Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad aplicado en el Área de Chancado de planta concentradora minera Mateas S. A. C. Arequipa

John Leoner Santos Casilla

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional

Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Suficiencia Profesional

Obra protegida bajo la licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Continental, por la oportunidad otorgada en mi desarrollo profesional.

A los docentes, quienes de forma desprendida me brindaron sus conocimientos.

A mi asesor, por su aporte académico e investigativo.

A MINERA BATEAS S.A.C., por la predisposición en el desarrollo del presente estudio.

DEDICATORIA

A mis padres Estanislao y Natividad por sus consejos y acertadas sugerencias.

A mis hermanos Fortunato, Lourdes por su incondicional apoyo, cariño y comprensión a través del tiempo.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es elaborar un programa de mantenimiento basado en confiabilidad para el área de chancado en minera BATEAS. S.A.C. Se remarca que existe una prioridad en el circuito de chancado, que es mantener las condiciones operativas en una relación óptima de trabajo rendimiento-producto, asegurando un tamaño adecuado, a fin de garantizar la mejora continua; un plan de mantenimiento que permita una alta disponibilidad y confiabilidad de equipos que componen el mencionado circuito. El análisis en la actualidad tiene mayor relevancia para que los equipos trabajen adecuadamente presentando fallas mínimas. La supervisión del proyecto implica coordinar, administrar y fiscalizar los servicios del contrato de Mantenimiento Industrial de Equipos, elaborar planes de trabajo, cronogramas, supervisar al personal a cargo, desarrollando y aplicando normas y políticas del cliente como de la contratista, comprometido con la seguridad integral y el cumplimiento de las especificaciones técnicas, planos, uso de los protocolos, procedimientos, plan de trabajo, todo para un desempeño óptimo en la ejecución. Se elaboraron y aplicaron los formatos de controles, protocolos de calidad, planos, procedimientos de trabajo, etc. con el fin de garantizar el correcto procedimiento bajo el cumplimiento, seguimiento, registro y análisis de la información detallada. Concluyendo que con la implementación de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) se mejoró la disponibilidad de los equipos sección chancado en un porcentaje 10% mayor a años anteriores.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia profesional detalla las actividades y aptitudes desarrolladas en el área de supervisión en el mantenimiento del circuito de chancado, cuyo contenido es el siguiente:

En el capítulo I. Aspectos generales de la empresa y/o institución, se detalla los datos generales de la empresa, actividades principales, reseña histórica, organigrama, misión y visión.

En el capítulo II. Aspectos generales de las actividades profesionales

En el capítulo III. Marco teórico, se expone sustento de las bases teóricas de las metodologías y/o actividades realizadas.

El capítulo IV. Descripción de las actividades profesionales

En el capítulo V. Resultados, se evalúan los resultados finales, logros alcanzados, dificultades, planteamiento e mejoras, análisis de las actividades realizadas.

INDICE

Contenido

AGRADECIMIENTO 1
DEDICATORIA 2
RESUMEN 3
INTRODUCCIÓN 4
TABLAS 7
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA 10
1.1 Datos Generales de la Institución 10
1.2 Actividades Principales de la Institución y/o Empresa 10
1.3 Ubicación geográfica 11
1.4 Reseña Histórica de la Institución y/o Empresa 12
1.4.1 principios y valores 13
1.5 Organigrama de la Empresa 13
1.6 Visión y Misión 15
CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES 16
2.1 Antecedentes o Diagnóstico Situacional 16
2.2 Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad Profesional 16
2.3 Objetivos de la Actividad Profesional 17
2.3.1 Objetivo General 17
2.3.2 Objetivos Específicos 17
2.4 Justificación de la Actividad Profesional 17
2.5 Resultados Esperados 18
CAPÍTULO III: MARCO TEORICO 19
3.1 Estrategia de mantenimiento en confiabilidad operacional 19
3.2 Sistema de gestión de mantenimiento operacional 19
3.2.1 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) 20
3.3 Indicadores de mantenimiento 22
3.4 Procesamiento de mineral 25

3.8.2 Clasificación de las máquinas de chancado 25
3.4.2 Tipos de chancadoras 26
- Chancadoras cónicas 26
- Chancadoras de rodillo 26
Tabla 1. Características de chancadoras en minera Bateas 26
3.8.1 Descripción planta de chancado 26
3.6 Configuración del circuito de chancado 28
3.7 Características Técnicas del circuito de chancado 28
3.8 Ubicación técnica de los equipos de chancado 29
3.8.1 Tolva de gruesos (MB-AS-CHAN-PRIM-TOL) 30
3.8.2 Chancadora de quijada (MB-AS-CHAN-PRIM-KUR) 31
3.8.3 Apron feeder (MB-AS-CHAN-APR-COM) 32
3.8.4 Grizzly vibratorio (MB-AS-CHAN-GRIZ-COM) 32
3.8.5 Chancado secundario (MB-AS-CHAN-SEC-SAN 1) 33
3.8.6 Fajas transportadoras (MB-AS-CHAN-PRIM-FAJ 1,2,3,4) 33
3.8.7 Separador Magnetico (MB-AS-CHAN-MAG-ERI) 34
3.8.8 Zaranda vibratoria (MB-AS-CHAN-PRIM-ZARV 1,2) 34
3.8.9 Chancado terciario (MB-AS-CHAN-SEC-SAN 2) 35
3.9 Ejecución de mantenimiento 35
3.10 Flujograma de mantenimiento preventivo 37
3.11 Programación de mantenimiento 38
3.12 Gestión logística 43
3.13 Análisis de equipos 46
3.14 Matriz de criticidad 47
3.15 Análisis de modo y efectos de fallas 48
3.16 Análisis de indicadores de gestión de mantenimiento 52
3.17 Procedimiento de mantenimiento 60
3.18 Orden de mantenimiento 62
3.19 Protocolos de mantenimiento 62
CAPÍTULO IV: DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES 68
PROFESIONALES 68
4 Descripción de actividades profesionales 68
4.1 Alcance de las actividades profesionales 69

4.2 Aspectos técnicos de actividad profesional 69
4.3 Instrumentos 69
4.4 Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades 70
CAPITULO V: RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS 71
5.1 Resultados finales de las actividades realizadas 71
5.2 Logros alcanzados 71
5.2.1 En el ámbito del proyecto 71
5.2.2 En el ámbito personal 72
5.3 Planeamiento de mejoras 72
5.3.1 Metodologías propuestas 72
5.3.2 Descripción de la implementación 72
5.4 Análisis 73
CONCLUSIONES 74

TABLAS

Tabla 1. Tipos de chancadoras 26
Tabla 2. Características técnicas circuito chancado minera bateas 29
Tabla 3. Ubicación técnica de equipos de chancado 30
Tabla 4. Ejecución de mantenimiento minera Bateas 36
Tabla 5. Programa de mantenimiento sección chancado minera Bateas 39
Tabla 6. Herramientas para mantenimiento minera BATEAS 43
Tabla 7. Personal para mantenimiento área chancado minera BATEAS 45
Tabla 8. Materiales a utilizar mantenimiento minera BATEAS 46
Tabla 9. Matriz de criticidad 47
Tabla 10. Matriz de criticidad, minera Bateas 48
Tabla 11. Análisis de modo y efecto de fallas sección Chancadoras minera Bateas 49
Tabla 12. Análisis de modo y efecto de fallas sección Fajas Transportadoras minera Bateas 50
Tabla 13. Análisis de modo y efecto de fallas sección Zarandas minera Bateas 51
Tabla 14. Cuadro de indicadores de mantenimiento 53
Tabla 15. Rutas de lubricación planta chancado minera Bateas 54

Tabla 16. Disponibilidad de equipos de chancado minera Bateas 55
Tabla 17. Programación de gamas de mantenimiento 57

FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica minera bateas tomado de Espinoza Luis 12
Figura 2. Organigrama del departamento de mantenimiento, minera Bateas 14
Figura 3. Diagrama de flujo seccion chancado Minera Bateas tomado de ESPINOZA, Luis. Evaluacion tecnico economica para la seleccion del tajo TJ626E de minera bateas [online]. Universidad Nacional del Altiplano, 2018. Available from: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12303/Yana_Aydee_Quispe_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y 27
Figura 4. Mantenimiento de tolva de gruesos minera Bateas 31
Figura 5. Partes de la chancadora de quijada por mantenimiento de la chancadora secundaria cónica y seguridad 32
Figura 6. Mantenimiento de apron feeder minera Bateas 32
Figura 7. Mantenimiento grizzly vibratorio minera Bateas 33
Figura 8. Mantenimiento chancadora secundaria SANDVIK 2800 minera bateas 33
Figura 9. Mantenimiento de fajas transportadoras minera bateas 34
Figura 10. Separador magnético minera bateas 34
Figura 11. Zaranda vibratorio minera bateas 35
Figura 12. Chancadora terciaria minera Bateas 35
Figura 13. Areas para mantenimiento preventivo tomado de Calizaya Martinez, Victor Jimmy. 37
Figura 14. Planeación y programación para mantenimiento 38
Figura 15. Equipo de grupo RCM 46
Figura 16. Procedimiento de mantenimiento 56
Figura 17. Alcance de servicio de mantenimiento área chancado minera BATEAS 58
Figura 18. Protocolo de mantenimiento de chancadoras 59
Figura 19. Protocolo de mantenimiento de zaranda 61

ANEXOS

Anexo 1 Tabla de mantenimiento chancadora Sandvik 79
Anexo 02. Diagrama de flujo de órdenes de reparación de equipos 80
Anexo 03. Servicio mantenimiento tolva de gruesos 81
Anexo 4. Servicio de mantenimiento Apron feeder 84
Anexo 5. Servicio de mantenimiento de chancadora de quijada 86
Anexo 6. Servicio de mantenimiento de faja transportadora 87
Anexo 7. Servicio de mantenimiento de chancadora Sandvik 89
Anexo 8. Servicio de mantenimiento de zaranda vibratoria 92

ECUACIONES

Ecuación 1 Calculo de tiempo medio entre falla 22
Ecuación 2 Tiempo medio por reparar 23
Ecuación 3 Calculo de disponibilidad 23
Ecuación 4 Calculo de confiabilidad 24

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Datos Generales de la Institución

- Razón Social : MINERA BATEAS S.A.C.
- Dirección : Av. Jorge Chavez Nro. 154 Int. P-5, Miraflores, Lima
- RUC :20510704291
- Rubro : Minerales y derivados
- Altitud : 4500 a 5000 m.s.n.m

1.2 Actividades Principales de la Institución y/o Empresa

MINERA BATEAS S.A.C. es una empresa que pertenece al sector minero y se encuentra clasificada como mediana minería, siendo sus actividades la exploración, explotación y tratamiento de minerales con contenido de plata, oro, plomo y zinc. Asimismo, se dedica a la

comercialización de los concentrados de minerales obtenidos en este proceso. Desde el año 2006 hasta la fecha viene operando de manera continua en las instalaciones que anteriormente pertenecía a compañía Minera Ares ubicado en el distrito y provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. El método de explotación subterránea, es utilizado cuando las zonas mineralizadas (vetas o cuerpos de mineral económico) son angostas y profundas, por lo que según las evaluaciones técnicas y económicas justifica la perforación de túneles y socavones para posibilitar su extracción(1).

1.3 Ubicación geográfica

La UEA San Cristóbal se encuentra ubicado en el paraje de Huayllacho, distrito de Caylloma provincia de Caylloma y departamento de Arequipa:

Las vías de acceso al Proyecto desde la ciudad de Arequipa, vía terrestre, son a través de la carretera Panamericana Sur(1):

- **Arequipa – Caylloma:** Un tramo Asfaltado y Afirmado de 225 Km.
- **Caylloma – Mina:** 14.5 Km.

*Figura 1.*Ubicación geográfica minera Bateas tomado de Espinoza Luis.

1.4 Reseña Histórica de la Institución y/o Empresa

Minera Bateas está ubicada en el departamento de Arequipa, distrito de Caylloma al sur del Perú. La propiedad consiste de 20 concesiones mineras que constituyen la Unidad Económica Administrativa (UEA) San Cristóbal. La mineralización de la mina es del tipo epitermal y consiste principalmente de sulfosales y sulfuros de plata, las mineralizaciones del depósito se encuentran en vetas con ganga de cuarzo, rodonita y calcita. Minerales de plata, oro, plomo, zinc y cobre se presentan como base de la mineralización en los tres sistemas de vetas que se están explotando actualmente.

La explotación de minerales de Plata, Oro, Plomo y Zinc es el propósito del yacimiento de la unidad minera Bateas, el que se realizará según a lo especificado en este informe, aplicando el método de minado "Corte y Relleno Ascendente" en las vetas de Animas y Nancy(1).

1.4.1 principios y valores

A continuación, se detalla los principios y valores de la empresa BATEAS(2):

- **Confianza.** Confiamos en nuestros compañeros de trabajo, sin importar su rol o nivel. Compartimos información y nuevas ideas de una forma abierta y sincera para alentar la innovación, la creatividad, así como el éxito continuo.
- **Integridad.** Actuamos de manera apropiada y autentica, somos responsables de nuestras decisiones y actos. Cumplimos lo que prometemos.
- **Trabajo en equipo.** Somos un solo equipo, valoramos el trabajo de los demás y trabajamos en forma coordinada, complementaria y comprometida.
- **Compromiso con la seguridad, medio ambiente y la responsabilidad social.** Valoramos la seguridad de las personas y nos preocupamos por su salud. Respetamos nuestro medio ambiente y somos responsables ante nuestras comunidades, nuestra región, nuestro país.
- **Honestidad.** Expresamos nuestras opiniones con sinceridad y respeto.
- **Profesionalismo.** Cumplimos nuestro trabajo con excelencia, ponemos todo de nuestra parte para desarrollar nuestras capacidades y somos responsables por lo que hacemos.
- **Mejoramiento Continuo.** Aceptamos el desafío de la mejora continua para lograr mayor eficacia y eficiencia en nuestro trabajo.
- **Respeto Mutuo.** Somos tolerantes y comprensivos con los demás para lograr un ambiente de trabajo sano y productivo.
- **Transparencia.** No tenemos nada que esconder de nuestros actos, a la vez que repudiamos las acciones ilícitas e ilegales.

1.5 Organigrama de la Empresa

MINERA BATEAS S.A.C. presenta el siguiente organigrama de Equipos de Mantenimiento.

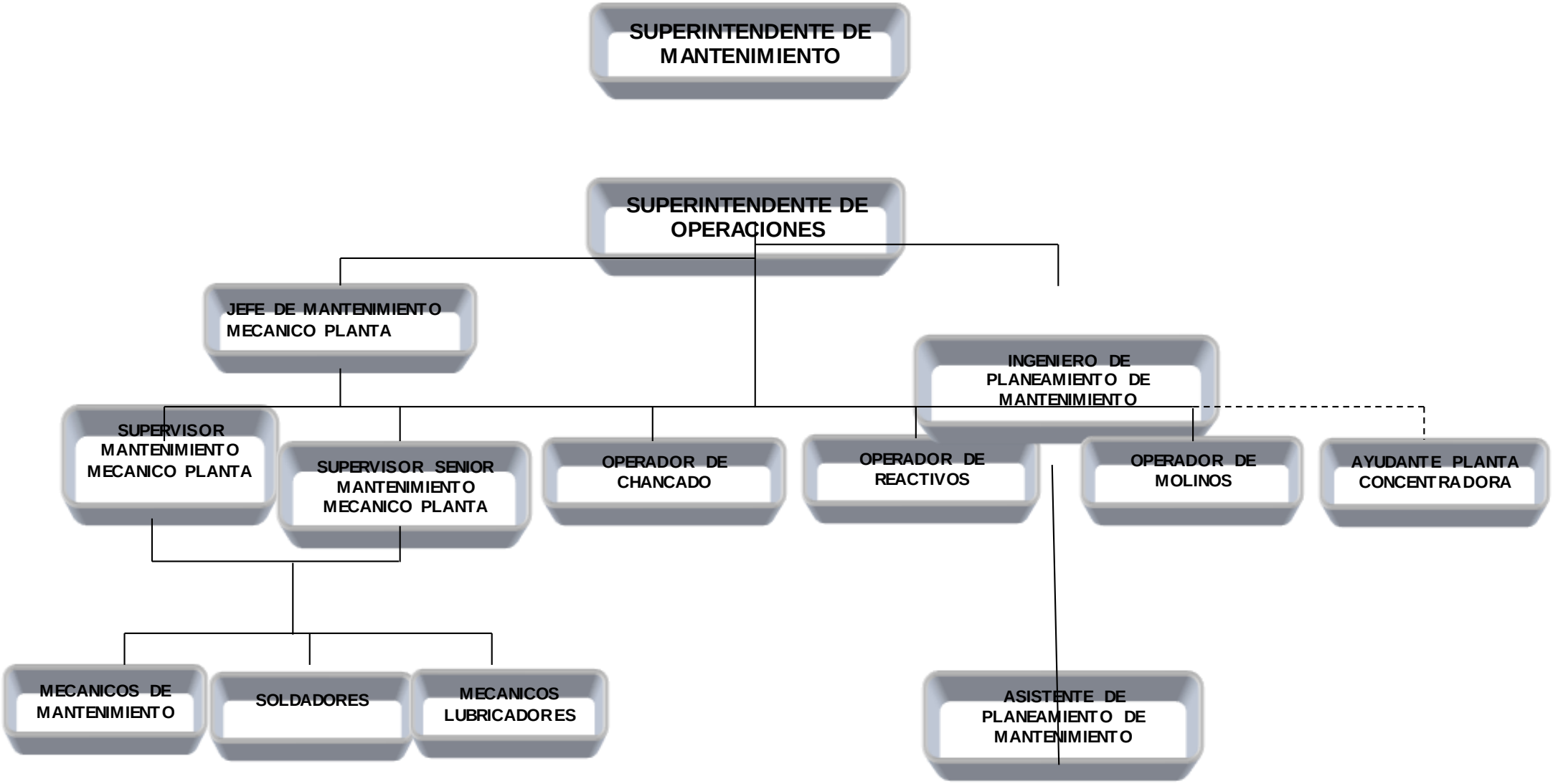


*Figura 2.*Organigrama del departamento de mantenimiento, minera Bateas.

1.6 Visión y Misión

Ser valorada por nuestros colaboradores, la comunidad y nuestros accionistas como una compañía minera de plata en América Latina.

Nuestra misión es crear valor a través del crecimiento de reservas de plata, producción de metal y operación eficiente de nuestros activos, comprometidos con la seguridad y la responsabilidad social y ambiental(3).

CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1 Antecedentes o Diagnóstico Situacional

La empresa Minera BATEAS S.A.C el mineral que procesa la planta concentradora tiene una capacidad aproximada de 1500 TPD, los concentrados de plomo, plata y zinc son llevados semanalmente al puerto de callao para ser exportados.

Minera BATEAS S.A.C, es una compañía de producción polimetálica ubicado en el distrito de Caylloma en la región Arequipa

2.2 Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad Profesional

Minera BATEAS S.A.C realiza contratos de servicios de mantenimiento a empresas

contratistas para realizar mantenimiento en planta concentradora en circuito de chancado, molienda, flotación, filtros.

Minera BATEAS S.A.C contribuye a mejorar en sus controles de ingeniería a sus equipos para mejorar sus mantenimientos.

Instalación de componentes de ingeniería en sus activos para mejorar nuestra gestión de activos.

Minera BATEAS S.A.C tiene necesidad de aumentar la capacidad de procesamiento de mineral de la planta concentradora

Minera BATEAS S.A.C. presenta la necesidad de realizar un plan de Mantenimiento Preventivo RCM reduciendo la parada de equipos y aumentando la disponibilidad de los equipos de chancado.

2.3 Objetivos de la Actividad Profesional

2.3.1 Objetivo General

El objetivo general de la actividad profesional elaborar un programa de mantenimiento basado en confiabilidad para el área de chancado en minera BATEAS.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los principales activos, mejorando las herramientas de gestión de mantenimiento.
- Innovar e incorporar una nueva gestión y estructura organizacional de mantenimiento.
- Proponer y desarrollar pasos del nuevo plan de gestión de mantenimiento.
- Utilizar como herramienta para controlar la calidad de trabajos y operaciones que se realizan en los sistemas electromecánicos.

2.4 Justificación de la Actividad Profesional

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene por finalidad aportar información de índole técnico aplicado al mejoramiento de método de trabajo.

Plantear mejores soluciones para proponer plan de mantenimiento adecuado del circuito de chancado.

Realizar un análisis de modos de falla, efecto y criticidad en el circuito de chancado.

Revisión de parámetros operacionales de las chancadoras, zarandas vibratorias y fajas transportadoras, optimización para incrementar tonelaje tratado.

2.5 Resultados Esperados

- Aumento de producción entre 10 a 15 %.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Eliminación de paradas de mantenimiento semanales, para realizar solamente inspecciones.
- Mejorar nuestras labores de mantenimiento, planificando nuestros planes de mantenimiento generando más importancia en la criticidad de los equipos del circuito de chancado.
- Mejorar nuestra gestión de mantenimiento, mejorando la disponibilidad, confiabilidad de los equipos.

CAPÍTULO III: MARCO TEORICO

3.1 Estrategia de mantenimiento en confiabilidad operacional

Las estrategias de confiabilidad operacional son:

- Mantenimiento basado en condición (CBM).
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).
- Optimización de mantenimiento planeado (PMO).

La estrategia de mantenimiento utilizada es de jerarquización (criticidad de equipos).

Se representa la jerarquía de los objetos y metas, indicando además otros aspectos fundamentales en el proceso de toma de decisiones. El flujo de decisiones para el cumplimiento de metas y objetivos estratégicos, tácticos y operativos.

Prácticas de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Coordinación de compras de materiales técnicos.
- Clasificación de la criticidad de los equipos de planta.
- Apoyo de los sistemas computarizado.

3.2 Sistema de gestión de mantenimiento operacional

Conforme las actividades realizadas por el departamento de mantenimiento se ven orientado a la conservación de equipos industriales durante el mayor lapso posible,

buscando optimizar su rendimiento y disponibilidad.

El mantenimiento es la calidad de producción, está determinado por la disponibilidad del tiempo efectivo de sus equipos.

Se debe realizar la gestión de personal, recursos y planificar adecuadamente los trabajos de mantenimiento para mantener operativos los equipos y recuperar su operatividad cuando los equipos queden inoperativos o realizar la intervención necesaria.

3.2.1 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

El RCM es una filosofía tecnológica de mantenimiento basada en la sistematización de los datos generados en mantenimiento como control de costos, órdenes de trabajo, gestión de materiales, gestión de las tareas de mantenimiento preventivas, entre otros, para convertirlos en información de suma utilidad en la toma de decisiones.

a) Administración de mantenimiento.

Tradicionalmente conocida como programación del mantenimiento esto incluye:

- Programación de tareas.
- Planeamiento de tareas.
- Obtener recursos para las tareas.
- Documentación de tareas.

b) Análisis de criticidad

Es una metodología empleada para jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos de acuerdo a su impacto de negocio, con el fin de facilitar la toma de decisiones, con respecto a la asignación de recursos (económico, humano y técnicos), está basada en la teoría del riesgo, donde la criticidad es igual a la frecuencia de la falla por las consecuencias asociadas a la misma. La criticidad se representa por la siguiente ecuación(4):

CRITICIDAD=FRECUENCIA X CONSECUENCIA

c) Análisis de modo y efectos de falla (AMEF)

Un modo de falla podría ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (o sistema o proceso). La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre los estados de falla y los eventos que podrían causar los es primero hacer un listado de fallas funcionales

d) Indicadores del mantenimiento.

La gestión de mantenimiento, para la toma oportuna de decisiones, requiere tanto de un control de la tendencia de algunos indicadores como de un registro de datos. Dichos indicadores resultan ser importantes para el desarrollo de la gestión de mantenimiento, y son los siguientes (5):

3.3 Indicadores de mantenimiento

3.3.1 Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)

Este facilita la detección de necesidades relacionadas al mantenimiento proactivo, mediante su análisis puede detectarse necesidades relacionadas a la aplicación de mejores prácticas de Mantenimiento. Su mejora eleva tanto la disponibilidad como la confiabilidad de los equipos en cuestión.

La siguiente ecuación considera datos tomados del periodo elegido, el cual puede ser anual, semestral, trimestral, dependiendo de lo que se busca con el análisis(5).

$$TMEF = \frac{\sum horas\ en\ marcha\ de\ los\ equipos\ en\ el\ periodo}{\text{cantidad de fallas de ese grupo de equipos}}$$

Ecuación 1 Calculo de tiempo medio entre falla

Debe tenerse en consideración que las paradas preventivas no deben ser consideradas debido a que el mantenimiento preventivo no se debe a fallas, así mismo los mantenimientos correctivos, desarrollados como recomendación de mantenimientos Predictivos, debe tomarse como fallas(5).

3.3.2. Tiempo Medio Para Reparar (MTTR)

Este nos acerca a la idea del tiempo promedio de demora para la ejecución del mantenimiento del equipo después de haber ocurrido una falla (mantenimiento correctivo).

Mediante su análisis se pueden reducir los tiempos de detención del equipo por mantenimiento de tipo correctivo, lo cual deviene en un incremento de la disponibilidad(5).

$$TMPR = \frac{\sum horas\ detenido\ por\ correctivos}{\text{cantidad de OT correctivas}}$$

Ecuación 2 Tiempo medio por reparar

3.3.3 Disponibilidad (D)

Este indicador muestra el porcentaje del tiempo estimado, en el cual el equipo está disponible para el proceso productivo. Para el lapso analizado, contabilizamos las horas del período respectivo y le restamos las horas que el equipo estuvo detenido por mantenimiento. Usualmente el mantenimiento de tipo predictivo no paraliza las actividades del equipo. Pero de existir uno que detenga el equipo, el lapso de detención debe tomarse en consideración durante el análisis del indicador de disponibilidad(5).

$$DISPONIBILIDAD = \frac{Horas\ periodo * \sum horas\ mantenimiento}{\text{Horas periodo}}$$

Ecuación 3 Calculo de disponibilidad

Las Órdenes de Trabajo contemplan un campo que facilita tanto la carga como la identificación del lapso de detención. Por lo que directamente se puede sumar la totalidad de las OT, modificándose únicamente el indicador de aquellas que tengan ese campo con un valor superior a cero. Se recomienda la obtención de este indicador mensualmente, y con ella graficar cada mes la tendencia buscando establecer su estabilidad. Debemos mencionar que el año es el periodo de mayor utilización, por lo cual debe llevarse el indicador para dicho lapso(5).
La importancia de la disponibilidad radica en el logro de una disponibilidad superior a la necesaria, ello para instalaciones o equipos que no son de utilización continua(5).

3.3.4 Confiabilidad

Esta es la probabilidad de una instalación o equipo, de funcionar sin fallas, durante un lapso específico, en las condiciones operativas establecidas. la siguiente ecuación corresponde a este indicador:

$$CONFIABILIDAD = \frac{Horas\ periodo * \sum horas\ mantenimiento\ correctivo}{\text{Horas periodo}}$$

Ecuación 4 Calculo de confiabilidad

En este caso analizaremos la confiabilidad como un indicador Clase Mundial, y a la vez como una probabilidad(5).

- **Vida útil de un equipo**

A. Vida útil, es definida como el tiempo de funcionamiento de forma razonable y segura de un sistema, estructura o componente; teniendo en cuenta el deterioro progresivo debido al uso.

B. Vida operativa, es la expectativa de vida que tiene un equipo o máquina para lograr el aprovechamiento máximo de su funcionamiento en su estado original.

C. Vida en servicio, es el tiempo de vida segura de un equipo o máquina teniendo en cuenta su funcionalidad, rendimiento y fiabilidad, a través del cumplimiento de planes de mantenimiento(6).

- **Sistema de gestión SAP**

La compañía SAP es una empresa especializa en el diseño de sistemas informáticos que ofrece un programa con la característica de integrar módulos de aspectos administrativos y productivos importantes para minera BATEAS. Podemos definir SAP como un sistema deaplicaciones y productos, que ayudan a las empresas a integrar las áreas como logística, finanzas, contabilidad, mantenimiento, producción, almacén etc. (7).

- **Planeamiento de gestión**

Basado en la política y los objetivos de mantenimiento:

- Organización del mantenimiento

- Mano de obra o Recursos
- Planes de mejora
- Presupuesto propio

➢ **Auditoria de mantenimiento**

Se realiza una auditoria de forma anual en planta y otra para la gestión del departamento de mantenimiento, estas se deben considerar en dos tipos:

- Auditoria física
- Auditoria de los sistemas

➢ **Instrumentos para recolector de datos**

- **Fichas de datos técnicos:** Para la obtención de datos y características de los equipos.
- **Fichas de historial de equipos:** Para la obtención de características de los equipos.
- **Hojas de cotejo:** Para comparar datos y valores.
- **Balances metalúrgicos:** Para datos de humedad, tonelaje, tamaño de mineral.

3.4 Procesamiento de mineral

El procesamiento de minerales es el tratamiento de materias primas extraídas de la superficie terrestre para obtener productos comerciales

Las etapas de operación en el procesamiento de minerales son:

- Voladura
- Chancado
- Molienda

3.8.2 Clasificación de las máquinas de chancado

Las chancadoras se clasifican de acuerdo al tamaño de mineral tratado:

- Chancadora primaria
- Chancadora secundaria
- Chancadora terciaria

3.4.2 Tipos de chancadoras

- Chancadoras de quijadas
- Chancadoras giratorias
- Chancadoras cónicas
- Chancadoras de rodillo

Tabla 1. *Características de chancadoras en minera Bateas*

ETAPA DEL PRODUCTO	TIPO DE CHANCADORA	TAMAÑO DEL MINERAL
Primario	Mandíbula	4" a 7"
Secundario	Cónica tipo standard	1/2"
Terciario	Cónica tipo short head	3/8"

3.8.1 Descripción planta de chancado

Para la descripción de la planta de chancado, primero debemos entender el fundamento de la planta de chancado, en el cual el proceso principal es de chancado o trituración de minerales, este proceso es una operación metalúrgica principal, que constituye la primera etapa de preparación mecánica en el proceso de conminación.
Los minerales poseen estructuras cristalinas y sus energías de unión se deben a los diferentes tipos de enlace que participan en la configuración de sus átomos.
Estos enlaces interatómicos son efectivos sólo a corta distancia y pueden ser rotos por la aplicación de esfuerzos de tensión o compresión.
Para desintegrar una partícula se necesita una energía menor que la predicha teóricamente, debido a que todos los materiales presentan fallas que pueden ser macroscópicas (grietas) o microscópicas(8).

Diagrama de flujo circuito de chancado (Flowsheet)

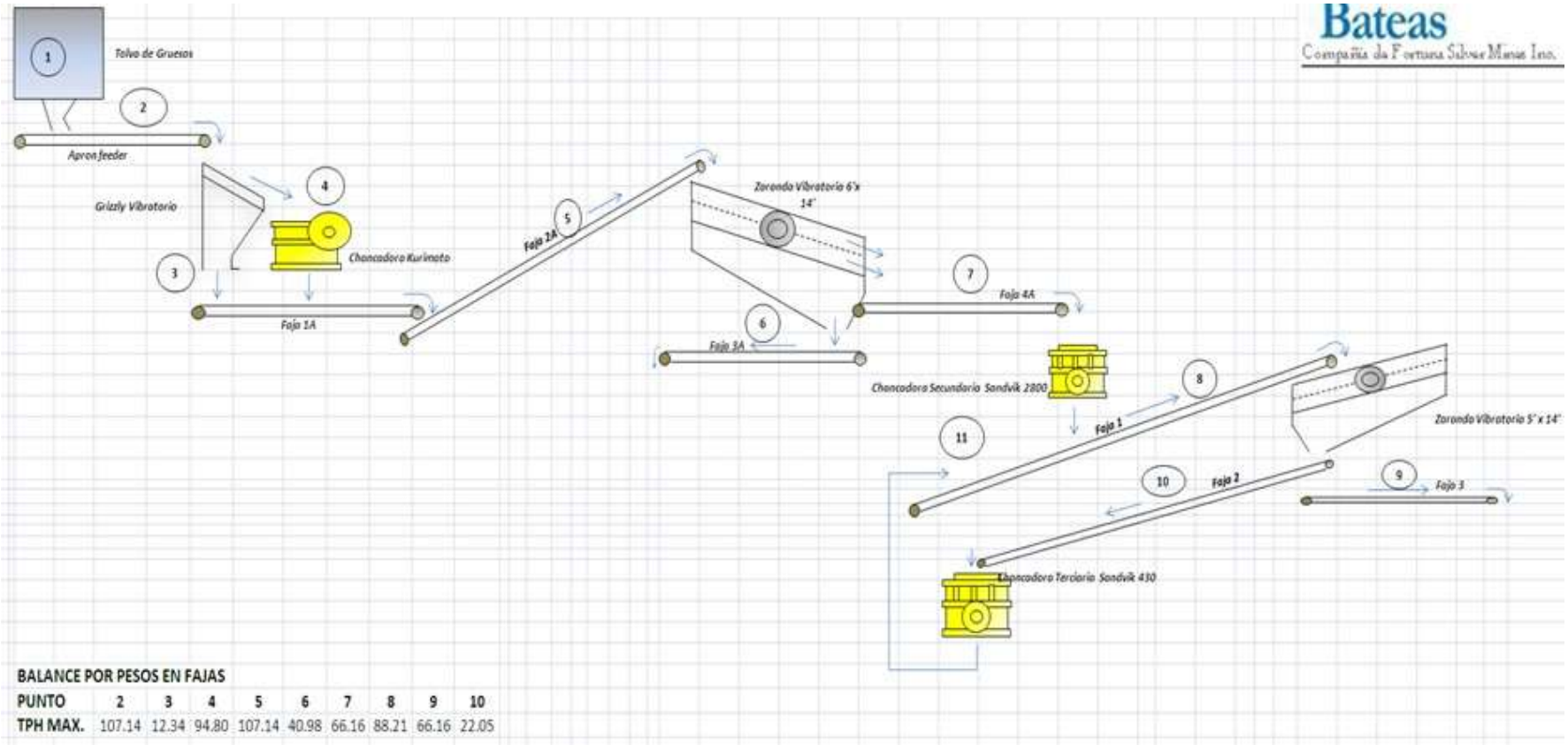


Figura 3. Diagrama de flujo seccion chancado Minera Bateas tomado de ESPINOZA, Luis. Evaluacion tecnico economica para la seleccion del tajo TJ626E de minera bateas [online]. Universidad Nacional del Altiplano, 2018. Available from: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12303/Yana_Aydee_Quispe_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

3.6 Configuración del circuito de chancado

Software de automatización. Este sistema es de gran ayuda en la programación de la maquina chancadora, en donde habrá un personal encargado de poder realizar la programación de acuerdo a los tiempos programados.

Automatización.

- Monitoreo
- Control
- Registro
- Comunicaciones

Monitoreo.

- Temperatura interna de bujes
- Fuerza de chancado
- Potencia
- Reglaje de la trituradora
- Presión de lubricación
- Estado de filtros
- Nivel de llenado de cavidad de chancado

3.7 Características Técnicas del circuito de chancado

Dentro del proceso productivo de plata, la conminución corresponde a la etapa posterior a la extracción y transporte del mineral desde el yacimiento minero hasta la planta de procesos. El objetivo de la conminución es la disminución del tamaño de las partículas de mineral para el tratamiento siguiente en la etapa de flotación.

El proceso de reducción de tamaño se efectúa en dos fases: trituración y molienda. La trituración es la encargada de reducir el tamaño del mineral en primera instancia, procesando las rocas desde su tamaño original (extraída desde mina) hasta aproximadamente 8 pulgadas. En la molienda, se reduce nuevamente el tamaño de la roca, obteniéndose partículas del orden de las micras; dimensión necesaria para el posterior manejo y tratamiento en la etapa de flotación, donde son separados los

minerales sulfurados de plata del resto de minerales.

De acuerdo a la disposición de equipos, la granulometría de mineral extraído en mina y al tamaño de mineral triturado que se requiere obtener en el proceso de chancado, se determinan las etapas necesarias para este fin(9).

Tabla 2. *Características técnicas circuito chancado minera bateas*

ITEM		FABRICANTE	DIMENSIONES	CAPACIDAD
1	TOLVA DE GRUESOS			450 TMH
2	APRON FEEDER	COMESA	36" X 4.6 m	110 TMH
3	GRIZZLY VIBRATORIO	COMESA	5´ X 14"	96 TMH
4	CHANCADOR DE QUIJADA	KURIMOTO	24" X 36"	94.80 TMH
5	FAJA 1 A		30" x 11 m	108 TMH
6	FAJA 2 A		24" x 26 m	107.14 TMH
7	ZARANDA VIBRATORIA		6´ X 14"	70.90 TMH
8	FAJA 3 A		24" x 7.5 m	40.98 TMH
9	FAJA 4 A		24" x 5 m	66.16 TMH
10	MAGNETO 001	ERIEZ		
11	MAGNETO 002	ERIEZ		
12	MAGNETO 003	ERIEZ		
13	MAGNETO 004	ERIEZ		
14	CHANCADORA SECUNDARIA	SANDVIK 2800		90.20 TMH
15	ZARANDA VIBRATORIA		5" X 14"	65.90 TMH
16	CHANCADORA TERCIARIA	SANDVIK 430		50.90 TMH

3.8 Ubicación técnica de los equipos de chancado

La ubicación técnica es un dato maestro que se usa para representar un objeto que puede recibir algún tipo mantenimiento. Estos objetos pueden ser equipos, sub equipos, procesos, etc. Al conjunto de ubicaciones técnicas se le denomina jerarquía de ubicaciones técnicas(3).

Tabla 3. *Ubicación técnica de equipos de chancado*

INDICADORES DE ESTRUCTURA					UBICACIÓN TECNICA	
PLANTA	AREA	PROCESO	SUB PROCESO	MARCA	CODIGO	DESCRIPCION
MB	AS	CHA	PRIM	KUR	MB-AS-CHAN-PRIM-KUR	CHANCADORA DE QUIJADA KURIMOTO
MB	AS	CHA	APR	COM	MB-AS-CHAN-APR-COM	APRON FEEDER COMESA
MB	AS	CHA	GRIZ	COM	MB-AS-CHAN-GRIZ-COM	GRIZZLY VIBRATORIO COMESA
MB	AS	CHA	SEC	SAN 1	MB-AS-CHAN-SEC-SAN 1	CHANCADOR SECUNDARIO SANDVIK 1
MB	AS	CHA	TERC	SAN 2	MB-AS-CHAN-TER-SAN 2	CHANCADOR TERCIARIO SANDVIK 2
MB	AS	CHA	TOL	TOL	MB-AS-CHAN-PRIM-TOL	TOLVA
MB	AS	CHA	FAJ 1	FAJ 1	MB-AS-CHAN-PRIM-FAJ 1	FAJA TRANSPORTADORA 1
MB	AS	CHA	FAJ 2	FAJ 2	MB-AS-CHAN-PRIM-FAJ 2	FAJA TRANSPORTADORA 2
MB	AS	CHA	FAJ 3	FAJ 3	MB-AS-CHAN-SEC-FAJ 3	FAJA TRANSPORTADORA 3
MB	AS	CHA	FAJ 4	FAJ 4	MB-AS-CHAN-TER-FAJ 4	FAJA TRANSPORTADORA 4
MB	AS	CHA	ZARV 1	ZARV 1	MB-AS-CHAN-PRIM-ZARV 1	ZARANDA VIBRATORIA 1
MB	AS	CHA	ZARV 2	ZARV 2	MB-AS-CHAN-TER-ZARV 2	ZARANDA VIBRATORIA 2
MB	AS	CHA	MAG	ERI	MB-AS-CHAN-MAG-ERI	SEPARADOR MAGNETICO ERIEZ

3.8.1 Tolva de gruesos (MB-AS-CHAN-PRIM-TOL)

Comienza el proceso en tolva de gruesos, en el cual un cargador frontal realiza la mezcla con el material proveniente.

*Figura 4.*Mantenimiento de tolva de gruesos minera Bateas

3.8.2 Chancadora de quijada (MB-AS-CHAN-PRIM-KUR)

El mineral grueso proveniente de tolva de gruesos se descarga sobre la chancadora primaria de quijada KURIMOTO.

La chancadora consta de un bloque fijo llamado quijada estacionaria y otra móvil llamada quijada móvil. La parte superior de la quijada móvil está unida a un eje excéntrico. El motor de la chancadora da el movimiento de rotación a la polea usando un arreglo estándar de fajas en V y junto a la volante gira el eje excéntrico.

El eje excéntrico mueve la quijada móvil hacia abajo tanto como la excentricidad del eje lo permita, alcanzando la parte más baja en su rotación, de igual manera lo hace hacia la parte superior al completar el giro del eje, ayudado por el muelle tensor que ejerce presión gracias al vástago tensor, el muelle está montado sobre el bastidor trasero(10).

CARACTERÍSTICAS(11):

Tipo	: quijada Blake
Marca	: Delcrosa S.A.
Abertura de entrada	: 10" x 16"
Potencia del motor	: 16hp
R.P.M.	: 1165
Voltaje	: 220/240v

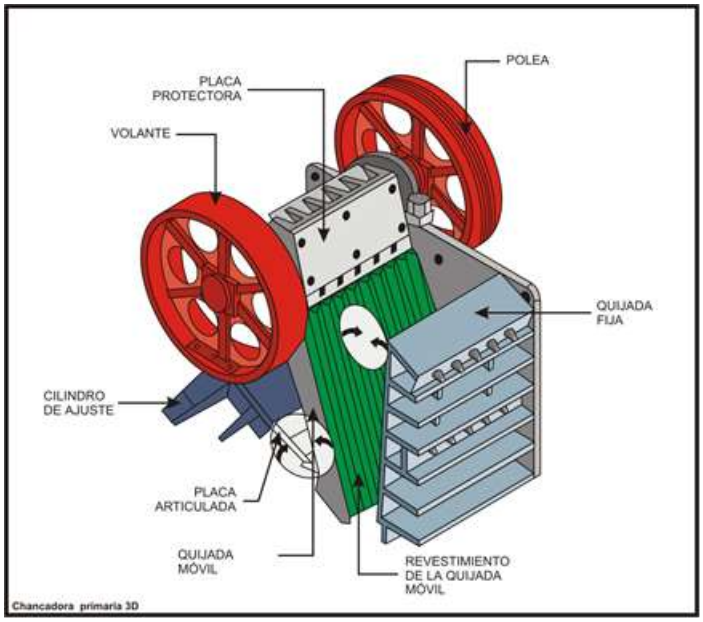


Figura 5. Partes de la chancadora de quijada por mantenimiento de la chancadora secundaria cónica y seguridad

3.8.3 Apron feeder (MB-AS-CHAN-APR-COM)

El alimentador de orugas se encuentra debajo de la tolva de gruesos con recepción del mineral y transportarlo hacia el chute del alimentador grizzly(10).

Figura 6. Mantenimiento de apron feeder minera Bateas

3.8.4 Grizzly vibratorio (MB-AS-CHAN-GRIZ-COM)

El grizzly es una malla fija con aberturas, cuya función es seleccionar el mineral entregado por el alimentador de orugas, las partículas de tamaño menor a 6" forman el undersize o mineral fino, el mineral restante denominado oversize o mineral

grueso es enviado a la chancadora primaria de quijadas(10).

Figura 7. Mantenimiento grizzly vibratorio minera Bateas

3.8.5 Chancado secundario (MB-AS-CHAN-SEC-SAN 1)

La función del sistema, consiste en reducir de tamaño el mineral grueso que se extrae desde el chancado secundario, vía alimentadores y correas transportadoras, donde las partículas más grandes son de 1/2".

Figura 8. Mantenimiento chancadora secundaria SANDVIK 2800 minera bateas

3.8.6 Fajas transportadoras (MB-AS-CHAN-PRIM-FAJ 1,2,3,4)

La función de fajas transportadoras es transportar materiales hacia otro punto.

Las fajas transportadoras complementan otros procesos tales como chancado y

zarandeo de material, carga, descarga y apilamiento de material.

Las fajas transportadoras pueden transportar una variedad de materiales, tales como finos y gruesos, pulpas de mineral, entre otros(12).

Figura 9. Mantenimiento de fajas transportadoras minera bateas

3.8.7 Separador Magnetico (MB-AS-CHAN-MAG-ERI)

El objetivo del electroimán es retirar los fragmentos metálicos que se presenten en el mineral chancado. Este equipo se encuentra suspendido sobre el chute de descarga de la faja de transferencia. El campo magnético atrae al fragmento metálico presente sobre el flujo de mineral(13).

Figura 10. Separador magnético minera bateas

3.8.8 Zaranda vibratoria (MB-AS-CHAN-PRIM-ZARV 1,2)

La función de la zaranda vibratoria es clasificar el material fino (undersize) y lo grueso (oversize).

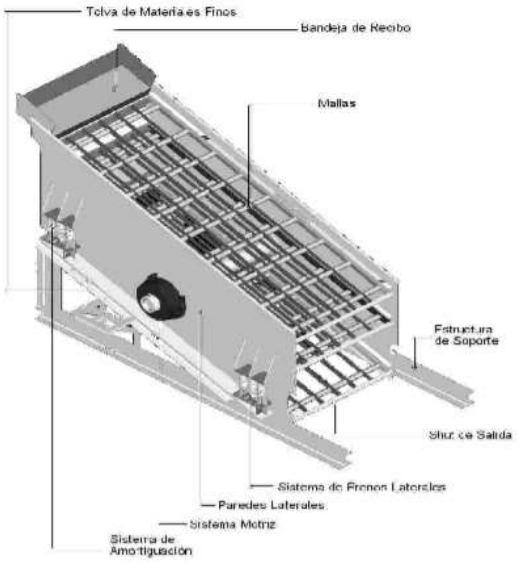


Figura 11. Zaranda vibratorio minera bateas

3.8.9 Chancado terciario (MB-AS-CHAN-SEC-SAN 2)

La función del sistema, consiste en reducir de tamaño el mineral que se extrae desde el chancado terciario, vía alimentadores, zarandas y correas transportadoras, donde las partículas más grandes son de 1/4" a 3/8".

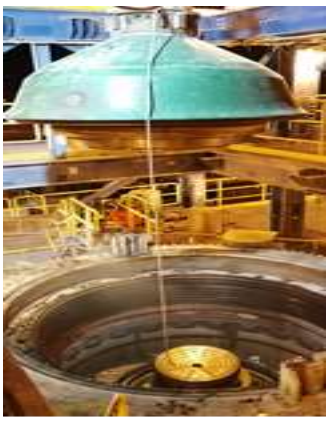


Figura 12. Chancadora terciaria minera Bateas

3.9 Ejecución de mantenimiento

En el mantenimiento realizado en parada de planta se realiza un planeamiento de los trabajos que se van a realizar.

Tabla 4. *Ejecución de mantenimiento minera Bateas*

TAG	Descripción	WO	Tipo	Actividad	Duración
BNC0001	Dump Pocket #1		PM	Inspeccion de Liners Dump Pocket	4.0
			CO	Reemplazo de Liners Dump Pocket	24.0
			CO	Armado de Andamios para Cambio de Liners	12.0
		100295163	PM	Inspeccion & Reemplazo de Accionamientos RARING	12.0
CRG0001	Chancadora Primaria #1	100290580	PM	Reemplazo Mainshaft 113"	12.0
			CO	Cambio de Inner & Outer Bushing	24.0
		100317359	PM	Inspección Liner Octógonos / Bottom / Spider	4.0
		200197086	CO	Cambio de Wear Ring Bottom Piston	4.0
BNC0002	Dump Pocket #2		PM	Inspeccion de Liners Dump Pocket	4.0
			CO	Reemplazo de Liners Dump Pocket	24.0
			CO	Armado de Andamios para Cambio de Liners	12.0
		100246037	PM	Inspeccion & Reemplazo de Accionamientos RARING	12.0
		200201323	CO	Reemplazo de Valvula Reguladora de Presión	6.0
FEA0001	Apron Feeder #1	100299401	PM	Cambio de rodillos, cambio y ajuste de pernos de bandejas	12.0
		100299401	PM	Cambio de linners de cajon de Alimentacion	12.0
		100299401	PM	Cambio de linners de cajon de Descarga	12.0
			CO	Inspeccion Sistema Hidráulico / Chute Apron Feeder	4.0
FEA0002	Apron Feeder #2	100307552	PM	Cambio de rodillos, cambio y ajuste de pernos de bandejas	12.0
		100307552	PM	Cambio de linners de cajon de Alimentacion	12.0
		100307552	PM	Cambio de linners de cajon de Descarga	12.0
		100325675	CO	Inspeccion Sistema Hidráulico / Chute Apron Feeder	4.0

3.10 Flujograma de mantenimiento preventivo

El flujograma para la gestión de mantenimiento programada realizado para conservar las máquinas para una mejor eficiencia y condición aceptable.

Todo el personal debe estar capacitado sobre los trabajos que se van a realizar.

Es importante tener los repuestos e insumos en el tiempo y lugar requerido.

El personal requerido tiene que estar capacitado en seguridad e higiene industrial, ya que los trabajos a realizar son de alto riesgo.

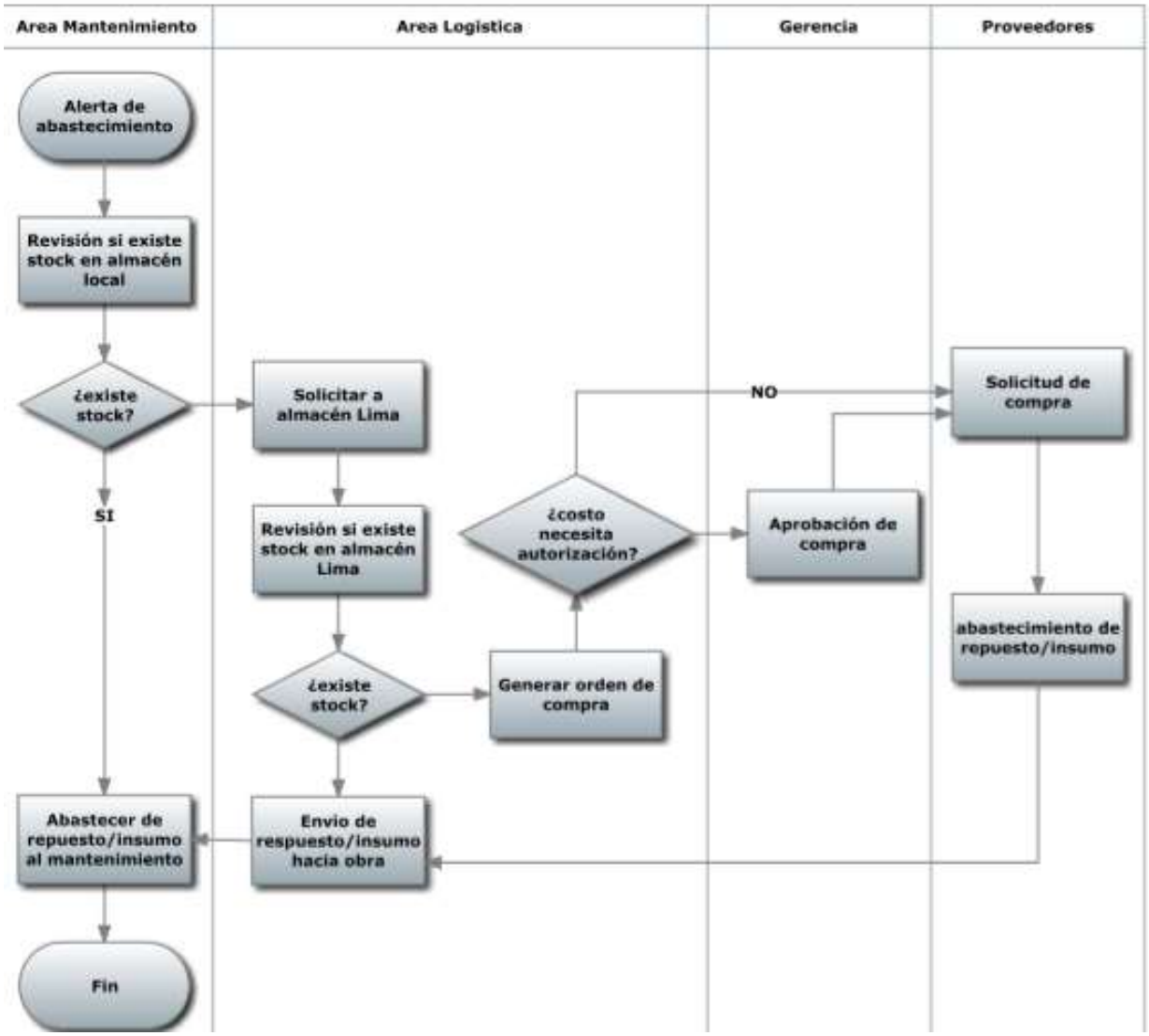


Figura 13. Areas para mantenimiento preventivo tomado de Calizaya Martinez, Victor Jimmy.

3.11 Programación de mantenimiento

El programa de mantenimiento preventivo es diseñado de acuerdo a los reportes, a las horas de parada del equipo, a la cantidad de personal que se tiene, fecha que los repuestos llegan a almacén(14).

La programación realizada es para todo el circuito de chancado minera Bateas consideramos un trabajo en equipo constituido en:

Figura 14. Planeación y programación para mantenimiento

Tabla 5. *Programa de mantenimiento sección chancado minera Bateas*

Minera Bateas

PLANEAMIENTO DE MANTENIMIENTO

A DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE PARADA DE CHANCADO J

N	IT	TAREAS
MANTENIMIENTO MECANICO		
TOLVA DE GRUESOS		
TOLVA DE GRUESOS		
1	1.01	1. Cambio de la riel de la tolva. 2. Cambio de planchas de la tolva. 3. Cambio de plancha de la tolva de carga del Apron Feeder 4. Revisar plancha de impacto.
CHANCADO PRIMARIO		
APRON FEEDER		
2	2.01	**Contraeje.** 1.Cambio de engranaje, 2. Cambio de bocina de las chumaceras. 4. Lubricación
	2.02	**Eje motriz.** 1 Cambio de engranaje. 2 Cambio de bocina de la chumacera. 3.Cambio de la rueda motriz. 4. Lubricación.
	2.03	**Polea conducida.** 1. Cambio de bocina. 2. Lubricación.
	2.04	**Polin de carga.** 1 Cambio de la bocina de eje de chumacera. 2 Cambio de polines de carga. 3. Lubricación.
	2.05	**Pilin de retorno.** 1. Cambio de bocinas. 2. Cambio de polin de retorno.
	2.06	**Placas.** 1.Cambio de pasadores
	2.07	**Sistema hidraulico.** 1. Cambio de aceite. 2 Cambio de filtros.
	2.08	**Estructura.** 1. Cambio de Plancas laterales. Cambio del chute de descarga.
GRIZZLY VIBRATORIO		
3	3.01	**Estructura.** 1. Inspeccion de la base del motor eléctrico 2. Reforzamiento del pin de articulación
	3.02	**Zaranda.** 1.Cambio de rodamiento.2. Cambio de pernos de la brida principal, 3. Verificar desgaste de la polea, 4 Cambio de fajas.
	3.03	**Carga.** 1. Cambio de plancas laterales, 2. Cambio de rieles
	3.04	**Descarga**. **1.C**ambiar jebes PSB protectores del chute de descarga de finos 2.Cambio de chute de descarga (PANTALÓN)

Tabla 6. *Programa de mantenimiento sección chancado minera Bateas*

CHANCADORA KURIMOTO		
4	4.01	**Estructura.** 1. Inspeccion de la base del motor eléctrico,
	4.02	**Chancadora.** 1. Sistema de lubricación: 2. Cambio de manguera. 3.Relleno de bases de la muela. 4. Cambio de asiento de la muela movil. 5 Cambio de faja.
	4.03	**Descarga**. 1. Fabricación e instalación del chute de carga
FAJA TRANSPORTADORA 1A		
5	5.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	5.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	5.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
	5.04	**Polea de Cola.** 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
FAJA TRANSPORTADORA 2A		
6	6.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	6.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	6.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
	6.04	**Polea de Cola.** 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
FAJA TRANSPORTADORA 3A		
7	7.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	7.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	7.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
	7.04	**Polea de Cola.** 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
FAJA TRANSPORTADORA 17 (NUEVA)		
8	8.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	8.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	8.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
	8.04	**Polea de Cola.** 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.

Tabla 7. *Programa de mantenimiento sección chancado minera Bateas*

CHANCADO SECUNDARIO		
CHANCADORA SANDVIK H-2800		
9	9.01	**Chancadora**: Evaluación General de la chancadora por parte de la empresa SANDVIK
	9.02	**Sistema de hidroset.**
	9.03	**Sistema de lubricación.** Cambio de bomba de lubricación.
	9.04	**Chute de descarga.** Reforzamiento del chute.
CHANCADO TERCIARIO		
FAJA TRANSPORTADORA 1		
10	10.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	10.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	10.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
	10.04	**Polea de Cola.** 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
	10.05	**Chute de descarga.** Reforzamiento del chute.
FAJA TRANSPORTADORA 2		
11	11.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	11.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	11.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
	11.04	**Polea de Cola.** 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
FAJA TRANSPORTADORA 3		
12	12.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	12.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	12.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea
	12.04	**Polea de Cola**. 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
FAJA TRANSPORTADORA 4		
13	13.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	13.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	13.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea
	13.04	**Polea de Cola.** 1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea 3.Lubricación.
FAJA TRANSPORTADORA 5		
14	14.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	14.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	14.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea
	14.04	**Polea de Cola.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea

Tabla 8. *Programa de mantenimiento sección chancado minera Bateas*

FAJA TRANSPORTADORA 18		
15	15.01	**Estructura.** 1. Cambio de polin de carga. 2 Cambio de polin de reroteno 3. cambio de polin de impacto. 4. Mantenimeinto a la banda. 5. Inspección de la estructura. 6. mantenimeinto al raspador
	15.02	**Reductor.** 1. Cambio de aceite
	15.03	**Polea de Cabeza.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea
	15.04	**Polea de Cola.**1. Cambio de rodamiento. 2.Mantenimeinto de la polea
CHANCADORA SANDVIK CH-430		
16	16.01	**Chancadora**: Evaluación General de la chancadora por parte de la empresa SANDVIK
	16.02	**Sistema de hidroset.**
	16.03	**Sistema de lubricación.** Cambio de bomba de lubricación.
CRIBADO		
ZARANDA VIBRATORIA 5'X14'		
17	17.01	**Estructura:** 1. Reforzamiento del chure de finos. 2. Reforzamiento del chute de gruesos 3. Cambio de jebes protectores . Inpeccion la base del motor.
	17.02	**Zaranda.** 1.Inspección del resorte. 2. Inspeccuón de los rodamientos 3. Limpieza y cambio de grasa.
	17.03	
ZARANDA VIBRATORIA 6'X14'		
18	18.01	**Estructura:** 1. Cambio de plancas del chute de finos. 2. Cambio de plancas del chute de gruesos 3. Cambio de jebes protectores . Inpeccion la base del motor.
	18.02	**Zaranda**. 1.Inspección del resorte. 2. Cambio de rodamientos 3. Limpieza y cambio de grasa. 4. Cambio de yugo, 5. cambio de faja.
MANTENIMIENTO ELECTRICO		
CHANCADO PRIMARIO		
CHANCADORA KURIMOTO		
1	1.01	Limpieza , reajustes de terminales de conexión, acondicionamiento del mando remoto (arranque y parada)
CHANCADO SECUNDARIO		
CHANCADORA SECUNDARIA H-2800		
2	2.01	Mantenimiento, limpieza, inspección y/o cambio de contactos fijos y móbiles de contactores principales
	2.02	Tablero Sistema de control ASRi:Limpieza, mantenimiento, reajuste de terminales, conectores, sellado con silicona de ccesos, por ingreso de polvo
	2.03	Mantenimiento de motor de 200 HP, cambio de rodamientos, limpieza y barnizado del bibinado.
CHANCADO TERCIARIO		
CHANCADORA TERCIARIA CH-430		
3	3.01	Mantenimiento, limpieza, inspección y/o cambio de contactos fijos y móbiles de contactores principales
	3.02	Tablero Sistema de control ASRi:Limpieza, mantenimiento, reajuste de terminales, conectores, sellado con silicona de ccesos, por ingreso de polvo

3.12 Gestión logística

La gestión activos requiere un planeamiento adecuado para lograr metas deseadas, la logística se proyecta tener listo los repuestos para el mantenimiento de sus activos.
Por otro lado, el sistema de gestión de activos físicos requiere de una Base de Datos detallada y actualizada. Este sistema permite ver el stock de repuestos que se tienen en el almacén mas no la base de datos de los activos, imágenes ni la ubicación física de los mismos(15).

Tabla 9. *Herramientas para mantenimiento minera BATEAS*

Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Reflectores portátiles	4
2	Pistolas de Impacto encastre ¾”	2
3	Mangueras de aire de 3/4" x 30 mts	6
4	Distribuidor de aire	2
5	Extensiones monofásicas	4
6	Extensión trifásica 380	4
7	Barretillas de 7/8” x 12”	8
8	Botadores con punta de 7/8” x 12”	1
9	Guiadores con protector	2
10	Combas de 4lb	4
11	Francesa de 12”	6
12	Llaves Mixta de 1 1/8”	6
13	Dados de impacto de 1 1/8” encastre ¾”	2

14	**Pata de cabra**	**4**
15	**Cincel de ¾" x 8"**	**4**
16	**Destornillador plano de golpe**	**4**
17	**Escaleras tijeras de 3 pasos**	**2**
18	**Equipo lifter**	**1**
19	**Eslingas de 1 metro x 1 ton**	**4**
20	**Eslingas de 2 metros x 2 ton**	**4**
21	**Soga nylon 5/8" x 10 mts**	**2**
22	**Driza**	**20**
23	**Tecles de tipo ratchet de 1,5 ton**	**6**
24	**Juego de llaves de ¼ hasta 1 ¼**	**2**
25	**Espátulas**	**2**
26	**Maletín de herramientas**	**1**
27	**Baúl de herramientas**	**1**
28	**Máquina de soldar eléctrica de 500 A.**	**1**
29	**Tabla de 48" x 12" x 1 1/2"**	**4**
30	**Tabla de 140" x 12" x 2"**	**4**
31	**Porta gata de metal**	**8**
32	**Gata hidraulica de 20 ton**	**8**
33	**Viga C de 28" x 3" x 1 1/2"**	**6**

34	**Yugo**	**3**
35	**Plataformas**	**4**
36	**Conos de seguridad**	**40**
37	**Barreras de seguridad**	**40**
38	**Flexometro**	**10**
39	**Extintor 9 kg**	**4**
40	**Escobilla de acero**	**4**
41	**Juego de dados con encastre de 3/4"**	**2**
42	**Medidor de gases con candula**	**2**

Tabla 10. *Personal para mantenimiento área chancado minera BATEAS*

	EJECUCION	
Nº	**DESCRIPCION**	**CANTIDAD**
1	**Supervisor de campo**	**1**
2	**Supervisor de seguridad**	**1**
3	**Lider de grupo**	**4**
4	**Mecanicos**	**24**
6	**Gruero**	**1**
7	**Rigger**	**1**
		32

Tabla 11. *Materiales a utilizar mantenimiento minera BATEAS*

Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Chamfercord 5/32”	5 Kg
2	Soldadura 7018 1/8”	5 kg
3	Soldadura 6011 1/8"	5 kg
4	Mantas Ignifugas	4
5	W40 Aflojatodo	8
6	Trapo industrial	5 kg

3.13 Análisis de equipos

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) es una filosofía de mantenimiento que proponemos empleando técnicas de mantenimiento preventivo, predictivo de una manera integrada, es necesario contar con un equipo de trabajo que incluya las diversas disciplinas para desarrollar un plan de RCM que, de manera ideal, sería de la siguiente manera(16):

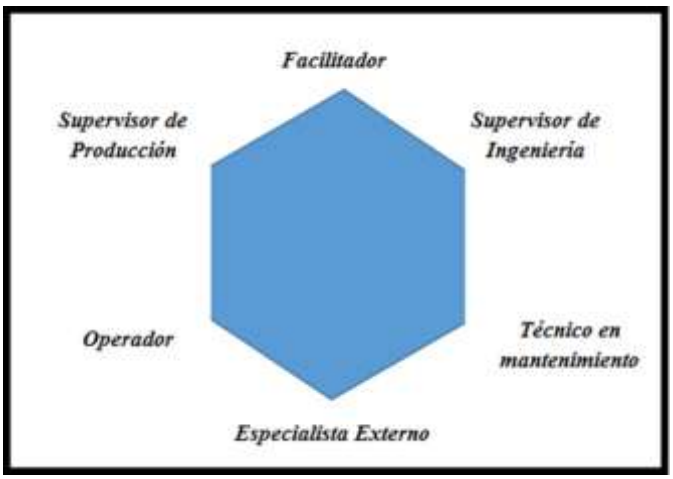


Figura 15. Equipo de grupo RCM

3.14 Matriz de criticidad

Para este procedimiento de análisis de criticidad se estableció los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación. En este caso se seleccionó la metodología ya planteada donde se evaluó las consecuencias de los factores tales como: Seguridad y medio ambiente, mantenimiento, producción y calidad, estos criterios se relacionan con una ecuación matemática(4).

Tabla 12. *Matriz de criticidad*

DEFINICIÓN DE LA CRITICIDAD					
CATEGORÍA	A	B	C	D	E
	SEGURIDAD	MANTENIBILIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	COSTOS PRODUCCION	COSTOS DE MTTO
5	Fatalidades	Mantenimiento muy complicado recursos dificiles de conseguir	Irreversible	8.26M - ... 48 - H horas	8.26M - ... 48 - H horas
4	Incapacidad Total permanente	Mantenimiento complicado recursos de regular acceso y dificil maniobra	Reversible	3.72M-5.20M 24 - 48 horas	3.72M-5.20M 24 - 48 horas
3	Incapacidad parcial permanente, incapacidad total temporal	Mantenimiento regular recursos conseguibles y maniobras realizables	Mitigable	1.36M-3.10M 12 - 24 horas	1.36M-3.10M 12 - 24 horas
2	Incapacidad parcial temporal	mantenimiento sencillo casi sin recursos y sin maniobras	Minimos daños	1.00M-2.25M 4-12 horas	1.00M-2.25M 4-12 horas
1	Primeros auxilios	mantenimiento muy sensillo sin recursos ni maniobras	Ninguno	0.15M 1 hora	0.15M 1 hora

DEFINICIÓN DE LA PROBABILIDAD		
CATEGORIAS	**TMEF**	**INTERPRETACIÓN**
5	TMEF<0.08	Es probable que ocurran varias fallas cada mes
4	0.08<=TMEF <0.25	Es probable que ocurran varias fallas cada trimestre
3	0.25<=TMEF <0.5	Es probable que ocurran varias fallas cada semestre
2	0.5<=TMEF< 1	Es probable que ocurran varias fallas cada año
1	1>=TMEF	Es probable que ocurran varias fallas cada 2 años

Tabla 13. *Matriz de criticidad, minera Bateas*

ANÁLISIS DE CRITICIDAD								
N°	**Equipo**	**CONSECUENCIA**					**PROBABILIDAD**	**CRITICIDAD**
		A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	
1	TOLVA DE GRUESOS	1	5	1	5	5	4	68
2	CHANCADOR DE QUIJADA	1	5	1	5	5	4	68
3	GRIZLY VIBRATORIO	1	4	1	5	3	4	56
4	CHANCADORA SECUNDARIA	1	4	1	5	4	4	60
5	CHANCADORA TERCIARIA	1	4	1	5	3	4	56
6	APRON FEEDER	1	4	1	5	4	3	45
7	ZARANDA VIBRATORIA	1	4	1	5	4	3	45
8	FAJA 1 A	1	4	1	5	4	3	45
9	FAJA 2 A	1	4	1	5	4	3	45
10	FAJA 3 A	1	4	1	3	4	3	39
11	FAJA 4 A	1	4	1	3	4	3	39
12	MAGNETO 001	1	4	1	4	2	2	24
13	MAGNETO 002	1	4	1	4	2	2	24
14	MAGNETO 003	1	4	1	4	2	2	24
15	MAGNETO 004	1	4	1	4	2	2	24

3.15Análisis de modo y efectos de fallas

Es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la Calidad, mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo tanto de un producto como de un proceso, potenciando una efectiva interacción en los departamentos y el trabajo en equipo, también reduce los costos operativos(17).

Tabla 14. *Análisis de modo y efecto de fallas sección Chancadoras minera Bateas*

CHANCADORAS	FUNCIÓN PRIMARIA	Triturar material hasta reducir el mineral de un tamaño mayor a un tamaño menor de 6", con una determinada capacidad 95 tn/hora	**Total:** No triturar ni reducir el material en lo absoluto	-Sobrecalentamiento del motor, debido a una sobrecarga -Desgaste de los linners cóncavos -Desgaste prematuro del manto -Falta de presión en el sistema hidráulico	-Parada no programada de 18 hrs -Lo cual equivale a 1.04 Millones de Dolares
			Parcial: Granulometría triturada mayor a 7"	-Desgaste de los linners cóncavos -Falta de presión en el sistema hidráulico	-Parada no programada de 18 hrs -Lo cual equivale a 1.00 Millones de Dolares
		Triturar material con una determinada 90 ton/hora	**Total:** No poder triturar el material recibido de descarga	-Atascado de la boca del chancador -Sobrecalentamiento del motor, debido a una sobrecarga -Desgaste de los linners cóncavos -Desgaste prematuro del manto -Falta de presión en el sistema hidráulico	-Parada no programada de 18 hrs -Lo cual equivale a 1.00 Millones de Dolares
			Parcial: Capacidad disminuida menor a 88 ton/hora	-Desgaste de los linners cóncavos -Falta de presión en el sistema hidráulico -Atascado de la boca del chancador	-Parada no programada de 18 hrs -Lo cual equivale a 1.00 Millones de Dolares
	FUNCIONES SECUNDARIAS	Sensar y monitorear el estado de la chancadora, a través de sensores de parámetros físicos, de temperatura y rendimiento de la chancadora, eléctricos.	**Total:** Mal monitoreo o mal funcionamiento de los sensores eléctricos	-Falta de presión en el sistema hidráulico	-Parada no programada de 3 hrs -Lo cual equivale a 0.60 Millones de dolares
		Poseer alta resistencia al impacto	**Total**: Los linners no resisten el impacto	Desgaste de los linners cóncavos	-Parada no programada de 18 hrs -Lo cual equivale a 0.85 Millones de dolares
		Poseer alta mantenibilidad, confiabilidad.	**Parcial:** Compleja mantenibilidad	-Soldeo con el spider debido al desgaste del backing	-Parada no programada de 10 hrs -Lo cual equivale a 1.00 Millones de Dolares

Tabla 15. *Análisis de modo y efecto de fallas sección Fajas Transportadoras minera Bateas*

EQUIPO		FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
FAJAS TRANSPORTADORAS	FUNCIÓN PRIMARIA	Transportar material concentrado, con una determinada capacidad 110 tn/hora	**Total:** No puede transportar el material en lo absoluto	-Rotura de faja -Sobrecarga en faja -Falla en motoreductor -Desalineamiento de faja	-Parada no programada de 16 hrs -Lo cual equivale a 0.8 Millones de Dolares
			Parcial: Transportar mineral menor a 45 ton/hora	-Desalineamiento de faja -Falla en motoreductor	-Parada no programada de 16 hrs -Lo cual equivale a 0.2 Millones de Dolares
		mantener la carga sin derrame en el transporte	**Total:** Incapaz de mantener la carga en el transportador	-Desalineamiento de faja -Error prematuro de mantenimiento - Estructura de soporte de faja rota	-Parada no programada de 16 hrs -Lo cual equivale a 0.2 Millones de Dolares
			Parcial: Capacidad disminuida de transporte de carga	-Desalineamiento de faja -Error prematuro de mantenimiento - Estructura de soporte de faja rota	-Parada no programada de 16 hrs -Lo cual equivale a 0.60 Millones de Dolares
	FUNCIONES SECUNDARIAS	Sensar y monitorear el estado de la faja, a través de sensores de parámetros físicos, de temperatura.	**Total:** Mal monitoreo o mal funcionamiento de los sensores eléctricos	-Accionamiento de parada de emergencia fuera de servicio Parametros falsos en sistema SCADA Cables recalentado	-Parada no programada de 3 hrs -Lo cual equivale a 0.60 Millones de dolares

Tabla 16. *Análisis de modo y efecto de fallas sección Zarandas minera Bateas*

EQUIPO	FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
ZARANDAS	FUNCIÓN PRIMARIA	Clasificar el material fino de lo grueso	**Total:** mala clasificacion de undersize y oversize	-verficar estado de cribado -vibracion excesiva de excitadores -sobrecarga de material en zaranda	-Parada no programada de 12 hrs -Lo cual equivale a 0.2 Millones de Dolares
			Parcial: clasificacion de mineral menor a 40 ton/hora	-verficar estado de cribado -vibracion excesiva -sobrecarga Estructura de soporte de zaranda (crosmemeber, pipetos,stringbracket)	-Parada no programada de 12 hrs -Lo cual equivale a 0.2 Millones de Dolares
		mantener la vibracion de zarandeo	**Total:** Incapaz de mantener la carga de clasificacion de material	-verficar estado de cribado -vibracion excesiva -sobrecarga Estructura de soporte de zaranda (crosmemeber, pipetos,stringbracket) -alineamiento de fajas	-Parada no programada de 12 hrs -Lo cual equivale a 0.2 Millones de Dolares
			Parcial: Capacidad disminuida de clasificacion de material	-verficar estado de cribado -vibracion excesiva -sobrecarga Estructura de soporte de zaranda (crosmemeber, pipetos,stringbracket) -alineamiento de fajas	-Parada no programada de 16 hrs -Lo cual equivale a 0.20 Millones de Dolares
	FUNCIONES SECUNDARIAS	Sensar y monitorear el estado de la zaranda a través de sensores de parámetros físicos, de temperatura.	**Total:** Mal monitoreo o mal funcionamiento de los sensores eléctricos	-Accionamiento de parada de emergencia fuera de servicio Parametros falsos en sistema SCADA Cables recalentado	-Parada no programada de 3 hrs -Lo cual equivale a 0.60 Millones de dolares

3.16 Análisis de indicadores de gestión de mantenimiento

El análisis de gestión de mantenimiento en RCM, da contenido en la data de reportes y análisis de mantenimientos realizados en planta.

El objetivo del gerenciamiento de las actividades de mantenimiento engloba todas las acciones, medidas y administración de recursos, tendientes a mejorar, conservar y restaurar la función específica (fiabilidad) de los activos.

Para saber si nosotros acercamos al objetivo y observar la evolución de los factores críticos, se necesita establecer medidores indicadores de gestión de mantenimiento(18).

Tabla 17. *Cuadro de indicadores de mantenimiento*

EQUIPO	HORA INICIO (GUARDIA A	HORA FINAL (GUARDIA A	PERSONAL GUARDIA A	HORA INICIO (GUARDIA B)	HORA FINAL (GUARDIA B	PERSONAL GUARDIA B	HORAS TRABAJADAS	HORAS TOTAL DE GUARDIAS	DIAS DE PARADA PLANTA	TOTAL HORAS TRABAJADAS
chancador de quijada 24" X 36"	07:00:00	19:00:00	5	19:00:00	07:00:00	5	24	240	3	720
apron feeder 36" x 4.6 m	07:00:00	19:00:00	5	19:00:00	07:00:00	5	24	240	3	720
grizly vibratorio 5´ X 14"	07:00:00	19:00:00	4	19:00:00	07:00:00	4	24	192	3	576
zaranda vibratoria 5" x 14"	07:00:00	19:00:00	4	19:00:00	07:00:00	4	24	192	3	576
zaranda vibratoria 6" x 14"	07:00:00	19:00:00	4	19:00:00	07:00:00	4	24	192	3	576
chancadora secundaria sandvik 2800	07:00:00	19:00:00	5	19:00:00	07:00:00	5	24	240	3	720
chancadora terciaria sandvik 430	07:00:00	19:00:00	4	19:00:00	07:00:00	4	24	192	3	576
faja cv001	07:00:00	19:00:00	3	19:00:00	07:00:00	3	24	144	3	432
faja cv002	07:00:00	19:00:00	3	19:00:00	07:00:00	3	24	144	3	432
faja cv003	07:00:00	19:00:00	3	19:00:00	07:00:00	3	24	144	3	432
faja cv004	07:00:00	19:00:00	3	19:00:00	07:00:00	3	24	144	3	432
magneto 01	07:00:00	19:00:00	2	19:00:00	07:00:00	0	24	48	3	144
magneto 02	07:00:00	19:00:00	2	19:00:00	07:00:00	0	24	48	3	144
magneto 03	07:00:00	19:00:00	2	19:00:00	07:00:00	0	24	48	3	144
magneto 04	07:00:00	19:00:00	2	19:00:00	07:00:00	0	24	48	3	144
			51			**43**				**6768**

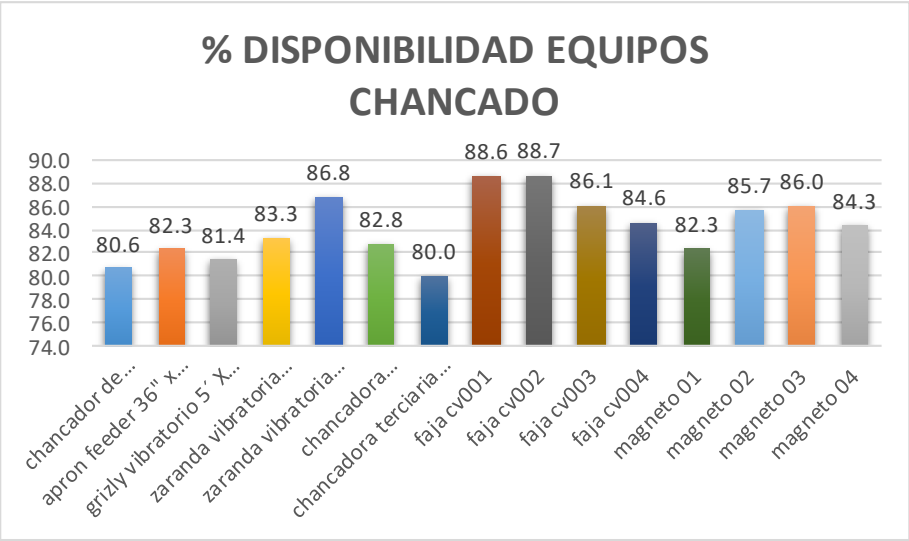
Tabla 18. *Rutas de lubricación planta chancado minera Bateas*

Descripcion Componente - Equipo	Chumaceras de Polea de cabeza (Mobilgrease XHP 222)	Chumaceras de polea de contrapeso (Mobilgrease XHP 222)	Chumaceras de Polea de cola (Mobilgrease XHP 222)	Cadena (Realizar sólo si aplica) (Mobiltac 325 NC)	Aceite Reductor Iso VG 220	frecuencia de cambio (dias)
FAJA 1 A 30" X 11m	4 kg	4 kg	4 kg	4 kg	4 litros	7
FAJA 2 A 24" x 26m	5 kg	5 kg	5 kg	5 kg	4 litros	7
FAJA 3 A 24" x 7.5m	4 kg	4 kg	4 kg	4 kg	4 litros	7
FAJA 4 A 24" x 5m	3 kg	3 kg	3 kg	3 kg	4 litros	7

Descripcion Componente - Equipo	Rodamiento eje motriz lado izquierdo	Rodamiento eje motriz lado derecho	sala de lubricacion	cambio de filtros	Aceite reductor	frecuencia de cambio (dias)
grizly vibratorio 5´ X 14"	5 kg	5 kg	20 litros	3	20 litros	14
zaranda vibratoria 5" x 14"	5 kg	5 kg	20 litros	3	20 litros	14
zaranda vibratoria 6" x 14"	6 kg	6 kg	25 litros	3	30 litros	14

Descripcion Componente - Equipo	Engrase chumaceras izquierdo	Engrase chumaceras derecho	sala de lubricacion	cambio de filtros	tanque hidraulico	frecuencia de cambio (dias)
chancador de quijada 24" X 36"	6 kg	6 kg	50 litros	3	50 litros	14
chancadora secundaria sandvik 2800	0	0	55 litros	3	55 litros	14
chancadora terciaria sandvik 430	0	0	50 litros	3	50 litros	14
apron feeder 36" x 4.6 m	3kg	3kg	30 litros	3	40 litros	14

Tabla 19. *Disponibilidad de equipos de chancado minera Bateas*



Descripción maquina	Horas trabajadas operacionales	Dias de funcionamiento	Tiempo total de fallas (Horas)	Numero de Fallas	% Disponibilidad	MTTR (Tiempo medio de reparación) horas	MTBF (Tiempo medio entre fallas) horas
chancador de quijada 24" X 36"	620	21	120	15	80.6	8.00	612.00
apron feeder 36" x 4.6 m	508	17	90	8	82.3	11.25	496.75
grizly vibratorio 5´ X 14"	510	17	95	8	81.4	11.88	498.13
zaranda vibratoria 5" x 14"	508	17	85	10	83.3	8.50	499.50
zaranda vibratoria 6" x 14"	605	20	80	10	86.8	8.00	597.00
chancadora secundaria sandvik 2800	610	20	105	12	82.8	8.75	601.25

chancadora terciaria sandvik 430	540	18	108	12	80.0	9.00	531.00
faja cv001	525	18	60	8	88.6	7.50	517.50
faja cv002	530	18	60	8	88.7	7.50	522.50
faja cv003	540	18	75	10	86.1	7.50	532.50
faja cv004	520	17	80	8	84.6	10.00	510.00
magneto 01	480	16	85	6	82.3	14.17	465.83
magneto 02	490	16	70	7	85.7	10.00	480.00
magneto 03	465	16	65	7	86.0	9.29	455.71
magneto 04	478	16	75	8	84.3	9.38	468.63

Tabla 20. *Análisis de disponibilidad de equipos sección chancado*

Descripción maquina	% Disponibilidad anterior	% Disponibilidad mejorada	Resultado % mejorado	Promedio %
chancador de quijada 24" X 36"	71.0	80.6	9.7	9.8
apron feeder 36" x 4.6 m	75.5	82.3	6.8	
grizly vibratorio 5´ X 14"	77.9	81.4	3.5	
zaranda vibratoria 5" x 14"	75.8	83.3	7.5	
zaranda vibratoria 6" x 14"	73.1	86.8	13.7	
chancadora secundaria sandvik 2800	77.8	82.8	5.0	
chancadora terciaria sandvik 430	75.0	80.0	5.0	
faja cv001	79.2	88.6	9.3	
faja cv002	78.3	88.7	10.4	
faja cv003	77.9	86.1	8.2	
faja cv004	80.0	84.6	4.6	
magneto 01	71.3	82.3	11.0	
magneto 02	68.5	85.7	17.2	
magneto 03	66.7	86.0	19.3	

magneto 04	68.8	84.3	15.5	

MES	DESCRIPCION DE FALLA	HORAS TRABAJADAS OPERACIONALES	HORAS EN REPARACION	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS
1	DESACOPLAMIENTO DE MOTOR BOMBA/ACOPLAMIENTO BOMBA	24.0	16.0	
2	ARMADO DE BOMBA	24.0	20.0	48.0
3	PARADA POR PROBLEMAS EN BOMBA DE LUBRICACION	24.0	0.0	
4	PARADA POR REPARACION DE FAJA N°4 , CAMBIO DE CHUMACERAS PUESTA DE GRAPAS	24.0	4.0	
5	NSPECCIÓN Y CAMBIO SEGUN ESTADO DE SIDE WEAR PLATE	24.0	2.0	
6	INSPECCIÓN DE DRIVE BEAM (FISURAS Y OTROS)	24.0	2.0	
7	INSPECCIÓN EXTERIOR DE SIDE PLATE (FISURAS Y OTROS)	24.0	2.0	
8	INSPECCIÓN Y REPARACION CON SOLDADURA DE COMPONENTES EXTERNOS DE LA ZARANDA ATIEZADORES, FEED BOX, BACK MENBER ETC,	24.0	2.0	
9	INSPECCIÓN Y CAMBIO DE GUARDAPOLVOS, GRAMPAS Y ENCAPSULADORES DE POLVO SEGUN ESTADO	24.0	4.0	
10	INSPECCIÓN Y REPARACION DE TECHO DE ZARANDAS SEGÚN INSPECCIÓN	24.0	4.0	
11	INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DE RESORTES DE LA ZARANDA Y EL COUNTERMAS FRAME	24.0	0.0	
12	INSPECCIÓN Y REPARACION DE GUARDAS EN CASO SE ENCUENTRE CON ALGUN DAÑO	24.0	0.0	
13	INSPECCIÓN DE PERNERIA TODO PERNO HUCK O CORRIENTE FALTANTE DEBE SER REPUESTO	24.0	0.0	120.0
14	ARMADOS DE TROMPO Y TAZA	24.0	0.0	
15	CAMBIO DE RIEL TOLVA DE GRUESOS	24.0	0.0	
16	CAMBIO DE PLANCHAS DE TOLVA DE GRUESOS	24.0	0.0	
17	CAMBIO DE PLANCHA TOLVA DE APRON FEEDER	24.0	0.0	
18	CAMBIO DE PLNCHAS GENERAL	24.0	0.0	
19	REPARACION DE CHUTE DE ALIMENTACION APORN FEEDER	24.0	0.0	
20	SISTEMA DE LUBRICACION	24.0	0.0	
21	CAMBIO DE MANGUERAS	24.0	0.0	
22	RELLENO DE MUELAS BASE	24.0	0.0	

23	CAMBIO DE ASIENTOS DE MUELA FIJA	**24.0**	0.0	
24	CAMBIO DE FAJAS	**24.0**	0.0	
25	REPARAR ASIENTOS DE TOOGLE	**24.0**	0.0	
26	RELLENAR PARTE SUPERIOR DE LA BASE CHANCADORA	**24.0**	0.0	
27	REAJUSTE PERNOS DE VOLANTE	**24.0**	0.0	
28	CAMBIO DE BASE DE ARTICULACION DE MUELA MOVIL	**24.0**	0.0	
29	CAMBIO DE POLINES DE CARGA	**24.0**	0.0	
30	CAMBIO DE POLINES DE RETORNO	**24.0**	0.0	
	TOTAL:	720.0	56.0	168.0
	MTBF	240.00	8.00	
	MTTR			28.00

Promedio de fallas =	240.00	HORAS	8.00	DIAS
Promedio de reparación o restitución =	28.00	HORAS	0.9	DIAS

Disponibilidad	89.55%	
Indice de falla	0.0042	
Confiabilidad	.88250	88.25%

3.17 Procedimiento de mantenimiento

Es un documento que tiene por objetivo indicar pautas a seguir en una tarea establecida.

Tabla 21. *Procedimiento de mantenimiento*

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD
MANTENIMIENTO DE CHANCADORA

PARAMETROS BASICOS

NUMERO	NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	EQUIPO	chancadora		
2	UBICACIÓN TECNICA	MB-AS-CHAN-SEC-SAN 1		
3	ESPECIALIDAD	mecanica		
4	DURACION	12 horas		
5	CANTIDAD DE TECNICOS	12		
6	APOYO	2		

DESCRICION DE LA ACTIVIDAD

Desmontaje de Bowl

Acceder por las escaleras de mantenimiento para instalar/retirar los accesorios de izaje. Operador de la grúa puente coloca el Bowl sobre soportes de madera. Verificar que los soportes de madera estén ubicados debajo del Bowl Liner, ya que si quedaran colocados debajo del Bowl al momento de desajustar y retirar las tuercas de cuña el Bowl Liner caería pudiendo generar lesiones personales. Seguidamente con los mismos accesorios de izaje retirar el Hooper de alimentación y ubicarla en un área de almacenamiento temporal. Inspeccionar la base del Hooper para determinar su cambio o reparación.

Implementar los controles críticos de Trabajos con Izaje o Cargas Suspendidas. Utilizando los mismos accesorios de izaje previamente inspeccionados (inspección pre-uso) y plataformas de mantenimiento desmontar el Hooper de Alimentación.

Recuerde: Todo izaje debe ser planificado, incluyendo la preparación del lugar donde se colocará la carga y la forma de demarcación que incluya la trayectoria de la carga y permita alcanzar los vientos sin exponerse a una posible caída de la carga. En la mayoría de casos se requerirá tener demarcación viva (móvil o dinámica) dependiendo de la altura de la carga y se usará ganchos o barras para coger los vientos. Verifique que nadie se encuentre dentro de la zona demarcada.

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA ACTIVIDAD

Nº	ACTIVIDAD DE SEGURIDAD	REVISION	Nº	ACTIVIDAD DE SEGURIDAD	REVISION
1	ESPACIOS CONFINADOS		8	MEDIDA DE SEGURIDAD 5	
2	TRABAJOS EN CALIENTE		9	MEDIDA DE SEGURIDAD6	
3	TRABAJOS EN ALTURA		10	MEDIDA DE SEGURIDAD 7	
4	MEDIDA DE SEGURIDAD 1		11	MEDIDA DE SEGURIDAD 8	
5	MEDIDA DE SEGURIDAD 2		12	MEDIDA DE SEGURIDAD 9	
6	MEDIDA DE SEGURIDAD 3		13	MEDIDA DE SEGURIDAD 10	
7	MEDIDA DE SEGURIDAD 4		14	MEDIDA DE SEGURIDAD 11	

LISTADO DE HERRAMIENTAS

UMERO	OMBRE DE LA HERRAMIENT	MN	CANTIDAD	NUMERO	/BRE DE LA HERRAMIE	MN	CANTIDAD
1	JUEGO DE LLAVES DE BOCA			8	HERRAMIENTA 5		
2	LLAVE HIDRAULICA			9	HERRAMIENTA6		
3	LLAVES ALLEN			10	HERRAMIENTA 7		
4	HERRAMIENTA 1			11	HERRAMIENTA 8		
5	HERRAMIENTA 2			12	HERRAMIENTA 9		
6	HERRAMIENTA 3			13	HERRAMIENTA 10		
7	HERRAMIENTA 4			14	HERRAMIENTA 11		

LISTADO DE REPUESTOS

UMER	NOMBRE DEL REPUESTO	MN	CANTIDAD	NUMERO	NOMBRE DEL REPUESTO	MN	CANTIDAD
1	PERNOS 3/4 X 5			8	REPUESTO5		
2	TUERCA 3/4			9	REPUESTO 6		
3	VOLANDA 3/4			10	REPUESTO7		
4	REPUESTO 1			11	REPUESTO8		
5	REPUESTO 2			12	REPUESTO9		
6	REPUESTO 3			13	REPUESTO10		
7	REPUESTO 4			14	REPUESTO11		

LISTADO DE EQUIPOS MOVILES AUXILIARES

UMER	NOMBRE DEL EQUIPO	TIEMPO	CANTIDAD	NUMERO	NOMBRE DEL EQUIPO	TIEMPO	CANTIDAD
1	GRUA 200 TN			8	CAMA BAJA		
2	GRUA RT			9	CAMION GRUA	X	
3	MONTACARGA			10	OTROS		

Tabla 22. Programación de gamas de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO																	PROGRAMACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO																																						
					ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
SISTEMA	JERARQUIAS	ESPECIALIDAD	GAMA	FRECUENCIA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CHANCADORA SANDVIK	SAN 1	MECANICA	CAMBIO DE HEAD AND BOWL	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SAN 1	ELECTRICA	MANTTO DE MOTOR ELECTRICO	Mensual				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X
	SAN 1	HIDRAULICA	MANTENIMIENTO SISTEMA HIDRAULICO	Bi-Semanal		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
CHANCADORA DE QUIJADA	1	MECANICA	CAMBIO DE CHAQUETAS LATERALES	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	1	ELECTRICA	MANTTO DE MOTOR ELECTRICO	Mensual				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X
	1	HIDRAULICA	MANTENIMIENTO SISTEMA HIDRAULICO	Bi-Semanal		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
ZARANDA VIBRADORA	1	MECANICA	CAMBIO DE MALLAS DECK SUPERIOR EI NFERIOR	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	1	ELECTRICA	MANTTO DE MOTOR ELECTRICO	Mensual				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X
	1	HIDRAULICA	CAMBIO DE ACEITE	Bi-Semanal		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

3.18 Orden de mantenimiento

Una orden de trabajo proporciona detalles sobre el mantenimiento que se va a dar a un equipo.

Tabla 23. *Alcance de servicio de mantenimiento área chancado Minera Bateas*

SERVICIOS CHANCADO					
PARTE I					
Gerencia / Superintendencia	Gerencia Mtto Area Seca / Superintendencia Mantenimiento Chancado				
Orden de Mantenimiento	**400016287958**				
Descripción del Alcance y Condiciones del Servicio					
Objetivo					
MANTENER OPERATIVA LA PLANTA CON SERVICIOS BASICOS DE MANTENIMIENTO					
Antecedentes					
LA PLANTA REQUIERE SERVICIOS RECURRENTES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO PARA MANTENER DISPONIBLIDAD DE LOS EQUIPOS DE					
Servicio Externo		**Servicio Interno (dentro de las instalaciones de La Compañía)**	X	Lugar:	
Descripción del Servicio					
	1. LOTOTO	X	8. OPERACIÓN DE EQUIPO PESADO/LIVIANO/MOVIL	X	
	2. TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS	X	9. TRABAJOS EN CIRCUITOS ENERGIZADOS		
	3. APLICACION DE PROCEDIMIENTO DE ""OPEN HOLE""	X	10. TRABAJOS CON/CERCA DE ENERGIAS O PARTES MOVILES		
	4. TRABAJOS DE IZAJE O CARGAS SUSPENDIDAS	X	11. TRABAJOS CON/CERCA DE SUSTANCIAS QUIMICA (H2S, CLORO	X	
	5. TRABAJOS EN ALTURA Y DESNIVEL	X	12. TRABAJOS CON EXPLOSIVOS		
	7. TRABAJOS EN CALIENTE	X	14. INGRESO A AREAS RESTRINGIDAS SIN AUTORIZACION	X	
TRABAJOS PM CHANCADORAS SECUNDARIOS CR011 O SIMILAR - CAMBIO TROMPO Y TAZA - CAMBIO MFL Y MONTURAS - CAMBIO ANILLO CLAMPING - TRABAJOS COMPLEMENTARIOS A PM CHANCADORAS					
Plazo de Ejecución	7	Días Calendario			

3.19 Protocolos de mantenimiento

Un adecuado diseño de MP no solo implica la elaboración de todos los protocolos de equipos y también áreas de la instalación, sino que presupone del conocimiento de la actividad y de sus objetivos fundamentales al personal de mantenimiento y de la alta gerencia también(19).

Tabla 24. *Protocolo de mantenimiento chancadoras*

TAG DEL EQUIPO		FECHA DE INICIO		FECHA DE TERMINO	

2.- DATOS GENERALES

DATOS DE TROMPO (HEAD)	N° DE TROMPO QUE SALE		OBSERVACIONES:	
	N° DE TROMPO QUE ENTRA		OBSERVACIONES:	
DATOS DE TAZA (BOWL)	N° DE TAZA QUE SALE		OBSERVACIONES:	
	N° DE TAZA QUE ENTRA		OBSERVACIONES:	

2.- INSPECCION PROCESO DESARMADO

1 INSPECCION DE CLAMPING CYLINDERS

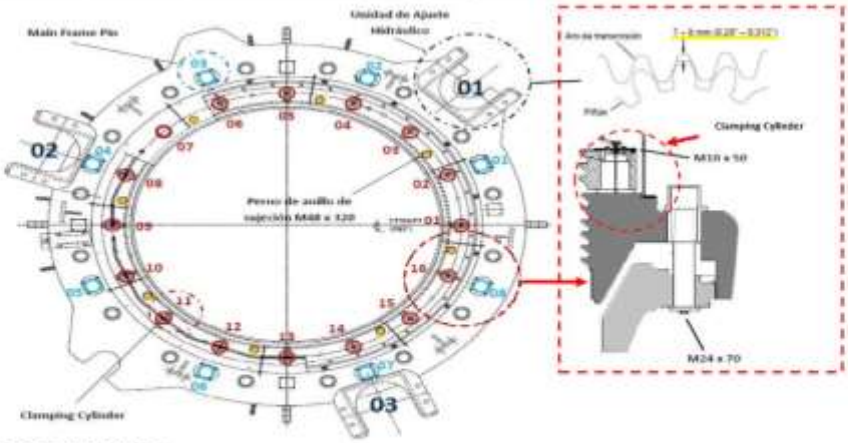
Inspección de Clamping Cylinders (Maque con X si presentan el defecto indicado, si no presenta defecto ponga una linea)																OBSERVACIONES
N° de Clamping cylinder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Fuga de aceite por Sello																	
Fuga de aceite por Mangueras																	

COMENTAR ESTADO DE LINERS

Inspeccion de Liners de chute	
Inspeccion de liners de Feeder	

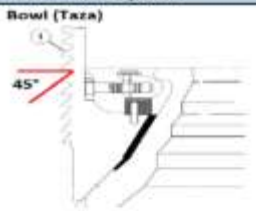
2 INSPECION DE MAIN FRAME PINES

Inspeccion visual de Main Frame	Estado		OBSERVACIONES
Inspeccion de pernos de fijación	BIEN	MAL	
Inspeccion de juego entre dientes de 7 a 8 mm	BIEN	MAL	
Identificación zona de fuga en la imagen	BIEN	MAL	



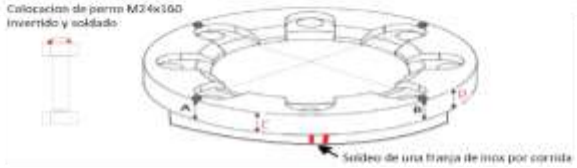
3 INSPECCION DE TAZA A MONTAR

INSPECCION DE VISUAL DE TAZA, Verifique la superficie de la taza nueva a instalar, así como los dientes de la rosca (estos deben de tener un Angulo de 45°). También deberá de Inspeccion los dientes del Aro de ajuste.		
Inspeccionar estado de los dientes de la rosca de taza	SI	NO
Inspeccion visual de dientes del aro de ajuste	SI	NO
Limpieza total de anillo de ajunte y anillo de fijación	SI	NO
Realizar liquidos penetrantes en zonas fisuradas	SI	NO
Realizar engrase general antes de montar taza	SI	NO
OBSERVACIONES		



4 INSPECCION VISUAL DE FEED PLATE Y SOCKET LINER

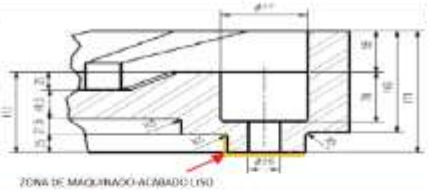
INSPECCION DE FEED PLATE	CHECK		OBSERVACIONES
Inspeccionar estado de Feed Plate	SI	NO	
Cambio de los pernos de sujeción (08 pernos M24 x 140)	SI	NO	
Colocación de perno invertido y soldeo de tuerca	SI	NO	
Marcar con soldadura Inox el Feed Plate en que corrida va	SI	NO	1ra. Corrida 2da. Corrida 3ra. Corrida



	DIMENSIONES (mm)
A	
B	
C	
D	

Tabla 25. *Protocolo de mantenimiento chancadora*

FEED PLATE REFORZADO

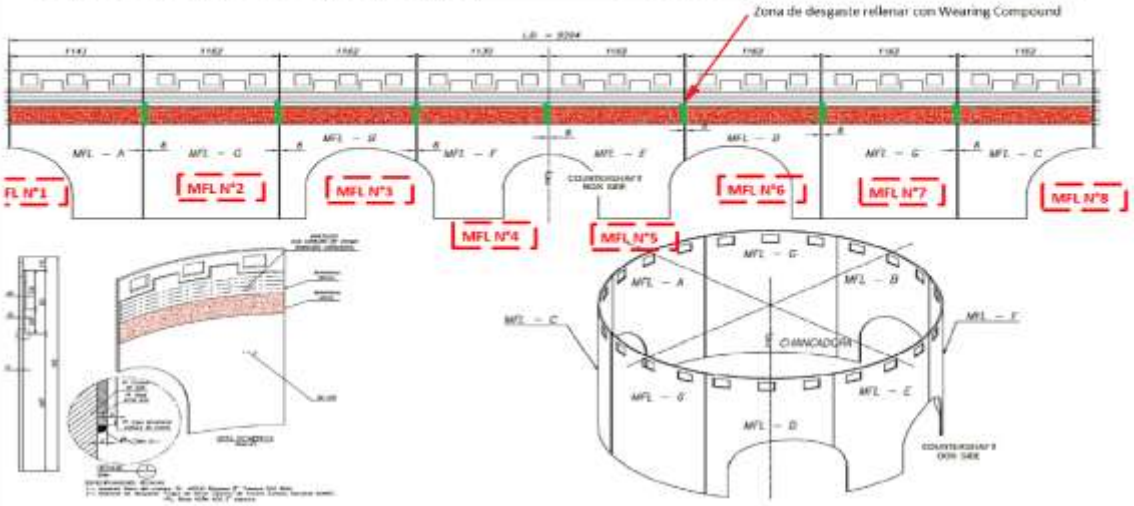


OBSERVACIONES

INSPECCION DE SOCKET LINER	CHECK		OBSERVACIONES
Limpieza de canales de lubricación de socket liner	SI	NO	
Medición de canales de lubricación de socket (Profundidad mínima 5mm)	SI	NO	
Requiere cambio de Socket Liner	SI	NO	
Inspeccion visual de Socket por descamación / realizar Cambio	SI	NO	
MONTAJE DE SOCKET LINER	**CHECK**		**OBSERVACIONES**
Enfriar el Socket Liner a menos 30 ºC bajo la temperatura de Ambiente	SI	NO	
Verificar asentamiento correcto de Socket Liner	SI	NO	

5 INSPECCION DE MAIN FRAME LINERS, REFUERZOS Y MONTURAS

Inspección Visual de Main Frame Liner (Escriba Ok si esta en buenas condicionales y "X" si presenta defectos)								
Main Frame Liner	1	2	3	4	5	6	7	8
Estado de Main Frame Liner								
Estado de Pernos (M24x40 Torque: 778N.)								
Numero de corrida - Man Frame Liner	1	2	3	4	5	6	CAMBIO	
Relleno con Wearing en zona desgaste (Ver imagen)	SI	NO						



6 INSPECCION DE MONTURAS

INSPECCION DE MONTURA		CHECK		OBSERVACIONES				
Fugas en montura		SI	NO					
Requiere cambio de montura		SI	NO					
Posibles fugas en medialuna		SI	NO					
Estado de montura marcar si presenta defecto de acuerdo a grafico	1		2		3		CAMBIO	

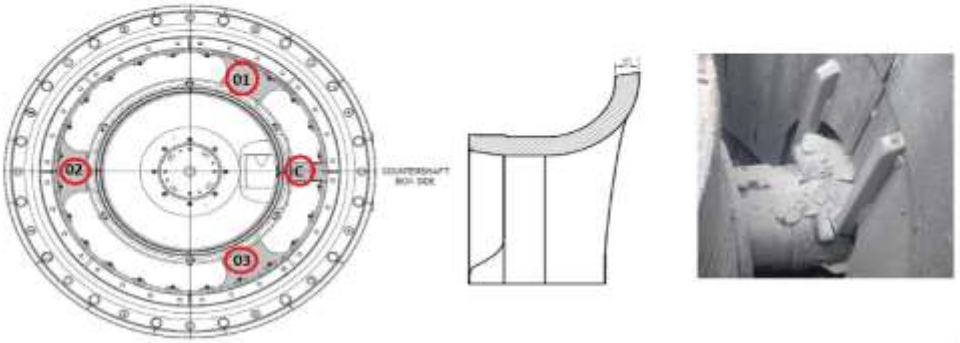


Tabla 26. *Protocolo de mantenimiento Zarandas*

SUPERVISOR	JOHN SANTOS	L. MECANICO	ANTONIO NUÑEZ

DECK SUPERIOR

TOTAL		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	1	X	X	X	X								
	2								X	X	X	X	X
	3								X	X	X	X	X
	4								X	X	X	X	X
	5								X	X	X	X	X
	6								X	X	X	X	X
	7								X	X	X	X	X
	8								X	X	X	X	X
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14	X	X	X	X								

PANELES CIEGOS
RUBBERDEX SOLID 80MM

P. CLASIFICACION
PANEL 1' X 2', 65MM X 108MM

P. LIMPIEZA
PANEL 1' X 2', 65MM X 65MM

P. CIEGOS
POLYDEX SOLID 45MM 1x1

DECK INFERIOR

TOTAL		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	1	X	X	X	X	X							
	2	X	X	X	X	X							
	3	X	X	X	X	X							
	4	X	X	X	X	X							
	5	X	X	X	X	X							
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14	X	X	X	X								

P. CLASIFICACION
PANEL 1' X 2', 50MM X 105MM

P. LIMPIEZA
PANEL 1 'X 2', 50MM X 50 MM

P. CIEGOS
POLYDEX SOLID 45MM 1x1

LINER DERECHO	
A	B

FEED CHUTE PARED POSTERIOR

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L

FEED CHUTE PARED DELANTERA

LINER IZQQUIERDO	
A	B

LINER DERECHO

FEED BOX PISO

	X			X	

LINER IZQUIERDO

Tabla 27. *Protocolo de mantenimiento de zaranda*

INSPECCION PIPETOPS, STRINGER BRACKET , ANGULOS ZOCALOS

FECHA	25	7	19					
ZARANDA	11		12	X	13		14	
MOTIVO	MANTENIMIENTO ZARANDA SC 012							
COMPONENTES								
SUPERVISOR	JOHN SANTOS			L. MECANICO	ANTONIO NUÑEZ			

LEYENDA	
0%	NUEVO
10%	DESGASTADO
100%	ROTO
X	CAMBIADO
P	PRUEBA

LEYENDA
PIPETOPS
ZOCALOS
ANGULOS
STRINGER BRACKET(4 ALAS)
STRINGER BRACKET(3 ALAS)
STRINGER BRACKET(1 ALA)
PANEL CIEGO DE IMPACTO
PANEL DE CLASIFICACION
PANEL DE LIMPIEZA
PANEL CIEGO DE DESCARGA

PANEL	PIPE TOP	ZOCALO DERECHO	ANGULO DERECHO	DECK SUPERIOR A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	ANGULO IZQUIERDO	ZOCALO IZQUIERDO	STRINGER BRACKET
1 2	1																	50%
3 4	2																	40%
5 6	3																	30%
7 8	4																	30%
9 10	5																	50%
11 12 13 14	6																	50%

PANEL	PIPE TOP	ZOCALO DERECHO	ANGULO DERECHO	DECK INFERIOR A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	ANGULO IZQUIERDO	ZOCALO IZQUIERDO	STRINGER BRACKET
1 2	1																	50%
3 4	2																	40%
5 6	3																	40%
7 8	4																	50%
9 10	5																	50%
11 12 13 14	6																	50%

OBSERVACIONES

Tabla 28. *Protocolo de mantenimiento zaranda*

INSPECCION DE BASTIDOR , DRIVE BEAM, SIDE PLATE Y OTROS

SUPERVISOR	JOHN SANTOS	L. MECANICO	ANTONIO NUÑEZ

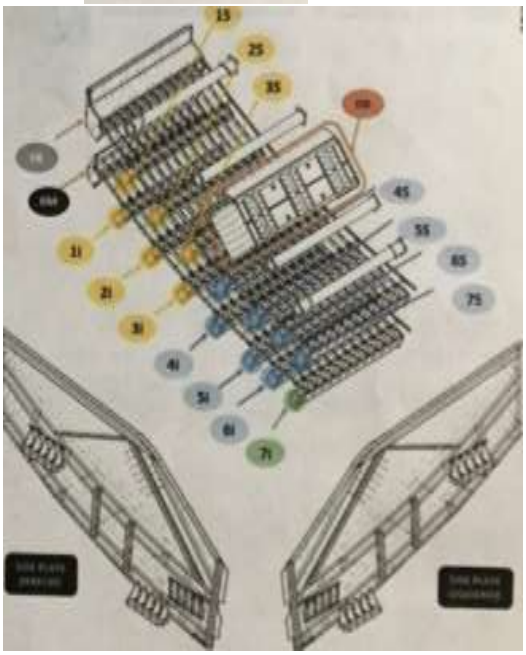
BASTIDOR	FISURAS		PERNO SUELTO		FALTA PERNOS		ESTADO FALDONES		OBSERVACION ADICIONALES
1S	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
2S	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
3S	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
4S	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
5S	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
6S	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
7S	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
1i	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
2i	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
3i	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
4i	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
5i	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
6i	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		
7i	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		

DRIVE BEAM	FISURAS		PERNO SUELTO		FALTA PERNOS		AGUJEROS DE DRIVE		OBSERVACION ADICIONALES
D5	SI		SI		SI		SI		
	NO		NO		NO		NO		

FEED BOX	FISURAS		PERNO SUELTO		FALTA PERNOS				OBSERVACION ADICIONALES
BM	SI		SI		SI		SI		
	NO	X	NO	X	NO	X	NO	X	

BACK MENBER	FISURAS		PERNO SUELTO		FALTA PERNOS				OBSERVACION ADICIONALES
FB	SI		SI		SI		SI		
	NO	X	NO	X	NO	X	NO	X	

SIDE PLATE	FISURAS		PERNO SUELTO		FALTA PERNOS		ESTADO DEL JEBE		OBSERVACION ADICIONALES
	SI		SI		SI		SI	X	
IZQUIERDO	NO	X	NO	X	NO	X	NO		REFORZAMIENTO CON WEARING
	SI		SI		SI		SI	X	
DERECHO	NO	X	NO	X	NO	X	NO		REFORZAMIENTO CON WEARING



OBSERVACIONES

CAPÍTULO IV: DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4 Descripción de actividades profesionales

El presente informe de suficiencia profesional está orientado en asistir a la supervisión de mantenimiento en los aspectos administrativos, técnico y gestión de planeamiento.

- **Aspecto administrativo.** El cumplimiento con alcances de servicios de mantenimiento en el área de chancado.

  Elaboración de informes semanales para con el cliente y con la gerencia de operaciones.
- **Aspecto técnico-económico.** Cumplimiento de alcance del servicio de acuerdo a los procedimientos, instructivos y protocolos aprobados por el cliente además del control económico en las líneas de Servicio, Materiales, Transportes, Alojamiento y Alimentación.

  Seguimiento y Control de las actividades desarrolladas en campo.
- **Aspecto planeamiento.** Cumplimiento en el seguimiento y control de tiempos establecidos y aprobados por el cliente.

  Elaboración, seguimiento y control semanal programado.

4.1 Alcance de las actividades profesionales

El presente informe tiene por efecto detallar actividades de supervisión de plan de mantenimiento aplicado en el área de chancado en minera Bateas.

4.2 Aspectos técnicos de actividad profesional

Los métodos utilizados en el Área donde laboro son los siguientes:

- **Método de organización:** Mediante este método se busca establecer la norma disciplinaria y delegar funciones a cada miembro del grupo al fin de ejecutar bien el plan de trabajo encomendado.
- **Método de conformidad:** La conformidad del mantenimiento está compuestos de documentos que muestran el detalle (planos, protocolos prueba de los equipos, informe técnico.), incorporan todas las actividades realizadas en mantenimiento.
- **Supervisión:** Técnica mediante la cual se constata la ejecución de actividades determinadas en documentos contractuales (planos, procedimientos, especificaciones técnicas, etc.) dentro del marco legal y normativa vigente.
- **Verificación:** Técnica mediante la cual se confirma la ejecución de una actividad, a través de los controles, consideraciones técnicas dentro del marco legal y normativa vigente.

4.3 Instrumentos

Lo que permite operativizar a la técnica es el instrumento de investigación.

Dentro de la técnica de la observación los instrumentos utilizados son:

- Las fotos.
- Las fichas
- Cuaderno de notas.
- La cámara fotográfica.

Dentro de la técnica documental los instrumentos utilizados son:

- Plan de trabajo.
- Mapas, Formato de Nota de salida, Actas de verificación.
- Formatos de Inspección minuciosa de protocolos.
- Informe técnico para baja de activo fijo.

- Check List, IPERC Continuo.

4.4 Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Los equipos utilizados para la realización del trabajo fueron:

- Laptop.
- Computadoras
- Impresoras.
- Útiles de Escritorio.
- Flexómetro.

CAPITULO V: RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

5.1 Resultados finales de las actividades realizadas

- Como resultado de la puesta en servicio se mejoró la calidad en el mantenimiento estableciendo protocolos para cada acción de mantenimiento realizada en cada equipo mejorando la confiabilidad en los equipos.
- RCM mejora sus beneficios de su aplicación como parte de un autoaprendizaje.
- Regularidad y continuidad del funcionamiento del servicio.
- RCM permite la comprensión y documentación de las características claves de operaciones y mantenimiento, modos de falla, tareas PM, dibujos, manuales, etc.

5.2 Logros alcanzados

5.2.1 En el ámbito del proyecto

- Se ejecutó las Actividades del Plan de trabajo sin reportes de accidente alguno.
- Se logró cumplir con las actividades en el tiempo estimado.
- Recepción de la respectiva Acta de Conformidad del Servicio.

- Un tiempo de parada de servicio de 44 horas incluido previos, post parada y pruebas de funcionamiento se culminó en 36 horas, dando 8 horas de producción mejorada.

5.2.2 En el ámbito personal

- Aporte en la reorganización del área y el sistema de trabajo, para efectuar tareas de manera eficiente.
- Mejor coordinación de manera anticipada ante el requerimiento de equipos y herramientas.
- Trabajo en equipo, implementando una mejora continua en estándares, procedimientos.
- Mejoras en trabajos de sistemas integrados con conocimientos y habilidades especializadas de los equipos para especificar predecir y evaluar mejoras en los equipos.

5.3 Planeamiento de mejoras

5.3.1 Metodologías propuestas

La metodología cualitativa es la utilizada ya que utiliza descripciones interpretativas (palabras) más que estadísticas (números). Para analizar los patrones de relaciones sociales.

Según esta metodología implica utilizar:

A. Experiencias de la gente.
B. Observación natural.
C. Descriptiva.
D. Información valida y real.

5.3.2 Descripción de la implementación

- Se coordinó y planifico con los jefes de cuadrilla para que puedan solicitar con anticipación sus requerimientos de equipos, materiales y grúa para cumplir la realización de las actividades programadas.
- Se ha coordinado con el Área de Asistencia Social para que organice charlas sobre motivación personal, y así favorecer la comunicación interna y externa con todos los trabajadores.

- Se coordinó que se evaluaría el nivel de productividad según metas de valorización para cada cuadrilla de trabajo y así poder recompensar sus esfuerzos mediante bonos.

5.4 Análisis

El análisis es simultáneo, en él no sólo se realiza un pronóstico, sino que se realiza un seguimiento del desarrollo del Plan de trabajo según las ordenes de mantenimiento durante la ejecución de mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) se mejoró la disponibilidad de los equipos sección chancado minera Bateas mejorando la disponibilidad en un porcentaje 10% mayor a años anteriores.

2. El diagnóstico de la situación actual arrojó que las áreas más afectadas de la gestión de mantenimiento son las áreas concernientes a la sección chancado permitiendo el desarrollo de la estructura arbórea de la organización y de la descripción de las funciones de la mencionada de la estructura de la organización.

3. Se consiguió realizar la Propuesta del Plan Mantenimiento Preventivo, para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área chancado.

4. Los detalles plasmados en las órdenes de trabajo servirán para alimentar tanto la hoja de información como la hoja de decisión, de estas se optimizarán los tiempos de mantención de los equipos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar estrictamente con la implementación del RCM en el área de chancado de Minera Bateas, iniciando con los equipos críticos y posteriormente a todos los equipos de la planta concentradora, para mantener y mejorar la disponibilidad de los mismos.

2. Medir, a través de los indicadores de gestión de mantenimiento, los resultados luego de aplicar el plan de mantenimiento desarrollado en el presente trabajo para los componentes críticos de la sección chancado minera Bateas S.A.C.

3. Aplicar un procedimiento de control y monitoreo, para así obtener una mejor información de los equipos, verificando la eficiencia del programa de mantenimiento preventivo.

4. Se deben mejorar los procedimientos de trabajo, así mismo concientizar al personal sobre la necesidad de sus herramientas en campo, eso ayudará a mejorar la mantenibilidad de los equipos.

Bibliografía:

1. ESPINOZA, Luis. *Evaluacion tecnico economica para la seleccion del tajo TJ626E de minera bateas* [online]. Universidad Nacional del Altiplano, 2018. Available from: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12303/Yana_Aydee_Quispe_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. S.A, Minera San Cristobal. *Minera Bateas San Cristobal* [online]. Available from: https://www.minerasancristobal.com/v3/es/inicio/nuestra-empresa/valores-corporativos/
3. TORRES ALMERCO, Alex. *Optimizacion de la gestion de mantenimiento en una planta concentradora polimetalica teniendo como herramienta el modulo de mantenimiento del Sap*. Universidad Nacional de Ingenieria - Lima Peru, 2012.
4. ESTEBAN DE LA CRUZ, Erik Grover. *Mantenimiento centrado en confiabilidad para el equipo mas critico del area de molienda de clinker en planta Atocongo Lima*. Universidad Nacional del Centro del Peru, 2017.
5. PERCY CLIFOR, CRUZ AGUSTIN. *Propuesta de implementacion de gestion de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de equipos en el area de chancado de la planta concentradora*. Universidad Continental, 2019.
6. BUSTAMANTE, Roberto Norbil Aguilar. Implementación del pilar de mejoras enfocadas basadas en el mantenimiento productivo total en el molino de bolas del área de molienda de una planta concentradora de cobre en la ciudad de Arequipa 2019. . 2020.
7. MARQUEZ DONAYRE, RAFAEL VICENTE. *Mejora de los procedimientos del mantenimiento preventivo para la reduccion del costo de intervencion en gruas y descortezadores*. Universidad San Ignacio de Loyola, 2016.
8. SULLA, Milagros. *Evaluacion del circuito de chancado y optimizacion de su perfomance de planta de oxidos Tintaya- Antapaccay*. Universidad Nacional de San Agustin, 2015.
9. ARIAS, Paulo. *Optimización .De La Sección De Chancado Para·.Incrementar La Producción. Diaria a 700 Toneladas De Mineral Triturado En La Empresa Icm Perú*. Universidad Nacional de Callao, 2014.
10. DESCRIPTIVA, Memoria, OPTAR, Para and DE, Titulo Profesional. *MANTENIMIENTO DE LA CHANCADORA SECUNDARIA CÓNICA Y SEGURIDAD - PLANTA DE ÓXIDOS - TINTAYA*. [no date].
11. *PLANTA MINERA BATEAS Informe-Practicas-Otro*.
12. *Texto-Mantto-de-Fajas-Transportadoras-Final-4*.
13. QUISPE, Alexander. *Actualizacion del plan de mantenimiento de los equipos e instrumentacion del area de Chancado Primario de la minera Chinalco Peru S.A*. Universidad Nacional de San Agustin, 2018.

14. MELCHOR CAHUAYA, Rogger Nilo. *Programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la bomba mars II en la compañia minera Snta Luisa S.A*. Universidad Nacional del Centro del Peru - Huancayo, 2016.
15. ROBLES, Ana. *Analisis, diagnostico y propuesta de mejora en la gestion de activos fisicos de grua portico*. Pontifica Universidad Catolica del Peru, 2015.
16. MESCUA RIVERA, Raúl Ceferino and LI GÁLVEZ, Cindy. *Propuesta de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad a una flota de camiones fuera de carretera en una mina de tajo abierto* [online]. 2016. Available from: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/619973/LI_GC.pdf?sequence=14&isAllowed=y
17. AMABLE SALAZAR, Jhonatan. *Influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966- C de la Municipalidad de Huancayo*. Universidad Nacional del Centro del Peru, 2017.
18. EENERGY, Pan American. Indicadores de mantenimiento 26.06.2009. . 2009.
19. ALVARADO, Lenin. *Diseño de un modelo de mantenimiento preventivo utilizando VSM y SMED para aumentar la disponibilidad de horas-máquina en una empresa que fabrica tanques para agua de uso doméstico* [online]. 2018. Available from: http://hdl.handle.net/10757/623990
20. FLORES, EDGAR SANTIAGO VACILA. *Montaje de la chancadora conica Sandik CH6660vde la unidad minera Atacocha para un incremento de produccion de 4380 TSPD a 5000 TSPD*. Universidad Nacional de Ingenieria, 2014.
21. SANTOS CASILLA, John. *INFORME TÉCNICO DE PARADA DE PLANTA JULIO 2017 (MECANICO) - CHANCADO*. [no date]. informe

Anexos:

(20) FLORES, EDGAR SANTIAGO VACILA. *Montaje de la chancadora conica Sandik CH6660vde la unidad minera Atacocha para un incremento de produccion de 4380 TSPD a 5000 TSPD*. Universidad Nacional de Ingenieria, 2014.

(3) TORRES ALMERCO, Alex. *Optimizacion de la gestion de mantenimiento en una planta concentradora polimetalica teniendo como herramienta el modulo de mantenimiento del Sap*. Universidad Nacional de Ingenieria - Lima Peru, 2012.

(21) SANTOS CASILLA, John. *INFORME TÉCNICO DE PARADA DE PLANTA JULIO 2017 (MECANICO) - CHANCADO*. [no date]. informe

ANEXOS

Glosario

Causa: Origen o fundamento de la debilidad. Respecto a las debilidades, se recomienda considerar cuatro tipos de causa: a) Falta de bienes o servicios, b) Limitaciones por la calidad de los bienes o servicios existentes, c) Ineficiencia o altos costos de los bienes o servicios existentes y d) Obsolescencia tecnológica o combinación no competitiva de insumos y recursos.

Eficiencia: Uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado; es el requisito para evitar o disminuir gastos innecesarios. Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización. Grado en que un programa ha utilizado recursos apropiadamente y ha completado las actividades de manera oportuna.

Estrategias: Conjunto de decisiones coordinadas que buscan vincular los objetivos con las acciones necesarias para lograrlos; en otros términos, orientan el cómo alcanzar cada uno de ellos.

Indicador: Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos, en la ejecución de una acción, proyecto o programa.

Programa: Conjunto armónico de objetivos, políticas, metas y acciones a realizar en un tiempo y espacio dados, con determinados recursos. Se entiende además como un conjunto de proyectos interrelacionados.

Proyecto: Conjunto de acciones organizadas para solucionar problemas específicos, en tiempo limitado y con metas concretas.

Recursos: Medios disponibles para efectuar las actividades planeadas. De manera general se identifican seis tipos: humanos, financieros, materiales, mobiliario y equipo, planta física y tiempo.

Responsables: Grupo Humano o individuos a quienes compete la realización de las acciones en virtud de las actividades a su cargo. Pueden ser especificadas de dos formas: unidades organizativas o funcionarios.

Tarea: Actividades puntuales que deben realizarse para cumplir la acción enunciada. A cada tarea se le asigna un responsable y un grupo de tareas satisfacen una acción.

Anexo 1 Tabla de mantenimiento chancadora Sandvik

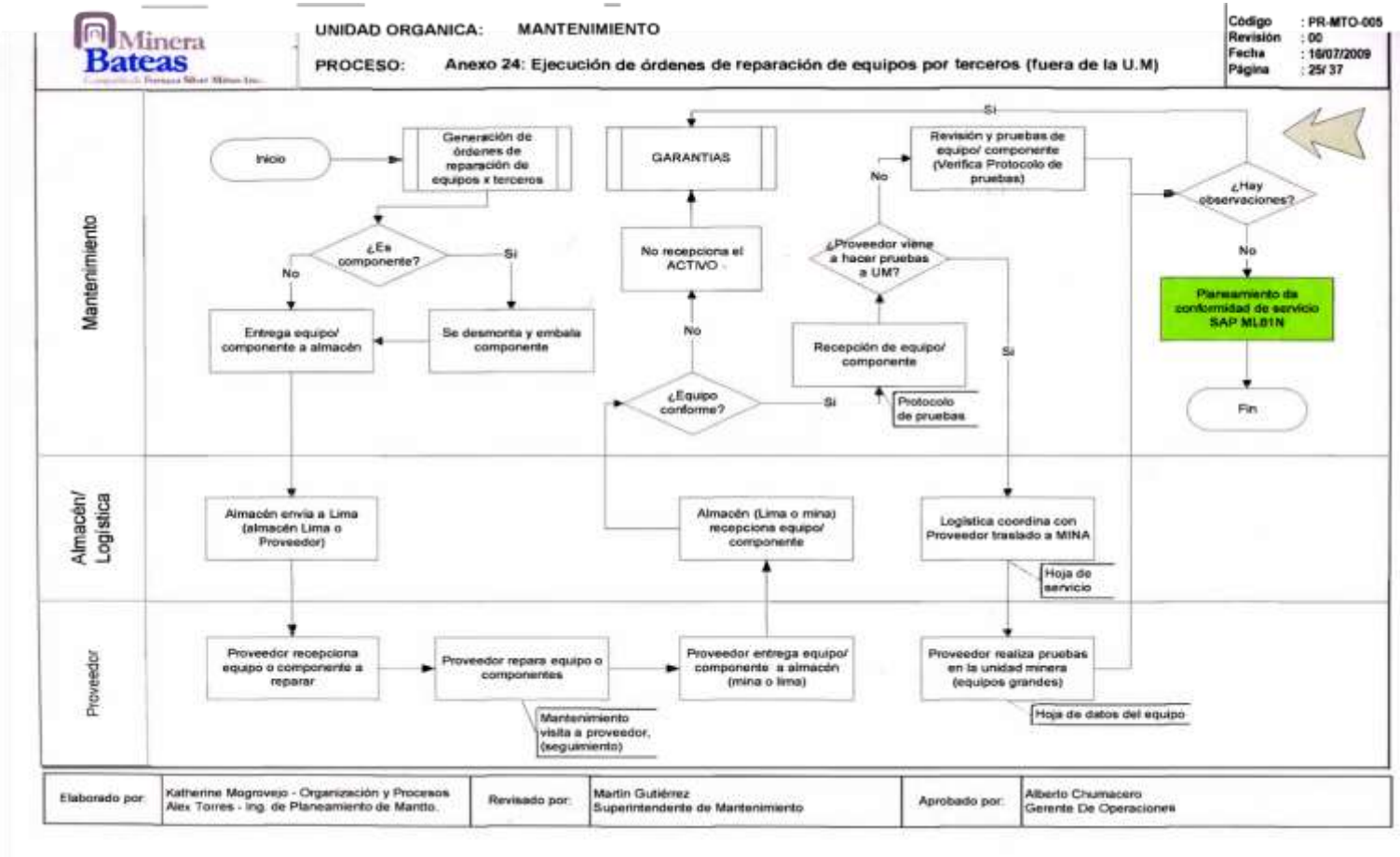
TABLA DE MANTENIENTO CHANCADORA SANDVIK HIDROCONICA SERIE CH 660

SUPERVISOR ENCARGADO		FECHA		
MODELO DE CHANCADORA		HOROMETRO INICIAL		
SERIE DE CHANCADORA		HOROMETRO FINAL		
ITEM	CADA 50 HORAS DE OPERACIÓN	MARCAR		OBSERVACIONES
	CONTROLAR	(√) Realizado	(X) No realizado	
1	Nivel de aceite del deposito de aceite lubricante			
2	Nivel de aceite del deposito Hidroset			
3	Inspeccion de malla del tanque de lubricacion			
4	Revision del desgaste de los Revestimientos(4 puntos)			
5	Control del desgaste y tension de las Correas de Transmision			
ITEM	CADA 100 HORAS DE OPERACIÓN			
7	Todos los puntos del control de las 50 horas			
8	Verificacion del estado del filtro de sobrepresion de aire(limpieza)			
9	Limpieza de la trampa de suciedad de la succion de la bomba			
1	Inspeccion del nivel de grasa del cojinete superior			
11	Limpieza del panel del enfriador de aceite(refrigerado por aire)			
12	Reajuste del perno			
ITEM	CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN			
13	Todos los puntos del control anterior			
14	Que los sistemas de control OGI, TGI, TG2, TG3, esten operativos			
15	Cambio del filtro del sistema de sobrepresion			
16	Inspeccionar el estado del rascador de goma del Eje principal			
17	Inspeccion del nivel de aceite del Contraeje(2800/3800)			
ITEM	CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN			
18	Todos los puntos del control de las 250 horas			
19	Cambiar filtros del contraeje(4800-8800)			
20	Cambiar filtros del Sistema de Lubricacion Principal			
21	Cambier filtro del respirador del Buje de Araña			
ITEM	CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN			
22	Todos los puntos del control de 250 y 500 hrs			
23	Cambio de reten de buje de araña y O-ring de tapa de buje			
24	Cambiar filtros del sistema de Hidroset			
25	Controlar el juego del piñon			
ITEM	CADA 2000 HORAS DE OPERACIÓN			
26	Todos los puntos del control anterior			
27	Cambiar aceite del sistema hidroset			
28	Cambiar aceite del sistema de lubricacion principal			
29	Cambiar aceite del contraeje(2800-3800)			
30	Verificacion el caudal de la bomba de lubrocacion principal			
31	Verificacion y ajuste del sistema electrico(limpieza de tableros)			
32	Megado y evaluacion de motores electricos			
33	Cambiar aceite del contraeje(2800-3800)			
ITEM	CADA 10000 HORAS DE OPERACIÓN			
34	Todos los puntos anteriores			
35	Cambio de rodamientos y accesorios del sistema de contraeje			
36	Cambio de rodamientos y megado de los motores electricos			
37	Medir el desgaste y rayaduras en el cilndro del embolo			
38	Medir el desgaste de la arandela del cojinete			
39	Medir el desgaste y deformacion del casquillo del eje principal			
40	Verificar el juego y estado de la bocina excentrica			
41	Verificar el juego de la bocina de carcasa			
ITEM	CADA CAMBIO DE MANTO Y CONCAVO			
42	Juego entre el casquillo de eje principal y el buje de araña			
43	Juego entre el anillo Deslizante y el anillo Guardapolvo			
44	Juego del anillo obturador y eje principal			
45	Verificar el juego y estado de la bocina excentrica			
46	Verificar el juego de la bocina de carcasa			
47	Inspeccion del eje principal(zona de las bocinas excentricas)			
48	Inspeccion de las placas de presion			
49	Juego entre el taco de apoyo y el cubo excentrico			

OBSERVACION: TODAS LAS MEDICIONES QUE SE REALIZAN PARA VERIFICAR LOS DESGASATES EN LAS CHANCADORAS SE DEBEN DE REALIZAR CON MICROMETRO, RELOJ COMPARADOR Y CALIBRADORES TIPO PIE DE REY

ITEM	TABLA 1.1	TIPO DE ACEITE	H/S 6800
1	Aceite del sistema de lubricacion principal	ISO VG 100/150/220 Segun temperatura ambiente de trabajo	400 Lt
2	Aceite del sistema del portacojinetes del piñon	ISO VG 100/150/220 Segun temperatura ambiente de trabajo	
3	Aceite del sistema de hidroset	ISO VG 68	85 Lt

Anexo 02. Diagrama de flujo de órdenes de reparación de equipos



Anexo 03. Servicio mantenimiento tolva de gruesos

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:	TOLVA DE GRUESOS

REALIZAMOS CHAMFEREADO DE CARTELAS ENTRE RIELES PARA DESMONTAJE Y MONTAJE DE NUEVOS RIELES

REALIZAMOS DESMONTAJE Y MONTAJE DE RIELES CON CAMION GRUA

REALIZAMOS VERIFICACION DE SEPARACION ENTRE RIELES DE 12 PULGADAS

Anexo 4. Servicio de mantenimiento Apron feeder

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:	MANTENIMIENTO APRON FEEDER

REALIZAMOS RETIRO DE PLACAS DE APRON FEEDER

REALIZAMOS DESMONTAJE DE ESLABONES APRON FEEDER

REALIZAMOS CAMBIO DE RODILLOS DE CARGA

Anexo 5. Servicio de mantenimiento de chancadora de quijada

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:	MANTENIMIENTO DE CHANCADOR DE QUIJADA

REALIZAMOS CAMBIO DE FORRO DE JEBE EN CHUTE

REALIZAMOS CAMBIO DE CORREAS

Anexo 6. Servicio de mantenimiento de faja transportadora

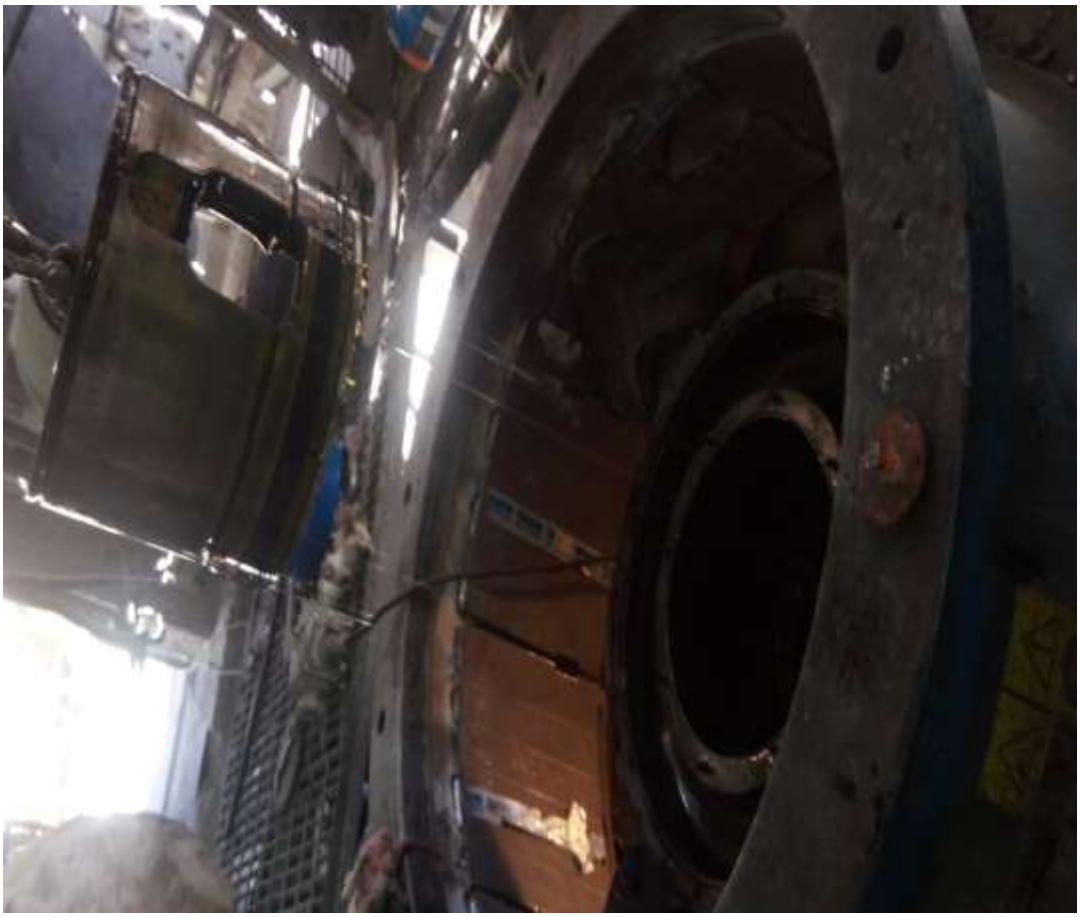
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:	FAJA TRANSPORTADORA 1A
REALIZAMOS INSPECCIÓNES DE POLINES Y BANDAS	

REALIZAMOS INSPECCIONES ,VERIFICACIONES DE RODAMIENTOS, CADENAS

REALIZAMOS VERIFICACION Y CAMBIO DE POLINES DE IMPACTO, RETORNO Y CARGA

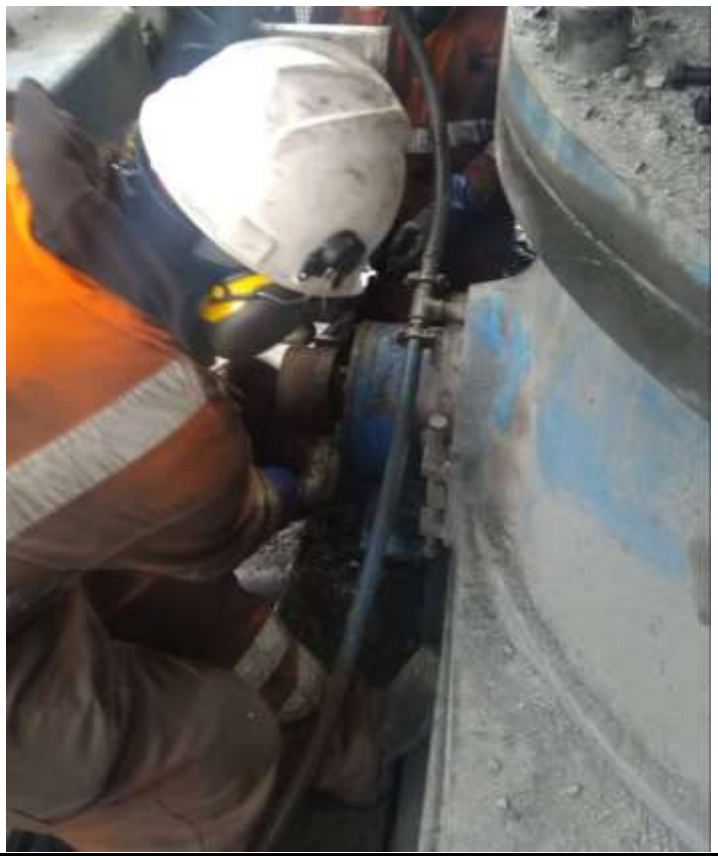
Anexo 7. Servicio de mantenimiento de chancadora Sandvik

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:	CHANCADORA SANDVIK H-2800 y CH-430



REALIZAMOS RETIRO DE HEAD AND BOWL Y MAIN FRAME LINNERS

REALIZAMOS LIMPIEZA DE COMPONENTES CHANCADORA SANDVIK



CAMBIO DEL SISTEMA DE CONTRAEJE CHANCADORA SANDVIK

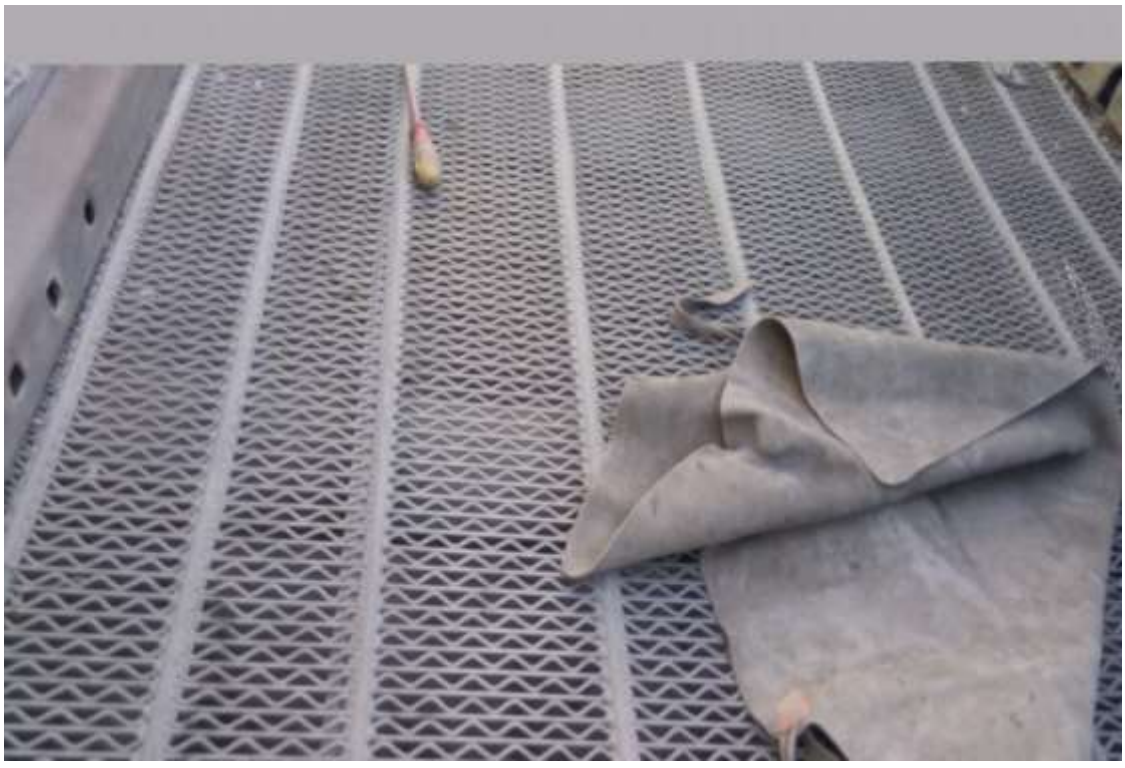
Anexo 8. Servicio de mantenimiento de zaranda vibratoria

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:	ZARANDA VIBRATORIA 5”X14”

REALIZAMOS SOLDEO Y AUMENTO DE PLANCHAS LATERALES EN ZARANDA

REALIZAMOS MONTAJE DE VIGA H Y AUMENTO DE PLANCHAS LATERALES

EN ZARANDA



REALIZAMOS CAMBIO DE MALLA DECK SUPERIOR EN ZARANDA