

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN**  
**UNA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERALES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO MECÁNICO**

**JESÚS MERCEDES ALARCÓN AVALOS**

**PROMOCIÓN 1996 - II**

**LIMA - PERÚ**

**2 002**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi mas profundo agradecimiento a aquellas personas, quienes me apoyaron en la realización del presente trabajo, a mis Padres, Hermanos, a mis Hijos: Júnior, Gianfranco y Rodrigo, así mismo en forma muy especial al amor de mi Vida, Carmen Amalia, quien supo comprenderme y apoyarme en forma incondicional en todo momento para el logro del presente.

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	v
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Orígenes y Referencias del Yacimiento	2
1.2.1. Concentración de Materiales	4
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>EL MANTENIMIENTO</b>	8
2.1. Generalidades	8
2.2. Bases del programa de mantenimiento preventivo	10
2.2.1. Participación Ideológica	10
2.2.2. Aplicación Selectiva	11
2.2.3. Actividades de la Planilla de Inspección	12
2.2.4. Honesto Manejo del Sistema	16
2.2.5. Pautas Mínimas Previas	17
2.2.6. Realización inmediata de las reparaciones necesarias	19

2.2.7.	Inspección y Trabajos de Mantenimiento	21
2.2.8.	Implantación Progresiva	22
2.2.9.	Adecuación Instrucción y entrenamiento del personal	23
2.2.10.	Los planes no son inflexibles	24
2.2.11.	Historiales técnicos	25
2.2.12.	La impaciencia puede destruir el sistema	25

### **CAPÍTULO 3**

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>27</b>
3.1. Generalidades	27
3.2. Condiciones	28
3.2.1. Identificación de los Equipos en Planta	28
3.2.2. Codificación de los Equipos en Planta	30
3.2.3. Costo de Hora Perdida en Producción	32
3.2.4. Mantenimiento Actual	33
3.3. Etapas del Proceso	34
3.3.1. Evaluación de equipos	34
3.3.2. Determinación de actividades a ejecutar	34
3.3.3. Descripción de las actividades de mant. Preventivo	35
3.3.4. Implementación de ordenes de trabajo de mant.	36
3.3.5. Prog. de mant. mensual y coordinación con producción	37
3.3.6. Programa de mantenimiento anual	37

**CAPÍTULO 4****EVALUACIÓN DEL SISTEMA**

4.1. Descripción de las partes	39
4.2. Indicadores de mantenimiento	40
4.2.1. Confiabilidad operacional	40
4.2.2. Costo mantenimiento	40
4.2.3. Capacidad Productiva	41
4.2.4. Costo de una hora de mantenimiento	41
4.2.5. Componente del costo de mantenimiento	41

<b>CONCLUSIONES</b>	47
---------------------	----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	49
---------------------	----

**ANEXOS**

## PRÓLOGO

En los tiempos actuales la importancia y desarrollo del mantenimiento de la industria nos hace ver a los profesionales involucrados en esta materia implementar nuevos métodos y procedimientos de mejora en este campo.

Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo principal reducir los costos de mantenimiento e incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos que operan en una planta concentradora de minerales, implementando un plan piloto de mantenimiento preventivo. En la actualidad se emplea un mantenimiento netamente correctivo, sin indicadores para su evaluación.

En el capítulo 1 hablaremos sobre los antecedentes, orígenes y referencias del yacimiento, así como la concentración del mineral de cobre el cual se procesa tanto en la planta de óxidos como de sulfuros, obteniéndose estos como cemento de cobre y concentrado de cobre, respectivamente.

En el capítulo 2 hablaremos sobre las generalidades en el mantenimiento, recomendaciones o bases para un programa de mantenimiento preventivo,

la participación ideológica para lo cual deben estar involucrados todo el personal en general, así como la aplicación selectiva de la misma, la implantación progresiva del programa, la adecuación instrucción y capacitación del personal y otras recomendaciones.

En el capítulo 3 trataremos las generalidades del mantenimiento preventivo a aplicar, así como las condiciones para el desarrollo de la misma e identificaremos los equipos principales en la planta. Se realizarán las etapas del proceso como son evaluación de los equipos y determinación de máquinas críticas para las cuales se aplicara el programa, una vez realizado esto determinaremos y clasificaremos las actividades a ejecutar. En esta clasificación estarán contempladas todas las actividades de mantenimiento.

Se realizará la descripción de las actividades de mantenimiento preventivo mediante los formatos establecidos para luego implementar órdenes de mantenimiento, con la obtención de las órdenes de trabajo desarrollamos las órdenes de trabajos mensuales, coordinado con el programa de producción mensual. Nuestro programa anual lo obtenemos proyectando el mensual a un año, así mismo, las frecuencias para las actividades de mantenimiento se darán en los formatos sobre la base de la experiencia o información obtenida en la planta en estudio.

En el capítulo 4 hablaremos sobre la evaluación del sistema. Describiremos las partes, las mismas que nos darán los costos totales en la aplicación del

programa de mantenimiento preventivo plan piloto, para ser comparados con el mantenimiento correctivo actual. Así mismo se implementarán los indicadores de mantenimiento para evaluar cada cierto tiempo como estamos avanzando en nuestro programa.

# INTRODUCCIÓN

## 1.1. ANTECEDENTES.

La Planta de Procesamiento de Concentrado de Cobre, produce actualmente 2000 TPD, dicha planta cuenta actualmente con 54 máquinas, y está dividido en dos zonas, la zona de Chancado con 27 máquinas de las cuales las más críticas son la Chancadora Primaria que tiene una producción de 140 TM/hr y la Chancadora Secundaria que tiene una producción de 128 TM/hr, luego la zona de Molienda y Flotación, que cuenta con 27 máquinas, de los cuales lo más crítico son el Espesador y la Bomba del espesador que tiene una producción de 5 TM/hr.

El personal de mantenimiento esta dividido en dos áreas, el área de mecánica que cuenta con 10 técnicos de diversa especialidad y el área de electricidad que cuenta con 04 técnicos, estos son:

### A. MECÁNICOS

- 02 Maestros mecánicos
- 04 Mecánicos

- 02 Soldador
- 01 Tornero
- 01 Lubricador
- 03 Ayudantes

## **B. ELECTRICIDAD**

- 02 Electricistas
- 02 Ayudantes

En cuanto a las herramientas, se han proporcionado a los mecánicos un juego básico de llaves con sus respectivas maletas porta herramientas, y a los electricistas un juego de destornilladores y alicates eléctricos con su respectivo multitester y maleta porta herramientas.

## **1.2. ORIGEN Y REFERENCIAS GEOLÓGICAS DEL YACIMIENTO**

La mina se ubica en el distrito de Mala, provincia de Cañete, departamento de Lima, tal como figura en el Anexo 1.

El yacimiento esta constituido por derrames de rocas volcánica oscura, de grano fino, con intercalaciones de roca sedimentaria de grano grueso mayores a 2mm, los cuales han permitido dividirse en rocas

vistas como capas o estratos manteniendo una dirección Norte 25° Oeste aprox. y girando 35° - 40° Sur Oeste aproximadamente; habiendo sufrido intrusiones de roca formada por cristales de feldespato y cuarzo así como de rocas formadas de feldespato y anfibolita a manera de diques.

Las unidades descritas anteriormente han sufrido diferentes eventos tectónicos que han mineralizado y le han dado la forma actual al yacimiento; estos sucesos se describen a continuación.

Inicialmente toda esta zona pertenecía a un ambiente marino de aguas poco profundas sobre las cuales fueron depositadas secuencialmente las rocas Vulcano-sedimentarias(roca formada por enfriamiento y solidificación de Materia rocosa fundida conocida como Magma), provenientes tanto del continente (en la formación de rocas calcáreas) y de las emanaciones volcánicas cercanas.

Posteriormente se desarrolló un súbito levantamiento de toda la zona por acción tectónica, produciendo el plegamiento de las capas, así como el fallamiento de la zona, con un evento bien marcado como lo fue la formación de una gran depresión (fosa tectónica) limitada por dos grandes fallas.

El fallamiento de la zona dejó preparado los conductos por donde los fluidos hidrotermales, provenientes de las intrusiones ígneas

relacionadas a la masa de roca ígnea de la Costa, ascendieron a través de ellas, mineralizando la zona (básicamente chalcopirita) y siguiendo un orden marcado de cristalización de minerales a alta Temperatura sin la mediación de una fase fundida y posterior reemplazamiento o intercambio de Iones entre Minerales de rocas sólidas y de fases fluidas migratorias; así como disseminaciones y rellenos de porosidades en brechas volcánicas y, relleno de fracturas con mineral de buena ley (vetas).

### **1.2.1. CONCENTRACIÓN DE MINERALES**

En la compañía minera operan dos plantas de concentración de minerales, de acuerdo a la composición química del mineral, los cuales pueden ser minerales oxidados o sulfurados.

#### **A. PLANTA DE OXIDOS**

Los minerales oxidados provienen de la extracción del tajo abierto, con una ley de cabeza de aprox. 1.14%.

El mineral de cabeza pasa por una chancadora primaria de quijadas alcanzando fragmentos de 15 cm, posteriormente el chancado secundario lo efectúa un equipo de cono giratorio reduciendo el mineral a tamaños de aprox. 1/2", este material es transportado por medio de volquetes hacia un aglomerador el cual se encarga de mezclar uniformemente el material con

ácido sulfúrico diluido. Este material es apilado en cuatro canchas, donde por medio de mangueras distribuidas sobre la pila se rocía ácido sulfúrico 0.1M durante aproximadamente 25 días. Este proceso se denomina Lixiviación, en donde el ácido sulfúrico capta los iones de cobre produciéndose sulfato de cobre, llamándose a esta solución rica o preñada que es recogida por geomembranas ubicadas debajo de las pilas que no permiten que sigan percolando hacia el suelo.

La solución rica de sulfato de cobre ( $H_2SO_4$ ) y las impurezas captadas en la etapa de Lixiviación son llenadas en unos tanques donde existe un dispositivo especial llamado Cono tipo Kenneth, el cual permite el reemplazamiento iónico entre el cobre y el hierro proporcionado por la chatarra que se adiciona manualmente; esto permite la precipitación del cobre metálico con impurezas siguiendo la siguiente reacción: ;



Donde el  $Cu0$  es el cobre metálico mas impurezas también llamado "cemento de cobre" con una ley de 75%.

Por ultimo el cemento de cobre es arrojado sobre una cancha donde pueda secarse para luego ser comercializado.

## B. PLANTA DE SULFUROS

La planta de sulfuros procesa aprox. 2000 Tn/día con los siguientes parámetros de concentración:

- Ley de cabeza 1.6%
- Ley de concentrado 26% (100 Tn diarias)
- Ley de relave 1.5%
- Ratio de concentración 20
- Recuperación 86%

El proceso de concentración consta de cuatro etapas: Chancado, Molienda, Flotación y Filtración, que a continuación se describen de manera somera:

**CHANCADO:** El proceso de chancado lo ejecutan cuatro equipos giratorios y una chancadora de quijadas, en esta etapa se obtiene una reducción del tamaño del mineral hasta aprox: 9-11 mm, con lo cual esta listo para la etapa de molienda.

**MOLIENDA:** Está constituido por cuatro molinos de bolas y adicional para la remolienda en caso sea necesaria. El material producto del chancado es depositado en unas 4 tolvas de 1000 Tn de capacidad, las cuales cada una de ellas

alimenta a cada molino. En esta etapa la pulpa debe alcanzar una densidad de 1800 antes de entrar a la flotación.

**FLOTACIÓN:** Compuesta por tres celdas de flotación, en el cual las partículas finas de mineral separadas de material estéril en las dos etapas anteriores, son acondicionadas para que puedan ser flotadas (principio de la hidrofilia) por adhesión a las burbujas producidas en el fondo de la celda. La configuración y adición secuencial de los reactivos permitirán una mejor recuperación del mineral, es por ello que el metalurgista debe controlar siempre todos los parámetros químicos desde la ley de cabeza hasta la ley de relave para tener una eficiente concentración del mineral.

**FILTRADO:** Compuesto básicamente por un espesador y un filtro, tiene por finalidad extraer la mayor cantidad de agua luego de la etapa de flotación.

## **CAPÍTULO II**

### **EL MANTENIMIENTO**

#### **2.1. GENERALIDADES**

La función mantenimiento ha ido creciendo en importancia dentro del complejo empresario, y ha dejado de ser la cenicienta de la planta industrial. El continuo avance tecnológico ha tenido un efecto multiplicador en los problemas del mantenimiento. Ya no es suficiente el reducido grupo de operarios que, con más experiencia práctica y voluntad, que capacidad técnica, corrían todo el día para reparar lo que fallaba o se rompía. La situación se complica cada día más. Los equipamientos industriales actuales son el producto de nuevas tecnologías que introducen especialidades que superan las posibilidades de esos mantenedores tradicionales.

En todo cambio, y estamos en trance de transformaciones explosivas, deben existir metas bien concretas, planes y programas cuidadosamente elaborados y claramente formulados, metodología en el desarrollo, y severa evaluación de resultados. Los altos niveles de dirección y conducción, que antes sólo centraban su atención en la

empeorará la situación y los encarecerá. La experiencia nos permite afirmar que en todo intento frustrado debe investigarse la principal causa, en un exceso de optimismo que descuidó algunos aspectos fundamentales, sin los cuales las metas perseguidas no pueden alcanzarse. A continuación se presenta algunos aspectos que debemos tener presente al intentar el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo.

## **2.2. BASES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **2.2.1. PARTICIPACIÓN IDEOLÓGICA**

No debe olvidarse que el ser humano recela de todo lo que su mente asocia con el control y la predeterminación de sus actos, por voluntades ajenas a la suya.

Una clave importante para lograr el éxito, está básicamente dada en el logro de una absoluta e integral participación ideológica de todos los sectores y niveles comprometidos en el diseño y aplicación del sistema.

La mejor forma de asegurar el fracaso es armar el sistema con un reducido grupo de técnicos especialistas, imponerle al

producción, deben ahora preocuparse por las paradas que interrumpen los procesos productivos. Los costos de mantenimiento son ya señalados como un componente importante de los costos industriales.

En la última década, quienes deben enfrentar esta situación de creciente dificultad, han recibido información sobre la existencia de modernos sistemas de mantenimiento, entre los que se destaca el Mantenimiento Preventivo. Mucho se ha dicho sobre el sistema de inspecciones preventivas, cíclicamente aplicadas, presentándolo como una panacea, capaz de dar solución a todos los problemas. Con esta idea en su mente, quienes tienen la responsabilidad de tomar las decisiones finales, han resuelto desarrollar programas de aplicación de mantenimiento preventivo en sus empresas. Pero éste no realizará milagros por sí solo; es sin duda una adecuada herramienta para tecnificar con eficiencia la función mantenimiento. Seriamente encarado en su etapa preparatoria, cuidadosamente implantado y severamente controlado en su evolución, comporta una solución idónea para superar los problemas señalados.

Esta forma de mantenimiento resultará útil y beneficiosa si en su aplicación se cumplen los mínimos requisitos que el sistema exige. Por el contrario aplicado parcialmente o sin complementarlo con todas las medidas que su instalación requiere, resultará no solo inoperante, si no que en lugar de mejorar el mantenimiento y reducir sus costos

personal de mantenimiento su aplicación, y no consultarlo con el personal operativo de las áreas de producción. Seguro método para generar una completa y firme resistencia al cambio. Resultará muy dificultoso, por no decir imposible, imponer el sistema sin el consentimiento de quienes deben aplicarlo (el personal de mantenimiento) y de quienes deben recibirlo (el personal de producción).

Hay una etapa fundamental en que la participación de todos genera un sentimiento de identidad con el sistema. Antes de llegar a su aplicación, hay un importante periodo previo de estudio y diseño de la estructura operativa del mantenimiento preventivo, definición de las máquinas o equipos que deberán recibirlo, el periodo o frecuencia con que se cumplirá cada ruta y lo que debe hacerse en cada frecuencia. Todo ello debe resultar de una acción conjunta en la que participen activamente todos los niveles y sectores involucrados. Quienes deben aplicarlo y quienes deben recibirlo, al haber participado en su estructuración previa, lo hacen suyo. Se sienten copartícipes de las decisiones técnicas adoptadas.

### **2.2.2. APLICACIÓN SELECTIVA**

El peor error que podemos cometer, es aplicar mantenimiento preventivo en forma indiscriminada a todas las máquinas,

equipos e instalaciones. Y dentro de estos a todos los sistemas, conjuntos y partes que los componen.

Sólo un profundo estudio caso por caso, basado en pautas técnicas y económicas, permitirá tomar la decisión. Extender el mantenimiento preventivo a todo, implica elevar innecesariamente sus costos y desacreditar el sistema. No se justifica aplicar mantenimiento preventivo, por ejemplo, cuando la falla de un elemento no implica riesgo en la continuidad de la producción, o cuando los problemas emergentes son fáciles y rápidamente solucionables, o cuando los costos del mantenimiento preventivo son mayores que el reducido costo de reparación. Esto es un error de concepto en el que suele caerse muy frecuentemente al usar las técnicas de Mantenimiento Preventivo. Solamente deben incluirse en el esquema, aquellas máquinas, equipos e instalaciones para los que resulte técnica y económicamente justificado aplicar las verificaciones y los trabajos preventivos. Esta es una premisa muy importante: su aplicación selectiva es la base del éxito del mantenimiento preventivo. Por ello en el presente trabajo se da un Plan Piloto.

### **2.2.3. ACTIVIDADES DE LAS PLANILLAS DE INSPECCIÓN**

La estructura operativa de un sistema de mantenimiento preventivo se basa en un documento técnico denominado ruta, o

planilla de inspección, que define la frecuencia de cada elemento. A los fines de esta exposición supondremos que ya se ha transitado correctamente por todas las etapas de preparación previa y que el sistema está listo para su puesta en marcha; o sea que:

Se han definido las máquinas, equipos e instalaciones a los que se aplicará,

- Para cada máquina, equipo e instalación se ha resuelto la frecuencia con que se van a ejecutar las verificaciones y los trabajos preventivos;
- Para cada frecuencia se han elaborado las rutas o planillas de inspección señalando las tareas a realizar en cada oportunidad.
- No debe lanzarse un programa de mantenimiento preventivo sin el apoyo de un eficiente sistema de información de control que permita seguir el comportamiento de cada elemento a partir del momento en que se lo verifica preventivamente.

La experiencia indica que, por más perfectas que hayan resultado las decisiones sobre frecuencias y sobre elementos a verificar, a medida que se vayan cumpliendo las inspecciones cíclicas irán surgiendo evidencias técnicas que aconsejan corregir dichas frecuencias o las listas de elementos.

Si no se cuenta con un sistema de información que permita ir efectuando progresivamente estas actualizaciones, el mantenimiento preventivo puede resultar negativo, ya sea por exceso o por insuficiencia de tareas preventivas. En ambos casos los resultados concretos no serán coincidentes con las expectativas creadas, y el fracaso será atribuido al sistema, cuando en realidad el problema es su parcial o deficiente aplicación.

Suponiendo que hemos resuelto efectuarle, a una determinada máquina, verificaciones y trabajos preventivos con una frecuencia cíclica cada 100 horas de funcionamiento, pueden suceder:

- a) Que al cabo de un periodo suficientemente significativo la información recopilada indique que un elevado porcentaje de las inspecciones han resultado sin novedad, y que no se han producido fallas ni averías entre verificaciones. Este es un indicio técnico que debe llevar a una revisión de la frecuencia adoptada y de los puntos a verificar en cada oportunidad. Es muy probable que estemos gastando más de lo que la máquina requiere. Puede resultar aconsejable limitar la frecuencia a 150 ó 200 horas de funcionamiento, o reducir la

calidad de tareas preventivas decididas al poner en marcha el sistema.

**b)** Que los resultados prácticos nos indiquen que las fallas y averías no han disminuido y que a los costos del mantenimiento correctivo le hemos sumado los del mantenimiento preventivo sin mejorar sensiblemente la situación. Con seguridad la frecuencia adoptada y los elementos que hemos decidido verificar son insuficientes. Debemos estudiar la situación y replantear las bases con que hemos partido: agregar frecuencias intermedias, ampliar los elementos a verificar, complementar los ciclos con otros trabajos preventivos, etc.

Este ejemplo permite apreciar la importancia vital que tiene un buen circuito de información de control adecuadamente usado. Porque esto último también es frecuente motivo de desalentador fracaso; no es suficiente generar información, sino que también hay que usarla. De nada vale acumular datos que nadie analiza. Si no se complementa el mantenimiento preventivo con información de control seria, verazmente analizada y utilizada prácticamente como instrumento de perfeccionamiento constante del sistema, es preferible no intentar su aplicación.

Aún a costa de ser insistentes, debemos recalcar que no debe permitirse, por ninguna razón, que se abandonen o pospongan las actualizaciones periódicas de las rutas o planillas de inspección. Por más exitosa que resulte su implantación, se requieren revisiones periódicas. Si se omiten o posponen pueden presentarse inesperadamente situaciones que modifiquen el panorama, tornando inútiles o poco beneficiosas las verificaciones tal como se aplican. No debe admitirse, que los usuales argumentos de que no se dispone de tiempo, o no se cuenta con personal, permitan posponer indefinidamente estas actualizaciones.

#### **2.2.4. HONESTO MANEJO DEL SISTEMA**

La honestidad con que actúan quienes están involucrados en una actividad, es sin duda, un factor decisivo del éxito. Esto puede parecer obvio, pero es fundamental en el mantenimiento preventivo.

Si una acción preventiva programada no pudo ser cumplida, parcial o totalmente, debe registrarse como no ejecutada. Registrar o informar como cumplido un trabajo que no fue realizado perjudica más al sistema que al hecho en sí de no ejecutarlo. Cualquiera sea la causa ( falta de mano de obra, falta de la herramienta necesaria, no contar con operarios calificados,

etc. ) jamás debe registrarse como cumplida una verificación que no se hizo.

Evidentemente este aspecto escapa a lo específicamente técnico para entrar más bien en lo humano, pero debemos recalcarlo por su importancia. Las jefaturas y los niveles de supervisión, bajo cuya responsabilidad se encuentre el mantenimiento preventivo deben ser muy rigurosos en este aspecto.

Es recomendable ejercer controles "in situ", que permitan descubrir este tipo de problemas. Pero fundamentalmente es preferible eliminar la posibilidad de una deshonestidad mediante un adoctrinamiento del personal en tal sentido.

#### **2.2.5. PAUTAS MÍNIMAS PREVIAS**

La base conceptual de los sistemas, es detectar indicios de anomalía que nos permita anticiparnos a una falla o avería de mayor gravedad que nos obligue a parar la máquina para su reparación. Si al efectuar una verificación preventiva descubrimos un indicio de anomalía y no lo reparamos de inmediato, o en la primera oportunidad posible, el tiempo que gastamos en aquélla, no sirve para nada.

Con alguna frecuencia ya sea por un falso sentido de economía o por las presiones de la producción, el equipamiento fabril llega a un estado general de deterioro que lo ubica debajo del nivel mínimo de conservación aceptable. Si en este momento decidiésemos aplicar mantenimiento preventivo, generaríamos de inmediato un pico de demanda de mano de obra, materiales y repuestos, que nos desbordará. Seguramente no podremos enfrentar este pico de demanda.

Esto creará el equivocado concepto de que el mantenimiento preventivo genera más trabajo de mantenimiento, del que evita. Y así sucede en la práctica, cuando lanzamos el respectivo programa en un área donde el estado de mantenimiento está muy por debajo de los niveles mínimos aceptables.

Para solucionar este problema puede recomendarse:

- a)** Como regla empírica, si un área consume más del 75% de las horas hombre de mantenimiento disponibles, en reparaciones de emergencias, con seguridad deben esperarse considerables dificultades en la instalación del mantenimiento preventivo. Aún suponiendo que, en un principio, el programa sólo demande un máximo del 20 al 25 % de las horas hombre

disponible, las tareas de reparación que se han de generar superarán en exceso la mano de obra con que contamos;

- b) Si ésta es la situación, no debemos poner en marcha el sistema sin un previo programa de reparaciones, tendiente a alcanzar un nivel mínimo de normalidad en el equipamiento fabril. Por esto es muy aconsejable disponer la puesta en marcha del mantenimiento preventivo a continuación de una reparación anual, o de la comúnmente denominada reparación en cierre de fábrica.

#### **2.2.6. REALIZACIÓN INMEDIATA DE LAS REPARACIONES**

##### **NECESARIAS**

Este aspecto está íntimamente ligado con lo tratado en el punto anterior, y es también de vital importancia. Si no podemos atender a la demanda de reparaciones que genera el mantenimiento preventivo, no hagamos mantenimiento preventivo. Si no se ejecutan las reparaciones cuya necesidad es revelada por la inspección preventiva, el tiempo y la mano de obra gastados en efectuarla son inútiles. Solamente nos permite saber que estamos mal, pero no solucionamos el problema. Al cumplir una inspección preventiva se detectarán:

- a) Pequeñas reparaciones, ajustes o calibraciones susceptibles de ser encaradas de inmediato por el mismo personal que las está ejecutando. Es necesario instruir al personal para que en estos casos no se limite a informar la novedad, si no que haga el trabajo que permita solucionar el problema descubierto, toda vez que ello sea posible. No debe admitirse que se transformen en meros inspectores derivando en todos los casos el problema a una posterior acción de reparación. Si se puede solucionar mientras se cumple la rutina preventiva, debe hacerse. En el peor de los casos, frente a la duda, el personal debe consultar con su nivel de supervisión para que éste decida si se hace el trabajo o se derive en ejecución.
- b) Reparaciones, ajustes o calibraciones que, sin ser de gran magnitud, resultan difíciles de encarar en el momento en que se está ejecutando la inspección preventiva. Estos casos se convierten en una tarea pendiente que el nivel de supervisión deberá resolver en cuanto a oportunidad y forma. Se generan así trabajos de mantenimiento, cuya ejecución debe ser tramitada por la vía normal, vigente en cada organización.
- c) Reparaciones mayores, que por su envergadura deben ser particularmente analizadas, para resolver cuándo y cómo se encararán, y en especial decidir si la falta o avería detectada

puede o no esperar una reparación anual o una detención de fábrica.

Las inspecciones preventivas dan lugar a situaciones de alerta o emergencia. Se detecta un indicio que presupone el peligro de un inminente paro por falla o avería. Estos son los casos que hacen más útil el sistema, siempre y cuando las acciones correctivas no se demoren o pospongan.

Si nos limitamos a aplicar el mantenimiento preventivo para detectar las fallas y no tomamos acciones para su corrección, el sistema se convierte en un círculo vicioso que no produce los resultados esperados. Pero no habrá de hacerse recaer sobre el sistema de responsabilidad por no haber conseguido los logros que nos propusimos. Nada tiene que ver en esto el sistema, es una falla en su aplicación.

### **2.2.7. INSPECCIONES Y TRABAJOS DE MANTENIMIENTO**

Es inútil aclarar un concepto que usualmente es mal interpretado. La idea errónea, generalmente aceptada, asocia el mantenimiento preventivo, exclusivamente, con inspecciones: verificar el estado del equipamiento, su condición de funcionamiento. Pero el mantenimiento preventivo no es sólo verificar algo, sino también complementar algunos trabajos de

mantenimiento: ejecutar tareas, con una determinada frecuencia cíclica, tendientes a asegurar la conservación del bien y su óptimo funcionamiento.

### **2.2.8. IMPLANTACIÓN PROGRESIVA**

Desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo requiere tiempo. Es absolutamente imposible pasar de una estructura clásica y tradicional de mantenimiento, a un sistema integral preventivo de la noche a la mañana. Se requiere esfuerzo, y preocupación sistemática y constante, durante un largo período que, dependiendo de la magnitud de la empresa, nunca será menor de dos o tres años.

Si se trata de actuar con rapidez excesiva, abarcando todo de una vez, con seguridad la avalancha de problemas saturará la capacidad de resolverlos, y se abandonará el intento a la mitad del camino.

No debe abrirse más de un frente de lucha a la vez; se elegirá un área piloto y se centrará en ella la primera aplicación de mantenimiento preventivo, para actuar luego progresivamente, capitalizando la experiencia que se va recogiendo. Preparar la documentación técnica, diseñar los sistemas de apoyo y poner todo en marcha, demanda un esfuerzo de tal magnitud que sólo

podrá ser afrontado centrando el problema en una sola área por vez.

Además, no puede esperarse que un sistema funcionará de primera intención sin problemas. Hará falta pulir procedimientos, ajustar detalles, corregir errores, modificar, adecuar la decisión teórica a la operación práctica.

Todo esto requiere la actividad en un área, que predominaremos piloto, y con toda la experiencia práctica recogida extenderla paulatina y progresivamente a otras áreas.

### **2.2.9. ADECUADA INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL**

Pasar del mantenimiento tradicional al mantenimiento preventivo implica un cambio de mentalidad. Significa modificar una estructura clásica usada durante muchos años, por otra que, además de ser una técnica más moderna, es nueva y diferente.

Esta situación de cambio, requiere una adecuación a las nuevas modalidades. La puesta en marcha del sistema debe ser apoyada con breves seminarios y cursillos, donde se expliquen conceptualmente los fundamentos teóricos del mantenimiento

preventivo y se desarrolle en detalle las normas y procedimientos de su aplicación.

Antes de su puesta en marcha, debe someterse a los operarios y supervisores involucrados, a un período de entrenamiento, que los prepare prácticamente para el uso de la nueva técnica.

#### **2.2.10. LOS PLANES NO SON INFLEXIBLES**

No debemos aferrarnos a los planes y programas originalmente trazados para desarrollar e implantar el sistema. Sin ninguna duda, luego de fijadas las metas propuestas, a medida que transitamos por las etapas que hayamos fijado, es muy posible que los acontecimientos nos impongan la corrección de nuestros planes originales.

No tomemos como un fracaso, las situaciones reales que nos impongan cambios y ajustes, para hacer más eficaz la implantación del sistema. Esto no es un defecto, ni debe comportar una actitud negativa. No nos avergoncemos porque la realidad nos obliga a modificar el primer plan en función de los acontecimientos y situaciones que se vayan presentando. No es un problema de orgullo personal, sino de honesto enfoque de la realidad.

### **2.2.11. HISTORIALES TÉCNICOS**

Para poder efectuar las revisiones periódicas aconsejadas, y como vital instrumento para el análisis de fallas, los historiales técnicos cumplen un papel indispensable del sistema.

Pero no basta de tener historiales; hay que alimentarlos permanentemente con datos actualizados, y además usarlos. Hay una tendencia generalizada a armar muy bien ese sistema de fichas y luego abandonarlo paulatinamente.

También es muy usual montar trabajosamente todo este sistema de información técnica y luego no consultarla jamás. Por ello es preciso asegurarse de que esto funcione bien y actualizadamente, y que el personal afectado se acostumbre ha usar los valiosos datos técnicos de que dispone. Si se permite que el sistema se abandone, se perderá una herramienta muy idónea para perfeccionar el mantenimiento.

### **2.2.12. LA IMPACIENCIA PUEDE DESTRUIR EL SISTEMA**

La impaciencia de los niveles de dirección y jefatura pueden destruir los mejores propósitos. Implantado el sistema, no debe ser motivo de descontento y desaliento, que al cabo de pocos

meses las fallas y averías de los equipos no hayan disminuido en la medida esperada.

Es aconsejable que no se pierda la fe en el programa, ni que se preste oídos a los detractores de siempre, que pretendan volver a lo de antes.

Aceptar mejoras parciales cada año, hasta que el conjunto de esos logros parciales culmine en un significativo mejoramiento del mantenimiento global de la planta, es actuar con un claro sentido del problema.

Implantar el mantenimiento preventivo exige un cambio de mentalidad, una férrea voluntad de hacerlo, y un sólido convencimiento de la bondad del sistema. No todas las empresas están preparadas para el cambio. Si un análisis muy objetivo del problema nos lleva a la íntima convicción que aún no es el momento oportuno, es preferible posponer la decisión.

Pero si resolvemos hacerlo, debemos tener en cuenta las premisas básicas que hemos pretendido plasmar en el presente trabajo. Respetándola, seguramente tendremos el éxito que nos propusimos obtener.

## **CAPÍTULO 3**

### **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **3.1. GENERALIDADES**

El mantenimiento planificado se basa en dos pilares: por una parte en el mantenimiento autónomo del departamento de producción y por otra en el especializado del departamento de mantenimiento. En un programa de mantenimiento planificado, el personal de mantenimiento realiza dos tipos de actividades:

- Actividades que mejoran el equipo, y
- Actividades que mejoran la tecnología y capacidad de mantenimiento

Existen una serie de tipos de mantenimiento utilizados actualmente. Un programa de mantenimiento planificado eficiente, combina tan racionalmente como sea posible, el mantenimiento basado en tiempo (TBM), como el basado en condiciones (CBM), y el mantenimiento de averías (BM)

Veamos algunas definiciones.

### **A. MANTENIMIENTO BASADO EN TIEMPO (TBM)**

El mantenimiento basado en el tiempo consiste en inspecciones, servir, limpiar el equipo y reemplazar piezas periódicamente para evitar averías súbitas y problemas de proceso. Es un concepto que debe formar parte tanto del mantenimiento autónomo como del especializado.

### **B. MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM)**

El mantenimiento basado en condiciones utiliza los equipos de diagnóstico para supervisar y diagnosticar las condiciones de las máquinas móviles, de forma continua o intermitente durante la operación y en inspección durante la marcha (verificando la condición del equipo estático y comprobando las señales de cambio con técnicas de inspección no destructivas). Como implica su nombre, el mantenimiento basado en condiciones se pone en marcha en función de las condiciones reales del equipo en vez de por el transcurso de un determinado lapso de tiempo.

### **C. MANTENIMIENTO DE AVERÍAS (BM),**

Al contrario que en los dos sistemas precedentes, con este sistema se espera a que el equipo falle para repararlo, se utiliza el concepto de mantenimiento de averías cuando el fallo no afecta significativamente a las operaciones o a la producción o no genera otras pérdidas aparte de los costes de reparación.

## **D. MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PM)**

El mantenimiento preventivo combina los métodos TBM (base en tiempo) y CBM (base en condiciones) para mantener en funcionamiento el equipo, controlando componentes, ensambles, subensambles, accesorios, fijaciones, etc. Se ocupa también de mantener el rendimiento de los materiales estructurales y de prevenir la corrosión, fatiga, y otras formas de deterioro.

## **E. MANTENIMIENTO CORRECTIVO (CM)**

El mantenimiento correctivo mejora el equipo y sus componentes de modo que pueda realizarse fiablemente el mantenimiento preventivo. Si el equipo tiene debilidades de diseño debe rediseñarse.

## **3.2. CONDICIONES**

### **3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN PLANTA**

Los equipos en planta se clasifican en:

#### **A. LAY OUT DE LA PLANTA**

Estos equipos son todos aquellos que estén dispuestos en la planta Minera tal como que se muestran en el Plano del Anexo 2.

## B. EQUIPOS AUXILIARES

Hemos identificado a los equipos auxiliares de acuerdo a la sección a la que pertenecen:

### a) Sección de Chancado

- Cargador Frontal
- Volquete de 15 m<sup>3</sup>
- Volquete Lagarto de 25 m<sup>3</sup>

### b) Sección de Molienda

- Balanzas Electrónicas
- Molino de Bolas Kurimoto de 5'x 5' (para la CAL)

## 3.2.2. CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN PLANTA

Para la codificación de los equipos hemos considerado la siguiente estructura:

AB – CCC DD – EE

**Donde:**

- A : Nombre de la Sección Laboral.
- B : Selección entre Planta ó Mina.
- CCC : Nombre del Equipo
- EE : Número del equipo
- DD : Etapa Primaria, Secundaria, Terciaria, Cuaternaria (01, 02, 03,04)

## LEYENDA

### 1. NOMBRE DE LA SECCIÓN

C : Sección de chancado

M : Sección de molienda y flotación

### 2. ÁREA DE LA EMPRESA

P : Planta

M : Mina

### 3. NOMBRE DEL EQUIPO

CHA01 : Chancadora de martillo

CHA02 : Chancadora de quijada

CHA03 : Chancadora cónica

FAJ01 : Faja de 24"

FAJ02 : Faja de 30"

FAJ03 : Faja de 48"

TOL01 : Tolva de concreto

TOL02 : Tolva de acero

MOL01 : Molino de bolas

BOM01 : Bomba horizontal

BOM02 : Bomba vertical

BOM03 : Bomba de vacío

CIC01 : Ciclón D10

CIC02 : Cición D15

CIC03	: Ciclón D20
CEL01	: Celda SK-80
CEL02	: Celda de 300 pie <sup>3</sup>
CEL03	: Celda Denver Sub A-21
ESP01	: Espesado
FIL01	: Filtro de tambora
TAN01	: Tanque de concreto
TAN02	: Tanque metálico

La codificación final de los equipos en planta se encuentran en el Anexo 3.

### **3.2.3. COSTO DE HORA PERDIDA EN PRODUCCIÓN**

En esta sección daremos a conocer el costo que implica la parada de cada equipo dentro de Planta, según la zona a la cual pertenece.

#### **A. CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR MÁQUINAS CRÍTICAS**

##### **a) ZONA DE CHANCADO:**

1. Chancadora primaria : 60 hr/mes
2. Chancadora cuaternaria : 120 hr/mes

**b) ZONA DE FLOTACION:**

1. Espesador	: 30 hr/mes
2. Bomba del Espesador	: 15 hr/mes

**B. COSTO DE HORA PERDIDA DE CADA MÁQUINA**

1. MOLINO N°1	:	\$ 560.00
2. MOLINO N°2	:	\$ 280.00
3. MOLINO N°3	:	\$ 385.00
4. MOLINO N°4	:	\$ 577.00
5. CHANCADORA PRIMARIA	:	\$ 2940.00
6. CHANCADORA SECUND	:	\$ 2688.00
7. CHANCADORA CUATERN	:	\$ 2310.00
8. FAJA N°8	:	\$ 2194.00
9. ESPESADOR	:	\$ 1666.00
10. PARADA DE PLANTA	:	\$ 1666.00

**3.2.4. MANTENIMIENTO ACTUAL**

En la actualidad el tipo de mantenimiento que se viene aplicando en la unidad minera en estudio, es netamente correctivo. A su vez estos costos de mantenimiento correctivo se muestran en el Anexo 4.

### 3.3. ETAPAS DEL PROCESO

#### 3.3.1. EVALUACIÓN DE EQUIPOS

En esta primera etapa desarrollaremos un perfil técnico de los equipos los cuales incluiremos en el programa de mantenimiento, ello consistirá principalmente en la fecha de instalación del equipo, frecuencia de inspección, horas de trabajo del equipo entre otros, los cuales están descritos en el Anexo 5.

Para esta selección nos basamos en la tabla N°1 la cual nos da a entender los pesos referidos a la producción del equipo.

ITEM	EQUIPO	PESOS									
		Perdica por parada de Producción	Costo de Mantenim. Actual	Nivel de Depreciación	Tiempo de Mantenim Correctivo	Nivel de riesgo de operación	Horas de trabajo x día	Por Stock de Repuestos	Por Antigüedad de la Máquina	Por ser Máquina Indispensable	Resumen
1	Chancadora Primaria Allis Chalmers 30"	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	40.0
2	Éspesador de 30'x10'	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0	5.0	3.0	5.0	5.0	31.0
3	Molino Allis Chalmers de 9'x12'	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	3.0	2.0	3.0	32.0
4	Molino de Bolas Comesa de 8'x10'	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	5.0	3.0	25.0
5	Chancadora Cuaternaria Giradisc	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	3.0	5.0	37.0
6	Ciclones krebbs D15B	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	5.0	2.0	4.0	4.0	21.0

Tabla N° 1 Selección de Equipos para el Mantenimiento Preventivo

#### 3.3.2. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES A EJECUTAR

Las actividades a ejecutarse en el Mantenimiento estarán dadas, según el tiempo que se requiera para que este sea programado

para su ejecución, es decir, dependerán del tiempo que tardaría y su influencia en la operación de la Planta, existen tres tipos de actividades identificadas dentro del mantenimiento preventivo y ellas son:

- AO      Actividad en Operación
- AP      Actividad en Parada
- AR      Actividad de Renovación

Los tiempos estimados para las diferentes actividades de mantenimiento se describen en el Anexo 6, para los tres equipos considerados.

### **3.3.3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO**

#### **PREVENTIVO**

En las diferentes actividades del mantenimiento preventivo se deben tener en cuenta los repuestos a utilizarse, y el tipo de personal requerido con sus respectivos costos, además del tiempo de ejecución. Estos mismos fueron obtenidos en gran parte por datos de los Mecánicos mismos así como de movimientos de almacén.

Las descripciones obtenidas se encuentran en el Anexo 7.

ACTIVIDAD PREVENTIVA	TIPO	TIEMPO DE EJECUCIÓN – OPERACIÓN DE LA MÁQUINA
OPERACIÓN	AO	Actividad que no requiere parar la Máquina para realizar el Mantenimiento, esta se ejecutará en no más en 30 minutos
PARADA	AP	Actividad que requiere parar la Máquina para realizar el Mantenimiento, esta se ejecutará a lo más en 60 minutos
RENOVACIÓN	AR	Actividad que para su ejecución se deberá parar la Máquina para realizar el Mantenimiento, esta se ejecutará en mas de 60 minutos

**TABLA 2** Determinación de las Actividades Preventivas a Efectuarse

### 3.3.4. IMPLEMENTACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Los objetivo de las OT principalmente son los siguientes:

- Proporcionar información técnica.
- Control y distribución de Costos.
- Control de Planificación y Programación.
- Control de la Ejecución.
- Transporte de la Información y
- Post - Evaluación.

En el Anexo 8 incluimos el formato de OT para nuestro trabajo, las cuales incluyen el personal requerido, los materiales a emplearse y los costos que implican.

### **3.3.5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL Y COORDINACIÓN CON PRODUCCIÓN**

Una vez proyectadas nuestras ordenes de trabajo, planificamos nuestro programa de mantenimiento preventivo mensual, que se muestran en el Anexo 9A. Para optimizar los tiempos de paradas en las máquinas para intervención preventiva, coordinamos con el área de producción sobre su programa para el mes correspondiente. En base a esta tomamos la mayor cantidad de horas de parada de máquina programadas por producción (Anexo 9B) en el cual aprovecharemos estas horas para que mantenimiento realice sus actividades. Estas actividades de mantenimiento preventivo las damos en el Anexo 9C, en coordinación con el área de producción.

### **3.3.6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL**

Luego de obtener nuestro programa de mantenimiento mensual podemos proyectarnos para todo el año, para lo cual en el Anexo 10-A se presenta el programa de producción anual y el Anexo 10-B el porcentaje de tiempos disponibles mensual para intervenir como mantenimiento preventivo (emplearemos esos tiempos al máximo).

Presentamos nuestro programa de mantenimiento anual en el Anexo 10-C, sobre la base de los Anexos 10-A y 10-B.

La obtención del programa de mantenimiento - Plan piloto de mantenimiento preventivo, se realizará para las tres máquinas críticas obtenidas, y este programa estará en evaluación el tiempo de ejecución del mismo.

## **CAPÍTULO 4**

### **EVALUACIÓN DEL SISTEMA**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES**

Con el plan piloto de mantenimiento, obtenemos la frecuencia de intervenciones para cada actividad en su respectiva máquina, así como la mano de obra, materiales, equipos, herramientas, servicios y horas de parada de producción, todos los cuales se muestran en las tablas 11a, 11b y 11c, mostradas en el Anexo 11.

Estos nos van a dar nuestros costos totales en la aplicación del programa de mantenimiento preventivo plan piloto, para ser comparados con el mantenimiento correctivo actual, ello se da en la tabla 11d (Anexo 11).

Así mismo en las figuras 1, 2 y 3 (correspondientes a tablas 11a, 11b y 11c del anexo 11) se muestran las curvas de los costos de mantenimiento preventivo.

## 4.2. INDICADORES DEL MANTENIMIENTO

Los indicadores de mantenimiento los cuales vamos emplear serán los siguientes:

### 4.2.1. CONFIABILIDAD OPERACIONAL

HO Horas de Operación de Productividad

HC Horas de parada por intervenciones correctivas

HP Horas de intervenciones preventivas y/o Predictivas

#### A. ÍNDICE DE INTERFERENCIA CORRECTIVA (IMC)

$$\text{IMC} = (\text{HC}/(\text{HC}+\text{HP}+\text{HO}))\times 100\%$$

#### B. ÍNDICE DE INTERFERENCIA PREVENTIVA (IMP)

$$\text{IMP} = (\text{HP}/(\text{HC}+\text{HP}+\text{HO}))\times 100\%$$

#### C. ÍNDICE DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL (ICO)

$$\text{ICO} = (\text{HO}/(\text{HC}+\text{HP}+\text{HO}))\times 100\%$$

### 4.2.2. COSTO MANTENIMIENTO

CM Costo de mantenimiento en el Periodo de Análisis

**CR** Costo de reposición del equipamiento, de sistema de instalación a la planta que se esta analizando.

### **ÍNDICE DE COSTO DE MANTENIMIENTO (ICM)**

$$\text{ICM} = (\text{CM}/\text{CR}) \times 100\%$$

### **4.2.3. CAPACIDAD PRODUCTIVA**

**CPR** Capacidad productiva efectuada en el periodo de análisis

**CPN** Capacidad productiva nominal en el periodo de análisis

### **ÍNDICE DE CAPACIDAD PRODUCTIVA (ICP)**

$$\text{ICP} = (\text{CPR}/\text{CPN}) \times 100\%$$

### **4.2.4. COSTO DE UNA HORA DE MANTENIMIENTO**

**CHMN** Costo de una hora de mantenimiento

**CTMN** Costo total de mantenimiento

**HHOS** Hora hombre gastadas en ordenes de servicio

$$\text{CHMN} = \text{CTMN}/\text{HHOS}$$

### **4.2.5. COMPONENTE DEL COSTO DE MANTENIMIENTO**

**CCMN** Componente del costo de mantenimiento

**CTMN** Costo total de mantenimiento

**CTPR** Costo total de Producción

$$CCMN = CTMN/CTPR$$

Existen otros indicadores que se deben utilizar en la aplicación del mantenimiento y que son de importancia para la empresa, tales como:

#### A. COSTO DE MANTENIMIENTO POR FACTURACIÓN

$$CMFT = \frac{CTMN}{FTEP}$$

**CTMN** = Costo total de mantenimiento.

**FTEP** = Facturación de la empresa en el periodo considerado.

#### B. COSTO DE MANO DE OBRA EXTERNA

$$CMOE = \frac{CMOC}{CMOC+CMOP}$$

**CMOC** = Costo total de MANO de obra externa (de otras empresas o de otras áreas de la misma empresa.)

**CMOP** = Costo total de mano de obra propia

#### C. EXTENSIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

$$EXCM = \frac{CDRC}{CDMN}$$

**CDRC** = Costo directos de reparaciones correctivas.

**CDMN** = Costos directos de mantenimiento

Los costos directos comprenden:

- Mano de obra (excluidos encargos)
- Material (excluidos almacenamiento, administración y depreciación)
- Pagos a terceros (excepto los gastos internos para contabilizar estos desembolsos)

#### D. SEVERIDAD DE LAS REPARACIONES CORRECTIVAS

$$SVRC = \frac{CTRC}{NTIM}$$

**CTRC** = Costo total de reparaciones correctivas (directos e indirectos).

**NTIM** = Número total de interrupciones causadas por fallas.

#### E. COSTO DE MANTENIMIENTO POR INVERSIÓN

$$CMIV = \frac{CTMN}{IVTI}$$

**CTMN** = Costo total de mantenimiento.

**IVTI** = Inversión total efectuada en la instalación.

## F. COSTO DE MANTENIMIENTO EN RELACIÓN A LA PRODUCCIÓN

$$\text{CMRP} = \frac{\text{CTMN}}{\text{PRTP}}$$

**PRTP** = Producción total en el periodo considerado.

En el denominador se considerará las unidades de producción más adecuadas. (TM, KW, Km, etc.)

## G. COSTO DE ENTRENAMIENTO

$$\text{CTET} = \frac{\text{CEPM}}{\text{CTMN}}$$

**CEPM** = Costo total de entrenamiento del personal de mantenimiento

## H. COSTO PER CAPITA DE ENTRENAMIENTO

$$\text{CPCE} = \frac{\text{CEPM}}{\text{NTMT}}$$

**NTMT** = Número de personas entrenadas.

## I. INMOVILIZACIÓN DE REPUESTOS

$$\text{IMRP} = \frac{\text{CIRP}}{\text{CIEQ}}$$

**CIRP**= Capital inmovilizado en repuestos.

**CIEQ**= Capital invertido en equipos.

## J. REPUESTOS POR COSTOS DE MANTENIMIENTO

$$\text{RPCM} = \frac{\text{CIRP}}{\text{CTMN}}$$

A continuación mostramos el cuadro con los principales índices de mantenimiento empleados en el presente informe, tal como se detalla en la tabla N° 3.

		Índice de Interferencia Correctiva - IMC	Índice de Interferencia Preventiva / Predictiva -IMP	Índice de Confiabilidad Operacional -ICO
Horas de Operación Productiva (HO)	7856.67	7.06	4.89	88.05
Horas de parada por intervenciones correctivas (HC)	630.00			
Horas de intervenciones Preventivas y/o Predictivas (HP)	436.00			

		Índice de Costo de Mantenimiento -ICM	
Costo de Mantenimiento en el Periodo de Análisis (CM)	1,981,968.92	178.56	
Costo de reposición del equipamiento, de sistemas de Instalación o la Planta que se está analizando (CR)	1,110,000.00		

		Índice de capacidad Productiva - ICP	
Capacidad productiva efectuada en el periodo de análisis (CPR)	22200.00	92.50	
Capacidad productiva nominal en el periodo de análisis (CPN)	24000.00		

**Tabla N°3.** Índices de Mantenimiento

## CONCLUSIONES

1. Mediante los cálculos efectuados podemos apreciar que los costos anuales aplicando un sistema de mantenimiento preventivo se reducen en forma significativa en comparación con el mantenimiento correctivo, hablando de valores estos se reducen para el caso de la chancadora primaria de US\$ 1'866,218.63 a US\$ 1'752,108.37 Para el caso del Molino de bolas se reducen los costos de mantenimiento de US\$ 94,911.10 a US\$ 89,583.80 Para el caso de la chancadora cuaternaria, la reducción de costos de mantenimiento es de US\$ 785,840.63 a US\$ 140,276.75.
2. Esta reducción de costos se logra básicamente por la coordinación de los trabajos a efectuarse con el departamento de producción, ya que programamos los trabajos de mantenimiento en sus horas de parada. Asimismo, con las coordinaciones con el departamento de logística, proveedores, un adecuado apoyo logístico, entre otros.
3. Los cálculos están realizados para las tres máquinas seleccionadas en el plan piloto, y las actividades que se detallan son las más relevantes en los

trabajos de mantenimiento, pero ello refleja alrededor del 90 % de los costos reales por la aplicación de este mantenimiento correctivo.

4. De acuerdo a lo descrito, podemos aplicar este programa de mantenimiento en forma progresiva a las otras máquinas de mayor criticidad respectivamente.
5. En las gráficas que se presentan tanto en el mantenimiento correctivo como en el preventivo sólo nos dan la tendencia, si fueran aplicadas puramente cada una de ellas respectivamente, es decir para un mejor análisis se deberá considerar en forma simultánea la aplicación progresiva del mantenimiento preventivo en comparación con la disminución de la aplicación del mantenimiento correctivo.
6. En las gráficas de mantenimiento preventivo se pueden apreciar periodos en los cuales la inversión será relativamente alta, esto es debido a que en ese mes se realizara recambios o reparaciones considerables para la máquina, las cuales según la frecuencia dada, serán realizadas una o menos veces al año.

## BIBLIOGRAFÍA

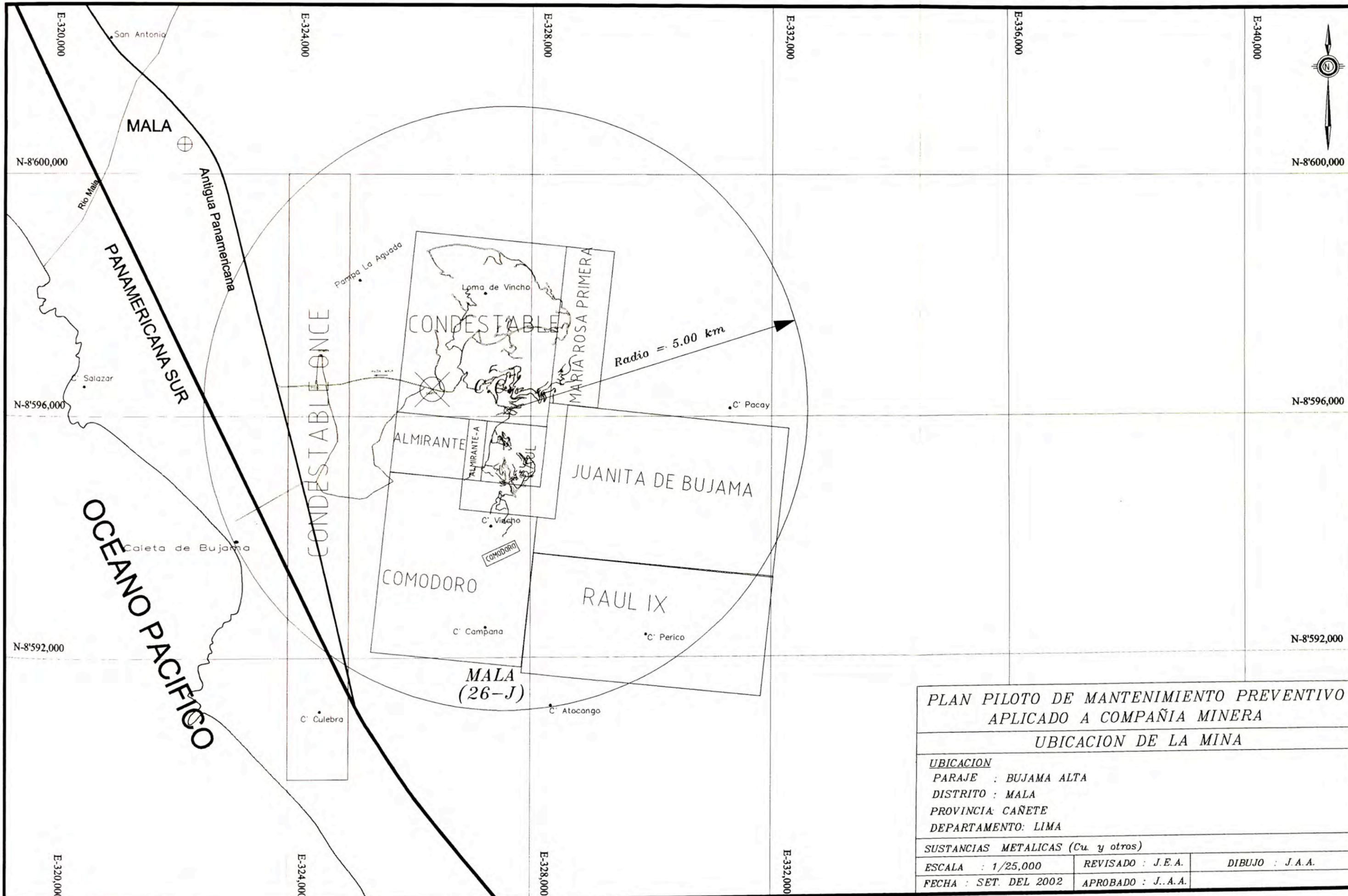
1. "Curso de entrenamiento en mantenimiento predictivo"  
facultad de ingeniería mecánica – UNI      septiembre de 1994
2. "Manual de mantenimiento de instalaciones industriales"  
A. baldin – I. furlanetto - editorial Gustavo gilli s.a. 1982
3. "Installation operation and maintenance manual"  
Mine an smelter Junio 1976
4. "Manual métodos prácticos para la optimización del mantenimiento"  
Asociación peruana de mantenimiento      abril 1998
5. "Mars manual del ingeniero mecánico"  
EDITORIAL Mc GRAW HILL
6. "TPM Para Industrias del Proceso"  
Tokutaro Zuzuki – 1995

7. "2<sup>do</sup> congreso peruano de ingeniería de mantenimiento"

IPEMAN Mayo 2002

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**UBICACIÓN DE LA MINA**



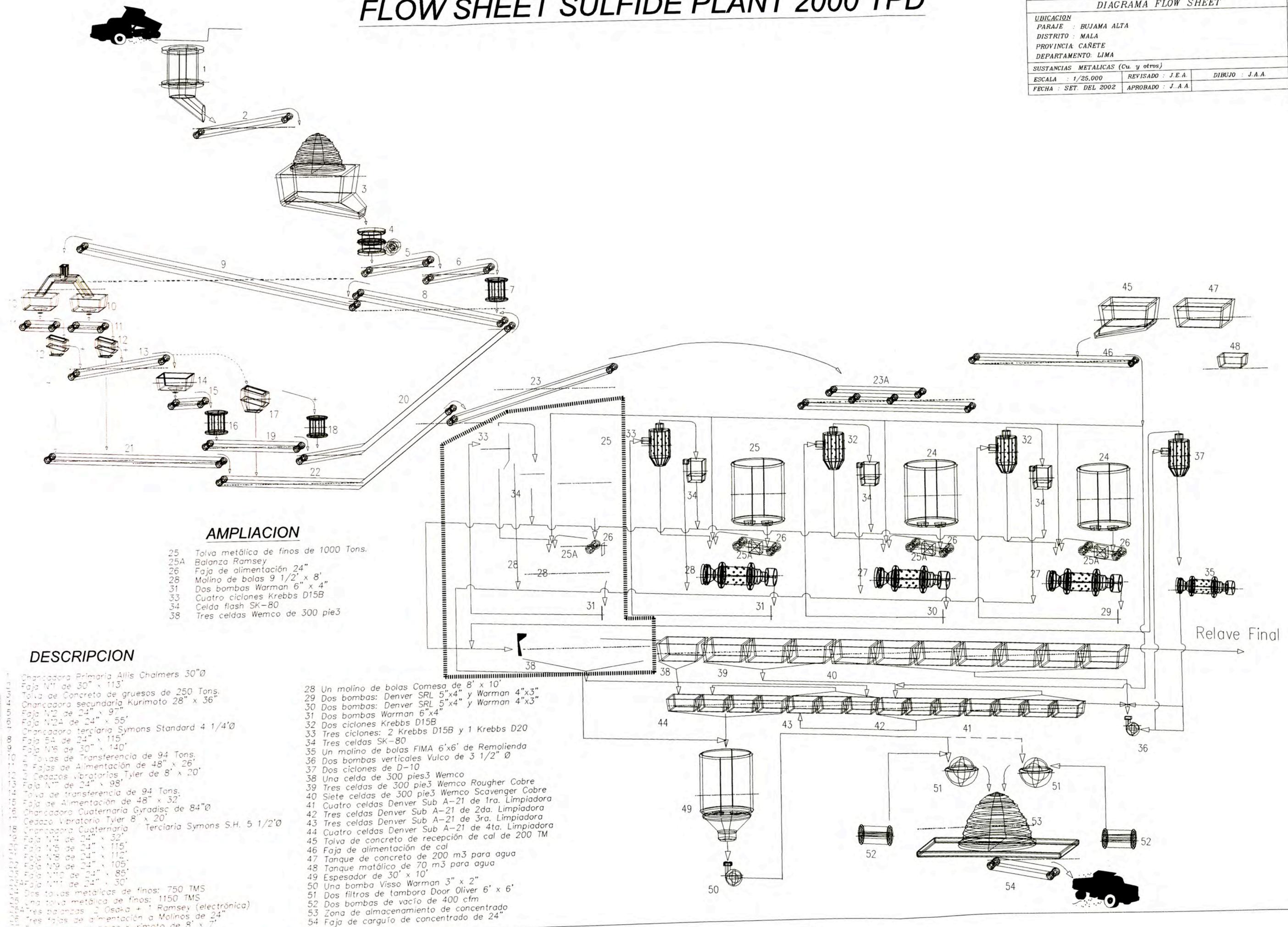
<b>PLAN PILOTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A COMPAÑIA MINERA</b>		
<b>UBICACION DE LA MINA</b>		
<i>UBICACION</i>		
PARAJE : BUJAMA ALTA		
DISTRITO : MALA		
PROVINCIA: CAÑETE		
DEPARTAMENTO: LIMA		
<i>SUSTANCIAS METALICAS (Cu. y otros)</i>		
ESCALA : 1/25,000	REVISADO : J.E.A.	DIBUJO : J.A.A.
FECHA : SET. DEL 2002	APROBADO : J..A.A.	

## **ANEXO 2**

### **DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA**

# FLOW SHEET SULFIDE PLANT 2000 TPD

PLAN PILOTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A COMPAÑIA MINERA		
DIAGRAMA FLOW SHEET		
UBICACION PARAJE : BUJAMA ALTA DISTRITO : MALA PROVINCIA CARETE DEPARTAMENTO: LIMA		
SUSTANCIAS METALICAS (Cu. y otros)		
ESCALA : 1/25.000	REVISADO : J.E.A.	DIBUJO : J.A.A.
FECHA : SET. DEL 2002	APROBADO : J.A.A.	



## AMPLIACION

- 25 Tolva metálica de finos de 1000 Tons.
- 25A Balanza Ramsey
- 26 Faja de alimentación 24"
- 28 Molino de bolas 9 1/2" x 8'
- 31 Dos bombas Warman 6" x 4"
- 33 Cuatro ciclones Krebbs D15B
- 34 Celda flash SK-80
- 38 Tres celdas Wemco de 300 pie3

## DESCRIPCION

- 1 Chancadora Primaria Allis Chalmers 30"Ø
- 2 Faja N°1 de 30" x 113'
- 3 Tolva de Concreto de gruesos de 250 Tons.
- 4 Chancadora secundaria Kurimoto 28" x 36"
- 5 Faja N°2 de 24" x 97'
- 6 Faja N°3 de 24" x 55'
- 7 Chancadora terciaria Symons Standard 4 1/4'Ø
- 8 Faja N°4 de 24" x 115'
- 9 Faja N°5 de 30" x 140'
- 10 Tolvas de Transferencia de 94 Tons.
- 11 Fajas de Alimentación de 48" x 26'
- 12 Cedazos vibratorios Tyler de 8" x 20"
- 13 Faja N°6 de 24" x 98'
- 14 Tolva de transferencia de 94 Tons.
- 15 Faja de Alimentación de 48" x 32'
- 16 Chancadora Cuaternaria Gyradisc de 84"Ø
- 17 Cedazo Vibratorio Tyler 8" x 20"
- 18 Chancadora Cuaternaria Terciaria Symons S.H. 5 1/2'Ø
- 19 Faja N°7 de 24" x 115'
- 20 Faja N°8 de 24" x 115'
- 21 Faja N°9 de 24" x 105'
- 22 Faja N°10 de 24" x 85'
- 23 Faja N°11 de 24" x 30'
- 24 Dos tolvas metálicas de finos: 750 TMS
- 25 Una tolva metálica de finos: 1150 TMS
- 26 Tres balanzas 2 Osaka + 1 Ramsey (electrónica)
- 27 Tres fajas de alimentación a Molinos de 24"
- 28 Dos molinos de bolas Kurimoto de 8' x 7'

- 28 Un molino de bolas Comesa de 8' x 10'
- 29 Dos bombas: Denver SRL 5"x4" y Warman 4"x3"
- 30 Dos bombas: Denver SRL 5"x4" y Warman 4"x3"
- 31 Dos bombas Warman 6"x4"
- 32 Dos ciclones Krebbs D15B
- 33 Tres ciclones: 2 Krebbs D15B y 1 Krebbs D20
- 34 Tres celdas SK-80
- 35 Un molino de bolas FIMA 6'x6' de Remolienda
- 36 Dos bombas verticales Vulco de 3 1/2" Ø
- 37 Dos ciclones de D-10
- 38 Una celda de 300 pies3 Wemco
- 39 Tres celdas de 300 pie3 Wemco Rougher Cobre
- 40 Siete celdas de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre
- 41 Cuatro celdas Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora
- 42 Tres celdas Denver Sub A-21 de 2da. Limpiadora
- 43 Tres celdas Denver Sub A-21 de 3ra. Limpiadora
- 44 Cuatro celdas Denver Sub A-21 de 4ta. Limpiadora
- 45 Tolva de concreto de recepción de cal de 200 TM
- 46 Faja de alimentación de cal
- 47 Tanque de concreto de 200 m3 para agua
- 48 Tanque metálico de 70 m3 para agua
- 49 Espesador de 30' x 10'
- 50 Una bomba Visso Warman 3" x 2"
- 51 Dos filtros de tambora Door Oliver 6' x 6'
- 52 Dos bombas de vacío de 400 cfm
- 53 Zona de almacenamiento de concentrado
- 54 Faja de carguío de concentrado de 24"

## **ANEXO – 3**

### **CODIFICACIÓN DE EQUIPOS EN PLANTA**

## ANEXO – 3

### CODIFICACIÓN DE EQUIPOS EN PLANTA

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGO	EDAD (AÑOS)
1	Chancadora primaria Allis Chalmers 30" □	CP-CHA01-01	30
2	Faja de 30" x 113'	CP-FAJ02-01	30
3	Tolva de concreto de gruesos de 250 Tons.	CP-TOL01-01	30
4	Chancadora secundaria Kurimoto 28" x 36"	CP-CHA02-01	30
5	Faja de 24" x 97"	CP-FAJ01-01	30
6	Faja de 24" x 55'	CP-FAJ01-02	30
7	Chancadora terciaria Symons Standart 4 1/4' □	CP-CHA03-01	30
8	Faja de 24" x 115'	CP-FAJ01-03	30
9	Faja de 30" x 140'	CP-FAJ02-02	30
10 <sup>a</sup>	Tolva de transferencia de 94 Tons.	CP-TOL02-01	30
10B	Tolva de transferencia de 94 Tons.	CP-TOL02-02	30
11 <sup>a</sup>	Faja de alimentación de 48" x 26'	CP-FAJ03-01	30
11B	Faja de alimentación de 48" x 26'	CP-FAJ03-02	30
12 <sup>a</sup>	Cedazo vibratorio Tyler de 8' x 20'	CP-ZAR01-01	30
12B	Cedazo vibratorio Tyler de 8' x 20'	CP-ZAR01-02	30
13	Faja de 24" x 98'	CP-FAJ01-04	30
14	Tolva de transferencia de 94 Tons.	CP-TOL02-03	30

15	Faja de alimentación de 48" x 32'	CP-FAJ03-03	30
16	Chancadora cuaternaria Gyradisc de 84' □	CP-CHA03-02	30
17	Cedazo vibratorio Tyler de 8' x 20'	CP-ZAR01-03	30
18	Chancadora cuaternaria / terciaria Symons S.H. 5 ½'	CP-CHA03-03	30
19	Faja de 24" x 32'	CP-FAJ01-05	30
20	Faja de 24" x 115'	CP-FAJ01-06	30
21	Faja de 24" x 112'	CP-FAJ01-07	30
22	Faja de 24" x 105'	CP-FAJ01-08	30
23	Faja de 24" x 85'	CP-FAJ01-09	30
23A	Faja de 24" x 30'	CP-FAJ01-10	30
24A	Tolva metálica de finos: 750 TMS	MP-TOL02-04	30
24B	Tolva metálica de finos: 750 TMS	MP-TOL02-05	30
24C	Tolva metálica de finos: 1150 TMS	MP-TOL02-06	30
24D	Tolva metálica de finos: 1150 TMS	MP-TOL02-07	30
25A	Balanza Ozaka (electrónica)	MP-BAL01-01	30
25B	Balanza Ozaka (electrónica)	MP-BAL01-02	30
25C	Balanza Ramsey (electrónica)	MP-BAL01-03	30
25D	Balanza Ramsey (electrónica)	MP-BAL01-04	30
26A	Faja de alimentación a molinos de 24"	MP-FAJ01-11	30
26B	Faja de alimentación a molinos de 24"	MP-FAJ01-12	30
26C	Faja de alimentación a molinos de 24"	MP-FAJ01-13	30
26D	Faja de alimentación a molinos de 24"	MP-FAJ01-14	30
27A	Molino de bola Kurymoto de 8' x 7'	MP-MOL01-01	30
27B	Molino de bola Kurymoto de 8' x 7'	MP-MOL01-02	30
28A	Molino de bolas Comesa de 8' x 10'	MP-MOL01-03	30

32A	Ciclón Krebbs D15B	MP-CIC02-01	30
32B	Ciclón Krebbs D15B	MP-CIC02-02	30
33A	Ciclón Krebbs D20	MP-CIC03-01	30
33B	Ciclón Krebbs D20	MP-CIC03-02	30
34A	Celda SK-80	MP-CEL01-01	30
34B	Celda SK-80	MP-CEL01-02	30
34C	Celda SK-80	MP-CEL01-03	30
34D	Celda SK-80	MP-CEL01-04	30
35	Molino de bolas Allis Chalmers 9'x12'	MP-MOL01-05	30
36	Bomba vertical Vulco de 3 ½" □	MP-BOM02-01	30
37	Ciclón de D-10	MP-CIC01-01	30
38	Celda de 300 pie3 Wemco	MP-CEL02-01	30
39A	Celda de 300 pie3 Wemco Rougher Cobre	MP-CEL02-02	30
39B	Celda de 300 pie3 Wemco Rougher Cobre	MP-CEL02-03	30
39C	Celda de 300 pie3 Wemco Rougher Cobre	MP-CEL02-04	30
40A	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-05	30
40B	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-06	30
40C	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-07	30
40D	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-08	30
40E	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-09	30
40F	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-10	30
40G	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-11	30
41A	Celda Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora	MP-CEL03-01	30
41B	Celda Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora	MP-CEL03-02	30
41C	Celda Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora	MP-CEL03-03	30

40G	Celda de 300 pie3 Wemco Scavenger Cobre	MP-CEL02-11	30
41A	Celda Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora	MP-CEL03-01	30
41B	Celda Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora	MP-CEL03-02	30
41C	Celda Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora	MP-CEL03-03	30
41D	Celda Denver Sub A-21 de 1ra. Limpiadora	MP-CEL03-04	30
42A	Celda Denver Sub A-21 de 2da. Limpiadora	MP-CEL03-05	30
42B	Celda Denver Sub A-21 de 2da. Limpiadora	MP-CEL03-06	30
42C	Celda Denver Sub A-21 de 2da. Limpiadora	MP-CEL03-07	30
43A	Celda Denver Sub A-21 de 3ra. Limpiadora	MP-CEL03-08	30
43B	Celda Denver Sub A-21 de 3ra. Limpiadora	MP-CEL03-09	30
43C	Celda Denver Sub A-21 de 3ra. Limpiadora	MP-CEL03-10	30
44A	Celda Denver Sub A-21 de 4ta. Limpiadora	MP-CEL03-11	30
44B	Celda Denver Sub A-21 de 4ta. Limpiadora	MP-CEL03-12	30
44C	Celda Denver Sub A-21 de 4ta. Limpiadora	MP-CEL03-13	30
44D	Celda Denver Sub A-21 de 4ta. Limpiadora	MP-CEL03-14	30
45	Tolva de concreto de recepción de Cal de 200 TM	MP-TOL01-02	30
46	Faja de alimentación de Cal	MP-FAJ01-15	30
47	Tanque de concreto de 200 m3 para agua	MP-TAN01-01	30
48	Tanque metálico de 70 m3 para agua	MP-TAN02-01	30
49	Espesador de 30' x 10'	MP-ESP01-01	30
50	Bomba Visso Warman de 3" x 2"	MP-BOM01-04	30
51A	Filtro de tambora Door Oliver de 6'x 6'	MP-FIL01-01	30
51B	Filtro de tambora Door Oliver de 6'x 6'	MP-FIL01-02	30
52A	Bomba de Vacío de 400 cfm.	MP-BOM03-01	30
52B	Bomba de Vacío de 400 cfm.	MP-BOM03-02	30

53	Zona de almacenamiento de concentrado		30
54	Faja de carguío de concentrado de 24"	MP-FAJ01-16	30

## **ANEXO 4**

- ANEXO 4A 1      Distribución de gastos por mantenimiento correctivo actual.
- ANEXO 4A 2      Distribución de gastos mensuales para el mantenimiento correctivo actual.
- ANEXO 4B 1      Distribución de gastos por mantenimiento correctivo actual.
- ANEXO 4B 2      Distribución de Gastos Mensuales para el mantenimiento correctivo actual
- ANEXO 4C 1      Distribución de gastos por mantenimiento correctivo actual.
- ANEXO 4C 2      Distribución de gastos mensuales para el mantenimiento correctivo actual

## ANEXO 4A-1

### Distribución de Gastos por Mantenimiento Correctivo Actual

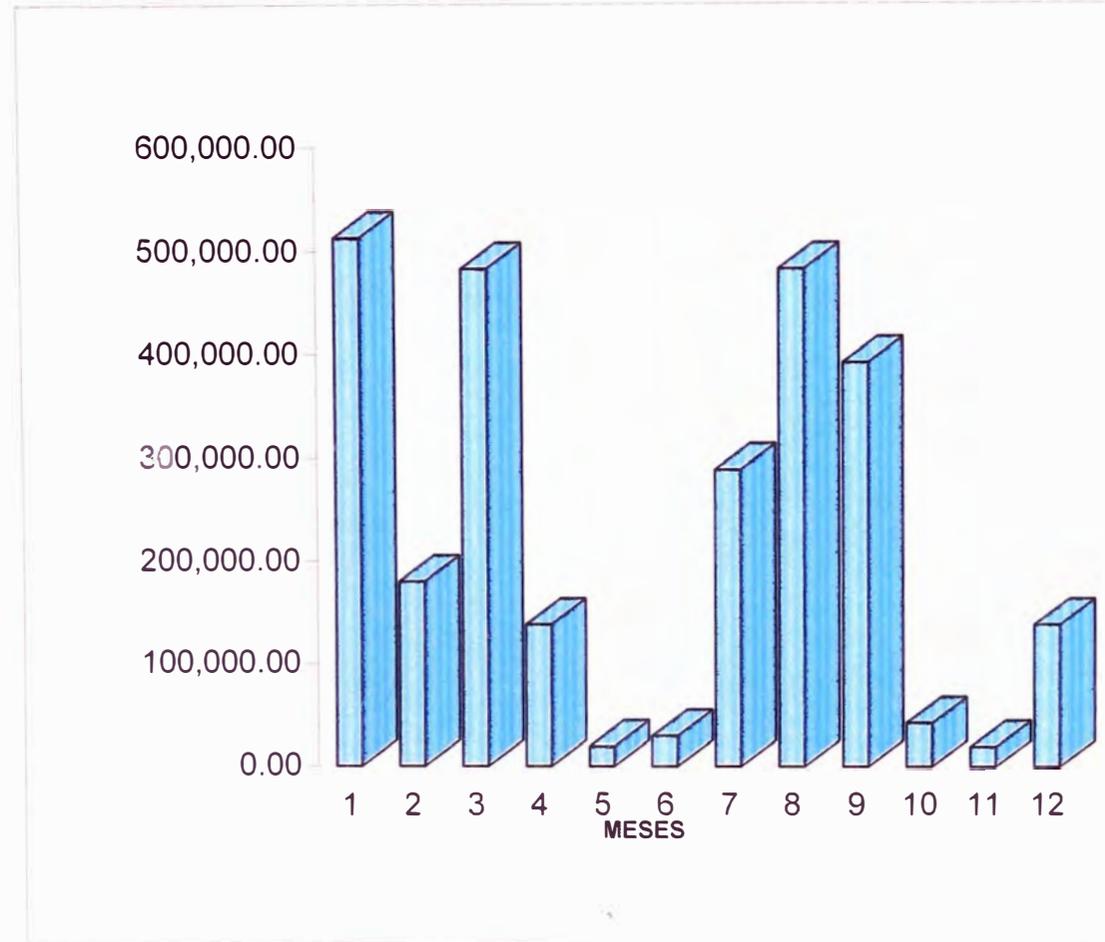
GASTOS EN MATERIALES Y MANO DE OBRA								
Máquina : Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F						Código Nro CP-CHA01-01		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	M. OBRA (US\$)	MATERIALES (US\$)	MAQ. Y HERR.(US\$)	SEVICIOS (US\$)	HORAS PARADAS	COSTO PARADA PROD. (US\$)	TOTAL (US\$)
Cambio de Fajas	5.00	35.00	1,297.80	1.75	0.00	2.00	5,880.00	36,072.75
Reparacion contraeje	4.00	1,602.00	468.44	80.10	0.00	36.00	105,840.00	431,962.17
Cambio LUBRICANTE	3.00	17.00	378.00	0.85	0.00	2.00	5,880.00	18,827.55
Reparacion tablero electrico	12.00	4.50	70.00	0.23	0.00	2.00	5,880.00	71,456.70
REBABITADO DE ECCENTRIC	1.20	5,096.00	1,450.00	254.80	0.00	160.00	470,400.00	572,640.96
Cambio ASIENTOS DE CONTRAEJE	1.20	2,196.00	300.00	109.80	0.00	48.00	141,120.00	172,470.96
Cambio ECCENTRIC BEARING BUSHING	1.20	10,584.00	3,207.50	529.20	0.00	124.00	364,560.00	454,656.84
Reparacion sistema lubricacion	4.00	104.00	200.00	5.20	0.00	8.00	23,520.00	95,316.80
Rebobinado de Motor	1.00	280.00	760.00	14.00	0.00	4.00	11,760.00	12,814.00
<b>1,866,218.73</b>								

**ANEXO 4A-2**

**Distribución de Gastos Mensuales para el Mantenimiento Correctivo Actual**

DISTRIBUCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ANUAL												
Máquina : Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F						Código Nro CP-CHA01-01						
Descripción	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.
Cambio de Fajas	7,214.55				7,214.55		7,214.55		7,214.55		7,214.55	
Reparacion contraeje	107,990.54			107,990.54			107,990.54					107,990.54
Cambio de LUBRICANTE		6,275.85			6,275.85						6,275.85	
Reparacion tablero electrico	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73
Rebabitado eccentrica			477,200.80					477,200.80				
Cambio asientos de contraeje		143,725.80					143,725.80					
Cambio de eccentric bearing bushing	378,880.70								378,880.70			
Reparacion sistema lubricacion		23,829.20		23,829.20		23,829.20	23,829.20			23,829.20		23,829.20
Rebobinado de motor	12,814.00									12,814.00		
	512,854.52	179,785.58	483,155.53	137,774.47	19,445.13	29,783.93	288,714.82	483,155.53	392,049.98	42,597.93	19,445.13	137,774.47

### COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ANUAL ALLIS CHARMERS



**ANEXO 4B-1**

**Distribución de Gastos por Mantenimiento Correctivo Actual**

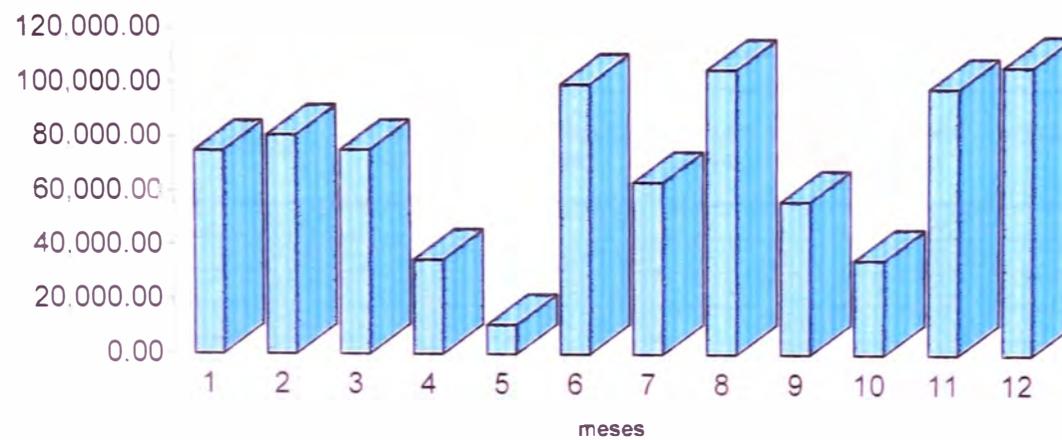
<b>GASTOS EN MATERIALES Y MANO DE OBRA</b>						<b>Código Nro CP-CHA03-02</b>		
<b>Máquina : Chancadora Cuaternaria Giradisc</b>								
<b>PARTE:</b>								
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>M. OBRA (US\$)</b>	<b>MATERIALES (US\$)</b>	<b>MAQ. Y HERR.(US\$)</b>	<b>SEVICIOS (US\$)</b>	<b>HORAS PARADAS (US\$)</b>	<b>COSTO PARADA PROD. (US\$)</b>	<b>TOTAL (US\$)</b>
Cambio de Fajas	5.00	35.00	1,297.80	1.75	0.00	2.00	4,620.00	29,772.75
Cambio de LUBRICANTE	4.00	17.00	378.00	0.85	0.00	2.00	4,620.00	20,063.40
Reparacion de Tableros Eléctricos	12.00	4.50	70.00	0.23	0.00	2.00	5,880.00	71,456.70
Rebobinado de Motor	1.33	630.00	760.00	31.50	0.00	24.00	55,440.00	75,815.33
Reparacion Contraeje	5.00	1,192.00	468.44	59.60	0.00	12.00	27,720.00	147,200.21
LOWER LINER	5.00	498.00	3,495.00	24.90	0.00	12.00	27,720.00	158,689.50
UPPER LINER	3.00	498.00	4,095.00	24.90	0.00	12.00	27,720.00	97,013.70
LOWER EXTENSION	1.30	415.00	2,095.00	20.75	0.00	10.00	23,100.00	33,319.98
TORCH RING	1.30	166.00	4,210.00	8.30	0.00	4.00	9,240.00	17,711.59
OUTER ECCENTRIC BUSHING	1.50	498.00	2,210.00	24.90	0.00	12.00	27,720.00	45,679.35
INNER ECCENTRIC BUSHING	1.50	498.00	3,910.00	24.90	0.00	12.00	27,720.00	48,229.35
SOCKET LINER	1.30	498.00	3,210.00	24.90	0.00	12.00	27,720.00	40,888.77
								<b>785,840.63</b>

## ANEXO 4B-2

### Distribución de Gastos Mensuales Para el Mantenimiento Correctivo Actual

DISTRIBUCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ANUAL													
Máquina : Chancadora Cuaternaria Giradisc						Código Nro CP-CHA03-02							
Descripción	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	agosto	set.	oct.	nov.	dic.
Cambio de Fajas	5,954.55		5,954.55			5,954.55		5,954.55					5,954.55
Cambio de LUBRICANTE	5,015.85				5,015.85					5,015.85			5,015.85
Reparacion de Tableros Eléctricos	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73	5,954.73
Rebobinado de Motor						56,861.50							56,861.50
Reparacion Contraeje		28,936.04		28,936.04				28,936.04			28,936.04	28,936.04	
LOWER LINER			31,737.90				31,737.90			31,737.90			31,737.90
UPPER LINER	32,337.90							32,337.90					
LOWER EXTENSION	25,630.75						25,630.75						
TORCH RING		13,624.30								13,624.30			
OUTER ECCENTRIC BUSHING						30,452.90						30,452.90	
INNER ECCENTRIC BUSHING		32,152.90										32,152.90	
SOCKET LINER			31,452.90					31,452.90					
	74,893.78	80,667.97	75,100.08	34,890.77	10,970.58	99,223.68	63,323.38	104,636.12	5,954.73	56,332.78	34,890.77	97,496.57	105,524.53

### COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO CHANCADORA CUATERNARIA GIRADISC



## ANEXO 4C-1

### Distribución de Gastos por Mantenimiento Correctivo Actual

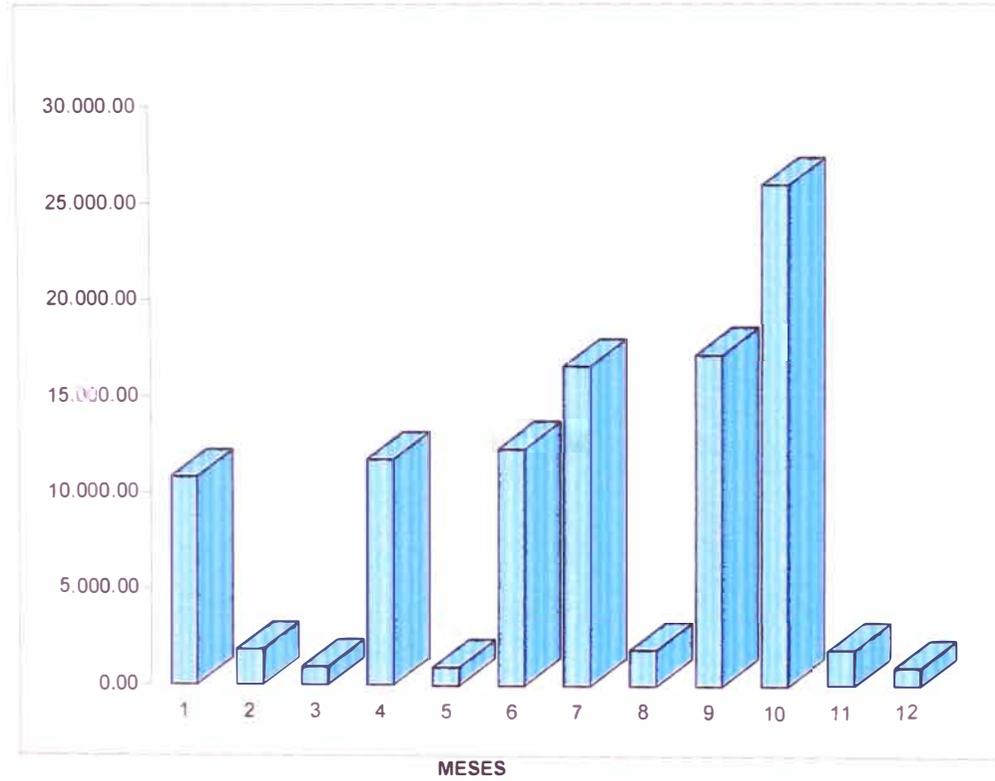
<b>GASTOS EN MATERIALES Y MANO DE OBRA</b>								
Máquina : Molino Allis Chalmers de 9´x12´						Código Nro : MP-MOL01-05		
<b>PARTE:</b>								
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	M. OBRA (US\$)	MATERIALES (US\$)	MAQ. Y HERR.(US\$)	SEVICIOS (US\$)	HORAS PARADAS (US\$)	COSTO PARADA PROD. (US\$)	TOTAL (US\$)
Cambio de lubricante	8.00	20.00	350.00	1.00	0.00	1.00	577.00	7,584.00
CASQUILLO DE ENTRADA	0.60	310.00	1,090.00	15.50	0.00	10.00	5,770.00	4,311.30
CASQUILLO DE SALIDA	0.60	310.00	1,090.00	15.50	0.00	10.00	5,770.00	4,311.30
TRUNION LINER ENTRADA	0.50	498.00	2,435.00	24.90	0.00	12.00	6,924.00	4,940.95
TRUNION LINER SALIDA	0.50	498.00	2,435.00	24.90	0.00	12.00	6,924.00	4,940.95
Repáración de Motor	1.20	280.00	900.00	14.00	0.00	16.00	9,232.00	12,511.20
Reparacion sistema transmision piñon catalina	1.00	2,628.00	120.00	131.40	0.00	40.00	23,080.00	25,959.40
Reparacion tablero electrico	8.00	40.00	70.00	2.00	0.00	3.00	1,731.00	14,744.00
Reparacion contraeie	1.00	1,200.00	500.00	60.00	0.00	24.00	13,848.00	15,608.00
								<b>94,911.10</b>

**ANEXO 4C-2**

**Distribución de Gastos Mensuales para el Mantenimiento Correctivo Atual**

<b>DISTRIBUCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ANUAL</b>												
<b>Máquina : Molino Allis Chalmers de 9´x12´</b>						<b>Código Nro : MP-MOL01-05</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ene.</b>	<b>feb.</b>	<b>mar.</b>	<b>abr.</b>	<b>may.</b>	<b>jun.</b>	<b>jul.</b>	<b>ago.</b>	<b>set.</b>	<b>oct.</b>	<b>nov.</b>	<b>dic.</b>
Cambio de lubricante	948.00		948.00		948.00		948.00		948.00			948.00
Casquillo de entrada									7,185.50			
Casquillo de salida									7,185.50			
Triunion liner de entrada	9,881.90											
Triunion liner de salida				9,881.90								
Reparacion de motor						10,426.00						
Reparacion sistema transmision piñon catalina										25,959.40		
Reparacion tablero electrico		1,843.00		1,843.00		1,843.00		1,843.00	1,843.00		1,843.00	
Reparacion contraeje							15,608.00					
<b>TOTALES US\$</b>	<b>10,829.90</b>	<b>1,843.00</b>	<b>948.00</b>	<b>11,724.90</b>	<b>948.00</b>	<b>12,269.00</b>	<b>16,556.00</b>	<b>1,843.00</b>	<b>17,162.00</b>	<b>25,959.40</b>	<b>1,843.00</b>	<b>948.00</b>

**COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ANUAL  
ALLIS CHARMERS**



## **ANEXO 5**

### **EVALUACIÓN DE EQUIPOS**

ANEXO 5A	Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" $\phi$
ANEXO 5B	Chancadora Cuaternaria Giradisc
ANEXO 5C	Molino Allis Chalmers de 9'x12'

## ANEXO 5A

### EVALUACION DE EQUIPOS

ERA	REGISTRO DE EQUIPO MECANICO
: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ	Código Nro CP-CHA01-01
rituración	Serie Nro 25S386-TM
Diaria de Trabajo : 2500 TMD	Modelo: Allis 30C
de Producción : 2080 TMD	Horas de Trabajo : 20 Horas Diarias
: 200 HP	Velocidad : 1680 RPM
:	Velocidad de Salida : 600 RPM
: 250 TON	Tamaño :
o por : Arranque por Resistencias	Motor Nro
nte : Allis Chalmers Superior McCully	Dimensiones
	Materiales y Repuestos : Top Shell Concaves , Uppe Mantle, Lower Mantle, Eccentrica, Asientos Contraeje, Contraeje, Lubricantes, Otros.
Logístico : Información Técnica - Proveedores	Terciarización : Cambio de Concaves
s de Mantenimiento Correctivo :	Catálogo Nro :
de Compra Nro : S/N	Fecha Instalada : Abril 1972
de Llegada : Enero 1972	
Actual : Operativo en buenas condiciones	Lugar de Trabajo : Lima - Peru
de Cojinetes	Datos de Lubricación : Aceite ISO 50, Grasa
de Empaquetadura	Frecuencia de Inspección ( Mantenimiento ) - Diaria
y Comentarios Adicionales	
ora de Martillo en buenas condiciones de Operación, a la cual la última fecha de realización d OLM fue dada en Abril del 2001.	

## ANEXO 5B

### EVALUACION DE EQUIPOS

NERA	REGISTRO DE EQUIPO MECANICO
Marca : Chancadora Cuaternaria Giradisc	Código Nro CP-CHA03-02
Función : Trituración	Serie Nro :
Capacidad Diaria de Trabajo : 1500 TMD	Modelo Nro :
Capacidad Máxima de Producción : 1400 TMD	Horas de Trabajo : 20 Horas Diarias
Potencia : 415 HP	Velocidad : 1785 RPM
Capacidad de Alimentación : 180 TON	Velocidad de Salida : 650 RPM
Método de Encendido : Arranque por Resistencias	Tamaño
Origen del Fabricante : Procedencia USA	Motor Nro
Ubicación Logística : Información Técnica - Proveedores	Dimensiones
Estado de Mantenimiento : Mantenimiento Correctivo	Materiales y Repuestos : Lower Liner, Upper Liner, Outer Eccentric Bushing, Socket Liner, Lubricantes, otros.
Número de Compra Nro : S/N	Terciarización : OVERHOLE DEL EQUIPO
Fecha de Llegada : Enero 1972	Catálogo Nro
Estado Actual : En Operación óptima	Fecha Instalada : Marzo 1972
Estado de Cojinetes :	Lugar de Trabajo : Lima - Perú
Estado de Empaquetadura :	Datos de Lubricación : Lubricante Aceite ISO 150
Observaciones y Comentarios Adicionales	Frecuencia de Inspección ( Mantenimiento )-Diaria

Debido a la antigüedad de la Máquina, esta presenta deficiencias en cuanto a su operación. Se tomarán las acciones del caso para mejorar su rendimiento.

## ANEXO 5C

### EVALUACION DE EQUIPOS

INERA	REGISTRO DE EQUIPO MECANICO
Modelo : Molino Allis Chalmers de 9'x12'	Código Nro : MP-MOL01-05
Tipología : De Bolas	Serie Nro
Capacidad Diaria de Trabajo : 1000 TMD	Modelo Nro
Capacidad Máxima de Producción : 840 TMD	Horas de Trabajo : 24 Horas Diarias
Capacidad Instalada : 200 HP	Velocidad : 1250 RPM
Capacidad de Alimentación : 180 TON	Velocidad de Salida : 100 RPM
Método de Encendido : Arranque por Resistencias	Tamaño :
Fabricante : Allis Chalmers	Motor Nro
	Dimensiones : 9'X12'
	Materiales y Repuestos :Blindaje de Cilindro, Blindaje de Tapa de Entrada, Blindaje de tapa de salida, Trunnion, Trunnio Liner, Spout Feeder, Tromel, otros.
Logístico : Información Técnica - Proveedores	Terciarización : Cambio de forros de Molino
Programa de Mantenimiento Correctivo	Catálogo Nro
Fecha de Compra Nro	Fecha Instalada : OCTUBRE 1996
Fecha de Llegada : ENERO 1996	Lugar de Trabajo : Planta Concentradora - Lima - Perú
Estado Actual : Operativo en óptimas condiciones	Datos de Lubricación : Lubricante Aceite ISO 220
Estado de Cojinetes	Frecuencia de Inspección ( Mantenimiento ) - Diario
Estado de Empaquetadura	
Observaciones y Comentarios Adicionales en estado óptimo de operación,	

**ANEXO 6**

**TIEMPOS ESTIMADOS PARA LAS ACTIVIDADES DE**

**MANTENIMIENTO**

## ANEXO 6

### TIEMPOS ESTIMADOS PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

CHANCADORA PRIMARIA ALLIS CHALMERS				
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	Tipo	Proveedor	Tiempo Estimado ( Horas)
01	Revisión de Temperatura en las Chumaceras del Contraeje	AO		0.5
02	Revisión de Tableros Eléctricos	AO		0.5
03	Revisión de la presión en el Sistema de Lubricación	AO		0.5
04	Cambio de Fajas	AP		2.0
05	REBABITADO DE ECCENTRIC	AR	Fo y MAEST.	196.0
06	Cambio ASIENTOS DE CONTRAEJE	AR	INFASA	72.0
07	Cambio ECCENTRIC BEARING BUSHING	AR		160.0
08	Cambio LUBRICANTE	AP	PENSZOIL	2.0
09	Rebobinado de Motor	AR	ELECTROSERVICE	16.0
10	Inspección Contraeje	AP	IDICSA	36.0
11	Inspección datos de Operación - Amperaie	AO	IDICSA	1.0

## TIEMPOS ESTIMADOS PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

<b>CHANCADORA CUATERNARIA GIRADISC</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDAD</b>	<b>Tipo</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Tiempo Estimado ( Horas)</b>
01	Revisión de Temperatura en las Chumaceras del Contraeje	AO		0.5
02	Revisión de Tableros Eléctricos	AO		0.5
03	Revisión de la presión en el Sistema de Lubricación	AO		0.5
04	Cambio de Fajas	AP		2.0
05	Cambio de LUBRICANTE	AP		2.0
06	Rebobinado de Motor	AR		36.0
07	Inspección Contraeje	AR		16.0
08	Inspección datos de Operación - Amperaje	AO		0.5
09	LOWER LINER	AR	MEPSA	12.0
10	UPPER LINER	AR	MEPSA	12.0
11	LOWER EXTENSION	AR	MEPSA	10.0
12	TORCH RING	AR	MEPSA	4.0
13	OUTER ECCENTRIC BUSHING	AR	SORENA	12.0
14	INNER ECCENTRIC BUSHING	AR	SORENA	12.0
15	SOCKET LINER	AR	SORENA	12.0

### TIEMPOS ESTIMADOS PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

<b>MOLINO 9' X 12' DE BOLAS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDAD</b>	<b>Tipo</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Tiempo Estimado ( Horas)</b>
01	CASQUILLO DE ENTRADA	AR	Fo y Maest.	10.0
02	CASQUILLO DE SALIDA	AR	Fo y Maest.	10.0
03	TRUNION LINER ENTRADA	AR	VULCO	12.0
04	TRUNION LINER SALIDA	AR	VULCO	12.0
05	Repáración de Motor	AR	ELECTROSERVICE	16.0
06	LUBRICANTE TRUN. ENTR.	AO	PENZOIL	1.0
07	LUBRICANTE TRUN. SALIDA	AO	PENZOIL	1.0
08	Inspección Amperaje	AO	IDICSA	0.5
09	Medición Temperaturas en Chumaceras	AO	IDICSA	0.5
10	Inspección Sistema de Transmisión, Piñón-Catalina	AR	IDICSA	72.0

## **ANEXO 7**

### **ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

## ANEXO - 7

### ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

UINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30"  $\Phi$

CODIGO : CP-CHA01-01

RE DE LA ACTIVIDAD : Revisión de Temperatura en las Chumaceras del Contraeje

DE LA ACTIVIDAD : AO

#### RIPCIÓN

r Temperaturas en las Chumaceras del contr la cual no deberá ser ma or a 55 C,

REPUESTOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Industrial	0.5	K	2.50	1.25
lina de 84 octanos	1.0	Gln	2.60	2.60
o	1.0	Und	1.0	1.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
or	1.0	0.50	5.0	2.50
ante	1.0	0.50	4.0	2.0

#### ERVACIONES :

deberá tener presente las Normas de Seguridad de la Unidad Minera en la que se estan realizando l

jos ( Normas NOSA )

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30"  $\Phi$

CODIGO : CP-CHA01-01

E DE LA ACTIVIDAD : Revisión de Tableros Eléctricos

E LA ACTIVIDAD : AO

**PCION**

cableado, conexiones, Reles Tericos, Contactores en Tablero, estos serán megados y comparado blas para los cables correspondientes.

ESTOS/MATERIALES/EQUIPOS	CAN IDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
r ( Amperimetro - Voltmetro )	1.0	h-maq	0.3	0.3
tro	1.0	h-maq	0.3	0.3
tos de S uridad aislantes	1.0	lb	2.0	2.0

SPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	1.0	0.5	5.0	2.5
	1.0	0.5	4.0	2.0

**VACIONES :**

n lo posible de cubrir mediante una lona el tablero par evitar el ingreso de polvo a la misma.

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30"  $\Phi$

CODIGO : CP-CHA01-01

RE DE LA ACTIVIDAD : Revisión de la presión en el Sistema de Lubricación

E LA ACTIVIDAD : AO

### DESCRIPCION

Revisión de la presión en las tuberías del sistema de lubricación, éste no deberá ser menor de 28 PSI

PUESTOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Accesorio	1.00	und	0.5	0.5
ISO 50	10.00	ln	6.5	65.0
Industrial	1.00	k	2.5	2.5
Accesorios de lubricación	1.00	lb	5.0	5.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Operador	1.00	0.50	4.5	2.3
Asistente	1.00	0.50	4.0	2.0
Técnico	1.00	0.50	5.0	2.5

### CONSIDERACIONES :

En el caso que existan fugas en las tuberías del sistema de lubricación reportar de inmediato las zonas de fuga para la reparación respectiva.

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

UINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ

CODIGO : CP-CHA01-01

RE DE LA ACTIVIDAD : Cambio de Fajas

DE LA ACTIVIDAD : AP

### RIPCIÓN

deflexión en la faja, producida por la fuerza moderada aplicada por el mecánico es mayor a 1" en tres fajas cambiar la totalidad de las mismas

PUESTOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
C210	8.0	und	160.00	1280.0
industrial	2.0	k	2.50	5.0
lina de 84 octanos	4.0	ln	2.20	8.8
mentos de uridad	1.0	lb	2.0	2.0
inetas	1.0	lb	2.0	2.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDA	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ico	1.0	2.0	5.0	10.0
sta	1.0	2.0	4.5	9.0
te	2.0	2.0	4.0	16.0

### ERVACIONES :

tener en cuenta que la cantidad mínima de fajas que transmiten la potencia necesaria para el mantenimiento del contra eje es de 4 unidades

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30"  $\Phi$

CODIGO : CP-CHA01-01

RE DE LA ACTIVIDAD : REBABITADO DE ECCENTRIC

E LA ACTIVIDAD : AR

ACION

r del babbitado es menor a 2" para la excentrica se deberá rebabitar a 3"

UESTOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	950.0	k	1.5	1425.0
or	1.0	lb	25.0	25.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIE PO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	2.0	196.0	5.0	1960.0
	4.0	196.0	4.0	3136.0

ACIONES :

r las dimensiones finales del rebabbitado de acuerdo al manual antes de ser instalada la excentrica

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ

CODIGO : CP-CHA01-01

BRE DE LA ACTIVIDAD : Cambio ASIENTOS DE CONTRAEJE

DE LA ACTIVIDAD : AR

### RIPCIÓN

temperatura en las chumaceras del contraeje es mayor a 55°C en forma reiterativa se cambiarán los  
de contraeje

PUESTOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
de contraeje	2.0	Und	120.0	240.0
ISO 50	5.0	In	6.5	32.5
de 84 octanos	5.0	In	2.5	12.5
industrial	2.0	k	2.5	5.0
asientos	1.0	lb	5.0	5.0
asientos de seguridad	1.0	lb	5.0	5.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIE PO	CO TO UNITARIO	CO TO TOTAL
Operario	2.0	72.0	5.0	720.0
Asistente	1.0	72.0	4.5	324.0
Operario	4.0	72.0	4.0	1152.0

ACCIONES :

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

UNIDAD/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30"  $\Phi$

CODIGO : CP-CHA01-01

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD : Cambio ECCENTRIC BEARING BUSHING

UNIDAD DE LA ACTIVIDAD : AR

### CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Se realizará el cambio Eccentric Bearing Bushing cuando las paredes de ésta tengan un espesor en el cuello de 2" como mínimo.

PUESTOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.0 c Bearnin Bushin	1.0	und	1500.0	1500.0
55.0 SO 50	55.0	ln	6.5	357.5
10.0 dustrial	10.0		2.5	25.0
20.0 a de 84 octanos	20.0	ln	2.5	50.0
1.0 ientas	1.0	lb	50.0	50.0
1.0 entos de seguridad	1.0	lb	50.0	50.0
10.0 100 ton.	10.0	hm.	115.0	1150.0
1.0 ador	1.0	und	25.0	25.0

SPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TI MPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.0 mecánico	1.00	1176.00	6.00	1176.00
2.0	2.00	196.00	5.00	1960.00
1.0 or	1.00	196.00	4.50	882.00
1.0	1.00	196.00	4.50	882.00
1.0 or	1.00	196.00	5.00	980.00
6.0	6.00	196.00	4.00	4704.00

### REQUISITOS Y CONDICIONES :

prever los materiales, consumibles, herramientas, máquinas y equipos para iniciar los trabajos

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MAQUINARIA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Ⓢ

CODIGO : CP-CHA01-01

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD : Cambio LUBRICANTE

TIPO DE LA ACTIVIDAD : AP

### CONDICIONES :

Realizará el cambio del lubricante o el cambio de la totalidad del lubricante en el tanque de almacenamiento a mensual

RECURSOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
SO 50	55.0	ln	6.	35 .5
Industrial	3.0	k	2.5	7.5
Plantas	1.0	lb	3.0	3.0
de 84 octanos	2.0	ln	2.5	5.0
Plantas de capacidad	1.0	lb	5.0	5.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Operario	1.0	2.0	4.5	9.0
Operario	1.0	.0	4.0	8.0

REMARKS :

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

UNIDAD/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ

CODIGO : CP-CHA01-01

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD : Rebobinado de Motor

DE LA ACTIVIDAD : AR

### DESCRIPCIÓN

Realizar el megado en el motor eléctrico, si éste es menor a 1 M ohm, se deberá realizar el rebobinado de

RECURSOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	1.0	lb	700.0	700.0
	1.0	lb	50.0	50.0
Instrumentos	1.0	lb	5.0	5.0
Mediciones de medición	1.0	lb	5.0	5.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Electricista	1.0	16.0	4.5	72.0
	1.0	16.0	5.0	80.0
Operario	2.0	16.0	4.0	128.0

### CONSIDERACIONES :

En el caso de que se podrá enviar para la reparación de éste motor a terceros.

## ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MAQUINARIA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ

CODIGO : CP-CHA01-01

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD : Inspección Contraeje

TIPO DE LA ACTIVIDAD : AP

### CONDICIONES

Realizar ésta actividad cuando la temperatura en las chumaceras en el contraeje excedan constantemente ( durante 2 días ), así también si el nivel del ruido de acuerdo al catalogo no es el permisible.

RECURSOS/MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ISO 50	30.0	ln	6.5	195.0
	20.0	k	5.8	115.9
aceite industrial	5.0	k	2.5	12.5
gasolina de 84 octanos	10.0	ln	2.5	25.0
almohadillas	1.0	lb	100.0	100.0
herramientas de seguridad	1.0	lb	20.0	20.0

ESPECIALIDAD/PERSONAL	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
operario mecánico	1.0	36.0	6.0	216.0
operario	2.0	36.0	5.0	360.0
operario de planta	1.0	36.0	4.5	162.0
operario de mantenimiento	6.0	36.0	4.0	864.0

### REMARKS :

Verificar el estado de los dientes del piñon de ataque del contraeje, estado de los asientos, alineamiento, entre otros

**ANEXO 8**

**MODELO DE ORDENES DE TRABAJO**

## ANEXO 8

### MODELO DE ORDENES DE TRABAJO

ORDEN DE TRABAJO			N°
<b>EQUIPO</b>	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	<b>CODIGO:</b>	00001 CP-CHA01-01
<b>FECHA:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>NOMBRE DE LA ACTIVIDAD :</b> Revisión de Temperatura en las Chumaceras del Contraeje			
<b>DESCRIPCION</b>			
Revisar Temperaturas en las Chumaceras del contraeje la cual no deberá ser mayor a 55 C,			
<b>OPERARIOS:</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
Lubricador	0.50	Termómetro	
Ayudante	0.50		
<b>MATERIAL UTILIZADO:</b>			
Trapo Industrial Gasolina de 84 octanos			
<b>OBSERVACIONES :</b>			
Se deberá tener presente las Normas de Seguridad de la Unidad Minera en la que se estan realizando los trabajos ( Normas NOSA )			

**ORDEN DE TRABAJO**

N° 00002

EQUIPO MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F CODIGO: CP-CHA01-01

FECHA: AUTORIZADO POR: RESPONSABLE:

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : Revisión de Tableros Eléctricos

**DESCRIPCION**

Revisar cableado, conexiones, Reles Tericos, Contactores en Tablero, estos serán megados y comparados según tablas para los cables correspondientes.

OPERARIOS:	TIEMPO ESTIMADO:	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Electricista	0.50	Multitester ( Amperimetro - Voltmetro )
Ayudante	0.50	Megómetro
		Implementos de Seguridad ( aislantes )

**MATERIAL UTILIZADO:****OBSERVACIONES :**

Tratar en lo posible de cubrir mediante una lona el tablero par evitar el ingreso de polvo a la misma.

ORDEN DE TRABAJO		N°	00003
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	CODIGO:	CP-CHA01-01
FECHA:	AUTORIZADO POR:	RESPONSABLE:	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : Revisión de la presión en el Sistema de Lubricación			
DESCRIPCION Verificar la presión en las tuberías del sistema de lubricación, éste no deberá ser menor de 28 PSI			
OPERARIOS:		TIEMPO ESTIMADO:	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Lubricador		0.50	Manómetro
Macánico		0.50	Implementos de seguridad
Ayudante		0.50	
MATERIAL UTILIZADO:			
Aceite ISO 50			
Trapo industrial			
OBSERVACIONES : De ser el caso que existan fugas en las tuberías del sistema de lubricación reportar de inmediato las zonas de fuga para la reparación respectiva.			

ORDEN DE TRABAJO		N°	00004
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	CODIGO:	CP-CHA01-01
FECHA:	AUTORIZADO POR:	RESPONSABLE:	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : Cambio de Fajas			
<b>DESCRIPCION</b>			
Si la deflexión en la faja, producida por la fuerza moderada aplicada por el mecánico es mayor a 1" en tres de las fajas cambiar la totalidad de las mismas			
<b>OPERARIOS:</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
Mecánico	2.00	Herramientas	
Electricista	2.00	Implementos de seguridad	
Ayudante	2.00		
<b>MATERIAL UTILIZADO:</b>			
Fajas C210 Trapo industrial Gasolina de 84 octanos			
<b>OBSERVACIONES :</b>			
Se debe tener en cuenta que la cantidad minima de fajas que transmiten la potencia necesaria para el accionamiento del contra eje es de 4 unidades			

ORDEN DE TRABAJO			N°	00005
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F		CODIGO: CP-CHA01-01	
FECHA:	AUTORIZADO POR:		RESPONSABLE:	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : REBABITADO DE ECCENTRIC				
<b>DESCRIPCION</b>				
Si el espesor del babitado es menor a 2" para la excentrica se deberá rebabitar a 3"				
<b>OPERARIOS:</b>		<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
Mecánico		196.00	Quemador	
Ayudante		196.00		
<b>MATERIAL UTILIZADO:</b>				
Babit				
<b>OBSERVACIONES :</b>				
Verificar las dimensiones finales del rebabitado de acuerdo al manual antes de ser instalada la excentrica				

ORDEN DE TRABAJO		N°	00006
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	CODIGO:	CP-CHA01-01
FECHA:	AUTORIZADO POR:	RESPONSABLE:	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD :	Cambio ASIENTOS DE CONTRAEJE		
<b>DESCRIPCION</b>			
Si la temperatura en las chumaceras del contraeje es mayor a 55°C en forma reiterativa se cambiarán los asientos de contraeje			
<b>OPERARIOS:</b>		<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>
Mecánico	72.00	Herramientas	Implementos de seguridad
Lubricador	72.00		
Ayudante	72.00		
<b>MATERIAL UTILIZADO:</b>			
Asientos de contraeje Aceite ISO 50 Gasolina de 84 octanos Trapo industrial			
<b>OBSERVACIONES :</b>			

ORDEN DE TRABAJO		N° 00007
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	CODIGO: CP-CHA01-01
FECHA:	AUTORIZADO POR:	RESPONSABLE:
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : Cambio ECCENTRIC BEARING BUSHING		
DESCRIPCION		
Se realizará el cambio Eccentric Beaming Bushing cuando las paredes de ésta tengan un espesor en el cuerpo principal de 2" como mínimo.		
<b>OPERARIOS:</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>
Maestro mecánico	196.00	Herramientas
Mecánico	196.00	Implementos de seguridad
Lubricador	196.00	Grua de 100 ton.
Electricista	196.00	Quemador
Soldador	196.00	
Ayudante	196.00	
<b>MATERIAL UTILIZADO:</b>		
Eccentric Beaming Bushing		
Aceite ISO 50		
Trapo industrial		
Gasolina de 84 octanos		
<b>OBSERVACIONES :</b>		
Se deberá proveer los materiales, consumibles, herramientas, máquinas y equipos para iniciar los trabajos		

ORDEN DE TRABAJO			N°
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	CODIGO:	CP-CHA01-01
FECHA:	AUTORIZADO POR:	RESPONSABLE:	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : Cambio LUBRICANTE			
<b>DESCRIPCION</b>			
Se realizará el cambio del lubricante o el camio de la totalidad del lubricante en el tanque de almacenamiento en forma mensual			
<b>OPERARIOS:</b>		<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>
Lubricador		2.00	Herramientas
Ayudante		2.00	Implemetos de seguridad
<b>MATERIAL UTILIZADO:</b>			
Aceite ISO 50			
Trapo industrial			
Gasolina de 84 octanos			
<b>OBSERVACIONES :</b>			

ORDEN DE TRABAJO		N°
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	CODIGO: CP-CHA01-01
FECHA:	AUTORIZADO POR:	RESPONSABLE:
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : Rebobinado de Motor		
DESCRIPCION		
Realizar el megado en el motor eléctrico, si éste es menor a 1 M ohn, se deberá realizar el rebobinado del motor		
<b>OPERARIOS:</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>
Electricista	16.00	Herramientas
Mecánico	16.00	Instrumentos de medición
Ayudante	16.00	
<b>MATERIAL UTILIZADO:</b>		
Bobinas		
Barniz		
<b>OBSERVACIONES :</b>		
De ser el caso se podrá enviar para la reparación de éste motor a terceros.		

ORDEN DE TRABAJO		N°
EQUIPO	MAQUINA/EQUIPO: Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F	CODIGO: CP-CHA01-01
FECHA:	AUTORIZADO POR:	RESPONSABLE:
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD : Inspección Contraeje		
DESCRIPCION		
Realizar ésta actividad cuando la temperatura en las chumaceras en el contraeje excedan constantemente a 55°C ( durante 2 días ), así también si el nivel del ruido de acuerdo al catalogo no es el permisible.		
OPERARIOS:	TIEMPO ESTIMADO:	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Maestro mecánico	36.00	Herramientas
Mecánico	36.00	Implementos de seguridad
Electricista	36.00	
ayudante	36.00	
MATERIAL UTILIZADO:		
Aceite ISO 50		
Grasa		
Trapo industrial		
Gasolina de 84 octanos		
OBSERVACIONES :		
Inspeccionar el estado de los dientes del piñon de ataque del contraeje, estado de los asientos, alineamiento del eje, entre otros		

## **ANEXO 9**

- ANEXO 9A Programa de producción mensual 2002 para las máquinas y/o equipos del plan piloto
- ANEXO 9B Programa de mantenimiento mensual
- ANEXO 9C Horas de parada de producción por mantenimiento preventivo

## ANEXO 9A

### PROGRAMA DE PRODUCCION MENSUAL 2002 PARA LAS MAQUINAS Y/O EQUIPOS DEL PLAN PILOTO

PERIODO : MAYO 2002

#### HORAS DE OPERACIÓN DIARIA

MAQUINA / EQUIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total Horas
Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ	20.0	24.0	20.0	24.0	22.0	20.0	20.0	22.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	24.0	0.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	20.0	24.0	24.0	20.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	12.0	660.00
Chancadora Cuaternaria Giradisc	20.0	0.0	20.0	24.0	22.0	20.0	20.0	22.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	20.0	24.0	24.0	20.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	12.0	660.00
Molino 9'x12' de bolas Allis Chalmers	12.0	24.0	24.0	20.0	20.0	24.0	20.0	12.0	24.0	20.0	24.0	24.0	24.0	20.0	24.0	24.0	24.0	20.0	20.0	0.0	20.0	20.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	14.0	650.00

## TIEMPOS DE PARADA PARA MAQUINAS DEL PLAN PILOTO PARA EL MES DE ENERO

PERIODO : MAYO 2002

### DISPONIBLE DE TIEMPO PARA MANTENIMIENTO

MAQUINA / EQUIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total Horas
Chancadora Primaria	40	00	40	00	20	40	40	20	40	40	40	40	40	00	240	00	00	00	00	00	00	00	40	00	00	40	00	00	00	00	120	84.00
Chancadora	40	240	40	00	20	40	40	20	40	40	40	40	40	00	00	00	00	00	00	00	00	00	40	00	00	40	00	00	00	00	120	84.00
Molino 9'x12' de	120	00	00	40	40	00	40	120	00	40	00	00	00	40	00	00	00	40	40	240	40	40	00	00	00	00	00	00	00	00	100	94.00









## **ANEXO 10**

### **PROGRAMA DE PRODUCCION ANUAL AÑO 2002**

ANEXO 10A	Tiempos de operación para máquinas del plan piloto
ANEXO 10B	Tiempos de parada para máquinas del plan piloto
ANEXO 10C	Programa de mantenimiento anual planta concentradora

## ANEXO 10A

### PROGRAMA DE PRODUCCION ANUAL AÑO 2002

#### TIEMPOS DE OPERACIÓN PARA MAQUINAS DEL PLAN PILOTO

MAQUINA / EQUIPO	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SET		OCT		NOV		DIC		TOTAL	
	Hras	%	Hras	%																						
Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ	660.0	88.7	620.0	92.3	670.0	90.1	660.0	91.7	660.0	88.7	670.0	93.1	680.0	91.4	680.0	91.4	650.0	90.3	680.0	91.4	700.0	97.2	700.0	97.2	8030.0	91.7
Chancadora Cuaternaria Giradisc	660.0	88.7	610.0	90.8	660.0	88.7	650.0	90.3	650.0	87.4	660.0	91.7	670.0	90.1	670.0	90.1	650.0	90.3	670.0	90.1	690.0	95.8	690.0	95.8	7930.0	90.5
Molino 9'x12' de bolas Allis Chalmers	650.0	87.4	590.0	87.8	630.0	84.7	620.0	86.1	620.0	83.3	630.0	87.5	650.0	87.4	650.0	87.4	650.0	90.3	650.0	87.4	630.0	87.5	640.0	88.9	7610.0	86.3

## ANEXO 10B

#### TIEMPOS DE PARADA PARA MAQUINAS DEL PLAN PILOTO

MAQUINA / EQUIPO	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SET		OCT		NOV		DIC		TOTAL	
	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%	Hras	%
Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" Φ	84.0	11.3	52.0	7.7	74.0	9.9	60.0	8.3	84.0	11.3	50.0	6.9	64.0	8.6	64.0	8.6	70.0	9.7	64.0	8.6	20.0	2.8	44.0	6.1	730.0	8.3
Chancadora Cuaternaria Giradisc	84.0	11.3	62.0	9.2	84.0	11.3	70.0	9.7	94.0	12.6	60.0	8.3	74.0	9.9	74.0	9.9	70.0	9.7	74.0	9.9	30.0	4.2	54.0	7.5	830.0	9.5
Molino 9'x12' de bolas Allis Chalmers	94.0	12.6	82.0	12.2	114.0	15.3	100.0	13.9	124.0	16.7	90.0	12.5	94.0	12.6	94.0	12.6	70.0	9.7	94.0	12.6	90.0	12.5	104.0	14.4	1150.0	13.1

**ANEXO 10C**

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL PLANTA CONCENTRADORA</b>														
<b>PLAN PILOTO - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>														
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>1.00</b>	<b>CHANCADORA ALLIS CHALMERS</b>													
1.10	Revisión Temp. Chumaceras Contraeje	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.20	Revisión de Tableros Eléctricos	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.30	Revisión Presión Sistema Lubricación	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.40	Cambio de Fajas	AP	X			X			X			X		
1.50	REBABITADO DE ECCENTRIC	AR									X			
1.60	Cambio ASIENTOS DE CONTRAEJE	AR							X					
1.70	Cambio ECCENTRIC BEARING BUSHING	AR								X				
1.80	Cambio LUBRICANTE	AP	X		X		X		X		X		X	
1.90	Rebobinado de Motor	AR						X						
2.00	Inspección Contraeje	AP		X			X			X			X	
2.10	Inspección Datos Operación Amperaje	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>2.00</b>	<b>CHNCADORA GYRADISC</b>													
2.01	Revisión Temp. Chumaceras Contraeje	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.02	Revisión de Tableros Eléctricos	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.03	Revisión Presión Sistema Lubricación	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.04	Cambio de Fajas	AP	X			X			X			X		
2.05	Cambio de LUBRICANTE	AP	X			X			X			X		
2.06	Rebobinado de Motor	AR											X	
2.07	Inspección Contraeje	AR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.08	Inspección Datos Operación Amperaje	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.09	LOWER LINER	AR	X			X			X			X		
2.10	UPPER LINER	AR	X						X					
2.11	LOWER EXTENSION	AR	X											
2.12	TORCH RING	AR						X						
2.13	OUTER ECCENTRIC BUSHING	AR						X						
2.14	INNER ECCENTRIC BUSHING	AR						X						
2.15	SOCKET LINER	AR						X						

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL PLANTA CONCENTRADORA  
PLAN PILOTO - MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ITEM	DESCRIPCION	ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
3.00	MOLINO No 4 (ALLIS CHALMERS 9'X13')													
3.01	CASQUILLO DE ENTRADA	AR	X						X					
3.02	CASQUILLO DE SALIDA	AR	X						X					
3.03	TRUNION LINER ENTRADA	AR							X					
3.04	TRUNION LINER SALIDA	AR							X					
3.05	Repáración de Motor	AR												X
3.06	LUBRICANTE TRUN. ENTR.	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.07	LUBRICANTE TRUN. SALIDA	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.08	Inspección Amperaje	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.09	Medición Temperaturas en Chumaceras	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.10	Inspección Sistema de Transmisión, Piñón-Catalina	AR						X						X

**ANEXO 11**

**DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- |           |   |
|-----------|---|
| ANEXO 11A | Gastos en materiales y mano de obra (Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" $\Phi$ .) |
| ANEXO 11B | Gastos en materiales y mano de obra (Chancadora Cuaternaria Giradisc.)                |
| ANEXO 11C | Gastos en materiales y mano de obra (Molino Allis Chalmers de 9'x12'.)                |

**ANEXO 11A**  
**Descripción de las partes del Mantenimiento Preventivo**

<b>GASTOS EN MATERIALES Y MANO DE OBRA</b>								
<b>Máquina : Chancadora Primaria Allis Chalmers 30" F</b>							<b>Código Nro CP-CHA01-01</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>M. OBRA (US\$)</b>	<b>MATERIALES (US\$)</b>	<b>MAQ. Y HERR.(US\$)</b>	<b>SEVICIOS (US\$)</b>	<b>HORAS PARADAS (US\$)</b>	<b>COSTO PARADA PROD. (US\$)</b>	<b>TOTAL (US\$)</b>
<b>OPERACIÓN</b>								
Revisión de Temperatura en las Chumaceras del Contraeje	180.00	4.50	4.85	0.23	0.00	0.00	0.00	1,723.50
Revisión de Tableros Eléctricos	60.00	4.50	2.60	0.23	0.00	0.00	0.00	439.50
Revisión de la presión en el Sistema de Lubricación	120.00	6.75	73.00	0.34	0.00	0.00	0.00	9,610.50
Inspección datos de Operación - Amperaje	360.00	4.50	0.30	0.23	0.00	0.00	0.00	1,809.00
<b>PARADA</b>								
Cambio de Fajas	4.00	35.00	1,297.80	1.75	0.00	0.00	0.00	5,338.20
Inspección Contraeje	4.00	1,602.00	468.44	80.10	0.00	32.00	94,080.00	384,922.17
Cambio LUBRICANTE	6.00	17.00	378.00	0.85	0.00	0.00	0.00	2,375.10
<b>RENOVACION</b>								
REBABITADO DE ECCENTRIC	1.33	5,096.00	1,450.00	254.80	0.00	160.00	470,400.00	636,267.73
Cambio ASIENTOS DE CONTRAEJE	1.33	2,196.00	300.00	109.80	0.00	48.00	141,120.00	191,634.40
Cambio ECCENTRIC BEARING BUSHING	1.33	10,584.00	3,207.50	529.20	0.00	124.00	364,560.00	505,174.27
Rebobinado de Motor	1.00	280.00	760.00	14.00	0.00	4.00	11,760.00	12,814.00
						368.00		1,752,108.37

**ANEXO 11B**  
**Descripción de las partes del Mantenimiento Preventivo**

**GASTOS EN MATERIALES Y MANO DE OBRA**

**Máquina : Chancadora Cuaternaria Giradisc**

**Código Nro CP-CHA03-02**

<b>OPERACION</b>									
Revisión de Temperatura en las Chumaceras del Contraeje	180.00	4.50	4.85	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	1,723.50
Revisión de Tableros Eléctricos	60.00	4.50	2.60	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	439.50
Revisión de la presión en el Sistema de Lubricación	120.00	6.75	73.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	9,611.00
Inspección datos de Operación - Armadura	360.00	2.25	0.30	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	958.00
<b>PARADA</b>									
Cambio de Fajas	4.00	35.00	1,297.80	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	5,331.20
Cambio de LUBRICANTE	4.00	17.00	378.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	1,583.40
<b>RENOVACION</b>									
Rebobinado de Motor	1.00	630.00	760.00	31.50	0.00	24.00	55,440.00	0.00	56,861.50
Inspección Contraeje	12.00	1,192.00	468.44	59.60	0.00	0.00	0.00	0.00	20,640.50
LOWER LINER	4.00	498.00	3,495.00	24.90	0.00	0.00	0.00	0.00	16,071.60
UPPER LINER	2.00	498.00	4,095.00	24.90	0.00	0.00	0.00	0.00	9,235.80
LOWER EXTENSION	1.00	415.00	2,095.00	20.75	0.00	0.00	0.00	0.00	2,530.75
TORCH RING	1.00	166.00	4,210.00	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	4,384.30
OUTER ECCENTRIC BUSHING	1.00	498.00	2,210.00	24.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2,732.90
INNER ECCENTRIC BUSHING	1.00	498.00	3,910.00	24.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4,432.90
SOCKET LINER	1.00	498.00	3,210.00	24.90	0.00	0.00	0.00	0.00	3,732.90
						24.00			140,276.75

**ANEXO 11C**  
**Descripción de las partes del Mantenimiento Preventivo**

**GASTOS EN MATERIALES Y MANO DE OBRA**

Máquina : Molino Allis Chalmers de 9'x12'

Código Nro : MP-MOL01-05

PARTE:								
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	M. OBRA (US\$)	MATERIALES (US\$)	MAQ. Y HERR.(US\$)	SEVICIOS (US\$)	HORAS PARADAS (US\$)	COSTO PARADA PROD. (US\$)	TOTAL (US\$)
<b>OPERACION</b>								
LUBRICANTE TRUN. ENTR.	12.00	13.50	850.00	0.68	0.00	0.00	0.00	10,370.10
LUBRICANTE TRUN. SALIDA	12.00	13.50	850.00	0.68	0.00	0.00	0.00	10,370.10
Inspección Amperaje	360.00	2.25	0.30	0.11	0.00	0.00	0.00	958.50
Medición Temperaturas en Chumaceras	180.00	4.50	0.20	0.23	0.00	0.00	0.00	886.50
<b>PARADA</b>								
<b>RENOVACION</b>								
CASQUILLO DE ENTRADA	2.00	310.00	1,090.00	15.50	0.00	0.00	0.00	2,831.00
CASQUILLO DE SALIDA	2.00	310.00	1,090.00	15.50	0.00	0.00	0.00	2,831.00
TRUNION LINER ENTRADA	1.00	498.00	2,435.00	24.90	0.00	0.00	0.00	2,957.90
TRUNION LINER SALIDA	1.00	498.00	2,435.00	24.90	0.00	0.00	0.00	2,957.90
Repáración de Motor	1.00	280.00	900.00	14.00	0.00	4.00	2,308.00	3,502.00
Inspección Sistema de Transmisión, Piñón-Catalina	2.00	2,628.00	120.00	131.40	0.00	40.00	23,080.00	51,918.80
						44.00		89,583.80

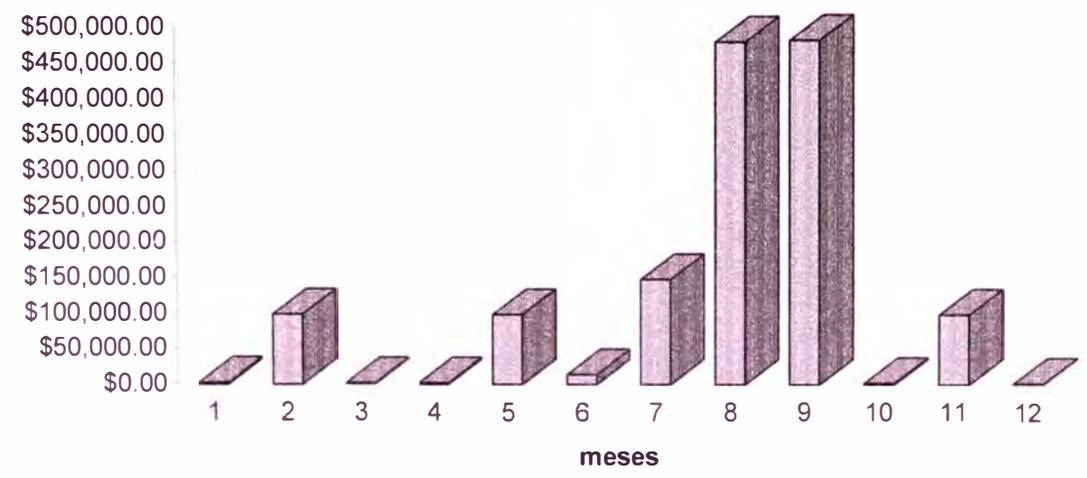
## **ANEXO 12**

### **COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

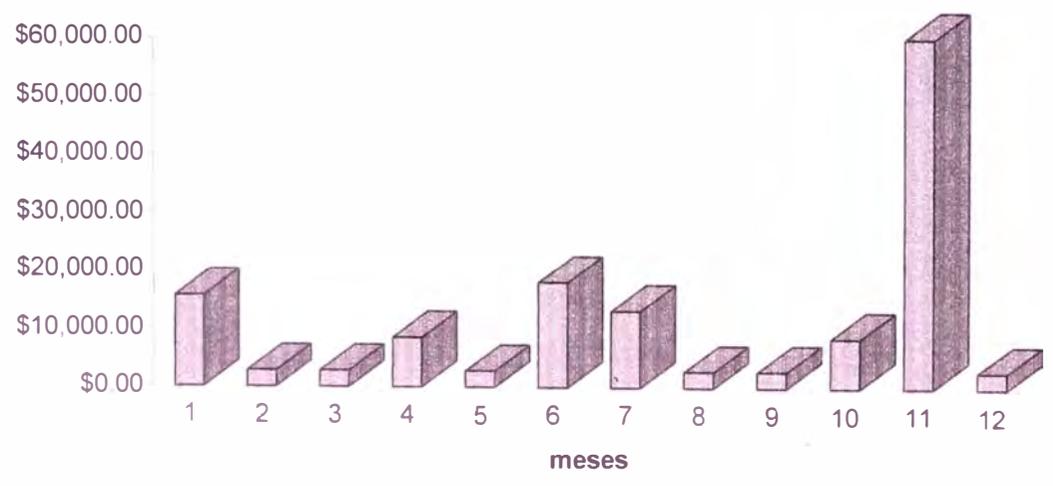
**ANEXO 12**  
**Costo de las actividades de Mantenimiento Preventivo**

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL PLANTA CONCENTRADORA</b>														
<b>PLAN PILOTO - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>														
ITEM	DESCRIPCION	ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>1.00</b>	<b>CHANCADORA ALLIS CHALMERS</b>													
1.10	Revisión Temp. Chumaceras Contraeje	AO	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63
1.20	Revisión de Tableros Eléctricos	AO	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63
1.30	Revisión Presión Sistema Lubricación	AO	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88
1.40	Cambio de Fajas	AP	1,334.55			1,334.55			1,334.55			1,334.55		
1.50	REBABITADO DE ECCENTRIC	AR									477,200.80			
1.60	Cambio ASIENTOS DE CONTRAEJE	AR							143,725.80					
1.70	Cambio ECCENTRIC BEARING BUSHING	AR								378,880.70				
1.80	Cambio LUBRICANTE	AP	395.85		395.85		395.85		395.85		395.85		395.85	
1.90	Rebobinado de Motor	AR						12,814.00						
2.00	Inspección Contraeje	AP		96,230.54			96,230.54			96,230.54			96,230.54	
2.10	Inspección Datos Operación - Amperaje	AO	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75	150.75
			2,862.28	97,362.42	1,527.73	2,466.43	97,758.27	13,945.88	146,588.08	476,243.12	478,728.53	2,466.43	97,758.27	1,131.88
<b>2.00</b>	<b>CHNCADORA GYRADISC</b>													
2.01	Revisión Temp. Chumaceras Contraeje	AO	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63	143.63
2.02	Revisión de Tableros Eléctricos	AO	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63	36.63
2.03	Revisión Presión Sistema de Lubricación	AO	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88	800.88
2.04	Cambio de Fajas	AP	1,334.55			1,334.55			1,334.55			1,334.55		
	Cambio de LUBRICANTE	AP	395.85			395.85			395.85			395.85		
2.06	Rebobinado de Motor	AR											56,861.50	
2.07	Inspección Contraeje	AR	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04	1,720.04
2.08	Inspección datos Operación - Amperaje	AO	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88
2.09	LOWER LINER	AR	4,017.90			4,017.90			4,017.90			4,017.90		
2.10	UPPER LINER	AR	4,617.90						4,617.90					
2.11	LOWER EXTENSION	AR	2,530.75											
2.12	TORCH RING	AR						4,384.30						
2.13	OUTER ECCENTRIC BUSHING	AR						2,732.90						
2.14	INNER ECCENTRIC BUSHING	AR						4,432.90						
2.15	SOCKET LINER	AR						3,732.90						
			15,677.99	2,781.04	2,781.04	8,529.34	2,781.04	18,064.04	13,147.24	2,781.04	2,781.04	8,529.34	59,642.54	2,781.04
<b>3.00</b>	<b>MOLINO No 4 (ALLIS CHALMERS 9'X13')</b>													
3.01	CASQUILLO DE ENTRADA	AR	1,415.50						1,415.50					
3.02	CASQUILLO DE SALIDA	AR	1,415.50						1,415.50					
3.03	TRUNION LINER ENTRADA	AR							2,957.90					
3.04	TRUNION LINER SALIDA	AR							2,957.90					
3.05	Repáración de Motor	AR												
3.06	LUBRICANTE TRUN. ENTR	AO	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18
3.07	LUBRICANTE TRUN. SALIDA	AO	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18	864.18
3.08	Inspección Amperaje	AO	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88	79.88
3.09	Medición Temperaturas en Chumaceras	AO	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88	73.88
3.10	Inspección Sist. Transmisión Piñón Catalina	AR												
			4,713.10	1,882.10	1,882.10	1,882.10	1,882.10	25,959.40	27,841.50	10,628.90	1,882.10	1,882.10	1,882.10	31,343.50

### CHANCADORA PRIMARIA ALLIS CHALMERS 30"



### CHANCADORA CUATERNARIA GIRADISC



**MOLINO DE BOLAS CORNESA 8'X 12'**

