancado primario-secundario, el operador deberá de realizar las coordinaciones con el jefe de turno así como con operaciones mina para suspender la alimentación a la planta.
- b. El operador verifica el estado de la tolva de alimentación al chancado primario y se asegura que esté libre de material para poder parar el chancador y asegurar el futuro arranque sin carga.
- c. Con la tolva de compensación en un nivel bajo, el operador detiene los alimentadores de correa.
- d. El operador detiene las correas de alimentación a los harneros secundarios, una vez que están vacías. El operador debe asegurar además que la tolva del colector de polvo este vacía antes de parar la correa receptora del polvo.
- e. Desenergiza los electroimanes y detiene los equipos relacionados a la supresión y colección de polvo.

- f. Detiene los harneros secundarios
- g. Detiene los chancadores secundarios, asegurándose que ya estén vacíos
- h. Detiene la correa colectora del bajotamaño de los harneros secundarios.
- i. Si el tiempo de detención de la planta va a ser extenso, el operador debe parar la unidad de lubricación e hidráulica de los chancadores cuando estén totalmente detenidos y la unidad hidráulica de los alimentadores y del Picarrocas.

La correa debe continuar en operación, porque pertenece también al circuito cerrado terciario.

5.5 Detenciones y Partidas de Emergencia

5.5.1 Detenciones de Emergencia

La detención de la Planta por situaciones anormales, pueden ocurrir por paradas de emergencia, cortes de energía, accidentes y otros. El personal no debe perder el control de la situación para actuar acorde a cada condición presentada y tomar las acciones pertinentes a realizar.

- **Corte de Energía**

Ante un corte de energía en chancado, ya sea debido a un corte general o por una causa localizada, requiere que al menos:

- Los sistemas de control y de comunicaciones se mantengan operativos
- Los sistemas contra incendio queden operativos
- Exista iluminación de emergencia
- Durante la noche, los operadores que estén realizando una inspección o labor en terreno deben portar linterna en buenas condiciones
- En el caso de válvulas eléctricas, deben estar respaldadas para que queden posicionadas en condición segura.
- Avisar a la mina para que suspenda el suministro de mineral

- **Desviaciones de Proceso u Operacionales**

- Excesiva variación en el flujo de suministro de mineral desde la mina

Coordinar con la mina para evaluar la situación y tomar las acciones necesarias.

- Excesiva variación en la demanda desde aglomeración-apilamiento

Coordinar con el Jefe de Turno para evaluar la situación y tomar las acciones necesarias.

- **Situaciones Accidentales**

- Actuación en una botonera o una cuerda de emergencia

En caso de alarma o detención por protecciones de seguridad o de emergencia, no se debe reiniciar la operación sin haber establecido claramente las causas y tomado las medidas correctivas necesarias.

Las correas transportadoras son equipos de alto riesgo, por lo cual debe de tomarse todas las precauciones del caso. Una vez que el equipo sea detenido debe de investigarse inmediatamente el motivo, ya que estos dispositivos son de seguridad personal, y el accionamiento de uno de estos puede implicar que ha ocurrido un incidente o accidente.

- Detención de un equipo por actuación de una protección.

Por acción de los enclavamientos, se detienen los equipos en cascada, exceptuando los chancadores, los cuales están fuera de la secuencia de enclavamientos en cascada, para evitar que se detengan con carga.

En lo principal, las detenciones más probables serán de los alimentadores y las correas transportadoras. Determinar la causa y corregir antes de reponer la operación. Especial atención se debe prestar a los casos en que la causa de la detención desaparece sin ser identificada y si la situación es repetitiva, se debe informar para una investigación más profunda.

En todos los chancadores, el Picarrocas y los alimentadores primarios, se tienen protecciones internas de los equipos de lubricación e hidráulicos. Cuando se detiene un equipo por una protección interna se debe investigar el motivo de accionamiento de la protección y tratar de determinar la causa. Una vez repuesta, se debe monitorear la variable que originó el accionamiento de la protección.

- Atoche de un chute

Los atoches de chutes en las plantas de chancado están habitualmente relacionados con mineral muy húmedo o con descarga del chancado primario muy gruesa.

Por los criterios de diseño, se espera que el mineral sea seco, pero si hubiese problemas de humedad en forma rutinaria puede ser necesario ajustar algunos diseños de chutes.

Es poco probable atoches por mineral grueso, pero como práctica normal, los operadores deben acostumbrarse a apreciar las características del mineral en forma visual, observando los monitores sobre las correas de alimentación a los harneros. Además, en forma periódica se debe verificar la abertura del chancador primario, por cuanto su medición es indirecta y el valor real está afectado por el desgaste de las corazas.

Si se presenta el atoché de un chute el operador de terreno debe de inmovilizar los equipos involucrados, de acuerdo a los procedimientos de seguridad de la compañía, para luego proceder a la limpieza.

- Falla del sistema de control o de comunicaciones

Estas fallas son uno de los casos típicos en que el problema “se resuelve solo” o en que no se encuentra una causa física aparente. Debe ser investigado.

Una falla en el sistema de control podría implicar la detención de la planta o de operar la planta con un riesgo latente que pueda llevar a una operación indebida. En el caso de una falla puntual, aunque no detenga la planta, el operador debe tomar la decisión de detenerla y coordinar con quien corresponda la inmediata solución del problema. Esta falla se debe corregir antes de comenzar a operar nuevamente la planta.

En caso de alarma o detención por protecciones de seguridad o de emergencia, no se debe reiniciar la operación sin haber establecido claramente las causas y tomado las medidas correctivas necesarias.

- Detención de chancadores por un material inchancable

Después del chancado primario, la planta cuenta con doble protección ante la presencia de materiales inchancables: mediante electroimanes y detectores de metales, destinados a proteger los chancadores secundarios. En todo caso, los chancadores tipo MP1000 tienen protección propia para, en lo posible, dejar pasar los materiales inchancables y, en caso, de detención se puede liberar la presión sobre el anillo cóncavo y levantarlo para aumentar la abertura.

En el caso de faenas a rajo abierto, el ingreso de materiales inchancables al chancador primario está relacionado con la llegada de dientes de palas y trozos de revestimientos de aceros especiales, por lo cual deben existir procedimientos estrictos en la mina para prevenir estas situaciones. El chancador primario tiene una protección hidráulica para disminuir el impacto de un material inchancable y eventualmente, puede dejarlo pasar. Además, existe la posibilidad de bajar el manto para liberar el material inchancable si el chancador se ha detenido; sin embargo, se han dado casos en que se requiere vaciar la cámara del chancado para cortar el material inchancable. Esta es una situación muy grave, por los riesgos implícitos y porque puede detener las operaciones en forma prolongada.

- Características Límites del Mineral
- Colpas de tamaño excesivo desde la mina

La planta cuenta con un Picarrocas destinado a reducir de tamaño las rocas de tamaño excesivo o mover las rocas que han formado puente en la boca del chancador. La planta puede aceptar un número razonable de operaciones de este tipo, pero si se convierte en una situación reiterada, es necesario que la mina revise la malla y la especificación de la tronadura

- Efecto de excesivos finos desde la mina en el chancado primario

Se ha definido el mineral con un contenido normal de finos; sin embargo, si los finos formaren chimeneas en la tolva de alimentación al chancador primario, será necesario establecer una limpieza periódica con una retroexcavadora.

- Efecto de excesivos finos en el producto del chancador primario

Se ha previsto esta situación mediante un sobre-dimensionamiento de la correa colectora del bajotamaño de los harneros secundarios. Si la situación se convierte en rutinaria, se debe estudiar la alternativa de disminuir la abertura de la bandeja inferior de los harneros, para aumentar la proporción de carga que alimenta a los chancadores secundarios

- Manejo de Situaciones de Emergencia

Una parada de emergencia se puede producir por mal funcionamiento de equipos, situaciones de seguridad del personal o por enclavamientos de protección diseñados para prevenir daños a los equipos. La detención puede ser automática, gatillada por los sistemas de protección, por una decisión de los operadores desde la sala de control o por actuación de una parada de emergencia en terreno. Si la situación lo permite, se debe dejar los equipos vacíos antes de la detención.

La siguiente guía indica las secuencias de una parada de emergencia, según los enclavamientos de la planta:

- Si se detiene la correa de alimentación al silo, detiene por enclavamiento a los harneros terciarios, los alimentadores a los harneros terciarios y la correa de alimentación a la tolva de los chancadores terciarios. El límite de batería son las dos tolvas del circuito terciario y el silo.
- Si se detiene la correa de alimentación a la tolva de los harneros terciarios, detiene por enclavamiento los alimentadores a los chancadores terciarios, la correa colectora del bajotamaño de los harneros secundarios, los harneros secundarios, las correas de alimentación a los harneros secundarios y los alimentadores bajo la tolva de compensación de los chancador primario. El límite de batería son la tolva de compensación bajo el chancador primario y las dos tolvas del circuito terciario. Todos los chancadores se mantienen en operación hasta descargarse. El chancador primario podría seguir recibiendo mineral si hay suficiente capacidad en la tolva de compensación, pero está sujeto a que los sistemas de supresión y colección de polvo estén operativos.
- La detención de un chancador detiene automáticamente su alimentador y en el caso del chancador primario, el semáforo se pone en rojo.
- Los sistemas de lubricación de los chancadores, los sistemas de supresión y colección de polvo y los compresores seguirán en operación conforme a sus propios sistemas de control.

- Estudiadas las causas de la emergencia se puede tomar la decisión de operar la planta en forma parcial, por ejemplo con alguna línea secundaria, un harnero terciario o un chancador terciario fuera de servicio. También se puede operar el circuito terciario en forma independiente al primario-secundario si hay capacidades de las tolvas o el silo, según corresponda.

5.5.2 Partida Después de una Parada de Emergencia

Antes de partir después de una parada de emergencia, se deben determinar las causas y se deben inspeccionar cuidadosamente todos los equipos para determinar la acción necesaria para hacerlos partir nuevamente de modo seguro. Al producirse una parada de emergencia, probablemente los equipos se encontraban operando y completamente cargados cuando se produjo la parada repentina.

Se deben seguir los siguientes pasos:

- Determinar la causa de la parada de emergencia y tomar las medidas adecuadas para corregir la situación.
- Si los chancadores han quedado sin carga, el procedimiento normal es ponerlos en servicio primero, para que completen su ciclo de control interno; sin embargo, esta decisión queda sujeta a la evaluación del estado general de la planta.
- Para cada uno de los dos bloques en que se ha dividido la planta (primario-secundario y terciario), se ponen en servicio en vacío las correas y harneros en la secuencia lógica de partida. Se recomienda hacer partir las correas en forma “manual” desde la sala de control y luego cambiarlas a forma “Automática”, luego poner en servicio los harneros. Si una de estas correas no logra partir con carga, hay que retirar parte de la carga (con la correa y equipos relacionados bloqueados) y después hacerla partir. Los motores de las correas están diseñados para partir con carga.
- Se recomienda hacer partir los alimentadores en forma “manual” desde la sala de control y luego cambiarlos a “automático”.

5.5.3 Partida Después de Interrupción de la Energía

Antes de una partida después de una interrupción de la energía, se debe restaurar la misma y se deben inspeccionar cuidadosamente todos los equipos para determinar la acción necesaria para hacerlos partir nuevamente de modo seguro. Al producirse una parada de emergencia, probablemente los equipos se encontraban operando y completamente cargados cuando se produjo la detención repentina.

Las acciones a seguir son las siguientes:

- Asegúrese de que haya vuelto la energía al centro de control motores (CCM) del chancado, incluyendo todos los equipos auxiliares. Además que también tenga energía el Sistema de Control de Procesos (PCS).
- Se recomienda realizar la partida en vacío de la forma descrita en la parada de emergencia.
- En este caso, hay una alta probabilidad de que los chancadores hayan quedado con carga, por lo cual deberán ponerse en servicio uno a uno después de tener el resto de la planta operando en vacío. Una vez que los chancadores estén operando en vacío, se recomienda que las partidas de los alimentadores se realicen en forma “manual” y luego pasarlos a automático.
- La orden se reiniciar el suministro de mineral se debe coordinar con la mina.

5.6 Operación de martillo neumático.

Dispone de un martillo hidráulico para romper rocas con sobre tamaño, descargadas por los camiones en la cámara de recepción de mineral.

Normalmente es operado a control remoto desde su tablero de control (Joystick) en la estación de mando del chancador primario, pudiendo ser operado desde terreno.

El Martillo hidráulico está montado en un brazo que tiene movimientos hidráulicamente controlados de balanceo, elevación, inclinación y lado del martillo hidráulico.

La forma correcta de trabajar el pica rocas es ubicando el martillo a 90° en cualquier dirección que el equipo lo permita.

Posee un sistema automático de engrase para lubricar los pasadores cuando el equipo esta energizado y en operación, de ser necesario el operador activara la unidad de engrase con un botón.

Repaso de Conceptos Claves

RIESGO EN EL CHANCADO

Los riesgos físicos y de operación del equipo quedan registrados en los “Check List”, Observaciones e Inspecciones que se realizan periódicamente y en la “Hoja de Control de Riesgos” o “Análisis de Riesgos en el Trabajo” cuando se realiza algún trabajo operativo y/o de mantención en chancado.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MINERALES

Los minerales son compuestos químicos inorgánicos que se han formado por los procesos naturales. Tienen propiedades físicas y químicas definidas de tal forma que sus características son similares, aún cuando ellos se hayan formado en lugares muy distantes en el globo terrestre.

INSTRUCCIONES Y PUESTA EN SERVICIO DE CHANCADO

La operación de chancado debe ser en estrecha coordinación con el resto de la línea desde la mina hasta el apilador. La operación centralizada desde una sola sala de control, en la cual, además, está el despacho de camiones, es una ayuda importante para la ejecución eficiente de esta coordinación.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



Actividad : Riesgos en chancado e instrucciones de puesta en servicio de planta de chancado.

- **Estrategia Metodológica**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán revisar los temas asociados a los riesgos en chancado y las instrucciones de puesta en servicio de planta de chancado coordinado desde sala de control, utilizando como material de apoyo el cuaderno del participante y los apuntes de lo entregado por el facilitador durante la exposición.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Situaciones Típicas en la operación de chancado desde sala de control	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. Objetivo

- Realizar una revisión ajustes y condiciones fuera de régimen, teniendo presente los riesgos en la operación, las características de los minerales y las instrucciones operacionales de la puesta en servicio de los equipos de chancado.

2. Materiales y recursos

- Hojas de control de riesgos
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Listas de verificación
- Formato de pre-informe



3. Descripción de la Actividad

Etapas	Especificaciones
Inicio	Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y se les explica los pasos que deben seguir para que a partir de ello realicen la revisión de seguridad e instrucciones operacionales de la planta de chancado.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor hará referencia al cuaderno del participante, para que cada grupo ubique las páginas de donde desarrollar los temas.</p> <p>Cada grupo debe seleccionar los temas relativos a :</p> <p>Revisión de los equipos utilizados en el área de chancado considerando los riesgos asociados a la operación.</p> <p>Explicar la relevancia de las características de mineral utilizado y cómo afecta el proceso.</p> <p>Explicar los aspectos reales de las actividades en base a las instrucciones operacionales y considerando reportes generados entre los operadores de terreno y sala de .</p> <p>Realizar papelógrafos explicativos para cada sección desarrollada a través de diagramas generales y mapas conceptuales.</p> <p>Los papelógrafos deberán ser presentados por cada grupo al resto de los participantes, explicando los fundamentos del proceso de reducción de chancado.</p>
Duración de la actividad	90 minutos.

3. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

Fuentes referenciales

Curso Control en procesos de chancado, Biblioteca de procesos industriales CEIM





SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

