

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“SUPERVISIÓN DE LA PLANTA DE CHANCADO
CONCENTRADORA CUAJONE – SPCC”**

INFORME

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR

BAZÁN VERA CRISTIAN MANUEL

ASESOR

ING° RAYMUNDO CARRANZA NORIEGA

CALLAO – DICIEMBRE – 2016

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

El presente Informe fue Expuesto por el señor Bachiller **BAZAN VERA CRISTIAN MANUEL** ante el **JURADO DE EXPOSICIÓN DE INFORME** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios :

ING°	ÓSCAR JUAN RODRIGUEZ TARANCO	PRESIDENTE
ING°	ROBERTO LAZO CAMPOSANO	SECRETARIO
ING°	CÉSAR GUTIERREZ CUBA	VOCAL
ING°	RAYMUNDO MAXIMO CARRANZA NORIEGA	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 2 de Exposición de Informes Folio N° 17 y Acta N° 212 de fecha **VEINTICINCO DE ENERO DE 2017**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Informe, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril de 2011 y N° 221-2012-CU de fecha 19 de setiembre de 2012

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a las personas que hicieron posible mi formación y desarrollo como profesional, acompañándome a lo largo de este camino, que ha sido tan difícil y tan gratificante a la vez.

A mi familia y en especial a mi madre Elvira Vera Sánchez por ser ejemplo de esfuerzo y que me ayudo a lograr mis objetivos trazados.

ÍNDICE

	Pag	
I	INTRODUCCIÓN	04
II	RESEÑA DE LA EMPRESA	05
	2.1 POLÍTICA DE LA EMPRESA	08
III	OBJETIVOS	09
	3.1 OBJETIVO GENERAL	09
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	09
IV	RESUMEN	10
V	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	11
	5.1 CONMINUCIÓN	11
	5.1.1 LEYES DE INVESTIGACIÓN	12
	5.1.1.1 LEYES DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	13
	5.1.1.2 LEYES ENERGÉTICAS	14
	5.1.2 ÍNDICE DE TRABAJO	18
	5.2 TRITURACIÓN	19
	5.3 TIPOS DE TRITURADORAS	20
	5.3.1 TRITURADORAS DE MANDÍBULAS	20
	5.3.1.1 TRITURADORAS DE ACCIÓN PERIÓDICA – TRITURADORAS DE MANDÍBULAS	21
	5.3.2 TRITURADORAS DE ACCIÓN CONTINUA – TRITURADORA GIRATORIAS O CÓNICAS	28
	5.3.2.1 SELECCIÓN DE MANTOS PARA TRITURADORAS GIRATORIAS	32
	5.3.3 TRITURADORAS DE CILINDROS	34
	5.3.4 TRITURADORAS DE MARTILLOS, PERCUSIÓN O IMPACTOS	35
	5.3.4.1 TRITURADORA DE MARTILLOS DE EJE HORIZONTAL	36

	Pag
5.3.4.2 TRITURADORA DE MARTILLOS DE EJE VERTICAL	37
5.4 CRIBADO	38
5.4.1 FUNCIÓN DEL CRIBADO	38
5.4.2 PRINCIPALES FACTORES DEL CRIBATO	40
5.4.3 RENDIMIENTO Y EFICACIA DEL CRIABADO	40
5.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	42
5.5.1 CHANCADORA PRIMARIA	42
5.5.2 CHANCADO SECUNDARIO Y TERCEARIO	45
5.5.3 HPGR (HIGH PRESSURE GRINDING ROLLS)	47
VI ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EMPRESA	52
6.1 ACTIVIDADES COTIDIANAS	52
6.1.1 OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE LA PLANTA	52
6.1.2 OPERACIÓN DE LA PLANTA DE CHANCADO	55
6.1.2.1 MARTILLO HIDRÁULICO (CHANCADO PRIMARIO)	56
6.1.2.2 CHANCADORA GIRATORIA PRIMARIA	57
6.1.2.3 ALIMENTADORAS DE BANDEJAS	60
6.1.2.4 FAJA TRANSPORTADORA	62
6.1.2.5 SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE CHANCADORA PRIMARIA	65
6.1.2.6 SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE LA ARAÑA CHANCADORA PRIMARIA	67
6.1.2.7 PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL TRIPPER 2	68
6.1.2.8 PRINCIPIO OPERACIÓN DE CHANCADORAS SECUNDARIAS Y TERCARIAS	68
6.1.2.9 OPERACIÓN DEL SISTEMA EXPERTO DE LA PLANTA DE CHANCADO SECUNDARIO Y TERCARIO	73
6.1.3 INSPECCIÓN DE LA PLANTA DE CHANCADO	74
6.1.4 GESTIÓN DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD	83
6.2 ÁPORTES REALIZADOS	87
6.2.1 ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	87

	Pag
VII EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	88
VIII CONCLUSIONES	89
IX RECOMENDACIONES	90
X BIBLIOGRAFIA	91
ANEXO	92

I INTRODUCCIÓN

El presente informe se elaboró durante mi experiencia laboral en la Planta de Chancado de la Concentradora de la Unidad de Cuajone de la Compañía Minera Southern Perú Copper Corporation ubicada en el distrito de Torata provincia de Mariscal Nieto en el Departamento de Moquegua.

A fin de presentar las actividades realizadas en la Supervisión y control de las operaciones en la Planta de Chancado de la Concentradora de Cuajone de SPCC, se describirán los procesos y los sistemas de control que se usan en las diferentes etapas de la Planta de Chancado.

La Planta de Chancado es la primera fase de la Concentradora Cuajone comprende las siguientes etapas:

- a) Chancado Primario**
- b) Chancado Secundario**
- c) Chancado Terciario**
- d) Chancado Terciario HPGR**

También describiremos los trabajos de gestión en el Programa de Seguridad y control del medio ambiente de la Planta de Chancado de la Concentradora de Cuajone SPCC.

II RESEÑA DE LA EMPRESA

Southern Perú Cooper Corporation (SPCC) fue constituida en el Estado de Delaware, en Estados Unidos, en 1952. Más tarde, en 1995, fue renombrada como Southern Cooper Corporation (SCC).

En 1954 se estableció una Sucursal en el Perú, la cual suscribió un Convenio Bilateral con el gobierno peruano para el desarrollo y explotación de la mina de Toquepala. La capacidad de producción inicial del complejo minero Toquepala fue de 46 000 t/día, y la capacidad de fusión de concentrados de la Fundición alcanzó 1 400 t/día; además, se pusieron en operación el ferrocarril y el puerto industrial, en Ilo, Moquegua (Perú) En el 2002, la Concentradora de Toquepala amplió su capacidad de molienda a 60 000 t/día.

El Complejo Minero Cuajone fue inaugurado e inició operaciones en 1976, con una capacidad de producción de 58 000 t/día de molienda. En 1999, la Concentradora de Cuajone amplió su capacidad a 87 000 t/día.

En 1994, SPCC adquirió del estado peruano la refinería de cobre de Ilo que entonces tenía una capacidad de producción de 190 000 t/año. Esta unidad fue ampliada en 2002 á 280 000 t/año.

En abril del 2005, Southern Perú Cooper Corporation se fusionó con Minera México y subsidiarias, consolidándose como la compañía minera más grande de México y Perú, así como la empresa con las mayores reservas de cobre entre

compañías listadas en bolsa y una de las corporaciones minero – metalúrgicas más grandes del mundo. En ese año paso a ser de Southern Perú Copper Corporation (SPCC) a Southern Copper Corporation (SCC).

En 2007, la empresa anunció un ambicioso programa de inversiones por \$ 2 108 millones, que contempla del desarrollo del depósito de cobre Tía María, la ampliación de operaciones de la mina y concentradora en Cuajone y Toquepala, además, de la actual capacidad de procesamiento de la fundición y refinería, para tratar la nueva producción de concentrados.

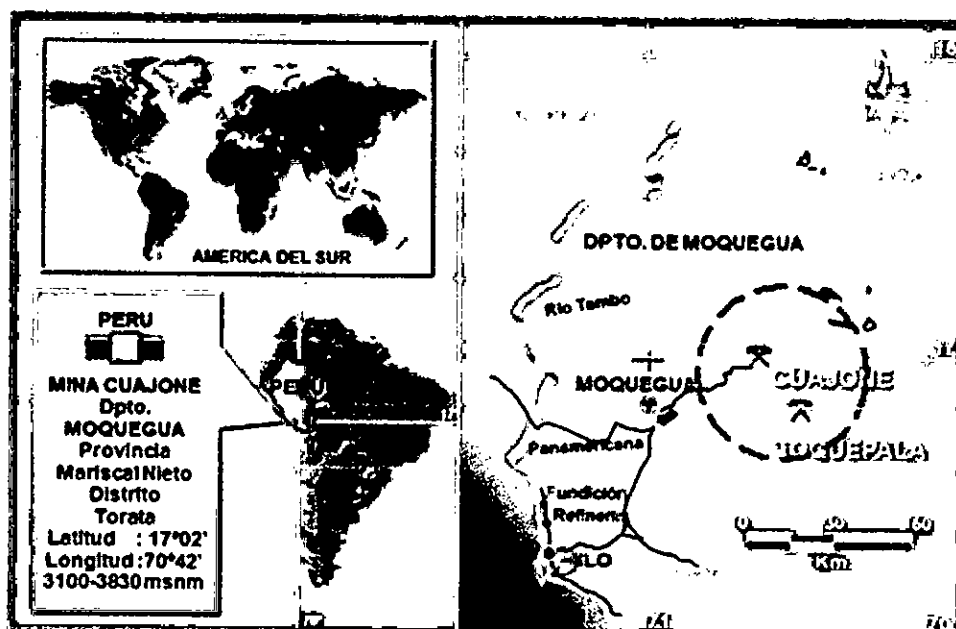
En 2008 se terminaron los estudios de pre-factibilidad de las concentradoras de Toquepala y Cuajone a 100 000 Tn/día y 105,000 Tn/día respectivamente.

Southern Perú Copper Corporation es el mayor productor del metal rojo en el país. La compañía opera las minas Cuajone y Toquepala en Perú, así como la fundición Ilo. También es dueña de la operación aurífera Tantahuatay en la Región Cajamarca con Buenaventura, productor local de metales preciosos. Sus proyectos incluyen el proyecto de cobre y molibdeno Los Chancas y el proyecto de cobre de Tía María en la Región Arequipa. SPCC es una filial indirecta y de completa propiedad del conglomerado Grupo México.

Su oficina principal en Perú se encuentra en Av. Caminos del Inca N° 171 Urb. Chacarilla del Estanque Santiago de Surco – Lima.

Las operaciones en Cuajone consisten de una mina de cobre a tajo abierto y una concentradora ubicadas en el sur del Perú, el yacimiento de pórfido de cobre de Cuajone se encuentra ubicado en el departamento de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Distrito Torata y paraje de Quebrada Chuntacala. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas UTM : 538 200 y 542 000 Este; 84 000 y 87 800 Norte. (Ver Figura1)

FIGURA N° 1
UBICACIÓN DE CUAJONE



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

2.1 POLÍTICA DE LA EMPRESA

La Política de la empresa está basada en la misión y visión asegurando un trabajo con seguridad, responsabilidad social y cuidado del medio ambiente.

Misión; Extraer recursos minerales para transformarlos y comercializarlos satisfaciendo las necesidades del mercado, cumpliendo con su responsabilidad social y ambiental, maximizando la creación de valor para sus accionistas.

Visión; Ser la empresa productora de cobre y otros metales de mayor rentabilidad en el mundo, con el mejor capital humano respetando su entorno en armonía con la naturaleza y agregando continuamente valor para sus accionistas y grupos de interés.

Southern Perú Copper Corporation reconoce a sus trabajadores como el elemento más importante para realizar su actividad productiva y establece como una prioridad el conservar la vida y la salud de éstos en las tareas diarias que desarrollan en sus diferentes ambientes de trabajo y se compromete a alcanzar altos estándares de desempeño en Seguridad y Salud Ocupacional.

III OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Dar a conocer los trabajos realizados en la Supervisión y Control de las operaciones que se realizan en la Planta de Chancado de la Concentradora de la Unidad de Cuajone de Southern Perú Copper Corporation.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Dar a conocer el proceso de Optimización de la Planta de Chancado de la Concentradora – Cuajone.
- 2) Dar a conocer el proceso de Operación de la Planta, arranque y parada de equipos principales y auxiliares de la Planta de Chancado de la Concentradora – Cuajone.
- 3) Dar a conocer el proceso de inspección y control de la Planta de Chancado de la Concentradora – Cuajone.
- 4) Dar a conocer el Programa de Gestión de Seguridad y Salud de la Concentradora-Cuajone.

IV RESUMEN

El presente informe ha sido desarrollado en las Operaciones de la Planta de chancado de la Concentradora de Cuajone que está localizada a 40 Km de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Distrito Torata y paraje de la Quebrada Chuntacala, a una altura de 3 400 msnm actualmente su capacidad de procesamiento es de 96 000 Tn cortas por día.

El depósito es un pórfido de Cobre con una mineralización de Latita Porfírica y Andesita Intrusiva; teniendo una ley Cu% promedio de 0,623 y ley de Mo% de 0,014. Los productos principales de la Concentradora son: Concentrado de Cobre y el Concentrado de Molibdeno. El mineral se trata en un circuito convencional de concentración, este proceso consiste de Chancado, Molienda y Flotación para los circuitos de Cobre y Molibdeno. El concentrado de Cobre con un grado de 26% se transporta por tren hacia la Fundición de Ilo, mientras que el concentrado de molibdenita con un grado de 94% de MoS₂ se vende como tal.

El Objetivo principal del presente trabajo es dar a conocer el trabajo de Supervisión y control de las operaciones de la Planta de chancado en sus etapas: Chancado Primario, Chancado Secundario, Chancado terciario y Chancado HPGR que representa la primera etapa de conminución del mineral enviado de la Mina a la Concentradora, obteniendo finalmente un producto final de 6% á 8% malla +½ de mineral chancado.

V FUNDAMENTO TEÓRICO

5.1 CONMINUCIÓN

Proceso a través del cual se produce una reducción de tamaño de las partículas de mineral, mediante trituración y/o molienda, con el fin de:

- a) Liberar las especies diseminadas
- b) Facilitar el manejo de los sólidos
- c) Obtener un material de tamaño apropiado y controlado

El resultado de la conminución es medido a través de la razón de Reducción:

$$Rr = \frac{\text{Tamaño del alimento}}{\text{Tamaño del producto}} = \frac{d80 \text{ del alimento}}{d80 \text{ del producto}}$$

Antes de la fractura, los minerales acumulan parte de la energía aplicada, la cual se transforma en energía libre superficial a medida que las partículas se van fracturando. Esta energía libre superficial no es más que el resultado de los enlaces insatisfechos para cada uno de los átomos de la nueva superficie formada por la fractura del mineral. A mayor energía libre superficial más activa será la superficie de la partícula para reaccionar con agentes externos, lo que facilitará en algunos casos el proceso de separación de las diferentes especies que constituyen al mineral.

La energía requerida para fracturar una partícula disminuye ante la presencia de agua u otro líquido, porque este puede ser absorbido por las partículas hasta llenar las

grietas u otros macro defectos. La fuerza aplicada sobre el líquido aumenta considerablemente su presión y esta se concentra en los defectos y puntas de grieta.

Dependiendo de la forma de aplicación de la carga y de la mecánica de la fractura de las partículas, se obtendrá un mecanismo de falla característico y una distribución granulométrica propia (Ver Tabla N° 1).

TABLA N° 1

TIPO DE CARGA APLICADA	MECANISMO DE FRACTURA	DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS DE PARTÍCULA
IMPACTO	ESTALLIDO POR FUERZAS DE TRACCIÓN APLICADAS A ALTA VELOCIDAD	HOMOGENEO
COMPRESIÓN	COMPRESIÓN	HOMOGENEO
FRICCIÓN	ABRASIÓN POR ESFUERZO CORTANTE SUPERFICIAL	HOMOGENEO FINOS Y GRUESOS

Fuente: Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujone – SPCC

5.1.1 LEYES DE INVESTIGACIÓN

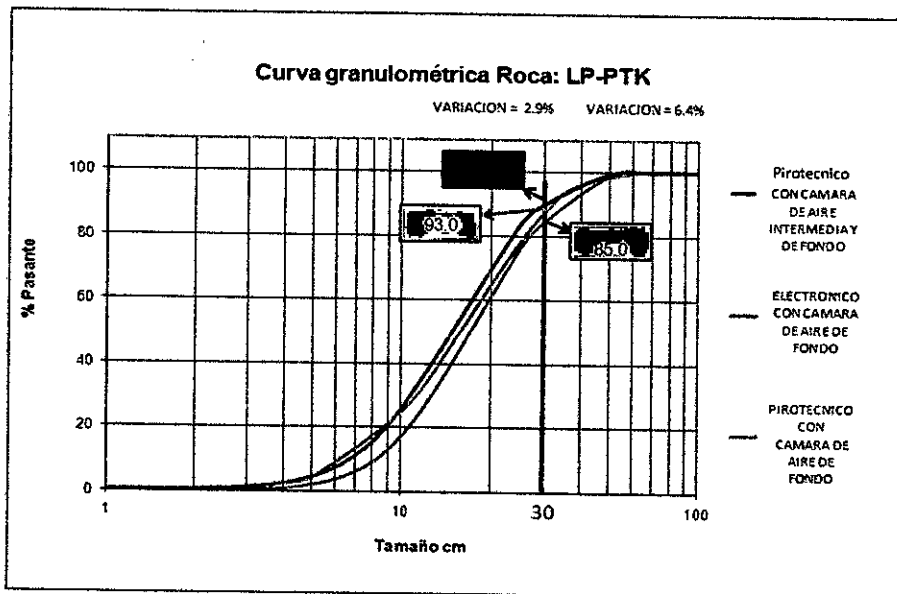
Las leyes de la desintegración se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a) Leyes de distribución granulométrica.
- b) Leyes energéticas.

5.1.1.1 LEYES DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

Se ha comprobado que resulta imposible obtener, por medio de la trituración, partículas que, en su totalidad, sean de volumen (tamaño) igual y uniforme. El material producido es de distintas dimensiones, repartiéndose de acuerdo a curvas bien definidas denominadas curvas granulométricas. En la **Figura N° 2** se pueden observar diversas curvas granulométricas.

FIGURA N° 2
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Fuente: Manual de Metso Minerals.

El profesor Gaudin estudiando el comportamiento de los materiales en la desintegración enunció lo siguiente:

- El porcentaje de material fino aumenta a medida que aumenta el grado de desintegración. Varias etapas de trituración producen menor cantidad de materiales muy finos (ultra finos) que la trituración equivalente en una sola etapa.

- b) La trituración de trozos planos produce más material fino que la de trozos en forma regular.
- c) La forma media de los granos triturados varía con la ubicación en la escala de tamizado. Los granos gruesos y finos (los extremos) son alargados, mientras que los medios tienen forma más cúbica.

5.1.1.2 LEYES ENERGÉTICAS

Dentro del consumo de energía destinado a la trituración de materiales solo un 2% aproximadamente produce la aparición de nuevas superficies, el resto se pierde en deformación plástica de las partículas, deformación de las partes metálicas de la maquinaria, fricciones entre partículas, rozamiento de las partículas con las paredes de la maquinaria, calor, ruido y vibraciones.

La ley energética general que enuncia la relación existente entre el aporte necesario de energía y la reducción de tamaño obtenida expresa que la energía necesaria para una determinada desintegración es proporcional exponencialmente al tamaño de la partícula.

Existen variantes de esta Ley que se adaptan mejor a determinadas condiciones de trabajo, como la ley de Rittinger, enunciada en el año 1867 y que se basa en la hipótesis de las superficies de las partículas; La de Kick, expresada en el año 1885 y que se basa en una hipótesis volumétrica y la teoría de Bond, del año 1951.

a) **Postulado de Rittinger.**- La energía consumida en la reducción de tamaños es proporcional al área de la nueva superficie creada.

$$\varepsilon_R = C(S_f - S_i)$$

Dónde:

- C** : Es una constante
- S_f** : Es el área de la superficie final
- S_i** : Es el área de la superficie inicial

De acuerdo con Rittinger, la energía necesaria para la fractura también puede ser expresada en función de los diámetros de partícula :

$$\varepsilon_R = K_R \left[\left(\frac{1}{X_f} \right) - \left(\frac{1}{X_i} \right) \right]$$

Dónde:

- K_R** : Es la constante de Rittinger
- X_f** : Es el diámetro de partícula final
- X_i** : Es el diámetro inicial de partícula

La constante de Rittinger depende de la forma de la partícula, el tipo de material, la cantidad de defectos en el material y la eficiencia de las fuerzas aplicadas para la conminución.

- b) **Postulado de KICK.**- Por su parte, KICK propuso, que cambios geométricos equivalentes en el tamaño de las partículas requieren la misma cantidad de energía y por lo tanto :

$$E_0 = K_k \ln \left(\frac{d_i}{d_0} \right)$$

Esta ecuación es obtenida a partir de la integración de la expresión general

$$\partial \varepsilon_0 \cong \partial \left(\frac{d}{d^n} \right)$$

Donde según KICK $n = 1$

- c) **Postulado de BOND.**- Dadas las dificultades para medir experimentalmente la energía necesaria para la fractura y las diferencias entre el valor de energía calculado y el experimental producido por :

- 1) La anisotropía del mineral.
- 2) Las deformaciones plásticas en partículas pequeñas.
- 3) La atenuación de fuerzas debido al exceso de partículas.

BOND planteó la siguiente expresión empírica:

$$\varepsilon = 21,5H + 23$$

Dónde:

ε : Energía consumida (J/cm²)

H : Dureza MOSH del mineral.

Como la expresión empírica de BOND, no describía el efecto del tamaño de las partículas antes y después de la fractura, planteó una expresión matemática, a partir de la integración de la expresión general de energía en función del tamaño de las partículas obteniendo el siguiente modelo:

$$\partial \varepsilon_0 \cong \partial \left(\frac{d}{d^n} \right)$$

Donde :

n : 1.5

$$E_0 = KB \left(\frac{1}{\sqrt{d_{80 \text{ prod}}}} - \frac{1}{\sqrt{d_{80 \text{ alimento}}}} \right)$$

$$W = Wi \left(\frac{1}{\sqrt{d_{80 \text{ prod}}}} - \frac{1}{\sqrt{d_{80 \text{ alimento}}}} \right)$$

5.1.2 ÍNDICE DE TRABAJO

Es la relación entre la facilidad con que una partícula es reducida de tamaño y la resistencia de la partícula misma. El índice de trabajo debería ser independiente del tamaño de partícula, sin embargo por efectos probabilísticos este varía con el d80.

El Wi , es utilizado para evaluar parámetros del proceso como: tipo de equipo, velocidad, material de fabricación del equipo, etc.

En el proceso de conminución es fundamental conocer la relación entre la energía aplicada para la fractura de las partículas y el tamaño de las partículas obtenido. Se ha podido establecer que en este proceso la mayor parte de la energía se pierde por efecto del funcionamiento de los equipos en los cuales se produce la reducción de tamaño (trituradoras y molinos).

En el proceso de molienda sólo el 1% de la energía aplicada es utilizada en la fractura de las partículas.

5.2 TRITURACIÓN

Es la primera etapa mecánica en el proceso de conminución, cuyo principal objetivo es la liberación de las especies valiosas, generalmente se utiliza para reducir rocas cuyo tamaño puede ser de 1.5 m, hasta obtener partículas hasta de 0.5 cm, lo que se puede realizar en múltiples etapas a las que se les denomina:

- a) Trituración primaria
- b) Trituración secundaria
- c) Trituración terciaria

Según sea el caso.

En la trituración la fractura de las partículas se da principalmente por la aplicación de fuerzas de compresión.

Durante la trituración, las fuerzas de compresión que actúan sobre las partículas pueden llegar a producir aglomerados que reducen la capacidad del equipo, por lo tanto este proceso generalmente se realiza en seco y evitando la presencia de cualquier aglomerante.

5.3 TIPOS DE TRITURADORAS

Existe una gran cantidad de trituradoras de distinto tipo, las que permiten efectuar el trabajo de desintegración en la preparación de rocas y minerales. Conforme al tipo de trituradora y a los esfuerzos a los que someten a las rocas se utilizan unas u otras con sus ventajas técnico-económicas propias de cada una.

Seguidamente se consideraran solo aquellas que se estiman más importantes y de aplicación más generalizada.

5.3.1 TRITURADORAS DE MANDÍBULAS

Las trituradoras de mandíbulas comprenden las denominadas de acción periódica, conocidas, generalmente como "Trituradoras de mandíbulas" y las de acción continua, llamadas más comúnmente "Trituradoras giratorias" o "Trituradoras cónicas".

Ambos tipos de trituradoras de mandíbula trabajan (desintegran) fundamentalmente por el efecto de aplastamiento (compresión) y, en menor grado, por la flexión, predominando este último efecto más en las de acción continua.

Estas trituradoras se denominan de mandíbulas pues desintegran rocas y minerales en forma similar a la masticación que ejerce el ser humano sobre los alimentos.

Las trituradoras de mandíbulas (nos referiremos en adelante a las de acción periódica en estos términos), se utilizan principalmente para la desintegración de material grueso, produciendo material irregular, puntiagudo y con aristas. Generalmente se utilizan en trituración primaria y, eventualmente, en trituración secundaria.

Las trituradoras giratorias o cónicas (en adelante nos referiremos a las de acción continua en estos términos), se utilizan en trituración primaria, secundaria y terciaria).

5.3.1.1 TRITURADORAS DE ACCIÓN PERIÓDICA – TRITURADORAS DE MANDÍBULAS

Existen cuatro tipos de trituradoras de mandíbulas: las de doble efecto (tipo Blake), las de simple efecto (tipo Dalton), la tipo Lyon y la tipo Dodge. Las dos primeras son de uso más generalizado.

- 1) Trituradoras tipo Blake (Doble efecto).**- Utilizada para la trituración primaria y secundaria de rocas duras, tenaces y abrasivas, así como para materiales pegajosos, con planos de fractura definidos, el alimento debe ser relativamente grueso y con baja cantidad de finos. Se aplican potencias de 2 á 225 Kw, para obtener razones de reducción entre 4 y 9.

La trituradora tipo Blake cuenta con dos mandíbulas (**Ver Figura N°3**), una fija (7) y una móvil (5), que son las que producen la desintegración de las rocas con un

movimiento de masticación. La mandíbula móvil se acerca y aleja de la fija pivoteando en un punto superior de suspensión (10).

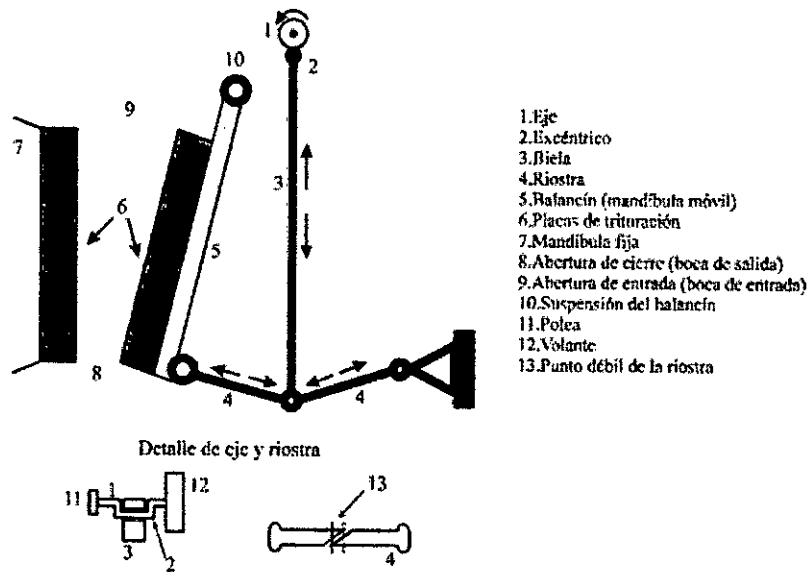
El movimiento de la mandíbula se logra por el accionamiento de un motor, que se acopla a través de correas, con un eje (1). En forma excéntrica al eje (2) va acoplada una biela (3) que merced a la excentricidad, sube y baja. Dicha biela, en su parte inferior tiene una articulación, a las que van unidas dos riostras (4) (o placas riostras).

Dichas riostras se unen, en el extremo opuesto a la articulación, una a la mandíbula móvil (en su parte inferior) y la otra a un apoyo fijo. Al subir la biela, arrastra hacia arriba las riostras, horizontal izándolas y haciendo mover el extremo inferior de la mandíbula móvil hacia la fija.

Cuando la biela baja, arrastra a las riostras hacia abajo y la mandíbula móvil se aleja de la fija. De esta forma, alternativamente, la mandíbula móvil se acerca y aleja de la fija. Cuando se acerca comprime las rocas que se encuentran en el interior de la maquina; cuando se aleja las piedras van cayendo por gravedad. Las rocas a triturar ingresan por la boca de carga, en la parte superior (9) y salen de la maquina por la parte inferior (8) por gravedad. Durante su recorrido se van desintegrando.

FIGURA Nº 3

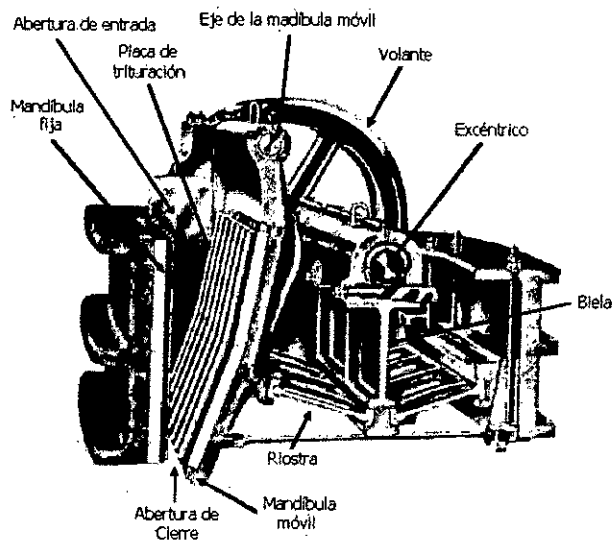
ESQUEMA DE UNA TRITURADORA TIPO BLAKE



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

FIGURA Nº 3

CORTE TRITURADORA TIPO BLAKE



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

Las principales partes de las maquinas son las siguientes:

- 1) Las mandíbulas, que cuentan con placas de recubrimiento llamadas placas de trituración (6), que pueden ser lisas u onduladas (estas permiten ejercer el esfuerzo de flexión sobre las rocas).
- 2) El eje (1), que cuenta en un extremo con una polea (donde se acoplan las correas que transmiten el movimiento del motor al eje) y en el extremo opuesto con un volante de gran masa que ejerce la función de acumulador de energía, cuando la mandíbula móvil se aleja de la fija (no tritura), la que devuelve cuando la móvil se acerca a la fija (tritura).
- 3) La biela, que transmite el movimiento del eje a las riostras que mueven la mandíbula móvil.

Las riostras, además de transmitir el movimiento, sirven como fusibles del sistema. Tienen algún punto de la pieza de menor resistencia que el conjunto que hace que cuando la maquina realice un esfuerzo superior al previsto en su dimensionamiento, se rompa la riostra en su punto débil y evite la rotura de la máquina.

La abertura de salida del material (8) (abertura de cierre), puede regularse acortando o alargando la riostra que está unida al apoyo fijo. La abertura de cierre tiene dos tamaños extremos, la denominada abertura de cierre mínimo (es el momento en que el giro del eje hace que la mandíbula móvil esté más cerca de la

fija) y la abertura de cierre (máximo) que es cuando el eje giro 180° de la anterior posición, es decir, cuando la mandíbula móvil está más alejada de la fija. Las rocas trituradas saldrán en una diversidad de tamaños acotados por las aberturas de cierre mínimo y máximo.

En general, cuando nos referimos en adelante al término “abertura de cierre” nos estaremos refiriendo a la abertura de cierre mínimo que es la que habitualmente se mide. En la medida que se varia en una maquina la abertura de cierre, se estarán variando los tamaños de salida de sus productos y, por consiguiente, su grado de desintegración. Las maquinas tendrán distintas curvas granulométricas del material producido, uno por cada abertura de cierre empleada.

El bastidor de la trituradora está formado por una especie de cajón rectangular que puede estar construido en fundición de alta resistencia, de acero moldeado o de chapas y perfiles laminados y soldados. Las mandíbulas están protegidas por placas de trituración (placas de desgaste) y construidas en acero al manganeso, las que se reemplazan periódicamente en función del desgaste.

El resto de las piezas suelen ser construidas en acero moldeado o acero duro. El eje suele ir montado sobre cojinetes de rodillos.

El número de compresiones varía entre 50 y 750 por minuto, siendo los valores más comunes entre 150 y 300. Las velocidades de compresión están entre 0,20 y 0,50 m/seg.

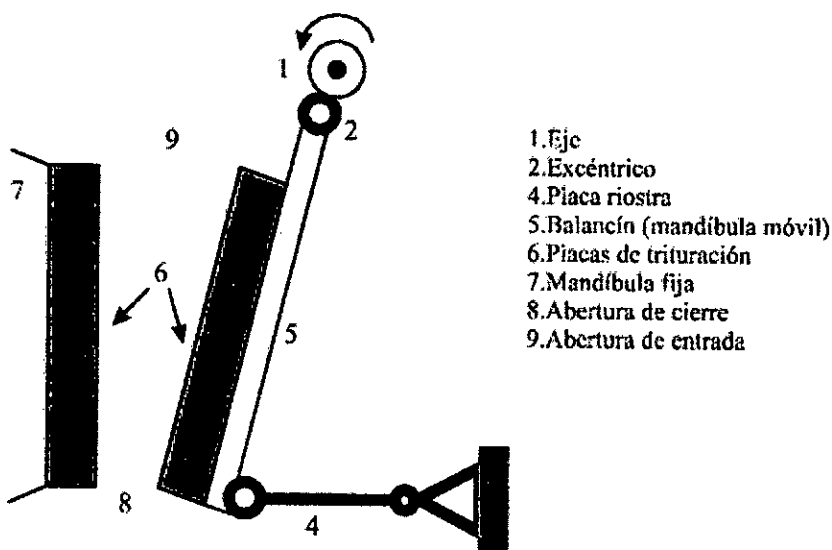
b) **Trituradoras tipo Dalton (de simple efecto).**- La trituradora tipo Dalton difiere de la anterior en que la mandíbula móvil va montada directamente sobre un balancín que está suspendido en la parte superior por el eje, excéntricamente y el movimiento está dado por el motor. En la parte inferior, el balancín tiene una articulación a la que va unida una placa riostra, la que en el extremo opuesto va unida mediante otra articulación a un apoyo fijo (Ver Figura N°5).

El movimiento de la mandíbula móvil es circular, alejándose y acercándose a la fija y subiendo y bajando. El mecanismo de esta trituradora es mucho más simple y directo que en el caso de la tipo Blake, por lo que el rendimiento es mejor.

Por otra parte esta trituradora cuenta también con la polea y el volante montados sobre el eje, las placas de trituración, etc., en forma análoga a la tipo Blake.

FIGURA N° 5

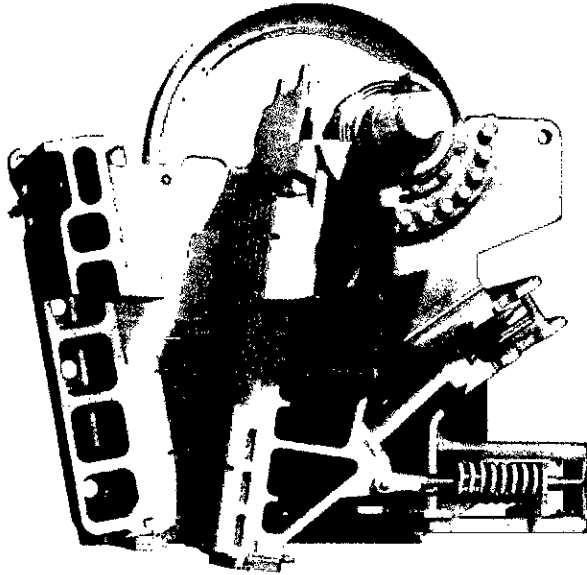
ESQUEMA DE UNA TRITURADORA TIPO DALTON



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

FIGURA N° 6

CORTE DE UNA TRITURADORA TIPO DALTON

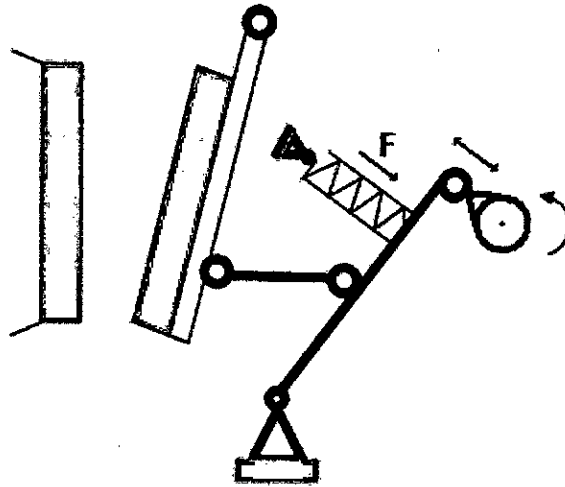


Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

- c) **Trituradora de excéntrica y leva (tipo Lyon).**- Es una trituradora similar a la tipo Blake, con la diferencia de que el movimiento es realizado por una excéntrica que mueve una leva y ésta a través de una placa de articulación moviliza a la mandíbula móvil que está suspendido de la parte superior (ver Figura N° 7).

FIGURA N° 7

ESQUEMA DE UNA TRITURADORA TIPO LYON



Fuente: Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

- d) **Trituradora de abertura constante (tipo Dodge).**- En esta trituradora el eje de la mandíbula móvil se encuentra en la parte inferior, lo que hace que la abertura permanezca constante y, por lo tanto, la mandíbula tiene su máxima desplazamiento en la parte superior. Solamente se utilizan para trabajos de laboratorio.

5.3.2 TRITURADORAS DE ACCIÓN CONTINUA – TRITURADORA GIRATORIAS O CÓNICAS

Existen dos tipos fundamentales de trituradoras giratorias: las denominadas de eje vertical y apoyo superior, y las de eje vertical y apoyo inferior.

a) **Trituradora de eje vertical y apoyo superior.**- Esta trituradora cuenta con una mandíbula fija (2) anular, con sus correspondientes placas de trituración, y una mandíbula móvil (1), en forma de cono, con la base en la parte inferior. El cono triturador (1), va montado sobre un eje vertical (3) el que tiene una articulación (7) en su parte superior.

La parte inferior del eje va montada excéntricamente (4) a una corona dentada (5), la que gira merced al accionamiento de un motor (8), a través de un eje y un piñón (6) (**Ver Figura N° 8**).

Como consecuencia del giro de la corona, que el eje es excéntrico respecto a la misma y, además, del apoyo articulado superior (7), el eje y, por consiguiente el cono triturador, describen un movimiento cónico, con base en la corona y vértice en el apoyo superior. De esta forma el cono triturador se va acercando y alejando en forma continua de la mandíbula fija y triturando el mineral.

Este se alimenta por la parte superior (9), por la boca de entrada y sale de la maquina por gravedad en la parte inferior (10), por la abertura de salida. En razón del movimiento del cono triturador, la maquina a cada instante tendrá dos aberturas de entrada extremas, una máxima y una mínima y otras tantas de salida, la de cierre máximo y de cierre mínimo.

En la **Figura N° 8** se ha detallado el corte A – A, donde se puede observar cómo trabaja el cono triturador (1) ejerciendo una fuerza (11) sobre las piedras, mientras que la mandíbula fija (2) ejerce las reacciones (12), por lo que la piedra es

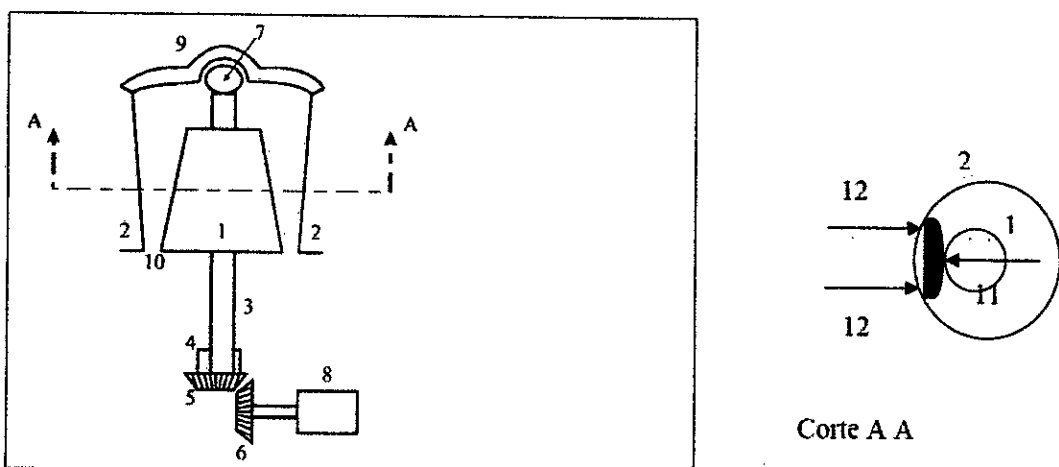
sometida a un esfuerzo de flexión y se rompe, luego sigue apretando el cono sobre la piedra y ejerce un esfuerzo de compresión, que es el más importante, apretándola contra la mandíbula fija. En estas trituradoras, al igual que en las de mandíbulas, el esfuerzo que prevalece en la rotura de las rocas es el de compresión, pero el de flexión es más importante que en las trituradoras de mandíbulas.

Estos trituradores se fabrican en distintas dimensiones que la permiten trabajar en las tres etapas de trituración: primaria, secundaria y terciaria.

Los materiales utilizados son similares a los que se emplean en las trituradoras de mandíbulas. En algunos casos la transmisión del motor se hace a través de correas que acoplan el eje con la polea.

FIGURA N° 8

ESQUEMA DE UNA TRITURADORA DE EJE VERTICAL Y APOYO SUPERIOR



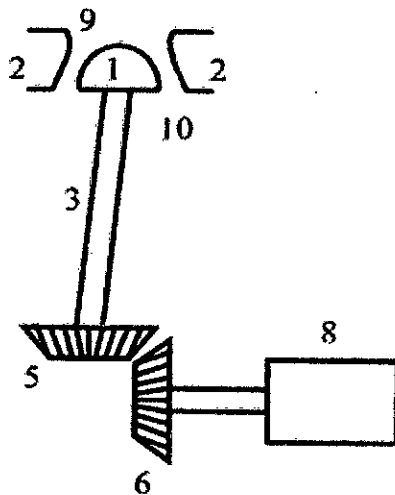
Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

b) **Trituradora de eje vertical y apoyo inferior.**- Esta trituradora cuenta con una mandíbula fija (2) y con un cono triturador en forma de hongo (1) que va montado sobre un eje (3) que se encuentra ligeramente inclinado respecto a la vertical. En la parte inferior el eje se apoya sobre una corona (5) la que gira por la acción de motor (8) acoplado a un piñón (6) (Ver Figura N° 9). La inclinación del eje hace que el cono triturador se acerque y se aleje de la mandíbula fija, y de esta forma puede triturar las rocas.

La boca de entrada (9) está en la parte superior y la de salida del material en la inferior (10). Estas trituradoras se utilizan para efectuar la trituración secundaria y terciaria.

FIGURA N° 9

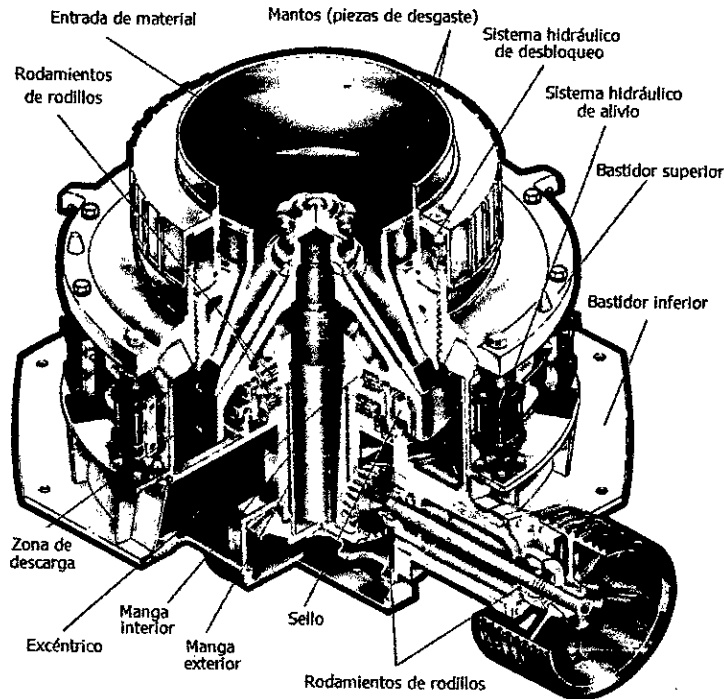
ESQUEMA DE UNA TRITURADORA GIRATORIA DE EJE VERTICAL Y APOYO INFERIOR



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

FIGURA N° 10

CORTE DE UNA TRITURADORA GIRATORIA DE EJE VERTICAL Y APOYO INFERIOR



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

5.3.2.1 SELECCIÓN DE MANTOS PARA TRITURADORAS GIRATORIAS

Las Trituradoras Giratorias poseen una mandíbula fija sujeta a la carcasa y una móvil sujeta al rotor, realizadas en aceros al manganeso de alta resistencia, también llamadas mantos, las mismas constituyen las piezas de desgaste de la máquina. Para un mismo modelo de trituradora existen diversos tamaños de mantos que otorgan variadas configuraciones a la trituradora.

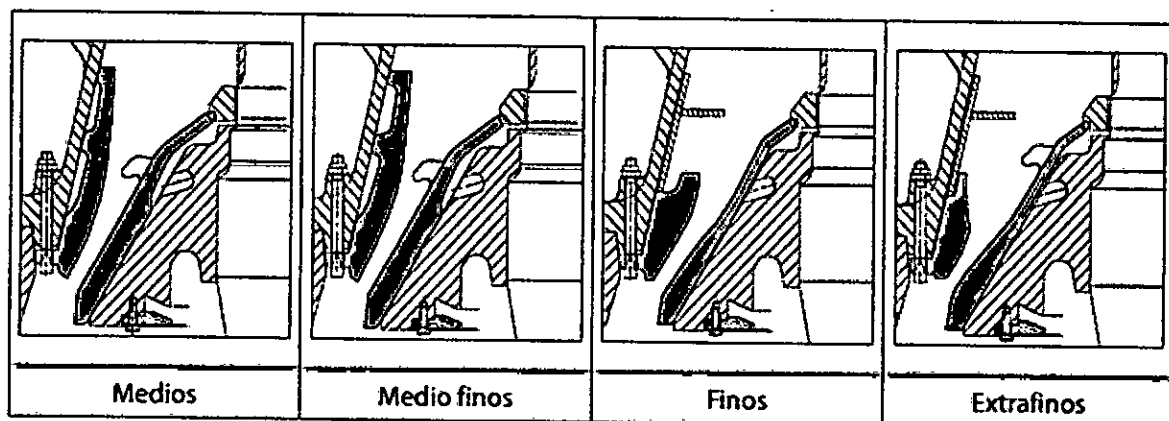
La selección del tipo de manto está condicionada, para un modelo de trituradora, por el tamaño de los productos de alimentación, porque la apertura de entrada de la trituradora queda determinada por la elección. La misma aumenta en los mantos medio

finos respecto a los medios (Ver Figura N° 11) y así sucesivamente de izquierda a derecha. Esta ventaja entregada por los mantos finos esta contrarrestada por una menor superficie de trituración, lo que ocasiona un mayor desgaste y una consecuente menor duración del manto.

La elección del tipo de manto en sistemas de trituración de más de un equipo, cuando la trituradora es alimentada con la descarga de otra trituradora, representa una solución de compromiso entre los costos de mantenimiento y recambio del mismo y la reducción del tamaño del equipo anterior, por disminución del grado de reducción requerido del mismo.

FIGURA N° 11

ESQUEMA DE UNA SELECCIÓN DE MANTOS PARA TRITURADORAS GIRATORIA



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujajone – SPCC

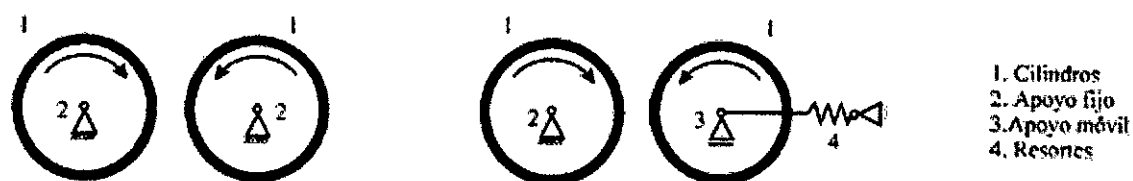
5.3.3 TRITURADORAS DE CILINDROS

Existen diversas clases de trituradoras de este tipo, que consiste en dos cilindros (1) del mismo diámetro que giran en sentido opuesto como se indica en la *Figura N°12*. El material es tomado por ambos cilindros y es apretado entre ellos para efectuar la trituración. Los cilindros giran accionados por un motor y el acople entre ambos se hace a través de ruedas dentadas. Los cilindros pueden ser lisos, estriados o dentados.

Para que el material a triturar pueda ser procesado, se requiere que el tamaño de los trozos sea menor que la veinteava parte del diámetro de los cilindros pues en caso contrario el material no es tomado y pasado a través de los cilindros. Existen diversas maquinas, según los cilindros tengan sus ejes en puntos fijos (**Ver Figura N°12**), de la izquierda), o si uno de los cilindros es móvil (**Ver Figura N°12**), de la derecha), en cuyo caso el eje móvil está sujeto por fuertes resortes que le impiden su desplazamiento durante la operación de trituración. También hay maquinas que tienen los dos ejes móviles. Estas trituradoras se utilizan normalmente en trituración terciaria.

FIGURA N° 12

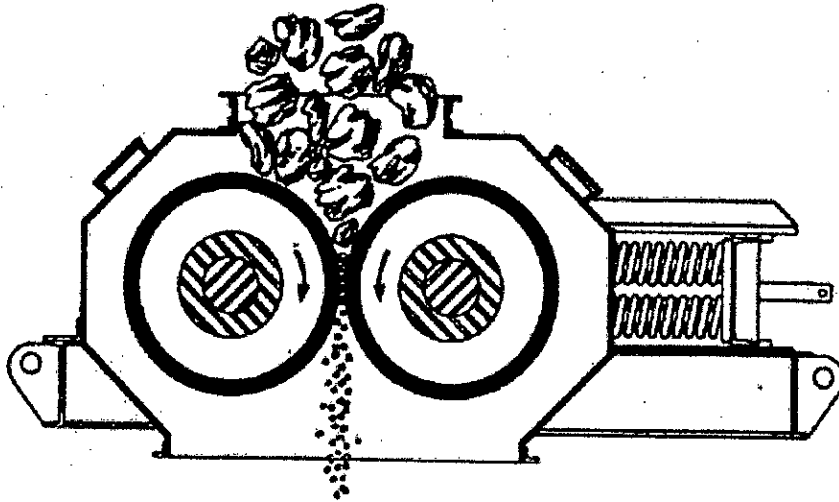
ESQUEMA DE UNA TRITURADORA DE CILINDROS



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuacone – SPCC

FIGURA N° 13

CORTE DE UNA TRITURADORA DE CILINDROS



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

5.3.4 TRITURADORAS DE MARTILLOS, PERCUSIÓN O IMPACTOS

Las trituradoras de martillos (percusión o impacto) actúan por efecto de impacto sobre el material a desintegrar. Se caracterizan por una elevada tasa de reducción, y por la propiedad de dar forma cúbica al producto, por lo que suelen utilizarse para trituración secundaria, aunque los grandes trituradores de impacto también se usan para trituración primaria. A su vez estos equipos pueden ser utilizados en la trituración selectiva, método que libera minerales duros de material estéril. Las trituradoras de martillos están compuestas por una carcasa cubierta por placas de acero, en cuyo interior se aloja un eje y un conjunto de rotor.

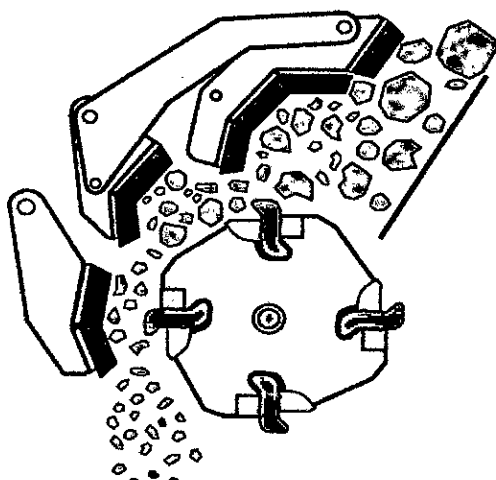
5.3.4.1 TRITURADORA DE MARTILLOS DE EJE HORIZONTAL

La trituradora de Martillos de eje Horizontal está compuesta por una carcasa, recubierta en su interior por placas de desgaste, en donde se aloja un eje dispuesto en forma horizontal que gira a gran velocidad, y al cual van sujetos perpendicular y rígidamente los elementos de percusión (Martillos). (Ver Figura N° 14).

El material de alimentación ingresa a la trituradora por la parte superior cayendo por gravedad a la cámara de desintegración, donde en su descenso es golpeado por los martillos del rotor originándose sucesivos golpes entre partículas, contra la carcasa y contra el rotor, esto desintegra el material y favorece un mejor formato del producto. Existen trituradoras de Martillos de eje Horizontal de diversos tamaños y diversas capacidades, pudiendo utilizarse desde la trituración primaria de productos calcáreos en grandes capacidades hasta la trituración de pequeñas cantidades de escoria.

FIGURA N° 14

ESQUEMA DE UNA TRITURADORA DE MARTILLOS DE EJE HORIZONTAL



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

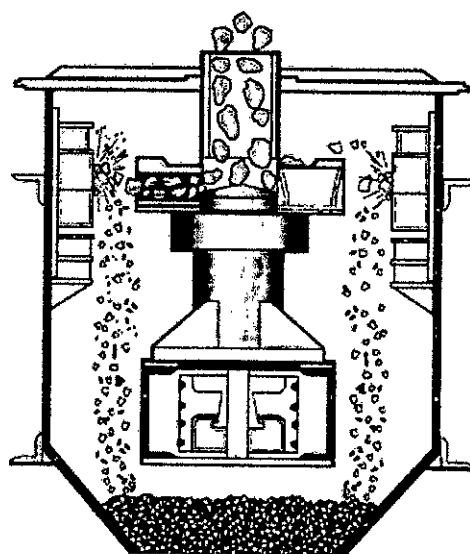
5.3.4.2 TRITURADORA DE MARTILLOS DE EJE VERTICAL

La trituradora de Martillos de eje Vertical está compuesta por una carcasa, recubierta en su interior por placas de desgaste, en donde se aloja un eje hueco dispuesto en forma vertical que gira a gran velocidad, al cual se encuentra sujeto un rotor. (ver Figura N° 15).

El método de operación similar a una bomba centrífuga. El material se alimenta a través del centro del eje del rotor, donde es acelerado hasta una alta velocidad antes de ser descargado a través de aberturas en la periferia del rotor. La trituración ocurre cuando el material choca a alta velocidad contra las placas de desgaste de la carcasa exterior y también debido a la acción de roca contra roca. Las trituradoras de Martillos de Eje Vertical se utilizan principalmente en la producción de materiales finos con buen formato cúbico.

FIGURA N° 15

ESQUEMA DE UNA TRITURADORA DE MARTILLOS DE EJE VERTICAL



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

En los últimos años ha surgido una nueva tecnología autógena en Trituradoras de Martillos de eje Vertical llamada Bremer, en la cual se aprovecha una capa de material para recubrir las paredes interiores de la carcasa minimizando el desgaste de la máquina y reduciendo los costos de mantenimiento, a costa de una menor tasa de reducción.

5.4 CRIBADO

El cribado se define como una operación de clasificación por tamaño de fragmentos de dimensiones y formas variadas, obligándolos a enfrentarse a una superficie con aberturas (superficie de cribado) que permitirá el paso de aquellos granos con dimensiones inferiores al tamaño de la abertura (pasante) y reteniendo o rechazando aquellos otros con un tamaño superior a la dimensión de la abertura (rechazo).

5.4.1 FUNCIÓN DEL CRIBADO

Son las siguientes:

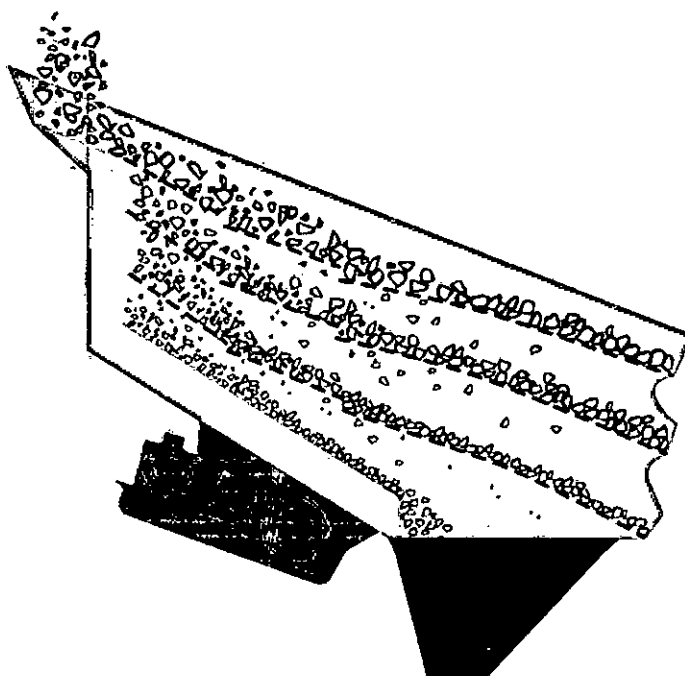
- a) Separar los fragmentos más gruesos contenidos en una mezcla, con el fin de eliminarlos o para enviarlos a una nueva etapa de fragmentación, de aquellos otros con las dimensiones requeridas.

- b) Para realizar un deslamado (eliminación de arcillas o constituyentes de naturaleza coloidal).

- c) Necesidad de una granulometría determinada en operaciones de control o en trabajos de investigación (operaciones de laboratorio).
- d) Necesidad de obtener un tamaño determinado para que nuestros procesos de concentración posteriores operen de forma adecuada.
- e) El cribado puede servir también para la eliminación de agua (agotado).

FIGURA N° 16

ESQUEMA DE UNA OPERACIÓN DE CLASIFICACIÓN POR TAMAÑOS EN UNA CRIBA DE VARIAS BANDEJAS



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujone – SPCC

5.4.2 PRINCIPALES FACTORES DEL CRIBADO

En el cribado existen una serie de factores que nos van a determinar que esta operación se produzca de una manera más o menos rápida; es decir, la velocidad con la que las partículas de dimensiones adecuadas son capaces de atravesar la superficie de cribado.

Los principales factores son :

- a) Dimensión de la malla
- b) Forma de las aberturas
- c) Dimensión relativa entre las partículas y la malla
- d) Ángulo de ataque de las partículas
- e) Humedad.
- f) Espesor de la capa de material
- g) Movimiento de la criba

5.4.3 RENDIMIENTO Y EFICACIA DEL CRIBADO

A partir de los datos de los ensayos granulométricos, logrados en el laboratorio, vamos a conocer el rendimiento de cribado (E) que una criba obtiene.

Este rendimiento se va a calcular a partir de los porcentajes de material cuyo tamaño es igual o menor a la dimensión de corte de la malla (m)

Vamos a definir A, P, R, como los tonelajes totales de material en la alimentación, en el pasante y en rechazo respectivamente y pueden expresarse en ton/h.

Por otro lado tenemos a, p, r, que representan los porcentajes (%) de material en la alimentación, en el pasante y en el rechazo respectivamente, con una dimensión inferior a la abertura de malla, la cual condiciona el tamaño de corte.

El balance de masas de una criba cumple que:

$$A \left(\frac{\text{ton}}{h} \right) = P \left(\frac{\text{ton}}{h} \right) + R \left(\frac{\text{ton}}{h} \right)$$

y en función de los tamaños menores de **m** :

$$A.a \left(\frac{\text{ton}}{h} \right) = P.p \left(\frac{\text{ton}}{h} \right) + R.r \left(\frac{\text{ton}}{h} \right)$$

Por otra parte el Rendimiento de Cribado es:

$$E = \frac{\text{Finos que pasan a través de la malla}}{\text{Finos que forman parte de la alimentación de la criba}}$$

5.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

5.5.1 CHANCADORA PRIMARIA

El mineral procedente de la mina llega a la Concentradora en trenes operados a control remoto, los cuales vienen con 17 vagones de aproximadamente 78 toneladas cada uno.

La descarga del mineral es por volteo lateral hacia un grizzly de 25 ½ x 22' y de 6" de abertura. El mineral grueso cae a la Chancadora Primaria Allis Chalmers de 60" x 89" (800 HP) capacidad de diseño 8 190 tmph, donde son reducidos a menos 6" (OSS) en el lado abierto. La producción promedio de diseño es 140 000 Tn/día, con una disponibilidad del 75%.

Alrededor del 30% del mineral recibido pasa por el grizzly hacia la tolva del grizzly y el 70% pasa a la chancadora primaria. Las rocas demasiado grandes para entrar a la chancadora (rocas mayores a 1,53 m) son partidas con un martillo hidráulico Teledine.

El material fino y grueso es transportado a una tolva de Intermedios por dos alimentadores de oruga de velocidad variable de 84" x 31" (200HP), estos alimentan a una Faja (N° 1) de 2157' x 60" (1250 HP) con una capacidad de 8 200 tmph, el mineral cae a la Faja (N° 2) de 629' x 72" (400 HP), y es distribuido por el Tripper (N° 2) GC Elliot de 72" (30 HP). La capacidad del stock pile es de 300 000 TM.

5.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

5.5.1 CHANCADORA PRIMARIA

El mineral procedente de la mina llega a la Concentradora en trenes operados a control remoto, los cuales vienen con 17 vagones de aproximadamente 78 toneladas cada uno.

La descarga del mineral es por volteo lateral hacia un grizzly de 25 ½ x 22' y de 6" de abertura. El mineral grueso cae a la Chancadora Primaria Allis Chalmers de 60" x 89" (800 HP) capacidad de diseño 8 190 tmph, donde son reducidos a menos 6" (OSS) en el lado abierto. La producción promedio de diseño es 140 000 Tn/día, con una disponibilidad del 75%.

Alrededor del 30% del mineral recibido pasa por el grizzly hacia la tolva del grizzly y el 70% pasa a la chancadora primaria. Las rocas demasiado grandes para entrar a la chancadora (rocas mayores a 1,53 m) son partidas con un martillo hidráulico Teledine.

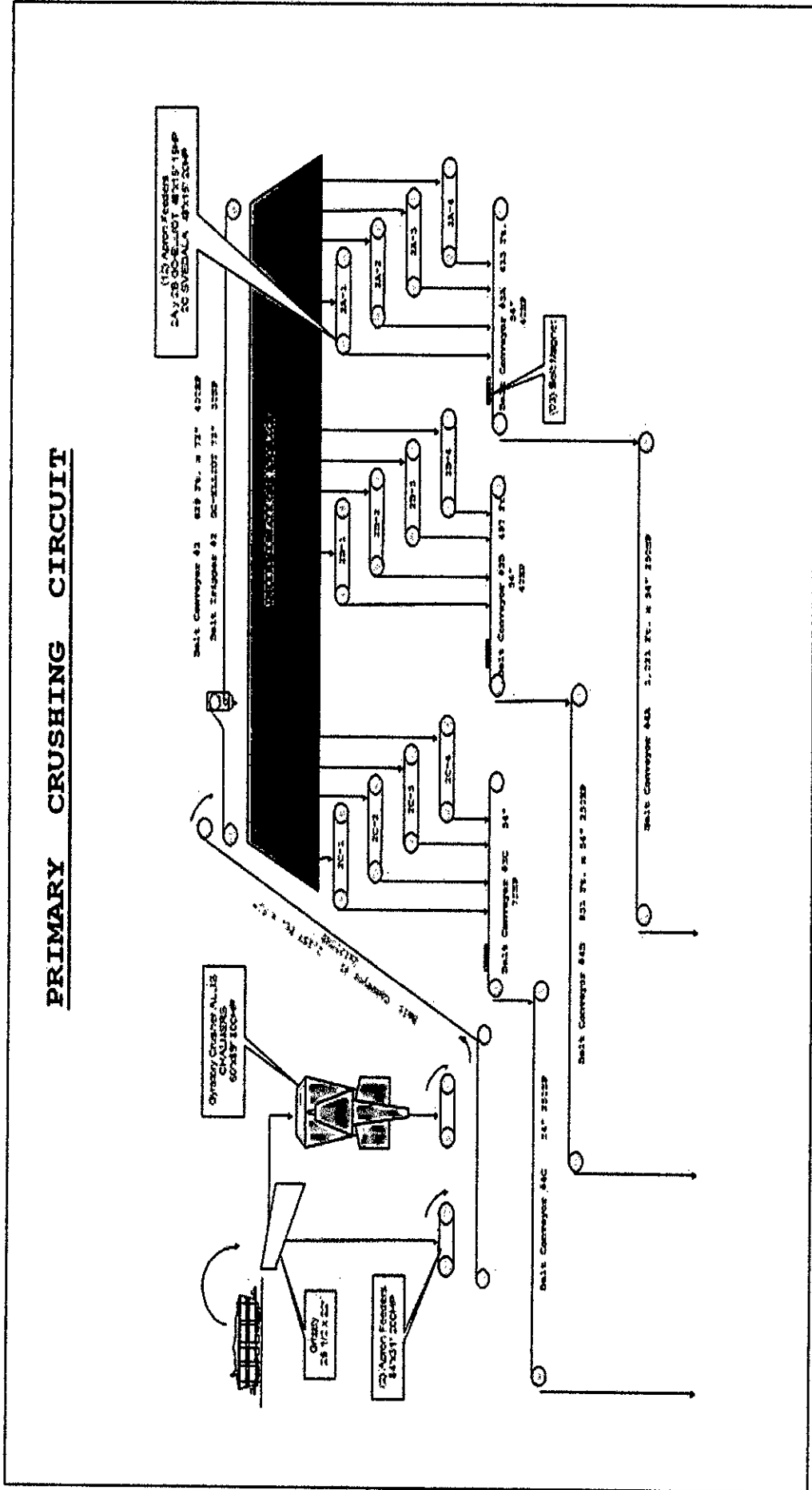
El material fino y grueso es transportado a una tolva de Intermedios por dos alimentadores de oruga de velocidad variable de 84" x 31" (200HP), estos alimentan a una Faja (N° 1) de 2157' x 60" (1250 HP) con una capacidad de 8 200 tmph, el mineral cae a la Faja (N° 2) de 629' x 72" (400 HP), y es distribuido por el Tripper (N° 2) GC Elliot de 72" (30 HP). La capacidad del stock pile es de 300 000 TM.

El circuito de trituración cuenta con campanas de succión de polvo en diferentes punto estratégicos, los cuales son direccionados a los colectores y trabajan en contra corriente con un spray de agua, formando la conocida “pulpa de polvo”, utilizada en molinos.

El tamaño promedio del mineral de la pila de intermedios es de 5 1/2”. Este tamaño de mineral debe ser adecuado para la alimentación de las chancadoras secundarias.

FIGURA N° 17

CIRCUITO PRIMARIO



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujajone – SPCC

5.5.2 CHANCADO SECUNDARIO Y TERCEARIO

El mineral apilado en la pila de intermedios es alimentado por medio de 12 huecos de alimentación y cae a los 12 alimentadores de bandeja. Estos alimentadores entregan mineral a las fajas transportadoras (3 líneas A, B y C). Estas fajas están dotadas de balanzas que van integrando el tonelaje de la guardia y cuentan con una faja magnética que retiran metales de fierro.

El fierro que no ha podido ser eliminado por este dispositivo es detectado por el detector de metales Tectron. En cada chute de descarga de los alimentadores hay una canastilla que acciona un microswitch cuando un objeto en punta pueda estar cortando la faja. Cada una de estas fajas paralelas tiene switch de velocidad cero (zero – speed switch).

La trituración secundaria se realiza en tres líneas paralelas mediante tres trituradoras Nordberg MP – 1 000 (1 000 HP) y la trituración terciaria se completa con siete trituradores HP – 700 (700 HP)

El piso de Tolva de intermedios tiene cuatro "chutes" por línea , los cuales coinciden con las posiciones del "Tripper" que alimentan a igual número de alimentadores de oruga de 48" x 15" (15HP), las líneas A y B son GC Elliot y la C Svedala.

El mineral es transportado hasta las zarandas vibratorias Ty Rock de 6' x 16' de dos pisos (doblé – deck screens) N° 1A, 1B y 1C, el primero con parrillas de 70 x 70

mm y el piso inferior con mallas de 16 por 36 mm, por tres Fajas (N° 3) de 497' (2) y 413' (1) x 54" (75, 2 (40) HP) equipadas con Fajas magnéticas limpiadoras (7,5 HP) y balanzas. Continúa el mineral por las 3 Fajas N° 4 de 951' (2) y 1021' (1) x 54" (250 HP).

El producto - ½" es transportado en la Faja N° 5 de 175' x 54" (30 HP) la cual descarga a la Faja N° 9 de 2307' x 54" (2 x 700 HP), posteriormente pasa a la Faja N° 10 de 1510' x 54" (500 HP) y un distribuidor de carga (N° 10) GC Elliot 54" (20HP), llegando a la tolva de finos cuya capacidad es de 180 000 TM. El producto grueso +½" es alimentado a las tres trituradoras secundarias cuyo producto es descargado en tres Banana Screen Nordberg de 10' x 21' (50 HP) de malla de 12,5 por 48 mm.

El producto grueso +½" es transportado por la Faja N° 6 de 1570' x 54" (500HP), pasa por el Self Cleaning Magnet de 54" x 60" (7.5 HP) y descarga en la Faja N° 7 de 1,635' x 54" (600 HP) y con ayuda del distribuidor de carga N° 7 de 54" (30 HP) el mineral es depositado en la tolva de terciarias con siete alimentadores de 68' x 60" (25 HP) el mineral es descargado en siete chancadoras terciarias, el producto triturado es descargado en siete banana screen Nordberg 8' x 21' (40 HP). El producto grueso retorna a la tolva de terciarias por la Faja N° 6, completando de esta manera el circuito cerrado. El producto fino es transportado por la Faja N° 9 y de allí a la Faja N° 10, completando de esta manera el circuito de chancado.

El polvo generado en los chutes de descarga y de alimentación de las zarandas es colectado por los colectores de polvo N° 3 al 8. El spray de agua de cada colector es resumido en el tanque de colectores y bombeado como agua de colectores a molinos.

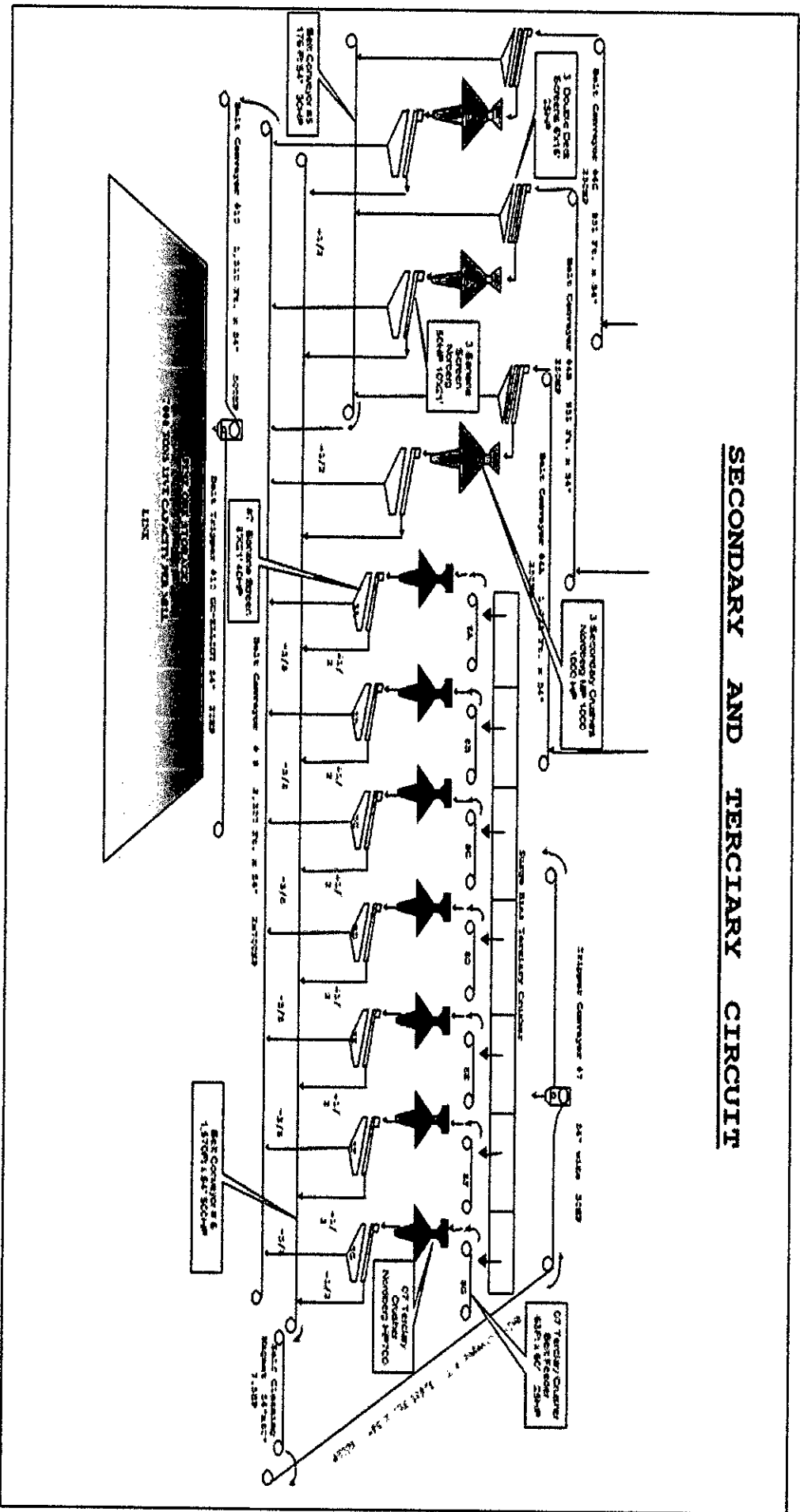
El polvo de los chutes de las Fajas transportadoras N° 6 y 9 es capturado por el sistema de supresor de polvo tipo neblina.

5.5.3 HPGR (HIGH PRESSURE GRINDING ROLLS)

La Planta del HPGR es una ampliación de la Planta de Chancado cuya instalación comienza en el año 2012, consiste en una nueva Chancadora de Rodillos a Alta Presión, Polysius, con rodillos de diámetro de 2 400 mm, con dos motores de 2650 KW y de velocidad variable, de procedencia Alemana.

El HPGR a diferencia de las Chancadoras Cónicas Serie HP consta de dos rodillos (uno fijo y otro móvil) horizontales equipados con pistones hidráulicos los cuales ejercen presión constante sobre la carga alimentada y produce micro fracturas en el mineral, constan de un sistema motriz equipado con velocidad variable uno de los rodillos es fijo y el otro móvil, opera más eficientemente con la presencia de finos, posee un sistema de alimentación que mantiene la cámara de trituración llena el cual es un requisito indispensable para la correcta operación de los rodillos. Su alimentación es el undersize de las zarandas 1A, 1B y 1C, y su producto será descargado en la faja N° 9.

FIGURA N° 18
CIRCUITO SECUNDARIO Y TERCIARIO



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujajone – SPCC

La tolva de almacenamiento de mineral de 600 toneladas funciona como un depósito intermedio de mineral que permite que las fajas 5C y 5D se encuentren siempre con carga, por consiguiente que la tolva de alimentación de mineral a la HPGR mantenga permanentemente un nivel de cama adecuado para el funcionamiento normal de la HPGR. Es importante mantener este nivel de cama porque de no ser así, se dañarían seriamente los rodillos.

La Faja 5C, con una longitud de 15,5 m, se alimenta de la Tolva de almacenamiento de Mineral y lleva el mineral hacia la Faja 5D que tiene una longitud de 64.9 m y se encarga de alimentar la tolva de alimentación a la HPGR.

La faja N° 5D descarga en una tolva de alimentación, la cual mantiene una alimentación regular para el HPGR. La faja 5D tiene un detector de metales, que activa un bypass alrededor del HPGR cuando un metal es detectado en la alimentación.

Un rodillo está en una posición fija mientras que el otro puede deslizarse horizontalmente hacia o alejándose del rodillo fijo, dependiendo de la presión resultante de la alimentación. Cada rodillo es accionado por su propio motor de velocidad variable, aunque ambos rodillos rotan a la misma velocidad pero en sentidos opuestos. El flujo de mineral es introducido entre los rodillos desde arriba, y la rotación de los rodillos combinada con la fricción superficial entre los rodillos y el mineral, arrastra el flujo de mineral hacia el espacio entre los rodillos.

El sistema hidráulico del MRAP mantiene una presión muy alta sobre el rodillo en movimiento para contrarrestar la fuerza ejercida por el mineral que pasa entre los

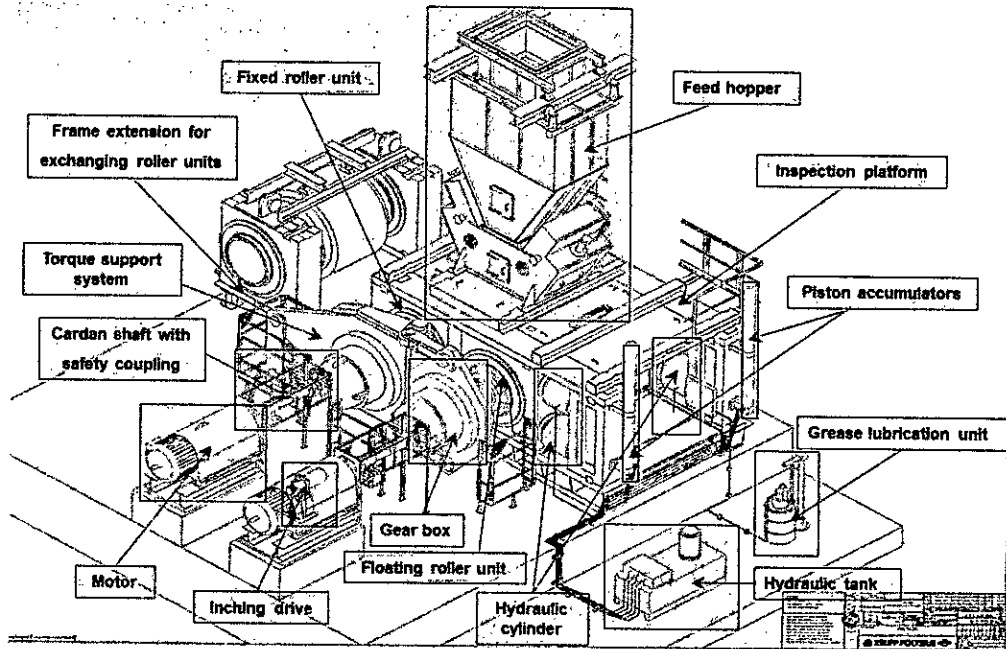
rodillos. La alta presión obliga que las partículas del mineral colisionen unas con las otras y que los rodillos se friccionen entre sí, causando la rotura masiva, incluyendo la creación de una alta cantidad de finos y también el micro-agrietamiento de las partículas no rotas.

Esto ayuda al procesamiento aguas abajo reduciendo la energía requerida para moler el mineral en el circuito de molienda. Se puede ajustar la presión del rodillo, con una presión más alta causando una mayor rotura y producción de finos, pero también reduciendo el rendimiento y aumentando el desgaste de los rodillos. El punto óptimo de operación estará a una cierta presión por debajo de la máxima, a un nivel a determinarse durante la puesta en marcha de las unidades. Las partes de la Chancadora HPGR se observan en la **Figura N° 19**.

La Faja 5E, que cuenta con una longitud de 25,015 m., se encarga de tomar el mineral producto de la HPGR y descargarlo en la Faja 9 del circuito existente de la Planta de Chancado.

FIGURA N° 19

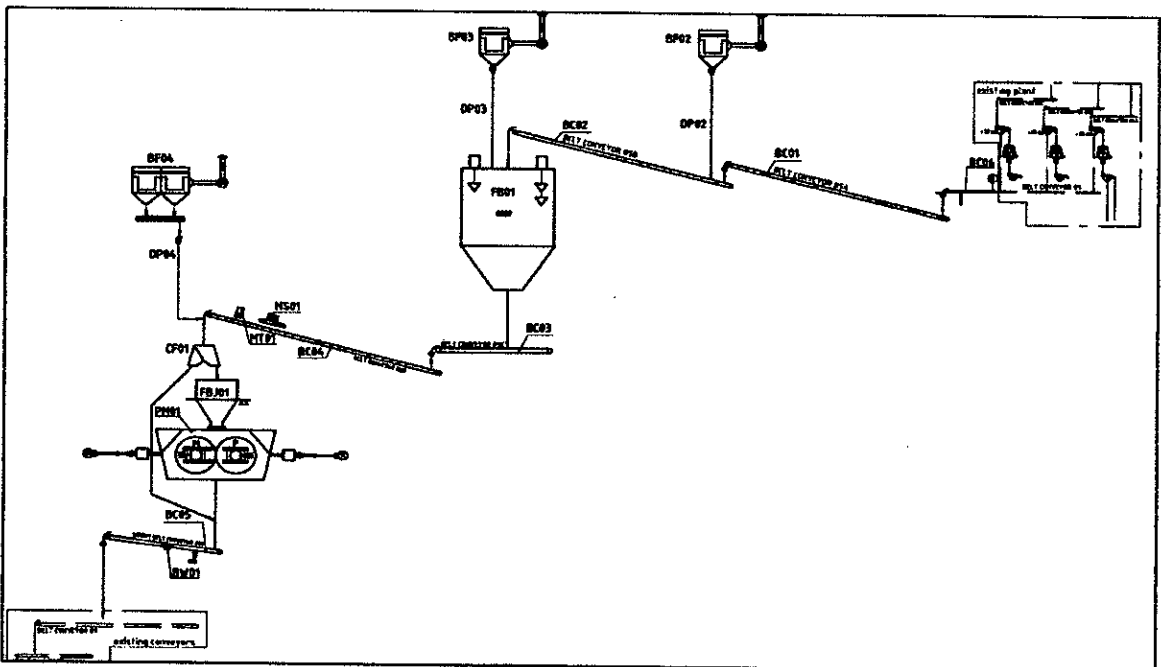
PARTES DE LA CHANCADORA HPGR



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

FIGURA N° 20

PARTES DE LA CHANCADORA HPGR



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

VI ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EMPRESA

6.1 ACTIVIDADES COTIDIANAS

6.1.1 Optimización de la eficiencia del proceso de la Planta

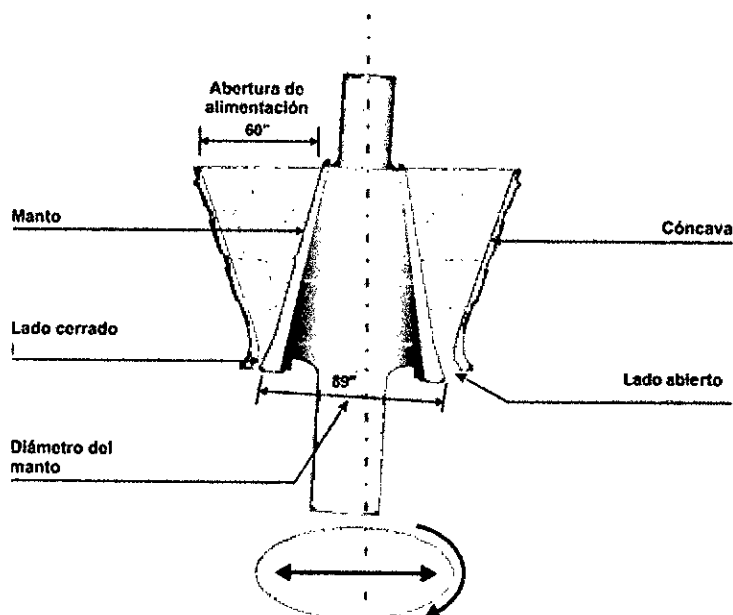
La eficiencia de chancado se logra a través de permitir que operacionalmente, los equipos logren su máximo rendimiento, para alcanzar una eficiencia que se ajuste o que su dirección sea el de la eficiencia proyectada.

El ajuste de la chancadora giratoria Primaria Allis Chalmers de 60" x 89" (800 HP), es normalmente medido como el ajuste del lado abierto, el cual es el espacio más amplio medido en la abertura más estrecha entre el manto y el cuerpo fijo de la chancadora. Esta abertura se abre y se cierra de una manera eficaz alrededor del perímetro del manto a medida que gira el manto, que es el que rompe la roca, y que después permite que caiga a través de la chancadora.

El set de la chancadora es regulado mediante un sistema hidráulico de la chancadora. El tamaño máximo de la alimentación a la chancadora no debe ser mayor a aproximadamente 1,2 m, puesto que las rocas más grandes que esto, podrían bloquear la alimentación y en el mejor de los casos, podría triturar lentamente, reduciendo la capacidad de la chancadora. Las rocas considerablemente más grandes, tendrían que ser partidas con el martillo hidráulico.

FIGURA N° 21

CHANCADORA ALLIS CHALMERS 60" x 89"



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

El ajuste fijado del lado abierto para la chancadora primaria es de 6", para producir un producto que sea 80% passing 5½". Este ajuste puede variar para producir el producto más fino posible mientras se cumplan con los requerimientos de la capacidad de producción.

Ajustes menores en el lado abierto, permiten obtener un tamaño más fino del producto (mejor para las operaciones aguas abajo en la concentradora), pero conlleva a una capacidad de tratamiento reducida de la chancadora, y tiempos de espera de los trenes. Ajustes mayores en el lado abierto producen un efecto contrario con una capacidad más alta de tratamiento de la chancadora primaria y con tiempos reducidos de espera de los trenes, pero producen un tamaño más grueso del producto para las operaciones de chancado posteriores.

El ajuste del Set de las chancadoras Secundarias y Terciarias permiten alcanzar el máximo rendimiento de la Planta y lograr el objetivo granulométrico que debe estar entre 6 a 8% malla +½ como producto final en la Faja N° 10.

Antes de realizar el ajuste se debe revisar la boca de la chancadora cónica secundaria y terciaria (ajuste del lado cerrado, CSS). Esta medición se debe realizar al comienzo de cada turno y con mayor frecuencia si existe alguna razón para creer que el ajuste pueda haber cambiado.

A pesar de que el CSS se mide cuando la chancadora está en operación, se debe parar la alimentación a la chancadora y la cavidad de chancado no debe contener material.

La boca de la chancadora cónica se cambia, sea bajando o levantando el bowl en el anillo de ajuste. La parte exterior del bowl está roscada para ajustar los hilos del anillo de ajuste. Sobre los marcos de soporte especiales del anillo de ajuste hay dos conjuntos de transmisión hidráulicos con piñones. Los piñones enganchan con los dos dientes de engranaje del anillo de transmisión que forma parte del conjunto del bowl. Las transmisiones hidráulicas hacen girar el conjunto del bowl, para bajar o subir el bowl si se necesita disminuir o aumentar el CSS.

La medición de la boca se realiza utilizando un cono de plomo, primero se debe asegurar que pare la alimentación hacia la chancadora cónica y de que la cavidad de chancado no tenga material. La cabeza de la chancadora no debe girar a más de 5 rpm cuando la cavidad de la chancadora no tenga material. Mientras la chancadora está

operando se desliza lentamente el plomo al interior de la cavidad de la chancadora, a medida que pasa el cono de plomo entre los revestimientos, el trozo blando es aplastado para quedar con un grosor igual al CSS.

Se retira el plomo de la cavidad y es medido obteniendo el CSS, se repite por cuatro veces, cada vez con un cono nuevo de plomo, en cuatro puntos distintos de la chancadora obteniendo un promedio del Set de la chancadora.

El CSS de operación es de 1,25" para la chancadora secundaria y de 0,5" á 0,625" para la chancadora terciaria. Una gran diferencia entre las cuatro mediciones sería señal de un desgaste disparejo.

6.1.2 OPERACIÓN DE LA PLANTA DE CHANCADO

La Concentradora por medio de los Supervisores han elaborado un Manual de Procedimientos de trabajo de la planta de chancado con el propósito de mejorar la eficiencia y eficacia de las operaciones.

En el manual se contempla:

- a) Procedimientos de Arranque y Parada de equipos principales (Chancadora Primaria, Secundaria, Terciaria HPGR)
- b) Procedimiento de Arranque y Parada de equipos secundarios (sistema de lubricación, sistema hidráulico, Fajas, polines etc.).

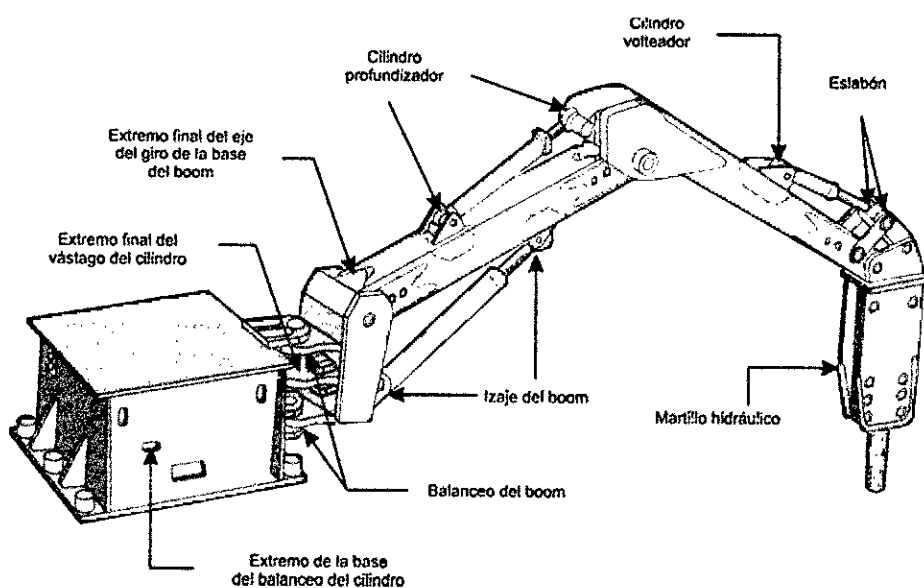
Los Procedimientos se elaboraron siguiendo el principio de operación de cada equipo Principal y secundario del circuito de chancado.

6.1.2.1 MARTILLO HIDRÁULICO (CHANCADO PRIMARIO)

Se dispone de un martillo hidráulico para romper rocas con sobre tamaño, descargadas por los vagones de los trenes. Normalmente es operado a control remoto desde su tablero de control en la estación de mando de la chancadora primaria o localmente mediante una unidad de mando Joystick. El martillo hidráulico está montado en un brazo que tiene movimientos hidráulicamente controlados de balanceo, elevación, inclinación y ladeo del martillo hidráulico. El martillo hidráulico, los cilindros del brazo y los motores de balanceo son accionados por la unidad hidráulica del martillo hidráulico. (Ver figura N° 22

FIGURA N° 22

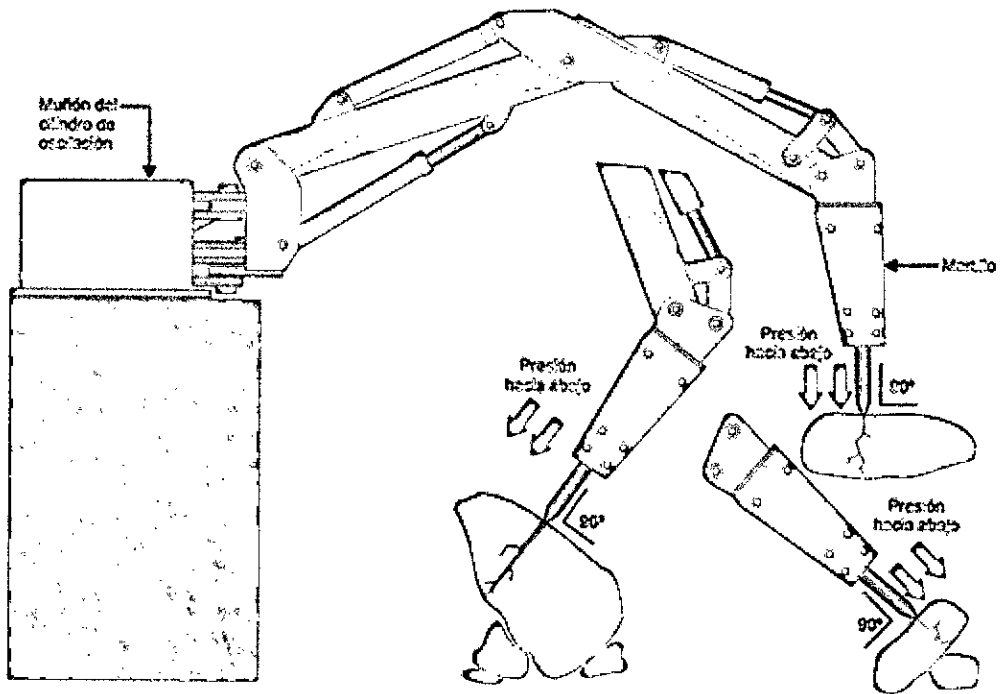
PARTES DEL MARTILLO HIDRÁULICO



Fuente: Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

FIGURA N° 23

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MARTILLO HIDRÁULICO



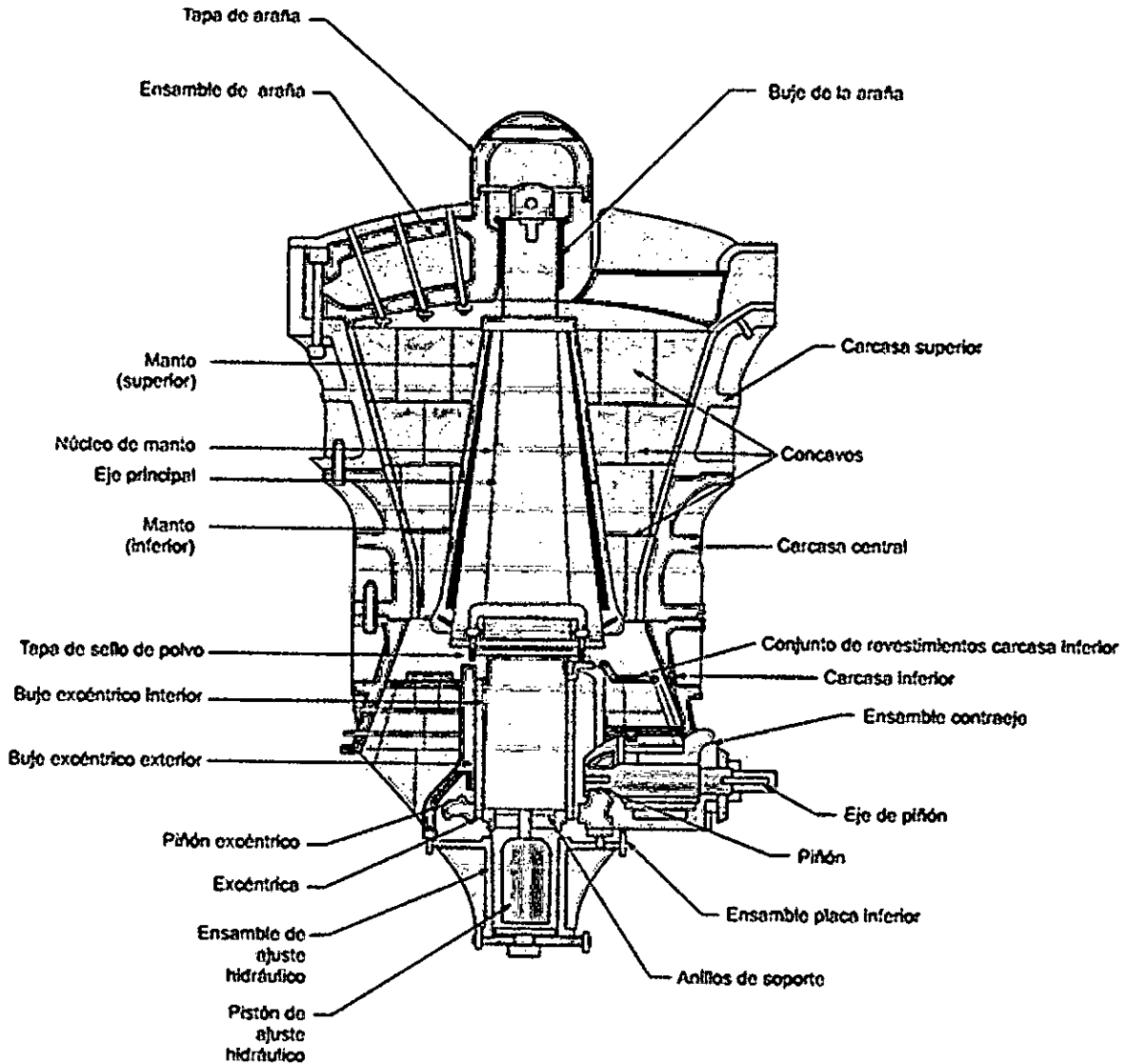
Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

6.1.2.2 CHANCADORA GIRATORIA PRIMARIA

Los vagones de los trenes descargan el mineral directo de mina en el grizzly y tolva de la chancadora primaria localizada en la base de la tolva de descarga tritura este material a menos de 6" y descarga en la tolva del alimentador 1A. Los componentes principales de la chancadora primaria se muestran en la **Figura N° 24**

FIGURA N° 24

PARTES DE LA CHANCADORA GIRATORIA



Fuente: Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

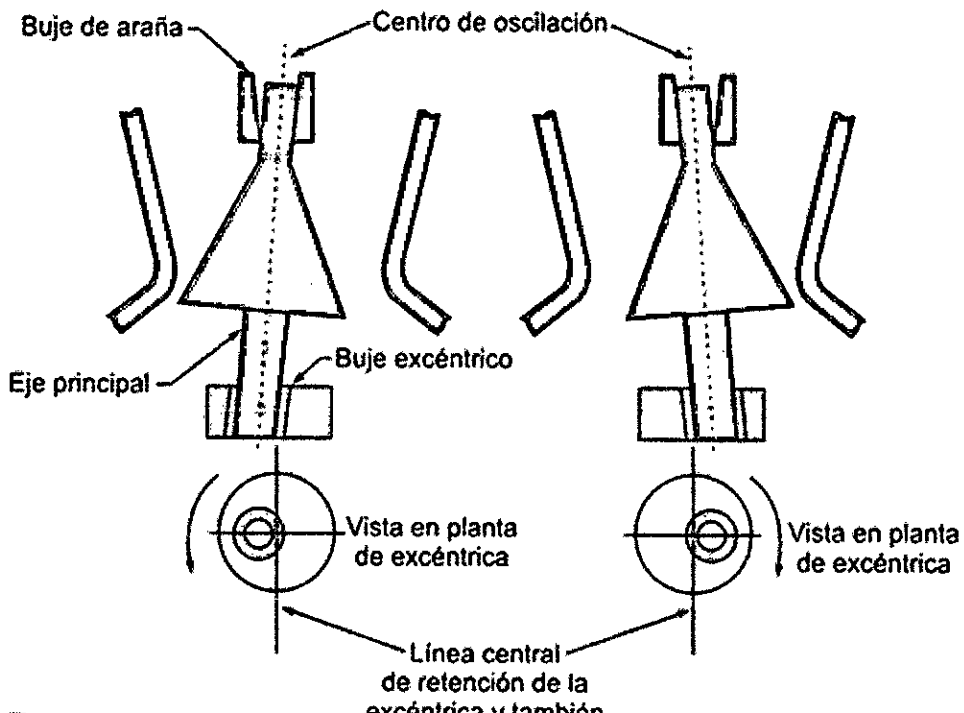
La acción trituradora se logra por el movimiento giratorio del eje principal de la chancadora. El extremo superior del eje principal es sostenido lateralmente en la araña. Entre tanto, el buje excéntrico que posiciona el extremo inferior del eje principal proporciona un movimiento oscilante al conjunto del eje principal, o cabeza trituradora. La cabeza trituradora se acerca y se aleja alternadamente de la superficie trituradora estacionaria exterior, o superficies cóncavas. Cuando la cabeza trituradora se aleja del

cuerpo; los trozos de mineral caen en la abertura. Cuando la cabeza trituradora se vuelve a acercar al cuerpo, los trozos de mineral son quebrantados. El movimiento del manto se muestra en la Figura N° 25.

FIGURA N° 25

MÓVIMIENTO DE LA CHANCADORA GIRATORIA

Dos vistas del eje principal separadas en el tiempo por media revolución de la excéntrica (ampliado para ilustrar lo principal)



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de concentradora Cuajone - SPCC

La distancia más cercana entre el manto que se mueve y las cóncavas es llamado el ajuste del lado cerrado (CSS). Similarmente, la distancia más lejana entre el manto y las cóncavas medidas en la misma posición dentro de la chancadora es llamada el ajuste del lado abierto (OSS).

El tamaño máximo de un trozo de mineral descargado de la chancadora es aproximadamente igual al ajuste del lado abierto. El tamaño del producto descargado de la chancadora se cambia ya sea levantando o bajando el conjunto del eje principal, cambiando así la relación (tanto CSS como OSS) del manto con la cámara trituradora. Esta capacidad se obtiene a través del uso del sistema de ajuste hidráulico de la chancadora primaria.

6.1.2.3 ALIMENTADORAS DE BANDEJAS

El mineral chancado se saca de la tolva de la chancadora mediante el alimentador de bandeja N° 1A, El Alimentador de bandejas N° 1B saca el mineral clasificado de la tolva del grizzly. Las velocidades de los alimentadores son variables y pueden ser controlados desde panel para mantener el tonelaje de alimentación deseado (5500 a 5900 tmph, con una capacidad de 8 200 tmph).

El Alimentador es una máquina transportadora relativamente corta y de movimiento lento. El alimentador consta de bandejas hechas de acero al manganeso y unidas para formar una faja flexible, similar a las orugas de un bulldozer. El mineral cae al alimentador desde una tolva ubicada arriba y las bandejas arrastran el mineral desde debajo del punto de extracción hacia un chute de descarga, donde cae hacia una faja transportadora de caucho convencional de mayor velocidad.

Las características principales de un alimentador son:

- a) **Cadenas.**- Dos cadenas de acero con fuertes enlaces forman lazos continuos alrededor de los ejes de transmisión y de cola. Las bandejas están empernadas a ellas.

- b) **Bandejas.**- Estas son piezas fundidas de aceros al manganeso sobrepuestas y muy pesadas.

- c) **Sprockets.**- Hay dos sprockets de transmisión en el extremo de la cabeza del alimentador (y dos ruedas de tracción en el extremo de cola). Los dientes de los sprockets engranan con las cadenas. Los sprockets están montados sobre ejes forjados.

- d) **Polines de carga.**- Estos son polines poco espaciados, muy pesados y cortos que dan apoyo a las cadenas debajo de la parte cargada de la faja. Los polines tienen bridas para guiar las cadenas.

- e) **Polines de retorno.**- Dan apoyo a las bandejas a medida que estas viajan por la parte inferior del alimentador en el trayecto de regreso hacia el extremo de cola. Son las mismas pestañas de las bandejas las que pasan sobre los polines de retorno.

- f) **Riel de impacto.**- Un riel de acero se extiende a lo largo del alimentador, por el centro, justo debajo de las bandejas. El riel da apoyo a las bandejas en el centro.

g) Estructura principal.- A lo largo del alimentador se extienden dos miembros estructurales pesados que están unidos entre si gracias a miembros cruzados. El marco está soldado para darle fuerza y rigidez.

6.1.2.4 FAJA TRANSPORTADORA

Las fajas transportadoras Faja N° 1 y N° 2 trasladan el mineral hasta la pila de Intermedios distribuida la carga por el Tripper N° 2, La Faja N° 1 es una faja transportadora convencional, con una faja continua revestida con caucho accionada por un motor unido a una polea motriz por medio de un reductor mecánico de engranajes y un acoplamiento. La faja se desliza apoyada por una serie continua de varios polines.

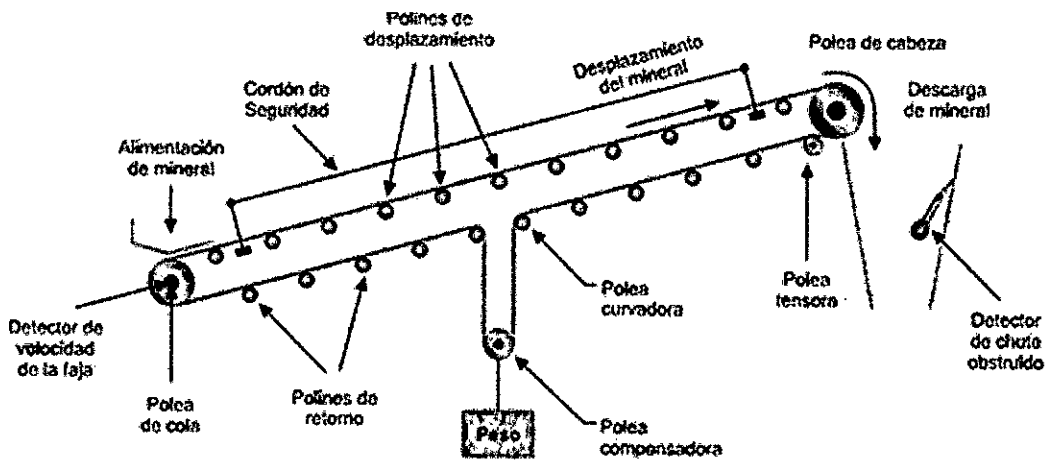
Estos están generalmente conformados de tres rodillos dispuestos de extremo a extremo con ángulos rectos en el mismo sentido del recorrido de la faja. Los dos rodillos exteriores tienen una inclinación de 35 grados. Esta inclinación origina que la faja forme una depresión, lo que ayuda a mantener la carga de mineral en el centro de la faja y lejos de los bordes para evitar el derramamiento. El mineral se alimenta a una faja transportadora por medio de un chute unido justo después de la polea de cola, y descarga desde la polea de cabeza a la Faja N° 2 por medio de otro chute unido.

El retorno de la faja se da por debajo de la mesa del transportador, y está apoyado sobre polines horizontales planos. La faja transportadora posee una polea tensora que consiste en un peso suspendido que actúa sobre la polea para mantener una tensión controlada sobre toda la faja transportadora.

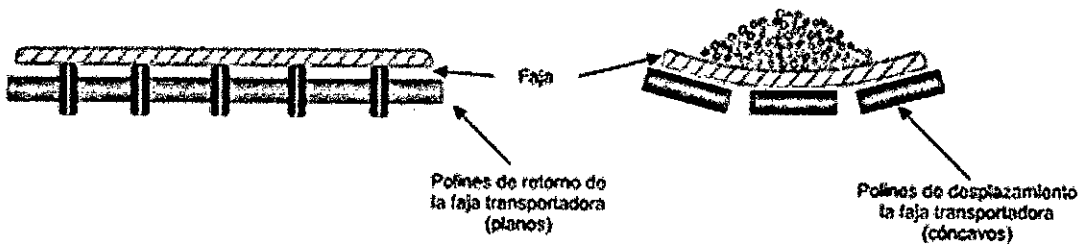
La Faja N° 2 es similar a la Faja N° 1; pero es mucho más corta; la faja revestida con caucho. La faja continua es impulsada por un motor conectado por medio de reductor de engranajes y acoplamiento a la polea motriz conductora en la unidad de accionamiento, la cual se halla en la polea de cabeza. Los polines de apoyo de esta faja transportadora también tienen una depresión de 35 grados.

FIGURA N° 26

COMPONENTES DE LA FAJA TRANSPORTADORA TÍPICA



Faja y polines de desplazamiento



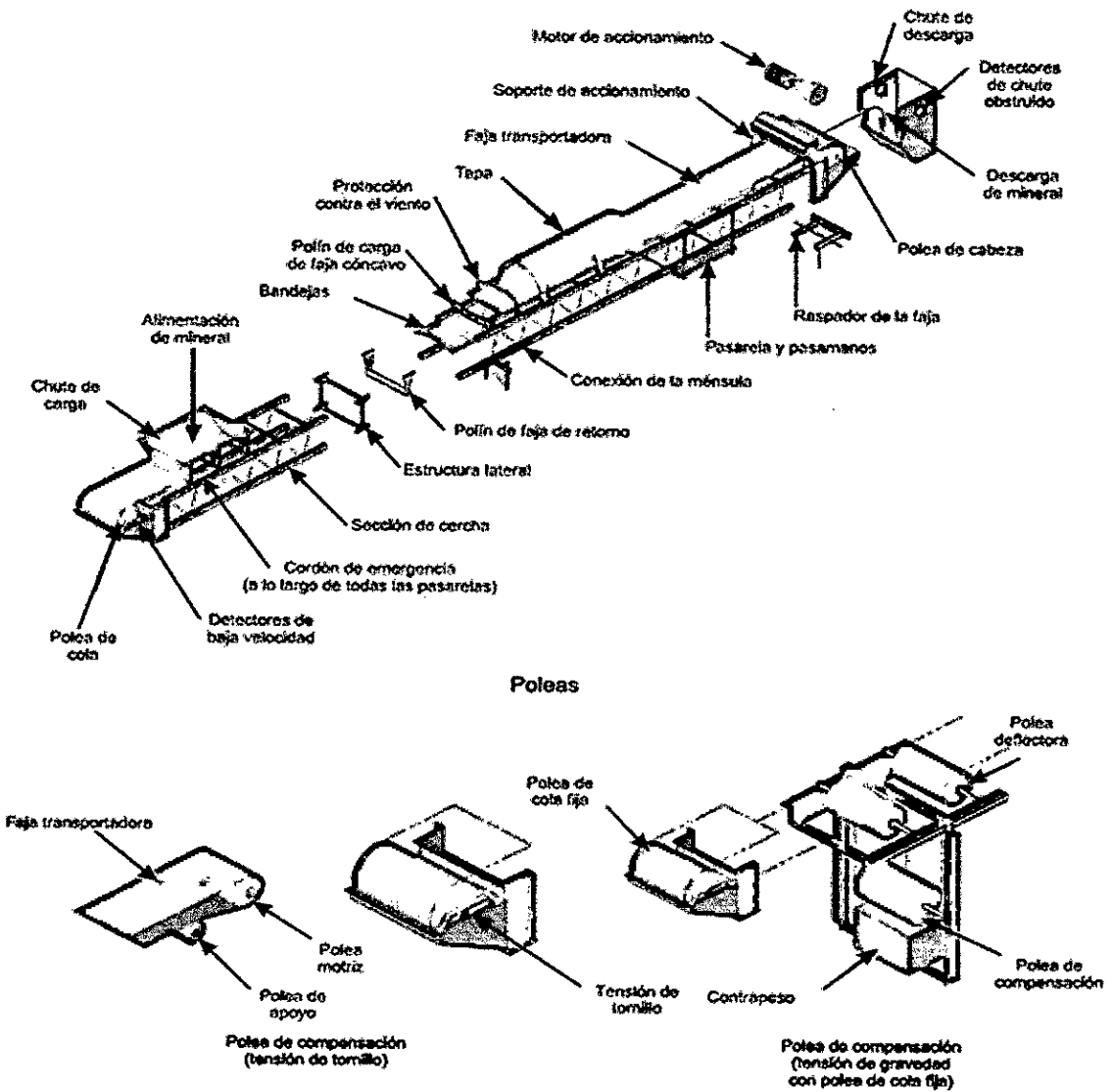
Fuente: Manual de Operaciones Metso Minerals

La faja transportadora posee una polea tensora que consiste en un peso suspendido que actúa sobre la polea para mantener una tensión controlada sobre toda la faja transportadora.

La mayoría de las fajas transportadoras de la concentradora poseen detectores de roturas que detienen la faja transportadora en caso de presentarse roturas en la faja.

FIGURA N° 27

FAJA TRANSPORTADORA TÍPICA



Fuente: Manual de Operaciones de Metso Minerals

6.1.2.5 SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE CHANCADORA PRIMARIA

El sistema de lubricación suministra aceite lubricante a los bujes excéntricos de la chancadora primaria y a los engranajes del accionamiento. El flujo de aceite comienza con el bombeo de aceite del tanque de almacenamiento, mediante la bomba de engranajes accionada por el motor seleccionado, pasando a través de un filtro de presión completa hacia el enfriador de aceite. Luego el aceite pasa por un divisor de flujo de aceite. El divisor divide el suministro de aceite entre una entrada superior e inferior de la chancadora, mediante un regulador de flujo y una válvula de alivio, ubicados cerca del extremo de descarga del enfriador de aceite.

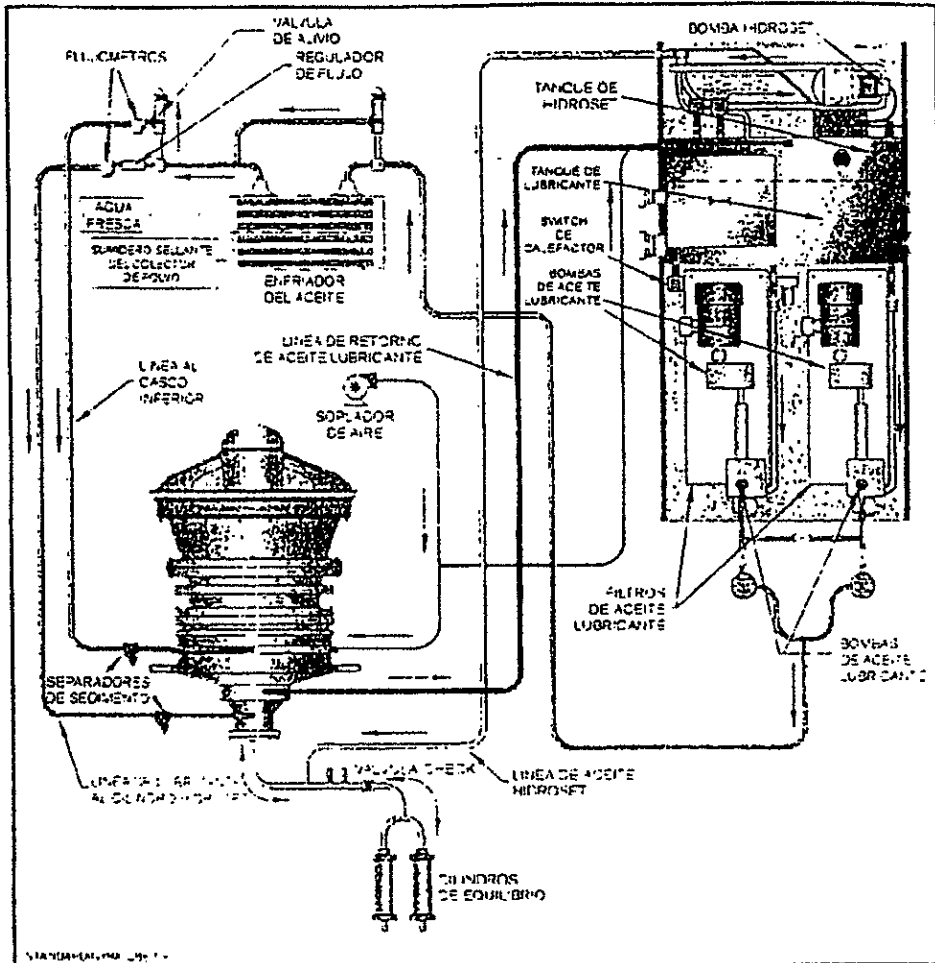
El regulador de flujo del circuito divisor permite que aproximadamente la mitad del flujo de aceite pase por la entrada de aceite lubricante inferior del cilindro de control Hidroset. Este aceite fluye hacia arriba, entre el eje principal y la superficie interior de la camisa excéntrica. Una parte del aceite también fluye por los orificios radiales de la excéntrica y se reúne con el aceite que entra por la entrada superior. El resto rebosa por los orificios de aceite de retorno. De regreso al circuito divisor, cualquier exceso de aceite que no vaya a la entrada inferior abre la válvula de alivio y pasa por la entrada superior. Esta línea suministra aceite al buje del casco inferior, a la excéntrica y al engranaje cónico espiral. El aceite vuelve al tanque por gravedad.

La chancadora giratoria está equipada con un conjunto de soporte hidráulico que ubica y soporta el eje principal. Este conjunto se denomina Hidroset. El sistema Hidroset realiza dos funciones, (1) Levanta o baja el eje principal según se requiera, para ajustar el set de la chancadora o para desatorar la chancadora y (2) absorbe los

impactos cuando el eje principal salta en respuesta a los grandes trozos que alimenta la cámara de chancado.

FIGURA Nº 28

FSISTEMA DE LUBRICACIÓN E HIDROSET DE LA CHANCADORA GIRATORIA



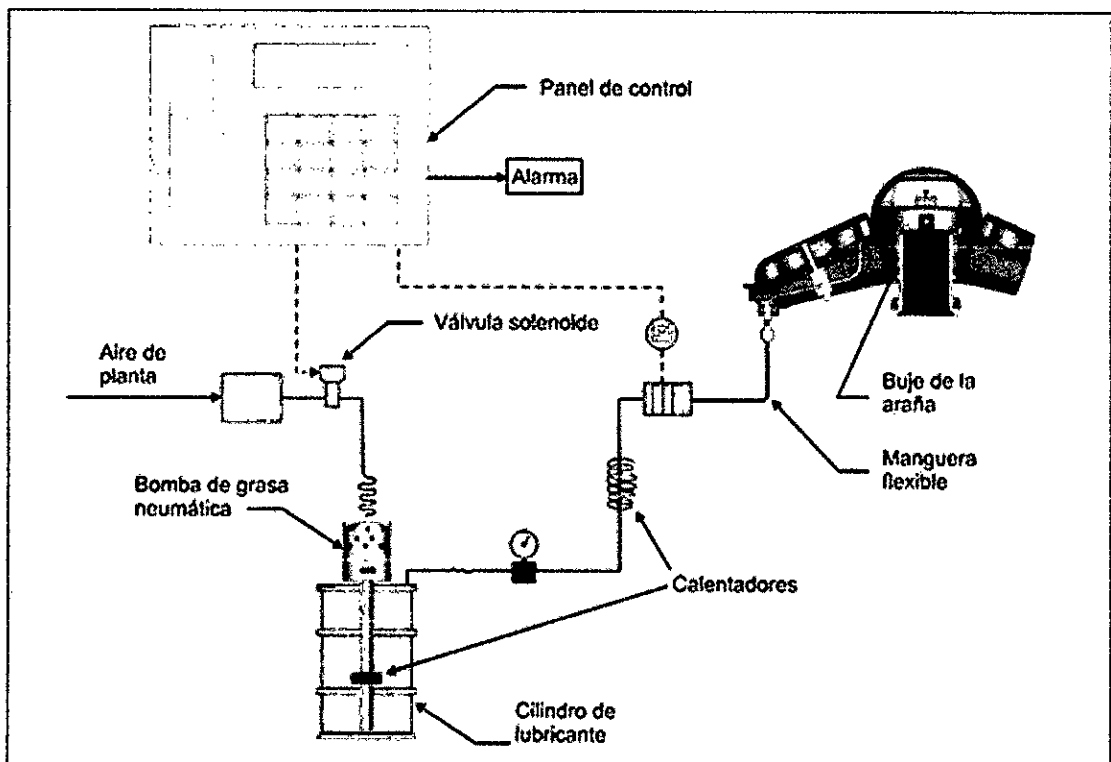
Fuente: Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cuajone – SPCC

6.1.2.6 SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE LA ARAÑA CHANGADORA PRIMARIA

Una bomba de barril accionada eléctricamente está montada en un barril de grasa standard de 400 lb. Cuando el controlador activa la bomba, esta bombea grasa a través de un múltiple inyector hacia una manguera flexible que está conectada a un punto de lubricación del bushing de la araña. El controlador controla la operación de la bomba y del múltiple inyector. El múltiple inyector alberga una serie de inyectores que permite que pulsos de grasa pasen por la línea hacia el bushing de la araña.

FIGURA Nº 29

FSISTEMA DE LUBRICACIÓN DE LA ARAÑA DE LA CHANCADORA GIRATORIA



Fuente : Manual de Operaciones Metso Minerals

6.1.2.7 PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL TRIPPER 2

Un sistema de distribución de mineral se utiliza para repartir el mineral de manera pareja a lo largo de la pila de almacenamiento. La faja transportadora está equipada con un Tripper (carro de transferencia móvil) que se mueve sobre rieles. Se puede colocar en cualquier ubicación a lo largo del riel. El Tripper se acciona gracias a un motor eléctrico montado en el carro del Tripper. La energía eléctrica se suministra al motor del Tripper usando un carrete de cable horizontal que se desplaza con el carro del Tripper a medida que avanza por la Faja transportadora.

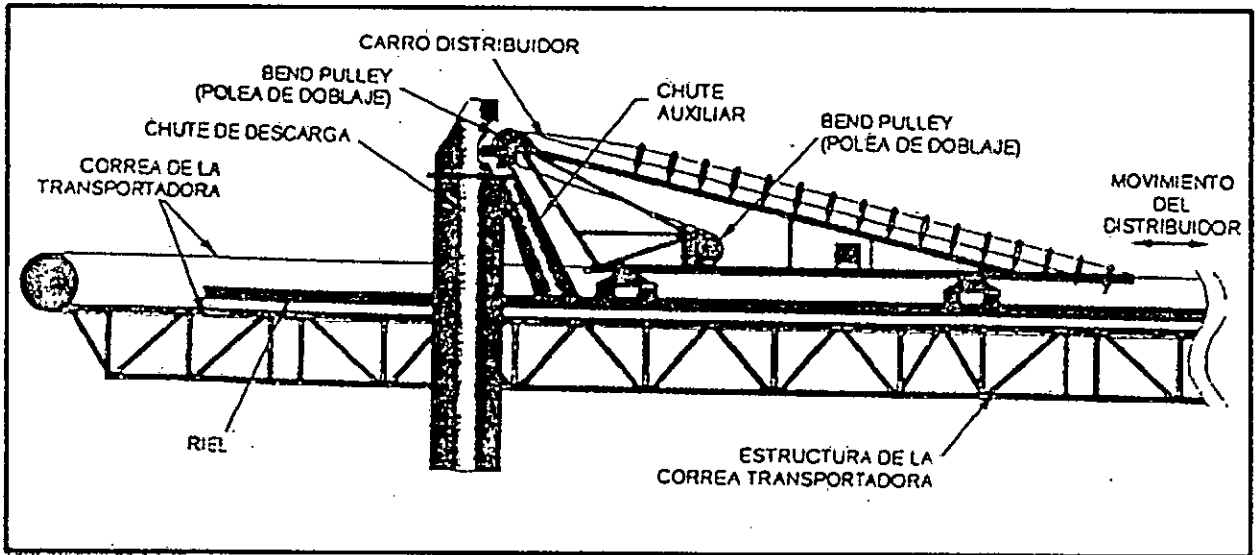
En el carro del Tripper hay montados dos Bend pulley y un chute de descarga. El Bend pulley superior permite que el mineral caiga hacia un chute de descarga, que desvía el mineral hacia los dos costados del Tripper a medida que el mineral cae sobre la pila. El Bend pulley inferior devuelve la Faja a su posición horizontal. La faja transportadora es accionada por un motor ubicado en la polea de cabeza de la Faja transportadora.

6.1.2.8 PRINCIPIO OPERACIÓN DE CHANCADORAS SECUNDARIAS Y Terciarias

El mineral del oversize de las zarandas ingresan a las chancadoras Secundarias MP100 (3) y Terciaria HP700 (7) son chancadoras cónicas Metso. La siguiente figura muestra la configuración básica de la chancadora.

FIGURA N° 30

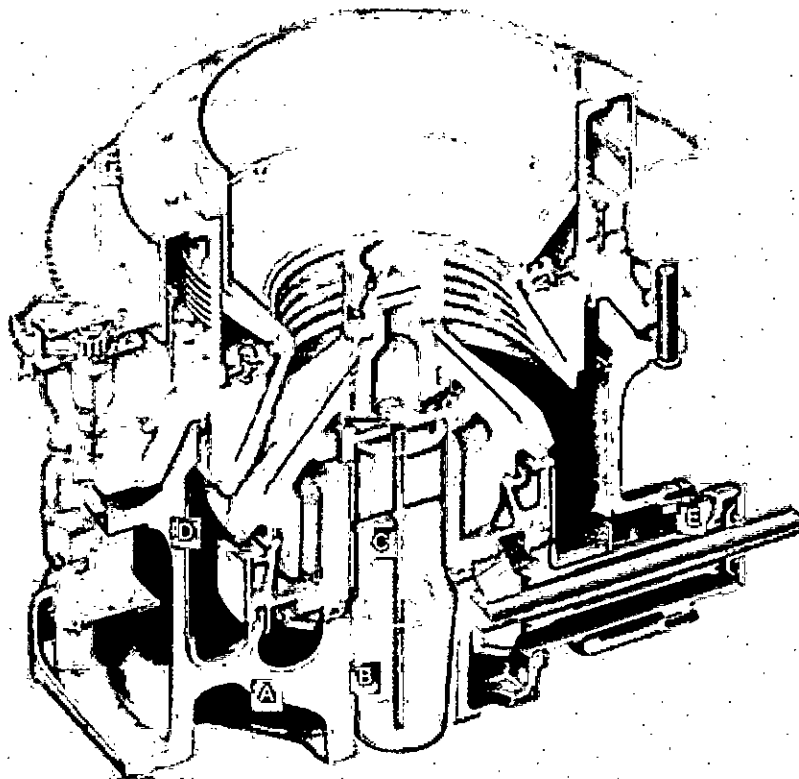
ESQUEMA DEL TRIPPER N° 2



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujone – SPCC

FIGURA N° 31

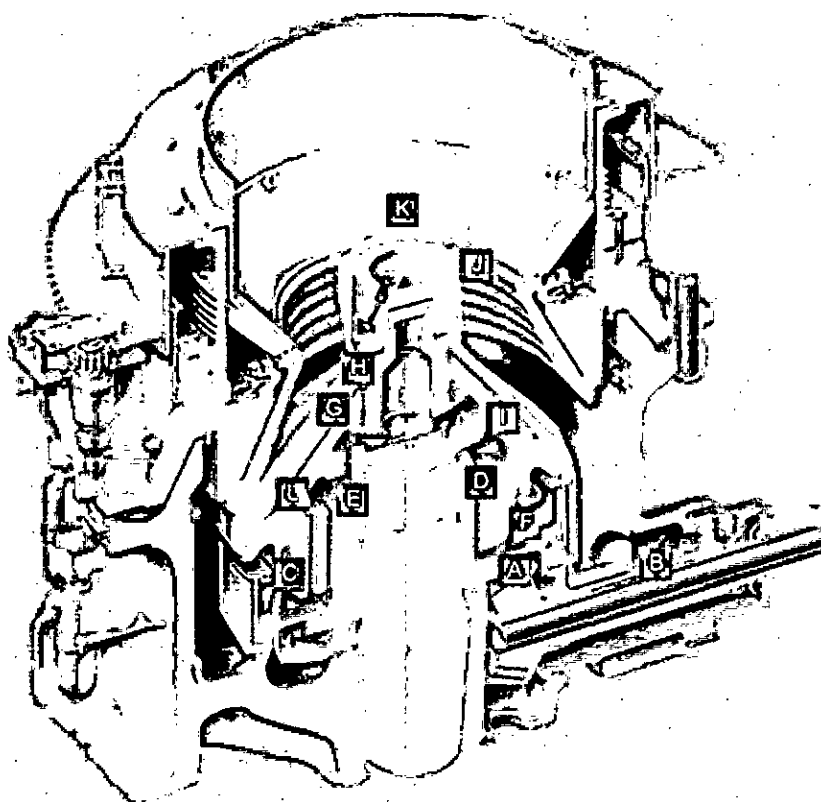
CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA CHANCADORA CÓNICA



Fuente : Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujone – SPCC

La estructura principal de acero fundido (Ítem A) posee un soporte cónico en el centro para soportar rígidamente el eje principal de acero aleado de alta resistencia de la chancadora (Ítem B). Se disponen de conductos de aceite dentro del eje principal (Ítem C) para la lubricación de los varios bujes excéntricos y de cabeza. Los componentes principales de rotación de la chancadora se muestran en la siguiente figura.

FIGURA N° 32
COMPONENTES DE ROTACIÓN DE LA CHANCADORA CÓNICA



Fuente: Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujaje – SPCC

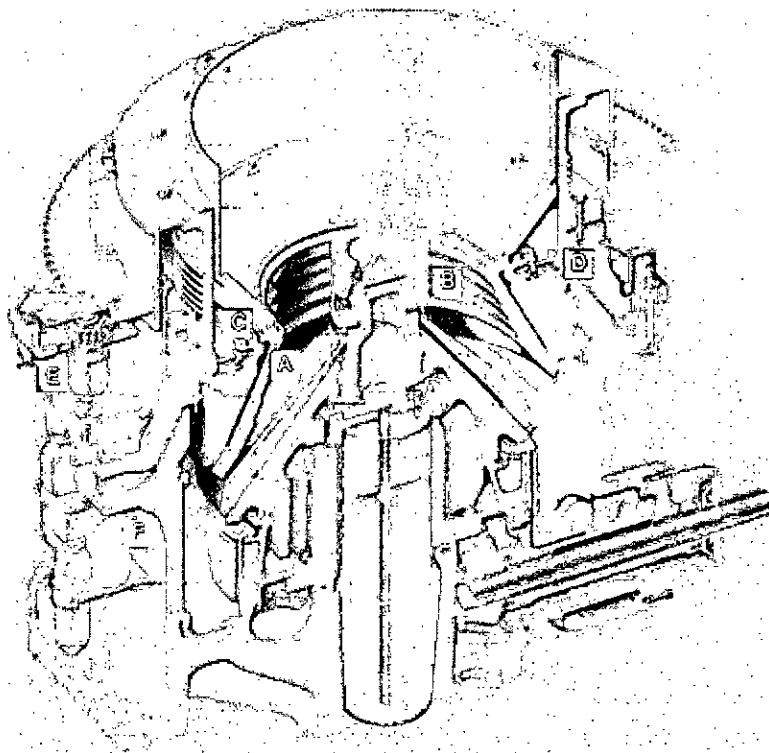
La excéntrica (Ítem E) posee un mecanismo de engranaje sobre la base (Ítem A) el cual es accionado por un piñón ubicado en el contraeje (Ítem B). Se disponen de bujes de bronce lubricados (Ítem D) entre la excéntrica de rotación y el eje principal estacionario y entre la cabeza giratoria fundida de alta resistencia (Ítem L) y tanto la

excéntrica como el eje principal para ayudar a evitar que de vueltas la cabeza. La cabeza giratoria está también apoyada por un revestimiento aislador de bronce (Ítem G). El revestimiento de la cabeza de acero al manganeso está retenido por una contratuerca de ajuste automático (Ítem J)

El plato alimentador (Ítem K) distribuye la alimentación de mineral entrante. Se disponen de sellados laberínticos sin contacto (Ítem C) para evitar que el polvo ingrese a las partes internas de la chancadora. La acción y ajuste del chancado se muestra en la Figura N° 33

FIGURA N° 33

COMPONENTES DE AJUSTE DE LA CHANCADORA CÓNICA



Fuente: Manual de Operaciones de la Planta de chancado de Concentradora Cujone – SPCC

El movimiento giratorio de la cabeza de la chancadora tritura el mineral entre el revestimiento de la cabeza (o manto) y el tazón (Ítem B). La regulación del "setting" del lado cerrado de la chancadora se logra rotando el conjunto completo del tazón por medio del anillo de regulación roscado (D). El conjunto del tazón es rotado por motores hidráulicos para trabajo pesado (Ítem E) los cuales tienen piñones que se acoplan al anillo conductor del tazón.

Los motores hidráulicos también pueden rotar el tazón completamente fuera del anillo de regulación a velocidades mayores para cambiar los revestimientos. El sistema del anillo de regulación roscado incluye un anillo de fijación activado por cilindros de fijación hidráulica para bloquear el paso evitando que el tazón gire mientras la chancadora esté operando. El revestimiento del tazón de acero al manganeso fundido está retenido mediante cuñas de apriete automático (Ítem C).

Se disponen de cilindros hidráulicos para liberar material atrapado (Ítem F) completado con acumuladores de nitrógeno para la protección contra la sobre carga y permite que se eleve el conjunto completo del tazón cuando material no triturable tal como metal atrapado ingrese a la cavidad de chancado. El tazón es adaptado con sensores de vibración para detectar el movimiento del tazón. También se disponen de cilindros hidráulicos de elevación para elevar el tazón y despejar una cavidad llena de la chancadora.

6.1.2.9 OPERACIÓN DEL SISTEMA EXPERTO DE LA PLANTA DE CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO

El sistema experto es un “programa” que captura el conocimiento Humano, puede explicar por qué una acción fue tomada, se puede agregar un grado de certeza o de verdad a sus acciones a través de lógica difusa.

El Objetivo es estabilizar y optimizar los circuitos de chancado secundario y terciario, Incrementar 1% (mínimo) de mineral chancado comparado con la operación manual y sin restricciones en el proceso. Obtener una granulometría uniforme, del mineral alimentado a molienda, con una disponibilidad del sistema mayor al 95%.

El Sistema Experto (S.E.) opera sobre una plataforma Gensym (Gr 8.3r1). La aplicación (MEC) corre en un servidor DELL ubicada en CP3. El S.E. se comunica, vía servidor OPC, con el Clogix que a su vez se comunica con el PLC con upgrade para comunicación Ethernet. Adicionalmente se tiene instalado un Sistema Split on Line, que corre también en un servidor DELL, en CP3. El Split on Line se comunica, vía servidor OPC con el Clogix.

El HMI en Chancado Secundario y Terciario está desarrollado en RSView 32 Works 7.5.0, en el que se ha desarrollado el proyecto existente con la pantallas dedicadas a la interacción con S.E.

La política es que el SE no para ni arranca ningún equipo, porque esa labor está destinada al panelista o supervisor de operaciones.

Split Online es un sistema de procesamiento de imágenes que opera en conjunto con la captura de imagen del hardware instalado, 5 cámaras de alta resolución, en Fajas 4A, 4B, 4C, 7 y 9 (alimentación a molinos), haciendo uso de librerías modulares, entrega resultados en tiempo real de las condiciones del proceso.

Split Online es presentado en una PC en CP2, en la que se observa en la parte superior imagen de la Faja 9, Faja 7 y a su derecha las tendencias en rango de ocho horas para las variables de F80 y TopSize para las Fajas 7, 9, 4A, 4B y 4C.

6.1.3 INSPECCIÓN DE LA PLANTA DE CHANCADO

La Inspección de la Planta de chancado la realizan los operadores y el Supervisor de la Planta, se debe inspeccionar la planta visualmente antes del arranque después de una parada completa. Esta inspección determina si actividades tales como las tareas de mantenimiento se deben realizar antes de iniciar el arranque. En la inspección se incluye revisiones para:

- a) Reparaciones incompletas u omitidas.
- b) Herramientas, estrobos y escaleras que no se hayan retirado después del mantenimiento.
- c) Bloqueos que se hayan dejado en los equipos y botones de parada que no se hayan reseteado.

- d) Riesgo de seguridad general, tales como obstrucciones en pasillos o escaleras, pisos resbaladizos o riesgos de tropiezos.

La metodología usada en la Planta de chancado es la siguiente:

- a) Verificar que la pila de mineral fino tenga la capacidad adecuada para recibir mineral desde la sección de chancado terciario.
- b) Verificar que las tolvas de alimentación de la chancadora terciaria tengan la capacidad adecuada para recibir mineral desde la sección de chancado secundario.
- c) Verificar que haya suficiente mineral en la pila de mineral intermedio para sustentar la operación de chancado secundario y zarandeo.
- d) Asegurarse que los flujos y presiones de agua fresca y de refrigeración sean suficientes para operar las áreas de chancado secundario y terciario.
- e) Asegurarse de que haya suficiente flujo y presión de aire de planta y de instrumentación para operar las áreas de chancado secundario y terciario.
- f) Asegurarse que todas las desconexiones eléctricas que se necesitan para operar las áreas de recuperación de mineral, de chancado secundario y de zarandeo estén cerradas, tanto en los centros de control de motor como en los correspondientes paneles de control locales.

- g)** Asegurarse que todos los bloqueos y tarjetas de seguridad se retiren de las conexiones eléctricas.
- h)** Arrancar los sistemas de lubricación e hidráulico de las chancadoras secundarias y terciarias.
- 1)** Revisar la temperatura del tanque de aceite lubricante. Si la Temperatura está por debajo de los 80°F, encender el calentador por inmersión del reservorio de aceite de lubricación.
 - 2)** Revisar el nivel del tanque de aceite lubricante. Asegurarse que esté entre los rangos marcados en el medidor local.
 - 3)** Revisar todas las tuberías y conexiones para asegurarse de que las conexiones estén bien y no haya evidencia de fugas.
 - 4)** Asegúrese de que los componentes de la transmisión de las bombas de aceite estén armados correctamente. Verifique que los protectores de seguridad estén en su lugar.
 - 5)** Ponga en marcha la bomba principal de aceite.
 - 6)** Arranque las bombas lubricantes del socket (para las Chancadoras secundarias N° 1 y N° 2).
 - 7)** Monitoree los sistemas. Asegúrese de que no haya alarmas de presión, presión diferencial, flujo ni temperatura.
 - 8)** En el panel de control local, encienda la energía del sistema hidráulico jalando el botón Encendido (On).

i) Inspeccione visualmente los siguientes alimentadores y fajas para asegurarse de que estén operando o listos para operar:

- 1) Alimentadores de mineral intermedio (2A1-4, 2B1-4 y 2C1-4)
- 2) Fajas de recuperación y fajas de transferencia de mineral intermedio (N° 3ª-C y 4ª - C)
- 3) Faja No 5 colectora de undersize de la zaranda de alimentación chancadora secundaria
- 4) Fajas N° 6, N° 7, N° 9 y N° 10

- 1) Verifique que los protectores de seguridad estén en su lugar.
- 2) Verifique que el sensor de velocidad montado en la polea de cola, no esté dañado.
- 3) Revise si hay acumulación de material en la polea de cabeza, polea motriz, snub pulley y polea de cola, entre las poleas y las fajas.
- 4) Revise si las poleas tienen fisuras, desgaste del revestimiento, si los ejes cambian y la lubricación de los cojinetes.
- 5) Inspeccione si las pasarelas de la faja y las áreas circundantes presentan condiciones peligrosas.
- 6) Verifique que ninguno de los switches de desconexión del cordón de seguridad de emergencia esté en la posición Desconectado y que los cordones de seguridad tengan la tensión correcta.
- 7) Verifique que ningún switch de mal alineamiento este desconectado.

- 8) Verifique que la condición general de la faja sea satisfactoria. Busque desgaste excesivo, roturas o estrías y verifique la condición de los empalmes de la faja. Busque señales de desplazamientos lateral.
 - 9) Inspeccione los polines de la faja. Revise si los polines de correa cóncava presentan desgaste excesivo u orificios. Elimine cualquier roca, lodo o basura de alrededor de los polines para asegurar el libre movimiento.
 - 10) Inspeccione si el conjunto del mandil que corre por ambos lados de la faja está desgastado.
 - 11) Asegúrese que el chute de alimentación y el chute de descarga estén limpios y no presenten orificios, y que el detector de chute atorado no esté dañado.
 - 12) Revise si el raspador presenta daños y está ajustado.
 - 13) Revise el motor de transmisión de la faja y otros componentes de transmisión por si hay piezas sueltas o dañadas.
- j) Inspeccione visualmente el Tripper N° 7 de alimentación de la tolva de alimentación de la chancadora terciaria y el Tripper N° 10 de la pila de mineral fino
- 1) Asegúrese que los Trippers estén en la posición correcta.
 - 2) Asegúrese de que no haya acumulación en los rieles los carros de los trippers.
 - 3) Asegúrese de que los chutes de descarga estén limpios y no presenten orificios, y que los detectores de chute atorado no estén dañados.
 - 4) Asegúrese de que los switches de mal alineamiento no estén dañados.

- 5) Revise los motores de transmisión de los trippers y los demás componentes de la transmisión en caso de que haya piezas sueltas o dañadas.
- k) Inspeccione cada ventilador de los colectores de polvo.
- 1) Verifique que todos los protectores de seguridad estén asegurados en su lugar.
 - 2) Revise si el motor tiene pernos de montaje sueltos.
 - 3) Asegúrese de que las fajas de la transmisión de fajas no estén sueltas ni gastadas.
 - 4) Asegúrese de que el bastidor del ventilador no tenga indicios de daño.
 - 5) Revise el motor de transmisión del ventilador y los otros componentes de la transmisión por si hay piezas sueltas o dañadas.
 - 6) Asegúrese de que el ventilador esté montado y asegurado en su base.
- l) Asegúrese de que los indicadores de presión de agua fresca de cada colector estén seguros y sin daño.
- m) Inspeccione los colectores de polvo en busca de evidencia de fugas o desgaste.
- n) Inspeccione los tanques de sello del colector de polvo.
- 1) Asegúrese de que los tanques no tengan desechos.
 - 2) Asegúrese de que no haya indicios visibles de daño en los tanques ni evidencia de fugas.

o) Inspeccione la bomba de pulpa de polvo

- 1) Verifique que el protector de seguridad esté bien sujeto en su lugar.**
- 2) Asegúrese de que la válvula de drenaje esté cerrada y que la válvula de succión de la bomba esté abierta.**
- 3) Revise si el motor tiene pernos de montaje sueltos.**

p) Ponga en marcha el sistema colector de polvo de mineral fino

- 1) Abra las válvulas de aislamiento de agua fresca hacia los colectores de polvo.**
- 2) Verifique que el tanque de pulpa del colector de polvo de mineral fino esté preparado para recibir pulpa desde los colectores de del área de chancado secundaria terciario.**
- 3) Ponga en marcha la bomba de pulpa de polvo cuando haya un nivel de agua suficiente en el cajón de sello del colector de polvo.**
- 4) Ponga en marcha los ventiladores del colector de polvo Revise el escape para asegurarse de que se capture todo el polvo.**
- 5) Asegúrese de que no haya alarmas de presión.**

q) Inspeccione visualmente las boquillas del sistema de supresión de polvo.

- 1) Asegúrese de que las mangueras y conexiones de agua y aire estén conectadas.**
- 2) Asegúrese de que todas las válvulas de agua y aire estén abiertas.**

- 3) Asegúrese de que los medidores de presión de aire y de agua muestren las presiones de operación adecuadas del sistema. La presión de suministro de aire debe estar sobre 80 psi y la presión de suministro de agua debe estar sobre 50 psi. La presión del sistema debería estar entre 65 psi y 70 psi para el aire, y entre 3 psi y 15 psi para el agua.
 - 4) En los paneles de control locales, encienda todo el sistema (si todavía no está encendido), girando el switch Selector a la posición Encendido (On)
- r) Inspeccione visualmente el imán de la faja en el extremo de descarga de la Faja N° 6.
- 1) Asegúrese de que se haya retirado el metal del imán y que no haya metal en la faja debajo del imán.
 - 2) Revise que el cableado hacia el imán esté en buenas condiciones, sin daño visible. Informe al personal de mantenimiento si observa daños.
- s) Inspeccione visualmente las balanzas en las Fajas N° 3A a 3C de recuperación de mineral intermedio, en la Faja N° 7 y en la Faja N° 9
- 1) Asegúrese de que no haya acumulación alrededor de los polines de la balanza o entre la plataforma de la balanza y la estructura de la faja.
 - 2) Asegúrese de que el cableado hacia el elemento de peso y el sensor de velocidad esté en buenas condiciones, sin daños visibles. Informe al personal de mantenimiento si observa daños.

- t) Inspeccione visualmente los detectores de metales de las Fajas No. 3A a 3C de recuperación de mineral intermedio
- 1) Asegúrese de que el cableado hacia el sensor detector de metales y el transmisor esté en buenas condiciones, sin daño visible. Informe al personal de mantenimiento si observa daños.
 - 2) Asegúrese de que los sistemas marcadores estén listos para operar.
- u) Inspeccione visualmente las zarandas de alimentación y de descarga de la chancadora secundaria, así como las zarandas de descarga de la chancadora terciaria
- 1) Asegúrese de que las aberturas del deck de la zaranda no estén obstruidas, ni que presenten desgaste excesivo ni alambres rotos.
 - 2) Verifique que los protectores de seguridad estén en su lugar.
 - 3) Revise si hay piezas sueltas o dañadas en los componentes del motor y de la transmisión.
 - 4) Asegúrese de que el chute de descarga del overflow de la zaranda esté limpio y que el detector de chute atorado no este dañado.
- v) Inspeccione las chancadoras secundarias y terciarias
- 1) Verifique que todos los protectores de seguridad estén en su lugar y asegurados.

- 2) Busque fugas alrededor del motor de la chancadora, los cojinetes, contraeje y el área de transmisión.
- 3) Revise si los pernos de montaje del motor están sueltos.
- 4) Revise si la chancadora tiene pernos y piezas sueltas.
- 5) Revise si la cavidad de la chancadora tiene material atrapado, bloqueos parciales u otros materiales.
- 6) Revise el chute de descarga de la chancadora para detectar acumulaciones u objetos extraños.

6.1.4 GESTIÓN DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud PROSESA establecido por la Concentradora-Cuajone es un conjunto de Estándares, Procedimientos, Reglamentos y otros documentos que relacionados entre sí contribuyen al logro de los objetivos de Seguridad y Salud de la U.P. Acumulación Cuajone.

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud PROSESA, es la forma de trabajar, mediante la cual la U.P. Acumulación Cuajone asegura el cumplimiento de los requisitos aplicables y relacionados a la Seguridad, Salud e Higiene en sus operaciones.

La referencia normativa es la siguiente :

- a) Ley 29783 – Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- b) D.S. 024 – 2016 EM – Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- c) D.S. 005 – 2012 TR – Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- d) R.M. 050–2013–TR– Formatos referenciales con la información mínima que deben contener los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

La Gestión del PROSESA consiste en 12 Elementos de los 20 Elementos de la DNV, la relación entre los elementos del PROSESA y los Estándares para el Desempeño y Administración del PROSESA se detalla a continuación :

- a) **ELEMENTO 1 – LIDERAZGO Y ADMINISTRACIÓN.-** El Liderazgo Efectivo y la Administración efectiva son vitales para el “PROSESA”. El Liderazgo de la Administración siembra los fundamentos sobre los cuales se edifica este Sistema de Gestión.
- b) **ELEMENTO 3 – INSPECCIONES PLANEADAS Y MANTENIMIENTO.-** Las Inspecciones Generales Planeadas son una fuente de retroalimentación para la administración sobre la efectividad de las compras, ingeniería, métodos, procedimientos y otros aspectos; Por tal motivo la U.P. Acumulación Cuajone realiza la gestión del Elemento 3 “INSPECCIONES PLANEADAS Y MANTENIMIENTO” de la siguiente manera.

- c) **ELEMENTO 4 – ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRITICAS.**- El Análisis de Tareas es el examen sistemático para identificar todas las exposiciones a pérdidas presentes, la información resultante del análisis de tareas se usa para establecer los controles donde se incluyen los estándares y procedimientos.
- d) **ELEMENTO 5 – INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE/INCIDENTES.**- La investigación de los accidentes e incidentes involucra un examen metódico de un evento no deseado que resultó o pudo resultar en daño, con la finalidad de identificar las causas de estos.
- e) **ELEMENTO 6 – OBSERVACIÓN DE TAREAS.**- La Observación de Tareas es un proceso que permite asegurar que las tareas se realicen eficientemente y en cumplimiento con los estándares, procedimientos y otros documentos aplicables.
- f) **ELEMENTO 7 – PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS.**- La Preparación para Emergencias asegura la existencia de un Plan General de Emergencias basado en las necesidades identificadas en la empresa, la cual establece procedimientos, asigna responsabilidades, define los sistemas comunicación, entre otras acciones.
- g) **ELEMENTO 8 – REGLAS Y PERMISOS DE TRABAJO.**- Muchas de las causas de las pérdidas por accidentes están relacionadas con un número relativamente pequeño de actividades críticas las que podrían ser reducidas al mínimo mediante el cumplimiento de las reglas y prácticas relacionadas.

h) ELEMENTO 10 – ENTRENAMIENTO DE CONOCIMIENTO Y HABILIDADES.-

Una parte fundamental en la prevención de accidentes es contar con trabajadores competentes y capacitados.

i) ELEMENTO 11 – EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.-

Los Equipos de Protección Personal constituyen “La última línea de defensa” de un trabajador ante un riesgo, es por esa razón que estos deben ser correctamente usados y mantenidos.

j) ELEMENTO 12 – CONTROL DE SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL.-

Un adecuado Programa de Seguridad Ocupacional asegura que todos los peligros potenciales contra la salud en el ambiente laboral sean reconocidos, evaluados y controlados.

k) ELEMENTO 15 – COMUNICACIONES PERSONALES.-

Las comunicaciones personales son intercambios de información de persona a persona, estas actividades favorecen el desempeño de los trabajadores en cuanto Seguridad.

l) ELEMENTO 16 – COMUNICACIÓN EN GRUPO.-

Las comunicaciones en grupo son un método importante para asegurar el éxito en las comunicaciones entre el supervisor y trabajadores, haciendo un uso efectivo del tiempo invertido.

6.2 APORTES REALIZADOS

6.2.1 ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Los procedimientos de trabajo son muy útiles para las organizaciones. Permiten a todos los trabajadores saber cómo se debe trabajar, y cuáles son los criterios establecidos. Cuando se introducen mejoras o cambian los procesos se documenta a través de la revisión de los Procedimientos.

Durante la supervisión en la Planta de chancado elaboré los Procedimientos de Trabajo para ello elaboré un formato siguiendo los lineamientos de Duppont como se evidencia en el Anexo I.

VII EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

La eficiencia de chancado es un proceso esencial de la cadena productiva minera y también intensivo en el uso de energía, una de las principales innovaciones que están demandando las compañías mineras a las chancadoras es ser energéticamente eficientes, a la luz del incremento en los costos en la producción de metales de los últimos años, lo que está afectando los resultados financieros de la industria a nivel global.

A estos requerimientos, se demanda además que estos dispositivos tengan una alta disponibilidad y confiabilidad, con sistemas de monitoreo que permitan visualizar de manera precisa la vida útil de los equipos y los periodos de mantenimiento.

Los sistemas de control avanzado se aplican a procesos determinados y su objetivo es obtener el mejor control del proceso en las plantas.

La aplicación de los sistemas de control avanzado crece de día en día por los beneficios que permite conseguir en la automatización de la planta. Las ventajas que presenta la aplicación de los sistemas de control avanzado abarcan: el ahorro de energía conseguido en la operación de la planta, el aumento de capacidad de tratamiento, la disminución de costo de operación.

VIII CONCLUSIONES

- 1) Se brindó los conocimientos necesarios para realizar la supervisión y control de las operaciones de una planta de chancado, a través de las actividades cotidianas de operación, Inspección y los programas de gestión.**

- 2) Se mejoró la eficiencia del proceso de la planta al realizar el ajuste de la chancadora primaria, secundaria y terciaria, a través de la apertura y cierre eficaz del manto giratorio.**

- 3) Se implementó el procedimiento escrito de trabajo seguro para la operación de arranque y parada de los equipos principales y auxiliares de la planta de chancado.**

- 4) Se implementó un sistema de inspección, considerando que lo más importante es la revisión programada siguiendo el checklist y el mapa de riesgos.**

- 5) Se implementó las actividades de seguridad y salud en el trabajo para la planta de chancado, a través de un sistema de gestión basado en el liderazgo, planeamiento, procedimientos, reglas y permisos de trabajo seguro.**

IX RECOMENDACIONES

- 1) Incorporar nuevas Tecnologías, por ejemplo, en el proceso de automatización y control de las Chancadoras se debe incorporar la tecnología del *auto setting*, la limpieza automática de la cámara de chancado y la operación continua en modo totalmente automático, en el sistema de lubricación se debe cambiar los enfriadores por ventiladores, ya que el agua es un recurso escaso.
- 2) Planificar los trabajos a realizar durante la Guardia, antes de comenzar las tareas el Supervisor debe reunirse con los operadores, plantear los objetivos de producción, planificar las paradas de equipos por mantenimiento y realizar la charla de seguridad.
- 3) Asegurar la continuidad del Proceso, esto se logra con la inspección de Planta, asegurando que las tolvas y pilas de almacenamiento de mineral tengan un determinado nivel que aseguren que los equipos trabajen continuamente y no paren por falta de mineral.
- 4) Realizar un trabajo seguro, siguiendo los Procedimientos Escritos de trabajos seguros, estándares, reglas de trabajo, realizar IPERC, PETAR, revisar PETS, mantener una comunicación efectiva, realizar inspecciones, revisar los mapas de riesgos y mantener el orden y la limpieza de la Planta.

X BIBLIOGRAFIA

- 1) Antonio Ballester Luis Felipe, Fundamentos de Metalurgia Extractiva, Madrid, Editorial SINTESIS, VOL I, 2000.
- 2) Wills, B.A., Tecnología de Procesamiento de Minerales, México, Editorial LIMUSA, 1994.
- 3) Samper Márquez Juan José - Introducción a los sistemas expertos – 2004.
- 4) Southern Peru, Manual de chancado Planta concentradora, Moquegua-Perú 1999.
- 5) Metso Minerals, Manual de Instrucciones para Trituradora de cono HP, EEUU, 2004.
- 6) Biswas, A. K., El Cobre metalúrgia extractiva, Davenport, W. K., Editorial Limusa 1994.

ANEXO I

Procedimiento Medición de set de la chancadora primaria.

PETS: "PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EL SET DE LA CHANCADORA PRIMARIA"		
Código: CONC-103	Revisión : 03	Página:
Clasificación : Riesgo Alto	Fecha de Emisión : 23/05/2013 Fecha de Revisión : 23/05/2013	Próxima Revisión : 23/05/2014 Responsable: Cristian Bazán

5. DESARROLLO

5.1 Responsabilidades y Control:

- 5.1.1 **Personal:** Es el responsable de realizar el IPERC antes de ejecutar el trabajo y tomar las medidas de control.
- 5.1.2 **Supervisor:** Es el responsable de realizar y revisar el IPERC y asegurar el cumplimiento del procedimiento para realizar un trabajo seguro.

5.2 Desarrollo del procedimiento.

- 5.2.1 Antes de empezar la tarea, el Supervisor y el personal deben realizar el IPERC siguiendo el procedimiento establecido.
- 5.2.2 Para empezar la tarea se debe comunicar a Despacho Mina, que se va a proceder a pasar plomo para medir el set de la chancadora.
- 5.2.3 Colocar el semáforo en luz Roja para evitar el ingreso de trenes de la mina.
- 5.2.4 Cerrar las válvulas de agua a los sprays sobre la chancadora.
- 5.2.5 Retirar las mangueras de los sprays colocados sobre la chancadora y colocarlos en un lugar seguro para evitar ser dañados por las tapas.
- 5.2.6 El operador del panel autorizado deberá subir a la grúa para realizar el trabajo.
- 5.2.7 El operador maniobrista que ayuda enganchará el estrobo con uñas a la tapa lado sur. Para retirar la tapa deberá retirarse y comunicar al operador de la grúa mediante señales que ya está listo para levantar y colocarlo sobre la primera tapa del lado sur.
- 5.2.8 Para retirar el estrobo con uñas el operador maniobrista debe ponerse el arnés de manera que proteja su integridad enganchando su línea de vida en el punto de anclaje.
- 5.2.9 El operador maniobrista deberá amarrar la sogá de nylon en el plomo y hacer los nudos baliestrinque en el gancho de 20 toneladas.
- 5.2.10 La chancadora debe estar parada y bajar el plomo lentamente hasta llegar cerca a la

PETS: "PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EL SET DE LA CHANCADORA PRIMARIA"		
Código: CONC-103	Revisión : 03	Página:
Clasificación : Riesgo Alto	Fecha de Emisión : 23/05/2013 Fecha de Revisión : 23/05/2013	Próxima Revisión : 23/05/2014 Responsable: Cristian Bazán

apertura evitando que pueda pasarse, en este momento se arranca la chancadora de tal manera que el mantle chanque el plomo logrando que pase las tres cuartas partes del plomo y así tener una medida representativa del set.

5.2.11 El operador maniobrista indicara subir suavemente el plomo, de manera que no se rompa la sogá, luego sacar el plomo hacia un espacio donde se pueda medir con el compás la parte más angosta y así determinar la abertura de la chancadora.

5.2.12 Para volver a colocar la tapa en su sitio, el operador maniobrista deberá usar obligatoriamente su arnés anclando su línea de vida en el punto de anclaje que muestra la figura de tal manera que proteja su vida evitando resbalones o caídas al interior de la chancadora. Figuras de anclaje:

6. CUESTIONARIO

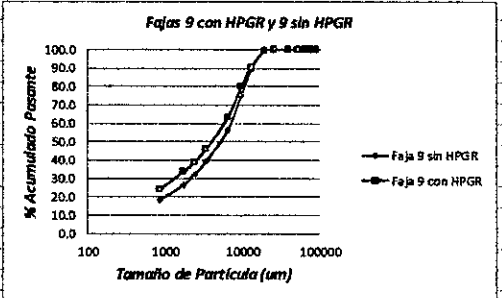
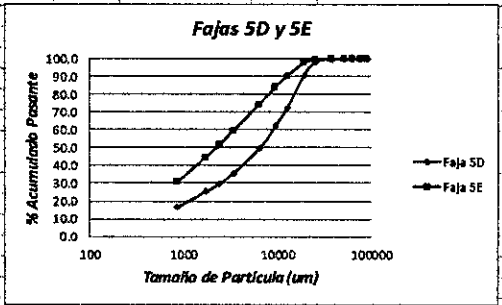
- 6.1 ¿Cuáles son los Estándares y Formatos que se deben revisar, realizar y cumplir antes de realizar la tarea?
- 6.2 ¿Cuál es el EPP necesario y Herramientas para realizar la tarea?
- 6.3 ¿Detalle el trabajo que realizará durante la Tarea?

7. AUTORIZACIÓN

- 7.1 La tarea solo debe ser realizada previa elaboración y aprobación del IPERC.
- 7.2 Solo personal designado y capacitado realizará el trabajo.
- 7.3 Retirarse de cualquier área de trabajo al detectar un peligro de alto riesgo que atente contra su seguridad o salud, dando aviso inmediato a sus Superiores. (Art. 40, Inciso D, DS 055-2010-EM).

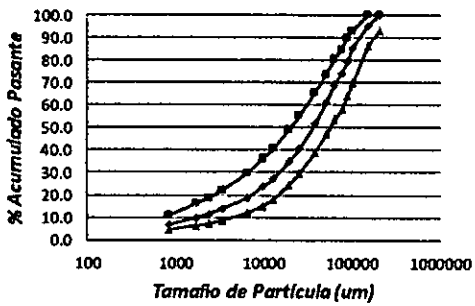
ANEXO II: Balance de la Planta de chancado:

BALANCE DE PLANTA : CHANCADO SECUNDARIO, TERCIARIO Y HPGR											
Malla	Micrones	mm	% Peso				% Acumulado Pasante				
			Faja 5D	Faja 5E	Faja 9 sin HPGR	Faja 9 con HPGR	Faja 5D	Faja 5E	Faja 9 sin HPGR	Faja 9 con HPGR	
8"	203200	203.20	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
6"	152400	152.40	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
4"	101600	101.60	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
3 1/2"	88900	88.90	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
3"	76200	76.20	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
2 1/2"	63500	63.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
2"	50800	50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	38100	38.10	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25400	25.40	1.5	0.3	0.0	0.1	98.5	99.7	100.0	99.9	
3/4"	19050	19.05	7.7	2.0	0.1	0.6	90.8	97.7	99.9	99.3	
1/2"	12700	12.70	18.0	7.2	10.8	8.1	72.8	90.5	89.1	90.2	
3/8"	9525	9.53	10.3	6.2	13.5	10.1	62.5	84.3	75.6	80.1	
1/4"	6350	6.35	13.1	9.7	19.2	16.9	49.4	74.6	56.4	63.2	
6M	3350	3.35	13.7	14.9	17.1	17.0	35.7	59.7	39.3	46.2	
8M	2360	2.36	8.1	8.4	7.1	7.5	29.6	51.3	32.2	38.7	
10M	1700	1.70	4.3	6.8	5.8	5.1	25.3	44.5	26.4	33.6	
20M	850	0.85	8.6	13.7	7.9	8.7	16.5	30.8	18.5	23.9	
20M			18.5	30.8	18.5	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
Total			100.0	100.0	100.0	100.0					
Tamaño X ₈₀ (milímetros)							15.2	8.1	16.6	9.5	
Tamaño X ₈₀ (micrones)							6.5	2.2	5.2	4.021	
Cálculo en HPGR			F80 (Faja 5D)	P80 (Faja 5E)							
			15240	8118	micrones						
Radio de reducción			R80 =	1.88							
Cálculo X80			X80 sin HPGR	X80 con HPGR							
Faja 9			10560	9506	micrones						
La distribución granulométrica de la Faja 9 con el circuito HPGR es más fina.											

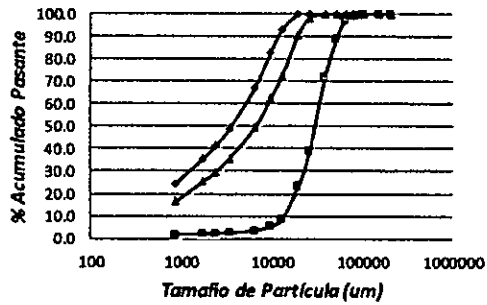


BALANCE DE PLANTA : CHANCADO SECUNDARIO, TERCARIO Y HPGR															
Malla	Micrones	mm	%Peso						%Acumulado Pasante						
			Faja 9	Faja 7	Faja 3A	Faja 3B	Faja 3C	Faja 5	Faja 9	Faja 7	Faja 3A	Faja 3B	Faja 3C	Faja 5	
8"	203200	203.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.3	100.0	
6"	152400	152.4	0.0	0.0	4.4	0.0	6.9	0.0	100.0	100.0	95.6	100.0	86.4	100.0	
4"	101600	101.6	0.0	0.0	9.8	6.8	16.4	0.0	100.0	100.0	85.8	93.2	70.0	100.0	
3 1/2"	88900	88.9	0.0	0.2	6.0	2.7	5.8	0.0	100.0	99.8	79.8	90.5	64.2	100.0	
3"	76200	76.2	0.0	0.6	5.3	5.3	5.8	0.0	100.0	99.2	74.5	85.2	58.4	100.0	
2 1/2"	63500	63.5	0.0	1.7	5.2	4.4	4.8	0.0	100.0	97.5	69.3	80.8	53.6	100.0	
2"	50900	50.8	0.0	8.7	8.0	6.9	6.5	0.0	100.0	88.8	61.3	73.9	47.1	100.0	
1 1/2"	38100	38.1	0.0	17.0	9.3	8.1	7.8	0.0	100.0	71.8	52.0	65.8	39.3	100.0	
1"	25400	25.4	0.0	32.7	11.3	10.3	9.5	1.5	100.0	39.1	40.7	55.5	29.8	98.5	
3/4"	19050	19.05	0.0	16.0	6.0	6.3	5.3	7.7	100.0	23.1	34.7	49.2	24.5	90.8	
1/2"	12700	12.7	6.7	14.5	7.5	8.5	6.4	18.0	93.3	8.6	27.2	40.7	18.1	72.8	
3/8"	8625	8.625	10.0	3.1	3.8	4.5	2.9	10.3	83.3	5.5	23.6	36.2	15.2	62.5	
1/4"	6350	6.35	16.2	2.0	4.8	6.5	3.2	13.1	67.1	3.5	18.8	29.7	12.0	49.4	
6M	3350	3.35	18.1	1.0	4.9	7.4	3.2	13.7	49.0	2.5	13.9	22.3	8.8	35.7	
8M	2360	2.36	7.8	0.3	2.3	3.5	1.4	6.1	41.2	2.2	11.6	18.8	7.4	29.6	
10M	1700	1.7	5.8	0.2	1.6	2.5	1.0	4.3	35.4	2.0	10.0	16.3	6.4	25.3	
20M	850	0.85	11.0	0.3	3.1	5.3	1.7	8.8	24.4	1.7	6.9	11.0	4.7	16.5	
-20M			24.4	1.7	6.9	11.0	4.7	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0							
									Tamaño X ₈₀ (milímetros)	8.9	44.2	89.3	62.0	132.6	15.2
									Tamaño X ₅₀ (milímetros)	3.5	29.6	35.9	19.9	56.5	6.5

Fajas 3A, 3B, 3C



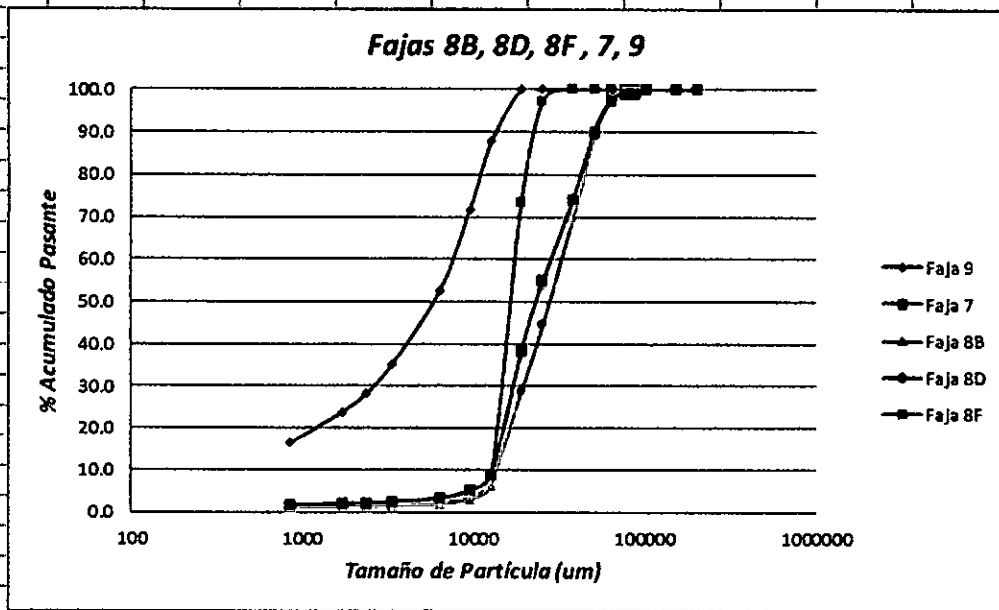
Fajas 5, 7, 9



La distribución granulométrica en la Faja 3B es más fina que en las Fajas 3A y 3C con un X₈₀ de 62028 micrones

La distribución granulométrica de la Faja 9 es mas fina que la Faja 5, esto por el producto de las zarandas de Secundaria y terciarias.

BALANCE DE PLANTA : CHANCADO SECUNDARIO, TERCIARIO Y HPGR												
Malla	Micrones	mm	%Peso					%Acumulado Pasante				
			Faja 9	Faja 7	Faja 8B	Faja 8D	Faja 8F	Faja 9	Faja 7	Faja 8B	Faja 8D	Faja 8F
8"	203200	203.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
6"	152400	152.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
4"	101600	101.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3 1/2"	88900	88.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.8	100.0	100.0	99.7	100.0	99.2
3"	76200	76.2	0.0	0.0	0.3	0.3	0.2	100.0	100.0	99.4	99.7	99.0
2 1/2"	63500	63.5	0.0	0.0	2.2	2.4	1.5	100.0	100.0	97.2	97.3	97.5
2"	50800	50.8	0.0	0.0	6.9	8.5	7.5	100.0	100.0	90.3	88.8	90.0
1 1/2"	38100	38.1	0.0	0.0	16.5	19.3	15.9	100.0	100.0	73.8	69.5	74.1
1"	25400	25.4	0.0	2.6	19.4	25.0	19.2	100.0	97.4	54.4	44.5	54.9
3/4"	19050	19.05	0.0	23.9	16.4	15.9	16.6	100.0	73.5	38.0	28.6	38.3
1/2"	12700	12.7	12.3	64.9	31.6	21.1	29.4	87.7	8.6	6.4	7.5	8.9
3/8"	9525	9.525	16.0	5.2	3.3	3.2	3.8	71.7	3.4	3.1	4.3	5.1
1/4"	6350	6.35	19.2	1.1	1.2	1.6	1.8	52.5	2.3	1.9	2.7	3.3
6M	3350	3.35	17.2	0.5	0.5	0.7	0.9	35.3	1.8	1.4	2.0	2.4
8M	2360	2.36	7.0	0.1	0.1	0.2	0.3	28.3	1.7	1.3	1.8	2.1
10M	1700	1.7	4.6	0.1	0.1	0.1	0.2	23.7	1.6	1.2	1.7	1.9
20M	850	0.85	7.3	0.2	0.1	0.2	0.3	16.4	1.4	1.1	1.5	1.6
-20M			16.4	1.4	1.1	1.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					
						Tamaño X ₅₀ (milímetros)		11.2	20.8	42.9	45.0	42.8
						Tamaño X ₈₀ (milímetros)		5.9	16.8	23.7	28.2	23.5



La distribución granulométrica de las fajas 8B, 8D y 8F son similares. La feja 7 muestra la distribución granulométrica del oversize de las zarandas bananas 8' x 21' y la feja 9 muestra el undersize de las zarandas bananas 8' x 21'.