

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECANICA



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA PLANTA
MOLIENDA. COMPAÑÍA MINERA LUREN S.A”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

JULIO DEYVIS AYALA GUTIERREZ

Callao, Mayo, 2017

PERÚ

DEDICATORIA

A Dios, por darme sabiduría y fortaleza,
A mis amorosos y abnegados padres, María y Julio
A mi querida hermana, Maribel
A mis hijos, Julito y Fernando.
Y a mí querida esposa por su paciencia y comprensión
que me ayudaron para culminar el presente informe.

AGRADECIMIENTO

A La Compañía Minera Luren, así como a todo el personal técnico que con su apoyo diario se logró completar las tareas encomendadas.

INTRODUCCIÓN

El Perú posee grandes canteras de piedra caliza a lo largo de su territorio, lo cual se refleja en las estadísticas de extracción de la misma como el mineral no metálico de mayor extracción en Toneladas Métricas por año, por ejemplo el año 2011 se extrajo más de 11 mil millones de TM de caliza. El principal uso que se tiene de la piedra caliza en el Perú se da por parte de la industria cementera para la producción de cementos en sus distintas variedades y elaboración de ladrillos, cuyo principal componente es la cal. La Compañía Minera Luren es una empresa minera no metálica de más de 60 años en el rubro de la construcción y venta de cal. Actualmente, tiene 2 plantas una de elaboración de materiales de construcción y otra de Cal, es en la última en donde se realiza el siguiente proceso. La piedra caliza pasa por la chancadora de quijada con una abertura de 3 ¼" posteriormente el material es trasladado por una faja transportadora hacia la zaranda separando el cofitillo (material de 1 ½") y el material de 3 ¼" es conducido por otra faja transportadora hacia las pozas de piedra. Luego es elevado por un balde que a su vez es jalado por un winche hacia la parte superior de los hornos alimentando al mismo, cocinándose a una temperatura de 1300 C° con una calidad de 90 de ley; en la parte inferior del horno se descarga el material que es llevado por fajas transportadoras hacia los silos de almacenamiento. Posteriormente este material pasa por un molino de martillo y una vez molido es trasladado

por un elevador de cangilones hacia los clasificadores donde el material fino es separado para los silos de despacho y el material grueso pasa por los molinos de bolas y por medio de un helicoides pasa hacia el elevador de cangilones dejando el material en el clasificador cerrando el circuito de molienda.

Nos enfocaremos en el área de molienda, que tiene como maquinarias principales las siguientes:

- Molinos de martillos.
- Elevadores de cangilones.
- Clasificadores.
- Molinos de bolas.
- Helicoides.

El mantenimiento que se realizaba a estas máquinas eran correctivas y la información de las mismas se basaba en la experiencia personal de los mecánicos; esta forma de trabajar trajo como consecuencias paradas inesperadas, retiro de clientes, desequilibrios económicos, pérdida de producción y tiempos largos de trabajo por las emergencias que se genera cuando uno de los equipos de malogra.

En tal sentido, el presente informe por experiencia laboral, describe la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la planta de molienda para reducir los inconvenientes anteriormente expuestos.

La implementación del programa comprendió las etapas siguientes:
Elaboración de un listado de equipos evaluando según aspectos de

criticidad, recopilación de la información, diagnóstico y evaluación de los equipos críticos ,elaboración de una tabla de registro de actividades de mantenimiento, construcción de fichas técnicas y procedimientos de mantenimientos y plan de Mantenimiento.

Como resultado de la implementación se logró mejorar la disponibilidad de los equipos, aumento la producción de cal, disminuyó los tiempos de mantenimiento, se optimizó la labor de los colaboradores, se cumplió con las entregas de pedidos en los tiempos establecidos con los clientes y se generó un clima de integración entre el personal.

Figura N° 1 Logo de Compañía Minera Luren



Fuente: www.mineraluren.com

ÍNDICE

Pág.

CARÁTULA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INTRODUCCIÓN

I. OBJETIVOS	1
1.1 Objetivo general	1
1.2 Objetivo específicos	1
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	2
2.2 Misión	4
2.3 Visión	5
2.4 Política de calidad.	5
2.5 Estructura orgánica de la empresa	6
2.6 Cargo y funciones desempeñadas	7
a. Cargo	
b. Funciones desempeñadas	
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA	7
3.1 Unidades de negocio	7
a. Ladrillos sílico calcáreos	
b. Adoquines de concreto	

c. Productos embolsados

d. Producción de cal

IV	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO	12
4.1	Descripción del tema -----	12
4.2	Antecedentes _____	12
	A. Nacionales	
	B. Internacionales	
4.3	Planteamiento del problema-----	20
4.4	Justificación _____	20
4.5	Marco Teórico_____	21
	4.5.1 Estrategias de mantenimiento	
	4.5.2 Mantenimiento correctivo	
	4.5.3 Mantenimiento preventivo	
	4.5.4 Mantenimiento predictivo	
	4.5.5 Planeación del mantenimiento	
	4.5.6 Equipos de molienda	
	4.5.7 Circuito de Planta cal	
	4.5.8 Hidróxido de calcio (Cal)	
4.6	Fases del Proyecto_____	41
	4.6.1 Elaboración de un listado de equipos evaluando según criterios de criticidad.	
	4.6.2 Recopilación de la información	
	4.6.3 Diagnóstico y evaluación de los equipos críticos	
	4.6.4 Elaboración de una tabla de registro de actividades de mantenimiento.	
	4.6.5 Construcción de fichas técnicas y procedimientos de mantenimientos	

4.6.6 Plan de Mantenimiento.

V.	EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICO-----	67
5.1	Evaluación técnico económica del proyecto	
5.2	Pérdidas antes de la reparación	
5.3	Programa para la ejecución de las reparaciones óptimas a los equipos críticos	
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	81
6.1	Conclusiones	
6.2	Recomendaciones	
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	83
VIII.	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla N° 1	Listado de equipos para el programa de mantenimiento_____	13
Tabla N° 2.	En función de la criticidad-----	42
Tabla N° 3	Listado de equipos críticos-----	43
Tabla N° 4	Lista de trabajo de mantenimiento por equipo-----	44
Tabla N° 5	Registros de trabajos preventivos y correctivos -----	47
Tabla N° 6	Estado actual de equipos y reparaciones optimas-----	49
Tabla N° 7	Lista de Procedimientos-----	57
Tabla N° 8	Plan de mantenimiento 2012-----	62
Tabla N° 9	Cal dejada de procesar por una falla-----	68
Tabla N° 10	Programa de actividades de mejora a los equipos críticos_____	73
Tabla N° 11	Efectos generados por las actividades de mejora-----	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1 Logo de Compañía Minera Luren-----	0
Figura N° 2 Compañía Minera Luren-----	2
Figura N° 3 Estructura orgánica de la empresa-----	6
Figura N° 4 Autoclaves_____	8
Figura N° 5 Ladrillos Calcáreos-----	9
Figura N° 6 Embolsadora de mortero-----	10
Figura N° 7 Embolsadora de cal-----	12
Figura N° 8 Molino de martillo-----	27
Figura N° 9 Elevador de cangilones-----	29
Figura N° 10 Molino de bolas_____	31
Figura N° 11 Transportador sin fin-----	34
Figura N° 12 Clasificador dinámico-----	36
Figura N° 13 Faja transportadora-----	37
Figura N° 14 Puente grúa_____	38
Figura N° 15 Winche eléctrico-----	39
Figura N° 16 Balde_____	40
Figura N° 17 Circuito de planta de cal. -----	41
Figura N° 18 Ejemplo de Ficha Técnica-----	56

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

- Implementar un plan de mantenimiento preventivo en la planta de molienda de la Compañía Minera Luren.

1.2 Objetivos específicos

- Elaborar un listado de equipos con su respectiva criticidad.
- Recabar información de los trabajadores de la planta de molienda de la Compañía Minera Luren.
- Revisar los procedimientos y datos de las maquinas en los manuales de funcionamiento.
- Elaborar un diagnóstico respectivo sobre la situación de los equipos críticos que se encuentran en la planta de molienda de la Compañía Minera Luren.
- Construir fichas técnicas de los equipos en planta de molienda de la Compañía Minera Luren.
- Generar procedimientos de mantenimiento generales y específicos para las maquinas que se encuentran en la planta de molienda de la Compañía Minera Luren.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Reseña histórica

Basada en la información de la página web de la empresa COMPAÑÍA MINERA LUREN SA.

Figura N° 2 Compañía Minera Luren



Fuente: www.mineraluren.com

Compañía Minera Luren S.A. se constituyó en Octubre del año 1956 y fue promovida y formada por el Ing. Alejandro Garland Melión, en calidad de Gerente General y posteriormente Presidente del Directorio, con la significativa colaboración como inversionistas, de importantes empresas constructoras y de destacados profesionales.

Durante estos más de 60 años, han llevado una política de innovación constante, la cual les ha permitido ser pioneros en todos los productos de su cartera actual y de los productos y procesos constructivos que han desarrollado a los largo de su vida empresarial.

En los inicios solo se dedicaron al rubro de materiales de construcción, produciendo cal viva, insumo principal en la fabricación de las unidades sílico calcáreo, para lo cual construyeron sus primeros y pequeños hornos

de calcinación en base a la quema de petróleo, así como las instalaciones de molienda.

Posteriormente, aumentaron significativamente sus instalaciones y capacidades productivas, lo que les permitió convertirse en uno de los principales proveedores de cal del país.

Es de resaltar que hace más de 40 años la empresa planteó y obtuvo el auspicio de la Cámara Peruana de la Construcción, para convocar a destacados Ingenieros especializados en Diseño Estructural, ya que hasta esa fecha no se diseñaban las estructuras de albañilería, situación en extremo peligrosa, ya que estamos permanentemente expuestos a los sismos; formándose un comité que propuso las bases para un reglamento de Diseños Sismo Estructural para la albañilería. En el afán de encontrar nuevas técnicas constructivas de la albañilería estructural que aporte mejores soluciones a la problemática habitacional que enfrenta el país, hace más de 25 años se desarrolló un sistema constructivo, económico y seguro empleando bloques apilables denominados mecano para muros portantes de toda edificación.

Este sistema que implica un muro con esqueleto de concreto armado revolucionó la construcción de la albañilería por su eficiente utilización, sencillez y la gran rapidez que se obtiene en el proceso, con una significativa reducción de los costos. Posteriormente, este sistema siguió evolucionando, convirtiéndose en la Línea de Placas Sílico Calcáreas P-7, P-10, P-12 y P-14, para Muros Estructurales y Divisórios, la cual goza

actualmente de una aceptación importante en el mercado de la construcción.

Como complemento indispensable para la construcción de los muros de albañilería, han desarrollado y puesto a disposición del mercado, una Línea de Productos Embolsados ULTRA – PEGA, los cuales les permiten asentar cualquier tipo de unidades de albañilería, ya sean estas de sílico calcáreas, de arcilla o de concreto, con ventajas importantes en relación al mortero preparado en obra de manera artesanal.

A comienzos del año 2006 la empresa cambió su matriz energética de petróleo al gas natural de Camisea, asumiendo un reto importante pues se tuvo que instalar nuestra propia tubería de casi 7.0 km de longitud para conectarnos a la tubería matriz

En los últimos años, la empresa ha puesto especial énfasis en diferenciarse de las demás empresas ladrilleras del sector, tomando la postura de ser mucho más que un simple proveedor de ladrillos, enfocándose en las mejoras de sus productos, de sus procesos constructivos, de la supervisión técnica, en la atención al cliente, entre otros.

2.2 Misión

Contribuir al desarrollo socioeconómico del país a través del suministro de productos, que atiendan las necesidades del sector construcción, minero e industrial, cumpliendo permanentemente con los ofrecimientos

realizados relacionados con calidad, cantidad, oportunidad y servicio. Así mismo, contribuir con el cuidado del medio ambiente, evitando el uso

indebido de las tierras agrícolas para la fabricación de unidades de albañilería de arcilla.

2.3 Visión

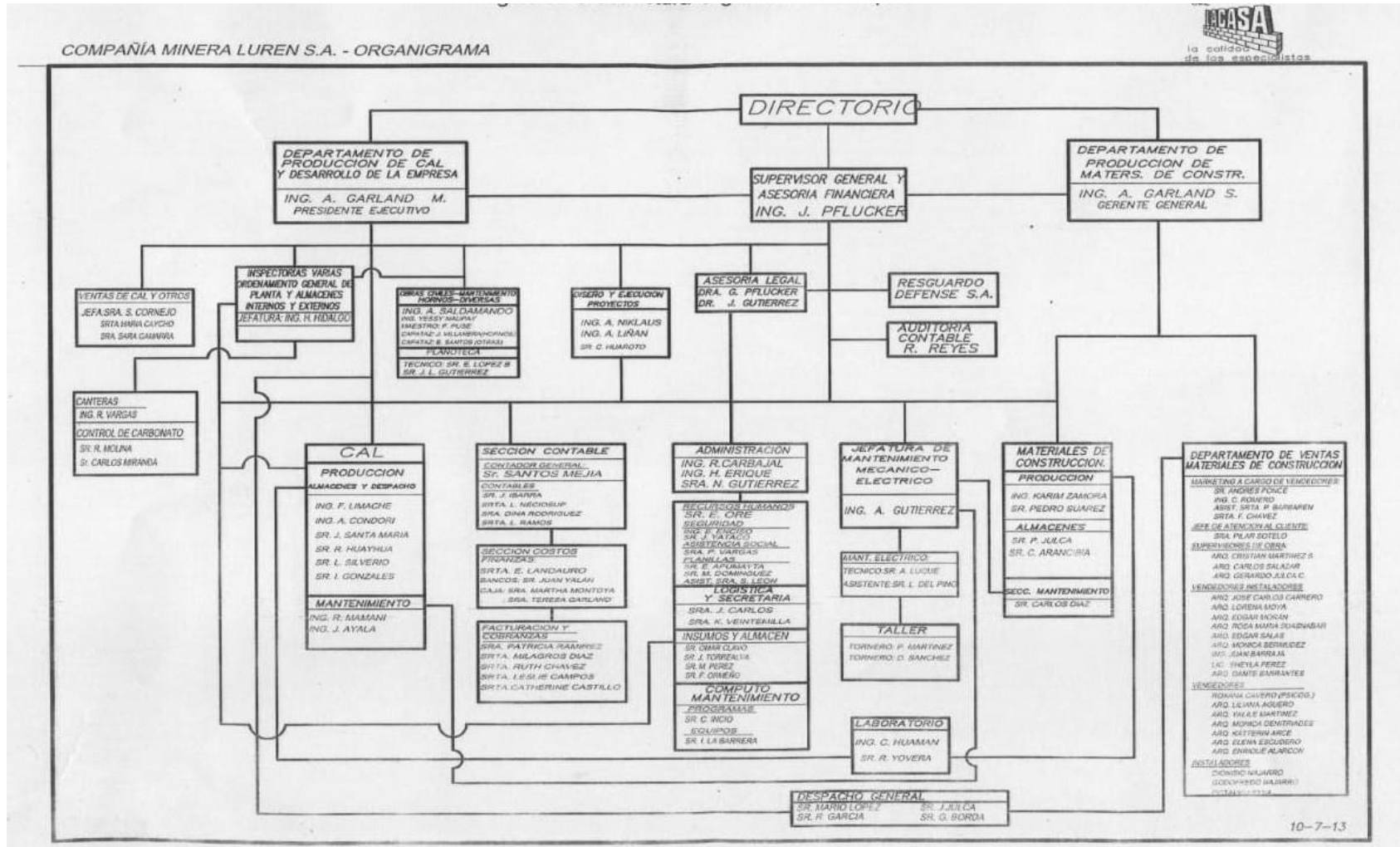
Ser reconocidos como líderes en calidad, innovación y servicio de los productos que comercializamos.

2.4 Política de calidad

Compañía Minera Luren S.A. tiene el compromiso de asegurar que todo producto entregado cumpla con el ofrecimiento realizado, de tal forma que satisfaga los requerimientos del cliente. El resultado esperado se logrará siguiendo las medidas de control que estén orientadas a:

- Entregar productos que satisfagan las necesidades de los clientes a los que estamos dirigidos y cumplan con los requisitos de calidad ofrecidos.
- Mantener una organización segura, enfocada al cliente y con un compromiso de gestionar eficientemente los recursos, orientados en la búsqueda de la mejora continua de procesos y servicios.
- Buscar permanentemente a través de nuestros trabajadores una mayor eficiencia en los procesos, con la finalidad de obtener la conformidad del producto, efectividad del sistema, protección del medio ambiente y cumplimiento de los requisitos regulatorios.

2.5 Estructura orgánica de la empresa



2.6 Cargo y funciones desempeña

a. Cargo

Jefe de mantenimiento planta molienda

b. Funciones desempeñadas

- Administrar todo el proceso de mantenimiento de las maquinarias tanto preventivo como correctivo.
- Coordinar los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria de la empresa.
- Velar por el cumplimiento de las políticas del área así como implementar nuevas medidas requeridas y dirigidas hacia el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.
- Coordinar con el departamento de compras los requerimientos necesarios para el mantenimiento de las maquinarias

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA

3.1 Unidades de negocio

a. Ladrillos silicos calcáreos

El material sílico calcáreo es una mezcla de cal, agregados áridos y agua. El proceso se inicial al mezclar la cal con la arena extraída de la cantera principal, ubicada en el cerro “Lomo de Corvina” conjuntamente con el agua en el Mezclador Principal. Esta mezcla reposa durante un período de 3 horas en los reactores, para que la cal que es mezclada en su estado “viva”,

se hidrate al contacto con el agua. Posteriormente la mezcla es transportada mediante fajas a un segundo proceso de mezclado, donde se le agrega un árido más grueso y el agua final del mezclado, la que finalmente es llevada hacia las diversas prensas, de fabricación y tecnología 100% alemana.

En la prensa la mezcla es moldeada a presión, lográndose las diversas unidades sílico calcáreas que ofrecemos, las mismas que son manipuladas y colocadas en carros plataforma para que puedan ser trasladadas hasta el final del proceso.

Las unidades en “verde” son inmediatamente trasladadas dentro de las autoclaves, en las que permanecen durante un período mínimo de 8 horas a una presión de 16 atmósferas. Transcurrido este proceso de autoclaveado, el ladrillo está listo para ser usado, no sin antes pasar por el proceso de emparihuelado y enzunchado.

Figura N° 4 Autoclaves



Fuente: www.mineraluren.com

b. Adoquines de concreto

Las unidades de concreto son el resultado de una mezcla de cemento, agregados áridos y agua. El proceso se inicia al mezclar en seco el cemento, con los agregados y los pigmentos importados según sea el caso. Una vez uniformizado, se le agrega el agua a la mezcla para ser inmediatamente trasladada a la Prensa Columbia, de fabricación y

tecnología canadiense.

En la prensa la mezcla es colocada dentro de los moldes mediante fuerzas de vibro compresión. En una primera etapa, la vibración logra un acomodo óptimo de la mezcla en el molde, para que en una segunda etapa se vibre y se comprima a la vez la mezcla hasta lograr la densidad adecuada del producto.

Los adoquines en “verde” son inmediatamente trasladados dentro de las cámaras de vapor, en las que permanecen durante un período mínimo de 8 horas. Transcurrido este proceso de curado, el producto está listo para ser usado, no sin antes pasar por el proceso de emparihuelado y plastificado.

Figura N° 5 Ladrillos Calcáreos



Fuente: www.mineraluren.com

c. Productos embolsados

Los productos embolsados son el resultado de una mezcla de cemento, cal y agregados áridos. El proceso se inicia al mezclar en seco el cemento, la cal y los agregados en las diferentes formulaciones según sea el caso. Una vez uniformizado, son inmediatamente trasladados a la máquina embolsadora.

En la máquina embolsadora se llenan las bolsas con la mezcla adecuada mediante una balanza electrónica, la que está conectada a un indicador digital que asegura que las bolsas tengan un peso aproximado de 40 kg. Y al mismo tiempo pueda ir compensando, bolsa a bolsa, las mínimas variantes admisibles durante el proceso de llenado. Inmediatamente, las bolsas son trasladadas por unas fajas directamente a las parihuelas para su almacenamiento y despacho. Es importante mencionar que como parte del control de calidad, las bolsas no permanecen más de 3 días útiles en nuestra planta antes de ser despachadas.

Figura N° 6 Embolsadora de mortero



Fuente: www.mineraluren.com

d. Producción de cal

La Cal Viva es el producto de la calcinación de la piedra caliza. Esta materia prima proviene de los yacimientos de carbonato de calcio de la sierra central, mediante la cual obtenemos la calidad de cal que comercializa nuestra empresa: Cal viva selecta respectivamente. El proceso de calcinación de la caliza se realiza en hornos verticales, que trabajan a temperaturas por encima de los 1,000°C. El combustible utilizado en el proceso actualmente es el gas natural, lo cual ayuda a una quema uniforme.

Posteriormente la cal es tratada en las instalaciones de molienda e hidratación, según los estados y granulometrías que requieren nuestros clientes. Ambos procesos se realizan industrialmente, ya que es la única manera posible de controlar la homogeneidad en la calidad del producto final.

Finalmente, la cal es depositada en los silos, donde serán cargadas a los camiones para su despacho final. Contamos con la versatilidad de poder despachar el producto a granel, en bolsones de 1 tonelada, en bolsas de 50 y 30 kg. de capacidad.

Para llevar a cabo un proceso de calidad, contamos con un laboratorio que funciona las 24 horas del día, los 365 días del año. Controlamos la materia prima desde las canteras y durante todo el proceso de producción, según los Procesos Efectivos de Trabajo Seguro (PETS). Entregamos en cada

despacho un certificado de calidad, manteniendo en custodia una muestra del producto enviado.

Es nuestra costumbre, trabajar bajo estrictas normas de control calidad tanto nacionales (normas técnicas peruanas) como internacionales (normas ASTM). Así mismo, debido a que la cal viva o hidratada es un insumo químico fiscalizado, cumplimos con todas las normas y procedimientos establecidos por la SUNAT para la producción, comercialización y transporte de nuestra cal.

Figura N° 7 Embolsadora de cal



Fuente: www.mineraluren.com

IV. DESCRIPCION DE TALLADA DEL PROYECTO

4.1 Descripción del tema

El área de mantenimiento de Planta Molienda se encarga de la disponibilidad de 182 equipos detallados (Tabla N° 1) del correcto

desempeño de cada uno de estos equipos dependerá la capacidad para procesar la cal.

En el área de molienda donde se concentra la mayor cantidad de trabajos de mantenimientos correctivos por lo cual era de suma importancia la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo que revirtiera esta situación, la elaboración de este mismo es materia del presente informe profesional.

Tabla N° 1

Listado de equipos para el programa de mantenimiento

Ítem	Planta	Área	Tag - Sugerido	Descripción del equipo
1	Planta cal	Molienda	11-30-PSIL01	Presilo N° 01
2	Planta cal	Molienda	11-30-FAT30	faja de alimentación al presilo N° 02
3	Planta cal	Molienda	11-30-FAT30-MOR	Motoreductor
4	Planta cal	Molienda	11-30-FAT31	Faja de descarga del presilo N° 01
5	Planta cal	Molienda	11-30-FAT32-MOR	Motoreductor
6	Planta cal	Molienda	11-30-FAT32	Faja de alimentación
7	Planta cal	Molienda	11-30-FAT31-MOR	Motoreductor
8	Planta cal	Molienda	11-30-PSIL02	Presilo N° 2
9	Planta cal	Molienda	11-30-FAT33	Faja reversible
10	Planta cal	Molienda	11-30-FAT33-MOR	Motoreductor
11	Planta cal	Molienda	11-30-HEL56	Helicoide N° 56
12	Planta cal	Molienda	11-30-HEL56-MOR	Motoreductor
13	Planta cal	Molienda	11-30-HEL57	Helicoide de descarga del presilo N° 2
14	Planta cal	Molienda	11-30-HEL57-MOR	Motoreductor
15	Planta cal	Molienda	11-30-HEL58	Helicoide hacia el elevador del silo N° 8
16	Planta cal	Molienda	11-30-HEL58-MOR	Motoreductor
17	Planta cal	Molienda	11-30-FAT35	Faja que alimenta el balde N° 4
18	Planta cal	Molienda	11-30-FAT35-MOR	Motoreductor
19	Planta cal	Molienda	11-30-FAT36	Faja que alimenta el balde N° 2
20	Planta cal	Molienda	11-30-FAT36-MOR	Motoreductor
21	Planta cal	Molienda	11-30-SIL08	Silo N° 8
22	Planta cal	Molienda	11-30-ELE08	Elevador del silo N° 8
23	Planta cal	Molienda	11-30-ELE08-MOR	Motoreductor
24	Planta cal	Molienda	11-30-HEL38	Helicoide que alimenta al silo N° 8
25	Planta cal	Molienda	11-30-HEL38-MOR	Motoreductor
26	Planta cal	Molienda	11-30-HEL38-CON20	Compuerta hacia el silo N° 8
27	Planta cal	Molienda	11-30-HEL38-CON21	Compuerta hacia el silo N° 9

28	Planta cal	Molienda	11-30-HEL38-CON22	Compuerta hacia el silo N° 10
29	Planta cal	Molienda	11-30-DES08	Descargador del silo N° 08
30	Planta cal	Molienda	11-30-DES08-MOR	motoreductor
31	Planta cal	Molienda	11-30-HEL43	Helicoide de descarga del silo N° 8
32	Planta cal	Molienda	11-30-HEL43-MOR	Motoreductor
33	Planta cal	Molienda	11-30-PSIL03	Presilo N° 03
34	Planta cal	Molienda	11-30-MOM01	Molino de martillo N° 1
35	Planta cal	Molienda	11-30-MOM01-MOE	Motor eléctrico
36	Planta cal	Molienda	11-30-DES01	Descargador N° 1
37	Planta cal	Molienda	11-30-DES01-MOR	Motoreductor
38	Planta cal	Molienda	11-30-CLA01	Clasificador N° 1
39	Planta cal	Molienda	11-30-CLA01-MOE	Motor eléctrico
40	Planta cal	Molienda	11-30-ELE01	Elevador N° 1
41	Planta cal	Molienda	11-30-ELE01-MOR	Motoreductor
42	Planta cal	Molienda	11-30-MOB01	Molino de bolas N° 1
43	Planta cal	Molienda	11-30-MOB01-MOE	Motor eléctrico
44	Planta cal	Molienda	11-30-HEL09	Helicoide N° 9
45	Planta cal	Molienda	11-30-HEL09-RED	Reductor
46	Planta cal	Molienda	11-30-HEL09-MOE	Motor eléctrico
47	Planta cal	Molienda	11-30-HEL33	Helicoide N° 33
48	Planta cal	Molienda	11-30-HEL33-MOR	Motoreductor
49	Planta cal	Molienda	11-30-SIL A	Silo A
50	Planta cal	Molienda	11-30-SIL B	Silo B
51	Planta cal	Molienda	11-30-HEL32	Helicoide N° 32
52	Planta cal	Molienda	11-30-HEL32-RED	Reductor
53	Planta cal	Molienda	11-30-HEL32-MOE	Motor eléctrico
54	Planta cal	Molienda	11-30-SIL07	Silo N° 07
55	Planta cal	Molienda	11-30-PSIL04	Presilo N° 4
56	Planta cal	Molienda	11-30-MOM02	Molino de martillo N° 2
57	Planta cal	Molienda	11-30-MOM02-MOE	Motor eléctrico
58	Planta cal	Molienda	11-30-DES02	Descargador N° 2
59	Planta cal	Molienda	11-30-DES02-MOR	Motoreductor
60	Planta cal	Molienda	11-30-HEL30	Helicoide N° 30
61	Planta cal	Molienda	11-30-HEL30-MOR	Motoreductor
62	Planta cal	Molienda	11-30-HEL29	Helicoide N° 29
63	Planta cal	Molienda	11-30-HEL29-RED	Reductor
64	Planta cal	Molienda	11-30-HEL29-MOE	Motor eléctrico
65	Planta cal	Molienda	11-30-HID	Hidratadora
66	Planta cal	Molienda	11-30-HID-RED01	Reductor N° 1
67	Planta cal	Molienda	11-30-HID-MOE01	Motor eléctrico N° 1
68	Planta cal	Molienda	11-30-HID-RED02	Reductor N° 2
69	Planta cal	Molienda	11-30-HID-MOE02	Motor eléctrico N° 2
70	Planta cal	Molienda	11-30-HEL07	Helicoide N° 7
71	Planta cal	Molienda	11-30-HEL07-RED	Reductor
72	Planta cal	Molienda	11-30-HEL07-MOE	Motor eléctrico

73	Planta cal	Molienda	11-30-ELE02	Elevador N° 2
74	Planta cal	Molienda	11-30-ELE02-RED	Reductor
75	Planta cal	Molienda	11-30-ELE02-MOE	Motor eléctrico
76	Planta cal	Molienda	11-30-CLA02	Clasificador N° 2
77	Planta cal	Molienda	11-30-CLA02-MOE	Motor eléctrico
78	Planta cal	Molienda	11-30-MOB02	Molino de bolas N° 2
79	Planta cal	Molienda	11-30-MOB02-MOB	Motor eléctrico
80	Planta cal	Molienda	11-30-MOB02-RED	reductor
81	Planta cal	Molienda	11-30-WIN03	Winche del balde N° 02
82	Planta cal	Molienda	11-30-PSIL04	Presilo N° 4
83	Planta cal	Molienda	11-30-DES03	Descargador N° 3
84	Planta cal	Molienda	11-30-DES03-MOR	Motoreductor
85	Planta cal	Molienda	11-30-MOM03	Molino de martillo N° 3
86	Planta cal	Molienda	11-30-MOM03-MOE	Motor eléctrico
87	Planta cal	Molienda	11-30-ELE03	Elevador N° 3
88	Planta cal	Molienda	11-30-ELE03-MOE	Reductor
89	Planta cal	Molienda	11-30-ELE03-RED	Motor eléctrico
90	Planta cal	Molienda	11-30-CLA03	Clasificador N° 3
91	Planta cal	Molienda	11-30-CLA03-MOE	Motor eléctrico
92	Planta cal	Molienda	11-30-MOB03	Molino de bolas N° 3
93	Planta cal	Molienda	11-30-MOB03-MOE	Motor eléctrico
94	Planta cal	Molienda	11-30-MOB03-RED	Reductor
95	Planta cal	Molienda	11-30-HEL11	Helicoide N° 11
96	Planta cal	Molienda	11-30-HEL11-MOR	Motoreductor
97	Planta cal	Molienda	11-30-CLA04	Clasificador N° 4
98	Planta cal	Molienda	11-30-CLA04-MOE	Motor eléctrico
99	Planta cal	Molienda	11-30-HEL34	Helicoide N° 34
100	Planta cal	Molienda	11-30-HEL34-MOR	Motoreductor
101	Planta cal	Molienda	11-30-HEL36	Helicoide N° 36
102	Planta cal	Molienda	11-30-HEL36-MOR	Motoreductor
103	Planta cal	Molienda	11-30-HEL37	Helicoide N° 37
104	Planta cal	Molienda	11-30-HEL37-MOR	Motoreductor
105	Planta cal	Molienda	11-30-MOB04	Molino de bolas N° 4
106	Planta cal	Molienda	11-30-MOB04-MOE	Motor eléctrico
107	Planta cal	Molienda	11-30-HEL35	Helicoide N° 35
108	Planta cal	Molienda	11-30-HEL35-MOR	Motoreductor
109	Planta cal	Molienda	11-30-WIN04	Winche del balde N° 4
110	Planta cal	Molienda	11-30-SIL05	Silo N° 5
111	Planta cal	Molienda	11-30-DES04	Descargador N° 4
112	Planta cal	Molienda	11-30-DES04-MOR	Motoreductor
113	Planta cal	Molienda	11-30-HEL28	Helicoide N° 28
114	Planta cal	Molienda	11-30-HEL28-MOR	Motoreductor
115	Planta cal	Molienda	11-30-HEL21	Helicoide N° 21
116	Planta cal	Molienda	11-30-HEL21-MOR	Motoreductor
117	Planta cal	Molienda	11-30-HEL13	Helicoide N° 13

118	Planta cal	Molienda	11-30-HEL13-MOR	Motoreductor
119	Planta cal	Molienda	11-30-HEL14	Helicoide N° 14
120	Planta cal	Molienda	11-30-HEL14-MOR	Motoreductor
121	Planta cal	Molienda	11-30-HEL23	Helicoide N° 23
122	Planta cal	Molienda	11-30-HEL23-MOR	Motoreductor
123	Planta cal	Molienda	11-30-HEL26	Helicoide N° 26
124	Planta cal	Molienda	11-30-HEL26-MOR	Motoreductor
125	Planta cal	Molienda	11-30-PZ01	Poza de hidratación N° 1 lado cerro
126	Planta cal	Molienda	11-30-PZ02	Poza de hidratación N° 2 lado playa
127	Planta cal	Molienda	11-30-SIL02	Silo N° 2
128	Planta cal	Molienda	11-30-HEL20	Helicoide N° 20
129	Planta cal	Molienda	11-30-HEL20-MOR	Motoreductor
130	Planta cal	Molienda	11-30-SIL01-	Silo N° 1
131	Planta cal	Molienda	11-30-DES05	Descargador del silo N° 1
132	Planta cal	Molienda	11-30-DES05-MOR	Motoreductor
133	Planta cal	Molienda	11-30-HEL12	Helicoide N°12
134	Planta cal	Molienda	11-30-HEL12-MOR	Motoreductor
135	Planta cal	Molienda	11-30-SIL09	Silo N° 9
136	Planta cal	Molienda	11-30-SIL09-CON24	Compuerta neumática
137	Planta cal	Molienda	11-30-DES06	Descargador
138	Planta cal	Molienda	11-30-DES06-MOR	Motor eléctrico
139	Planta cal	Molienda	11-30-SIL10	Silo N° 10
140	Planta cal	Molienda	11-30-DES07	Descargador
141	Planta cal	Molienda	11-30-DES07-MOR	Motoreductor
142	Planta cal	Molienda	11-30-HEL01	Helicoide N° 01 lado cerro
143	Planta cal	Molienda	11-30-HEL01-MOR	Motoreductor
144	Planta cal	Molienda	11-30-HEL02	Helicoide N° 02 lado playa
145	Planta cal	Molienda	11-30-HEL02-MOR	Motoreductor
146	Planta cal	Molienda	11-30-HEL10	Helicoide N° 10
147	Planta cal	Molienda	11-30-HEL10-RED	Reductor
148	Planta cal	Molienda	11-30-HEL10-MOE	Motor eléctrico
149	Planta cal	Molienda	11-30-HEL15	Helicoide N° 15
150	Planta cal	Molienda	11-30-HEL15-MOR	Motoreductor
151	Planta cal	Molienda	11-30-HEL25	Helicoide N° 25 del silo N° 10
152	Planta cal	Molienda	11-30-HEL25-CON	Compuerta neumática
153	Planta cal	Molienda	11-30-HEL25-MOR	Motoreductor
154	Planta cal	Molienda	11-30-HEL24	Helicoide N° 24
155	Planta cal	Molienda	11-30-HEL24-MOR	Motoreductor
156	Planta cal	Molienda	11-30-EMB01	Embolsadora
157	Planta cal	Molienda	11-30-EMB01-SOT	Soplante
158	Planta cal	Molienda	11-30-EMB01-SOT-MOE	Motor eléctrico
159	Planta cal	Molienda	11-30-EXT08	Extractor de embolsado
160	Planta cal	Molienda	11-30-EXT08-MOE	Motor eléctrico
161	Planta cal	Molienda	11-30-FLP01	Filtro de polvo
162	Planta cal	Molienda	11-30-FAT37	Faja transportadora de embolsadora

163	Planta cal	Molienda	11-30-FAT37-MOR	Motoreductor
164	Planta cal	Molienda	11-30-HEL27	Helicoide N° 27
165	Planta cal	Molienda	11-30-HEL27-MOR	Motoreductor
166	Planta cal	Molienda	11-30-PUG01	Puente grúa de embolsado
167	Planta cal	Molienda	11-30-PUG01-WIN	Winche
168	Planta cal	Molienda	11-30-PUG01-TRO	Trole
169	Planta cal	Molienda	11-30-PUG01-TRO-MOE	Motor eléctrico
170	Planta cal	Molienda	11-30-PUG01-MOR01	Motoreductor lado cerro
171	Planta cal	Molienda	11-30-PUG01-MOR02	Motoreductor lado playa
172	Planta cal	Molienda	11-30-ELE05	Elevador N° 5
173	Planta cal	Molienda	11-30-ELE05-MOE	Motor eléctrico
174	Planta cal	Molienda	11-30-ELE05-RED	Reductor
175	Planta cal	Molienda	11-30-ELE06	Elevador N° 6
176	Planta cal	Molienda	11-30-ELE06-MOR	Motoreductor
177	Planta cal	Molienda	11-30-FAT38	Faja de despacho de bolsas
178	Planta cal	Molienda	11-30-FAT38-MOR	Motoreductor
179	Planta cal	Molienda	11-30-PUG02	Puente grúa de cal de terceros
180	Planta cal	Molienda	11-30-PUG02-WIN	Winche
181	Planta cal	Molienda	11-30-PUG02-TRO	Trole eléctrico
182	Planta cal	Molienda	11-30-PUG02-TRO-MOE	Motor eléctrico

Fuente: Propia

4.2 Antecedentes

A. Antecedentes nacionales

- Álvarez, M. (2013) Elaboró un programa de mantenimiento para la mejora del proceso de chancado en la planta Paragsha , al finalizar concluye que con la implementación del programa de mantenimiento se logró incrementar en un 70% la producción e igualmente la disponibilidad de los equipos mecánicos y se cambió el concepto que el mantenimiento está lejos de ser un gasto y debe destacar como política de inversión en toda la minera.

- Rojas, H (2007) Realizó el análisis técnico de un programa que se aplicó en una planta de harina de pescado de 60ton/ hr .El concluye que la

cantidad de fallas no afectan al funcionamiento de la planta. Menciona que en el año 2000 fue de 1054 reduciéndose estas después de aplicado el programa a 760 fallas reportadas a su vez también según las estadísticas el gasto anual por mantenimiento en la planta de harina era de \$ 86 000 y después del programa de mantenimiento se redujo en un 40%.

- Páez, V. (2011) Desarrollo un sistema de información para la planificación y control del mantenimiento preventivo aplicado a una planta agroindustrial. Al final de su trabajo se concluye lo siguiente:

Por la experiencia del personal de la planta agroindustrial en que se basó el estudio, tener un plan de mantenimiento y los recursos disponibles para llevar cabo las tareas involucradas, que es justamente la solución planteada en este proyecto, se aumenta la probabilidad de que el mantenimiento preventivo se lleve a cabo mantenimientos correctivos o de emergencia, los cuales son inesperados.

B. Antecedentes internacionales

- Cervantes, G.(2011) Realizó un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa antiguo arte europeo s.a. de C.V. mantenimiento industrial). Al final de su trabajo se concluye lo siguiente:

El mantenimiento de equipos, infraestructura, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y a largo plazo acarreará ganancias no solo para el empresario sino también repercutirá en mejoras de producción, e índices de siniestralidad bajos.

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo requiere en términos generales la realización de los siguientes pasos:

- Inventario de equipos.
- Codificación de equipos.
- Definir rutinas y frecuencias.
- Descargar los datos en un sistema de información.
- Definir cronogramas de mantenimiento.

- Varela, E. (2013) Implementaron un plan de mantenimiento preventivo, retesa s.a. de c.v. El investigador concluye que establecer un buen programa de mantenimiento preventivo ayuda a incrementar la disponibilidad y confiabilidad de todos y cada uno de los equipos con los que se trabaja.

Además de que se logra reducir gastos innecesarios en la compra de refacciones por piezas dañadas, las cuales aplicándose un buen mantenimiento preventivo puede incrementarse el tiempo de su vida útil.

- Gasca, A.; Rafael D; Vargas, O. & Mauricio, H. (2014) Diseñaron un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. Al final concluyeron que periódicamente se revise la adecuación del plan de mantenimiento, especialmente si ocurre actualización de maquinaria y verificar los resultados del programa y modificar los ciclos para satisfacer los requerimientos de operación. Siempre es necesario añadir o quitar algo al programa en su proceso de mejoramiento.

4.3 Planteamiento del problema

En el área de molienda de la planta productora de cal se detectó que no existe el mantenimiento preventivo esto provoca que la maquinaria no se desempeñe adecuadamente, se acorte su periodo de vida y se generen gastos innecesarios y sobre todo afecta a la producción.

Otros puntos muy importantes es la falta de conocimientos de los obreros hacia las maquinas ya que no contamos con fichas técnicas y procedimientos de mantenimiento. Estas son unas de las principales razones de tener tiempos de reparación prolongados, gracias a la pobre organización y conocimientos de actividades de mantenimiento.

Por lo antes mencionado se puede expresar la siguiente interrogante:

¿La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la planta molienda de la Compañía Minera Luren ? A permitirá disminuir los trabajos correctivos y el tiempo de los mismos.

4.4 Justificación

En vista a la gran cantidad de mantenimientos correctivos y de igual forma de numero de tiempos muertos de las maquinas el mantenimiento de los equipos con los que cuenta la empresa, debe ser manejado de tal manera que para cumplir con el objetivo de alcanzar el mantenimiento preventivo y de esa manera reducir el mantenimiento correctivo, que es más costoso para la empresa por el paro innecesario de producción que este representa y el alto costo de los repuestos.

Por lo expuesto es importante que el departamento de mantenimiento, pueda contar con un mantenimiento preventivo, el cual permita llevar un eficiente control de todas las actividades que necesiten los diferentes maquinas, además se debe ser versátil, de manera que se puede visualizar y tener constancia del trabajo realizado mediante una orden que se extenderá previa labor a realizar, las mismas que servirán para alimentar el historial de cada una de los archivos de las maquinas.

4.5 Marco teórico

4.5.1 Estrategias de mantenimiento

Cada vez que ocurre una falla, esta afecta negativamente a la organización. Los efectos pueden ser cualquiera, desde la perdida en la cifra de ventas, calidad, programación hasta los altos costos y amenazas a la seguridad de las personas o al medio ambiente. Algunas veces los efectos de la falla no son evidentes inmediatamente (como el caso de la falla de los dispositivos de seguridad), pero después puede ser la causa de una falla catastrófica múltiple. La organización tiene que tomar una decisión consciente respecto a la prevención o no de cada modo de falla importante. Si una falla no es prevenida, se gastara dinero en repararla en una etapa posterior. Así, existe un intercambio entre el costo de prevención por un lado y el costo de la falla por el otro (y tales costos no solo incluyen valores monetarios). Dependiendo de la severidad de la falla en términos de perdida de

producción, el costo de la falla, la vida de las personas, o el efecto sobre el medio ambiente, la organización tiene que decidir si la prevención de la falla es desde que ocurre (y con qué profundidad se desea ir para hacerlo) o si la falla puede dejarse para manejarla cuando ocurra.

TECSUP. *Planificación y programación de mantenimiento* (2014)

4.5.2 Mantenimiento correctivo

Esta es una estrategia de “no hacer nada” o “esperar la falla”. Esta manera de trabajar no trata de determinar completamente cuando fallara el componente (monitoreo de condición o inspección) o hacer algo para prevenir la falla antes que ocurra (basado en el uso). Este es empleado cuando no puede aplicarse otra estrategia con mejores resultados finales. El mantenimiento correctivo puede ser clasificado en las siguientes tres clases:

- Reemplazo esta será la estrategia si la decisión fue reemplazar totalmente el componente o la unidad fallada.
- Reparación esta será la estrategia si la decisión fue reparar el componente o unidad de falla.
- Decisión retardada esta será la estrategia si la decisión fue un reemplazo total del componente o unidad de fallada o una reparación, basada en una inspección apurada luego de la falla.

Pérez, R. (2009)

4.5.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede ser basado en la frecuencia o en la condición. Todas las estrategias de mantenimiento que apuntan a la prevención de la falla desde que ocurre son de la clase de mantenimiento preventivo.

- **Mantenimiento basado en el uso**

La forma tradicional de prevención de la falla desde que ocurre es reemplazado o reacondicionando el ítem (sub-sistema o componente) antes que ocurra la falla. El argumento intuitivo es que el mantenimiento planeado periódicamente debería conducir a la prevención de demoras innecesarias de la producción. Esta técnica es conocida (erróneamente) por mucha gente como el mantenimiento preventivo y como se mencionó anteriormente, es seguramente una de las clases de mantenimiento preventivo, pero no la única. Pero, contrariamente a la creencia intuitiva, no es aplicable universalmente. Veremos luego que este tipo de mantenimiento es solo aplicable (excepto en el caso de las rutinas de servicio basadas en el uso) a esos casos donde el riesgo de falla (tasas de riesgo) aumenta con la edad.

El mantenimiento basado en el uso puede a su vez dividirse en:

- Mantenimiento basado en la edad, las acciones de mantenimiento son emprendidas regularmente basadas en la edad del equipo. Ejemplos son los trabajos de mantenimiento programados en las

horas de funcionamiento del equipo, tonelaje manejado, productos producidos, kilómetros recogidos.

- Mantenimiento basado en la fecha, las acciones de mantenimiento son emprendidas regularmente basadas en el tiempo calendario vencido, sin considerar la intensidad de la producción. Ejemplos son las paradas anuales, Bi-anuales para realizar un trabajo reglamentado.

Rivera, E. (2011)

4.5.4 Mantenimiento predictivo

Este tipo de estrategia es aplicable a cualquier modo de falla donde se encuentra que es técnicamente posible y rentable, tiene un lugar especial en los casos donde el riesgo de falla (tasa de riesgo) no aumenta con la edad y el mantenimiento basado el riesgo de falla (tasa de riesgo) no aumenta con la edad y el mantenimiento basado en el uso no puede ser usado en esos casos. La condición del equipo, el equipo es medido a intervalos predeterminados, para detectar cuando el componente fallara. Solo luego será programado un reemplazo (overhaul). Se puede identificar dos tipos principales de mantenimiento basado en la condición:

- Inspección, emplea los cinco sentidos de una persona (ingeniero, técnico, operador) para determinar la condición del equipo o componente. Esto puede incluir el uso de instrumentos que mejoran el uso de los sentidos a través de la ampliación o comparación.

- Monitoreo de condición, algunos parámetros son monitoreados para detectar signos de inminente falla. Ejemplos de estos son :
 - Vibración
 - Impulso de choque.
 - Condición del aceite.
 - Emisiones acústicas.
 - Rendimiento del equipo.
 - Termografía.

4.5.5 Planeación del mantenimiento

La planeación consiste en conocer, determinar y preparar las actividades estrictamente necesarias a la hora de realizar gestión y en el caso presente, el mantenimiento de un sistema. La programación viene directamente después, como un ajuste en el tiempo o calendario donde se establece cuando se realizarán los trabajos de mantenimiento planeados y debidamente identificados. Un buen empleo y familiarización de la planeación y programación del mantenimiento contribuyen de manera significativa en el progreso y estabilidad de un sistema, de acuerdo a los siguientes objetivos:

- Minimizar tiempos de ocio en los trabajos de mantenimiento.
- Maximizar la eficiencia en los trabajos de mantenimiento, con respecto a tiempo, equipos y materiales a utilizar.

- Mantener el sistema de operación en las mejores condiciones de calidad.

4.5.6 Equipos de molienda

- **Molino de martillos**

Es una trituradora secundaria que opera basado en el principio de reducir los materiales a través del golpe cuando se encuentra en suspensión especialmente para materiales poco abrasivo tipo arcillas y calizas, desde Tamaños medios hasta arena.

La alimentación se introduce por la parte superior, recibe el impacto de los martillos pendulares y cae hacia una parrilla o rejilla cilíndrica que retiene el material hasta que alcance un tamaño suficientemente pequeño para pasar la abertura de la parrilla. (Figura N° 8)

Figura N° 8 Molino de martillo



Fuente: Minera Iuren

- **Elevador de cangilones**

Son utilizados en la industria para el transporte de materiales de la más variada clase, ya sea a granel, secos, húmedos e inclusive líquidos.

Constan de una cinta o cadena motora accionada por una polea de diseño especial (tipo tambor) que la soporta e impulsa, sobre la cual van fijados un determinado número de cangilones. El cangilón es un balde que puede tener distintas formas y dimensiones, construido en chapa de acero o aluminio y modernamente en materiales plásticos, de acuerdo al material a transportar. Van unidos a la cinta o cadena por la parte posterior, mediante remaches o tornillos, en forma rígida o mediante un eje basculante superior cuando trabajan montados sobre cadenas para transporte horizontal.

Los materiales a emplear en sus distintas partes dependerán del uso del mismo. Por ejemplo en las plantas de lavado y fraccionado de cloruro de sodio (sal) se utilizan rolos (tambores) de madera, cangilones plásticos, utilizando la menor cantidad de componentes metálicos posibles.

Estos elevadores cuando se utilizan para transporte vertical, deben ir provistos de un freno de retroceso que puede ser de cuña o a trinquete, para evitar el retroceso de la noria y su consecuente atascamiento.

La principal utilización de estos elevadores es el transporte de cereales, como parte integrante de las denominadas norias de elevación. La altura de los mismos es muy variable, desde los 3 metros para pequeñas

Plantas clasificadoras de cereales hasta los 70 metros en las instalaciones de puertos y grandes plantas de acopio.

- Los elementos que complementan el elevador son:
- Bandejas de carga y descarga del material.
- Plataforma de mantenimiento del cabezal.
- Rendas tensoras con muertos de anclaje.
- Distribuidor con comando a nivel piso.
- Compuertas laterales para mantenimiento de la banda, limpieza y reemplazo de cangilones.
- La capacidad de la mayoría de los equipos se expresa en toneladas / hora, ya que es la unidad que mejor se ajusta a las dimensiones de las instalaciones (Figura N° 9).

Figura N° 9 Elevador de cangilones



Fuente: Minera Iuren

- **Molino de bolas**

Un molino de bolas es una herramienta eficiente para la pulverización de varios tipos de materiales en polvo fino. Por lo general son utilizados para moler materiales que son de 1/4 pulgadas o más pequeños, hasta un tamaño de partícula de 20 a 75 micrones. Para los molinos de bolas ser eficiente, la pulverización tiene que ser hecha en un sistema cerrado con el material de gran tamaño siendo continuamente recirculado en el barril cilíndrico para reducción. Varios clasificadores tales como pantallas, clasificadores espiral, ciclones y clasificadores de aire son utilizados para la clasificación de descargas del molino de bolas.

Los molinos de bolas son muy utilizados en la industria de la minería para la pulverización y selección de materiales. También son utilizados en la industria de la construcción (para material de edificios), industria química, entre otros. La pulverización puede ser llevada a cabo a través del proceso seco o proceso húmedo. Los molinos de bolas pueden ser clasificadas en dos tipos principales, tipo fluente y tipo tubular, dependiendo en las diferentes formas de la materia de descarga.

Características del molino de bolas

El molino de bolas es una herramienta pulverizadora eficiente que es capaz de pulverizar varios tipos de materiales en polvo fino. El molino de bolas tritura y muele muchos tipos de minerales y rocas durante la explotación minera. También es utilizado para la Selección de minas.

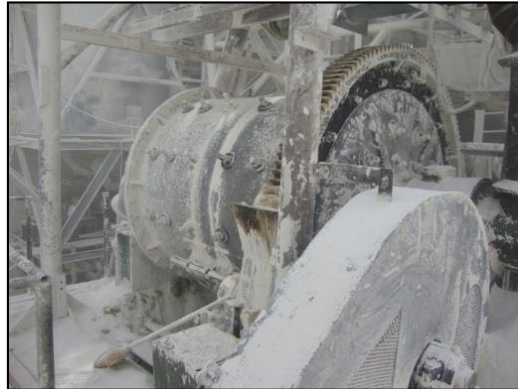
Los molinos de bolas son ampliamente utilizados en la industria minera, industria de construcción e industria química. Dos técnicas de pulverización pueden ser utilizadas son el pulverizado tipo seco y el pulverizado tipo húmedo. El molino de bola puede ser de tipo tubular o fluente dependiendo de la forma en que el material es descargado. Contiene un barril neopreno que tiene medios de pulverización. Aquí es donde el material para a pulverizar es cargado. El barril de molino de bolas rota a una velocidad específica causando el choque del material formándolo en polvo por las piezas individuales de los medios de pulverización. Esto puede tomar varias horas para completarse. Sin embargo, mientras más largo sea el funcionamiento del molino de bolas, más fino será el polvo. El tamaño de la particular final depende en gran medida en la dureza del material a pulverizar y la cantidad de tiempo utilizado en el proceso de pulverización.

Principio de funcionamiento del molino de bolas

Un molino de bolas (Figura N° 10) tiene cilindro rotatorio que es montado horizontalmente y es controlado (conducido) por un engranaje externo. Un eje de manguito transfiere uniformemente el material a la cámara de pulverización. La cámara se compone de diversas especificaciones de bolas de acero tales como escala lineal y onda lineal.

Rotación del cilindro horizontal crea fuerzas centrífugas que elevan las bolas para una altura certera donde vuelven a caer, pulverización de los materiales. El material molido es descargado

Figura N° 10 Molino de bolas



Fuente: minera luren

- **Transportadores sin fin (Helicoides)**

Este equipo está diseñado para realizar el transporte de material mediante una espiral basado en el principio de Arquímedes. Tienen la posibilidad de trabajar en diferentes ángulos desde la horizontal hasta la vertical, siempre y cuando sea adaptado para tal fin.

Diseñados para transportar cualquier tipo de material bien residuos orgánicos en el tratamiento de aguas, transporte de sólidos en infinidad de industrias y aplicaciones de toda índole, son equipos los cuales se diseñan según necesidades: tipo material a transportar, inclinación, caudal a transportar, velocidad de translación de los materiales, etc.

Según el uso que le queramos dar estos se fabricaran de diferentes formas y materiales, cambiando su geometría, tanto estructural como la espiral.

Tienen infinidad de combinaciones con lo que le da la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de proceso, pudiendo combinar la posición de la tolva de carga, boca de salida, grupo de accionamiento, posición de trabajo etc.

Principio de funcionamiento del transportados sin fin (Helicoides)

El transportador se pone funcionamiento a través del sistema motor que consta de un reductor y le suministra el movimiento al tronillo sin fin (Figura N°11) de alas helicoidales el cual va montado en cojinetes y chumaceras, en dependencia de la longitud del mismo hasta 50 m máxima tendrá cojinetes intermedios que funcionaran como puntos a apoyo para evitar flexiones o la distorsión de la espiral.

La carga se realizara por un extremo en la parte superior y la descarga se realizara por la parte inferior del otro extremo.

Ventajas

- Son compactos.
- Diseño modular: fácil instalación.
- Soportes y apoyos simples
- Soportan altas temperaturas.
- Fácil hermeticidad.
- Extremadamente versátiles.
- Varias zonas de carga y descarga.

Desventajas

- No grandes tamaños (hasta 50 m).

- Mayores requerimientos de potencia.
- Al quedar resto de materiales transportados con anterioridad existen riesgos de contaminación.
- Volumen de material bajo

Figura N° 11 Transportador sin fin



Fuente: Minera luren

- **Clasificadores (Separadores)**

Aun cuando los separadores de aire usados en la industria se rigen por los mismos principios básicos, difieren en cuanto a su diseño y ámbito de aplicación. Las principales diferencias se presentan en:

- Forma de introducir el material a separar y el aire de separación.
- Magnitud de la aceleración centrífuga.
- Forma de separar el producto acabado de la corriente de aire.

Además en algunos separadores de aire el material puede someterse a tratamientos de secado o de enfriamiento.

Existen dos tipos de separadores:

- **Separadores estáticos.**

Ciclón simple y separador estático.

- **Separadores dinámicos**

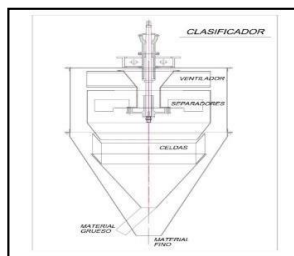
Explicaremos el funcionamiento del separador dinámico ya que es la maquina a estudiar.

➤ **Principio de funcionamiento**

La corriente de aire cargada de material entra por debajo y se distribuye lateralmente por deflexión por la parte inferior del separador. Las aletas rotativas aceleran la rotación de la corriente de aire, la cual ya de por si tiene un movimiento en espiral desde el momento que entra en la caja del separador. El aire es succionado por las rendijas entre las aletas del rotor. Las partículas pesadas (por ejemplo, aquellas en que la resultante de la fuerza centrífuga y del peso prevalece sobre la fuerza que sobre ellas ejerce la corriente de aire son proyectadas hacia fuera contra las paredes del separador, volviendo de nuevo al molino (Residuos). Las partículas finas son arrastradas por el aire y llevadas fuera del separador, siendo a continuación separadas de la corriente de aire mediante ciclones o filtros. Debido a su capacidad para recibir grandes cantidades de aire el separador con rotor de aletas se usa, generalmente, en conjunción con molinos de barrido por aire y muy particularmente con los molinos de rodillos, en cuyo caso el separador forma un solo cuerpo con la caja del molino, que se prolonga hacia arriba. Como alternativa, el aire cargado de material

procedente del molino entra en el separador por medio de un tubo ascendente, que también puede servir como mecanismo independiente para separación en corriente de aire de partículas de cualquier clase. Para un régimen constante de flujo de aire, el rendimiento de este tipo de separadores puede modificarse variando la velocidad de rotación del rotor. (Figura N°12)

Figura N° 12 Clasificador dinámico



Fuente: Minera Luren

- **Fajas transportadoras**

Una faja transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda que se mueve entre tambores. La banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los tambores

Características de las fajas transportadoras:

Longitud:

Desarrollo total de la banda en metros, indicando si va cerrada sin fin, grapada, empalme preparado o abierta.

Lisa: para transporte horizontal o de poca inclinación

Nervada: Para instalaciones de elevado ángulo de transporte.

Rugosa: Alto coeficiente de rozamiento para transporte horizontal y/o inclinado

Usos de las fajas transportadoras

Las fajas transportadoras (Figura N°13) se usan principalmente para transportar materiales granulados, agrícolas e industriales. Aunque también se puede usar para transportar personas en recintos cerrados (por ejemplo, en grandes hospitales y ciudades sanitarias).

Figura 13. Faja transportadora



Fuente: Minera Luren

- **Puente grúa**

La grúa es una herramienta de la industria de la construcción, también utilizada para la elevación y transporte de carga es instalado sobre vías elevadas que permite a través de su elemento de elevación (polipasto) y de

su carro, cubrir toda la superficie rectangular entre la que se encuentra instalado.

Fundamentos de los puentes grúa

A nivel industrial se utiliza ampliamente el puente grúa, el cual es un equipo que ofrece levantar y trasladar cualquier material o equipo con gran facilidad. Es un tipo de aparato de elevación compuesto por una viga, simple o doble, apoyada sobre dos carriles elevados (viga carrilera) colocada sobre guías también metálicas. El movimiento transversal se realiza mediante el desplazamiento de un polipasto o carro de uno o dos carriles dispuestos sobre la viga principal. El movimiento vertical se ejecuta a través de mecanismos de elevación: polipasto o carro.

Figura N° 14 Puente grúa



Fuente: Minera Luren

- **Winche para levantamiento de balde**

Es un mecanismo adaptado que tiene las siguientes partes:

- Winche
- Cable de acero de 1/2" tipo cascabel 6 x 36.

- Riel de canal C4 x 7.25 Lbs de 30 mt.
- Balde metálico con ruedas.

Su función del winche (Figura N° 15) es elevar el balde (figura N°16) hacia la parte superior del silo por medio de un riel y llenar el mismo con cal en trozos.

Figura N° 15. Winche eléctrico



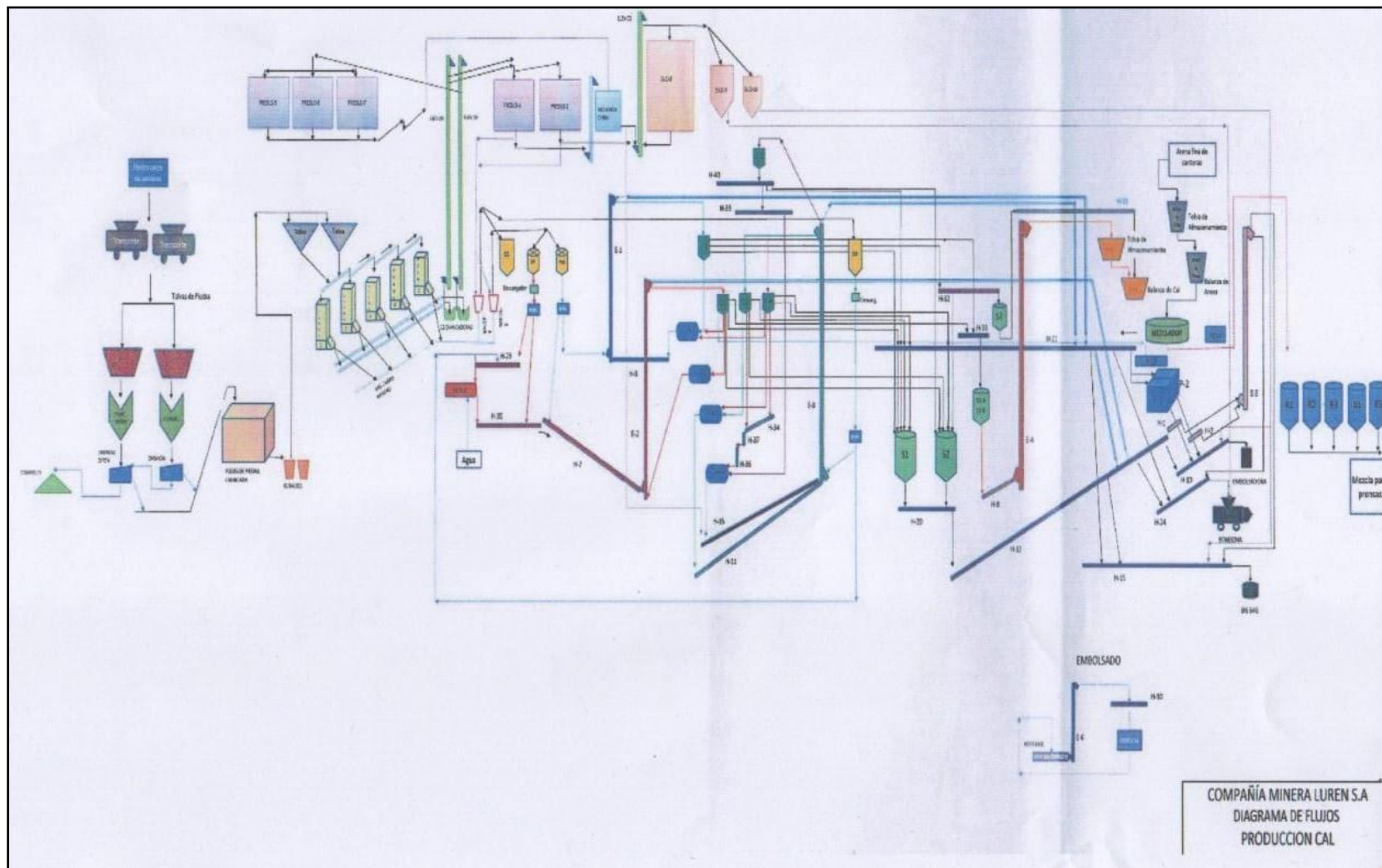
Fuente: Minera Luren

Figura N° 16 Balde



Fuente: Minera Luren

4.5.7 Circuito de Planta cal



Fuente: Minera Luren

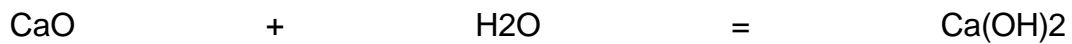
4.5.8 Hidróxido de calcio (Cal)

Basada en la información de la página web de la empresa COMPAÑÍA MINERA LUREN SA.

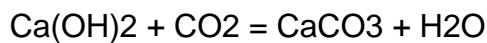
La cal es un insumo químico por excelencia y se produce en forma industrial, tanto en su estado Vivo como Hidratado. En el mundo tiene más de 20 usos diferentes. En el Perú, las más importantes aplicaciones son las siguientes:

- Proceso de cianuración para lograr el pH operacional adecuado.
- Tratamiento de aguas residuales, como neutralizante, coagulante y precipitante, clarificando el agua para el mejoramiento del medio ambiente.
- Proceso de flotación, como regulador del pH, contribuyendo al ión calcio a deprimir la pirita Fe_2S .
- Procesos siderúrgicos, como fundente y purificador del acero, lubricante y previniendo adherencia en el moldeo.
- Mezclas asfálticas y tratamiento de suelos, cumpliendo con las normas AASHTO M-303 y AASHTO M-216.
- Fabricación de productos químicos como carburo de calcio, arsenato de calcio, sulfuro de calcio y silicato de calcio.

La cal apagada o cal hidratada se obtiene a partir de la cal viva haciendo una reacción estequiométrica con agua, esta reacción es exotérmica:



No importando el tipo de cal obtenido, a los procesos químicos de calcinación e hidratación, se les deben asociar las operaciones de transporte, trituración y pulverización de la caliza además de la separación por aire y el almacenamiento adecuado de la cal obtenida para evitar los procesos de recarbonatación:



Productos que ofrecemos:

- Cal Viva Selecta (88.00% ± 2.00% de CaO Útil)
- Cal Viva Selecta (83.00% ± 2.00% de CaO Útil)
- Cal Hidratada Selecta (65.00% ± 2.00% de CaO Útil)

4.6 Fases del Proyecto

El proyecto está elaborado por las siguientes fases:

- Elaboración de un listado de equipos evaluando según criterios de criticidad.
- Recopilación de la información.
- Diagnóstico y evaluación de los equipos críticos
- Elaboración de una tabla de registro de actividades de mantenimiento.

- Construcción de fichas técnicas y procedimientos de mantenimientos
- Plan de Mantenimiento.

4.6.1 Elaboración de listado de equipos con su respectiva criticidad

Se realizará un listado de equipos separándolos por niveles (1 equipo padre, 2 sub componentes, 3 instrumentación) se evaluó la criticidad de los equipos teniendo en cuenta los aspectos de seguridad, salud y medio ambiente, producción y costo de mantenimiento (ver Tabla 4.)

Tabla N° 2. En función de la criticidad

Aspectos	Puntuación	Texto
ssma	1	No afecta la seguridad y el medio ambiente
	3	Afecta la seguridad y el medio ambiente pero tiene solución
	5	Afecta la seguridad y el medio ambiente, daños irreversibles
Producción	1	No afecta la producción
	3	Afecta la producción pero tiene solución
	5	Afecta la producción y pérdida de clientes
Costo de mtto.	1	$C < \$ 1200$
	3	$\$1\ 200 < C < \$ 1500$
	5	$C > \$ 1500$

Fuente: propia

El rango de puntajes seria de la siguiente manera:

Criticidad	Puntaje
A	$10 < p < 15$
B	$5 < P < 10$
C	$P < 5$

En planta molienda se tienen 182 equipos que serían evaluados quedando de la siguiente manera:

Criticidad	Cantidad de equipos
A	30
B	132
C	20
total de equipos	182

Evaluaremos por prioridad los equipos críticos que son los siguientes:

Tabla N° 3 Listado de equipos críticos

Planta	Área	Tag - Sugerido	Criticidad	Descripción del equipo
Planta cal	Molienda	11-30-FAT33	A	Faja reversible
Planta cal	Molienda	11-30-ELE08	A	Elevador del silo N° 8
Planta cal	Molienda	11-30-HEL38	A	Helicoide que alimenta al silo N° 8
Planta cal	Molienda	11-30-CLA01	A	Clasificador N° 1
Planta cal	Molienda	11-30-MOM02	A	Molino de martillo N° 2
Planta cal	Molienda	11-30-HEL30	A	Helicoide N° 30
Planta cal	Molienda	11-30-HID	A	Hidratadora
Planta cal	Molienda	11-30-HEL07	A	Helicoide N° 7
Planta cal	Molienda	11-30-ELE02	A	Elevador N° 2
Planta cal	Molienda	11-30-CLA02	A	Clasificador N° 2
Planta cal	Molienda	11-30-MOB02	A	Molino de bolas N° 2
Planta cal	Molienda	11-30-WIN03	A	Winche del balde N° 02
Planta cal	Molienda	11-30-MOM03	A	Molino de martillo N° 3
Planta cal	Molienda	11-30-ELE03	A	Elevador N° 3
Planta cal	Molienda	11-30-CLA03	A	Clasificador N° 3
Planta cal	Molienda	11-30-MOB03	A	Molino de bolas N° 3
Planta cal	Molienda	11-30-HEL11	A	Helicoide N° 11
Planta cal	Molienda	11-30-CLA04	A	Clasificador N° 4
Planta cal	Molienda	11-30-MOB04	A	Molino de bolas N° 4
Planta cal	Molienda	11-30-HEL35	A	Helicoide N° 35
Planta cal	Molienda	11-30-WIN04	A	Winche del balde N° 4

Planta cal	Molienda	11-30-HEL21	A	Helicoide N° 21
Planta cal	Molienda	11-30-HEL10	A	Helicoide N° 10
Planta cal	Molienda	11-30-HEL25	A	Helicoide N° 25 del silo N° 10
Planta cal	Molienda	11-30-EMB01	A	Embolsadora
Planta cal	Molienda	11-30-PUG01	A	Puente grúa de embolsado
Planta cal	Molienda	11-30-PUG01-WIN	A	Winche
Planta cal	Molienda	11-30-PUG01-TRO	A	Trole
Planta cal	Molienda	11-30-ELE06	A	Elevador N° 6
Planta cal	Molienda	11-30-FAT38	A	Faja de despacho de bolsas

Fuente: Propia

4.6.2 Recopilación de información

Basado en la experiencia de los mecánicos y manuales se elabora un listado de trabajos de mantenimiento (Tabla N° 4) y una tabla donde se registrara los trabajos correctivos y preventivos (Tabla N° 5)

Tabla N° 4 Lista de trabajos de mantenimiento por equipo

Trasportador sin fin			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo (H)	Código
Cambio de descanso	2	2	M1
Cambio de eje	2	3	M2
Cambio de aceite	1	0.5	LU
Cambio de fajas de transmisión	1	0.5	CF
Molino de martillo			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo (H)	Código
Cambio de martillos	2	2	M7
Cambio de ejes	2	2	M8
Inspección interna del molino (Rejillas, estado de coraza)	2	8	M9

Cambio de fajas	2	0.5	CF
Molino de bolas			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo (H)	Código
Limpieza de peines	2	24	M16
Relleno de babit	2	24	M18
Cambio de fajas de transmisión	2	1	M21
Cambio de aceite	2	1	LU
Inspección interna del molino (Estado de coraza y bolas de acero)	2	24	I
Clasificadores			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo (H)	Código
Cambio de paletas inferiores	2	3	M11
Cambio de paletas superiores	2	8	M12
Cambio de forro	2	8	M13
Cambio de fajas de transmisión	1	0.5	CF
Inspección interna del clasificador (Portapaletas, plancha de estrangulación y estado de celdas).	2	2	I
Fajas transportadoras			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo (H)	Código
Cambio de faja de banda	6	3	M22
Mantenimiento a polines	2	2	M23
Cambio de guarda	2	2	M24
Cambio de aceite	1	0.5	LU
Elevador			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo (H)	Código
Ajuste de abrazaderas	2	8	M25
Cambio de aceite	2	2	LU
Inspección interna del elevador (Estiramiento de cadena, resorte y cangilones)	2	8	I
Cambio de fajas de transmisión	2	1	CF
Embolsadora			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo	Código

Limpieza sistema de balanza	2	1	M29
Cambio de mariposa	2	4	M30
Cambio de rodajes	2	8	M31
Hidratadora			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo	Código
Cambio de paletas	2	8	M32
Inspección del sistema de alimentación de agua (Válvula de cierre rápido, válvula tipo globo)	2	2	I
Cambio de rodamientos	2	8	M33
Cambio de aceite	2	1	LU
Winche del balde			
Trabajo de mantenimiento	Mecánicos	Tiempo	Código
Cambio de cable de acero	2	4	M35
Regular fines de carrera	2	1	M36
Inspección al winche, guía, estado de cable, riel y balde	2	1	I
Cambio de aceite	2	1	LU

Tabla 5. Registro de trabajos preventivos y correctivos.

Datos del equipo		Fecha					Duración del trabajo		Responsable	Repuesto / Material usado / Costo		Tipo de falla			Tipo de matto	Descripción		
Área	Equipo	Componente	Semana	Día	Mes	Año	Fecha	Horas	Comienzo	Fin	Responsable	Repuesto / Material usado	Costo de material S/ (+ IGV)	Mecánica	Eléctrica	Operación	Tipo de Mantenimiento	Descripción
Molienda	Helicoide N° 35	Eje Y descansos	2	11	1	2011	11/01/2011	5.50	10:00 a.m.	03:30 p.m.	J. QUINTO	01 Eje de 50 mm 2 descansos de 50 mm	S/. 116.20	x			Preventivo	Se realizó Mantenimiento al Helicoide 35, realizando cambio de eje Y 2 descansos
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	2	12	1	2011	12/01/2011	1.50	07:30 p.m.	09:00 p.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno			x	Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir compuerta y realizar limpieza terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Descargador N° 02	Cadena	2	12	1	2011	12/01/2011	0.50	10:00 p.m.	10:30 p.m.	W. Rentera	01 candado de 1 1/4"	S/. 3.50	x			Correctivo	Se encontro cadena rota se procedio a colocar candado terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Descargador N° 03	Chaveta	2	13	1	2011	13/01/2011	1.00	04:00 a.m.	05:00 a.m.	W. Rentera	01 chaveta según muestra	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro chaveta rota del descargador se procedio a cambiar la misma terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	2	13	1	2011	13/01/2011	1.00	08:30 a.m.	09:30 a.m.	J. Quinto	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir compuerta y realizar limpieza terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Helicoide N° 29	Helicoide	2	13	1	2011	13/01/2011	2.50	09:30 a.m.	12:00 p.m.	W. Rentera	01 descanso de 50 mm	S/. 25.00	x			Correctivo	Se reviso helicoide y se encontro desiccano con desgaste se procedio al cambio del mismo terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	2	13	1	2011	13/01/2011	2.00	07:00 p.m.	09:00 p.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir compuerta y realizar limpieza terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Molienda	Molienda	2	13	1	2011	13/01/2011	10.00	08:00 a.m.	05:00 p.m.	E. Alarcon	Ninguno	Ninguno	x				Se continuo con los trabajos de parche de fugas
Molienda	Descargador N° 03	Cadena	2	14	1	2011	14/01/2011	0.50	03:30 a.m.	04:00 a.m.	W. Rentera	01 candado de 1 1/4"	S/. 4.50	x			Correctivo	Se encontro Cadena rota del descargador, se procedio a reparar Cadena y se cambio medio paso y candado
Molienda	Descargador N° 03	Cadena Y Chaveta	2	14	1	2011	14/01/2011	0.50	02:30 a.m.	03:00 a.m.	W. Rentera	01 candado de 1 1/4"	S/. 4.50	x			Correctivo	Se encontro cadena rota del descargador y piñon fuera de su sitio, se procedio a reparar cadena y se cambio de candado y se puso piñon en su lugar quedando el equipo operativo
Molienda	Descargador N° 03	Cadena	2	14	1	2011	14/01/2011	0.50	05:00 a.m.	05:30 a.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro medio paso roto se procedio, a cambiar de Cadena por una usada
Molienda	Molino de bolas N° 02	Molino de bolas	2	14	1	2011	14/01/2011	10.00	08:00 a.m.	05:00 p.m.	G. Figueroa	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino de bolas atorado de se procedio abrir encontrando cal hidratada que atoro el molino se procedio a limpiar retirando todas las bolas y despues se tapo molino quedando equipo operativo
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo N° 03	2	14	1	2011	14/01/2011	1.00	07:00 p.m.	08:00 p.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir compuerta y realizar limpieza terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	2	14	1	2011	14/01/2011	1.00	06:00 a.m.	07:00 a.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir compuerta y realizar limpieza terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Helicoide N° 29	Cadena	2	14	1	2011	14/01/2011	0.50	11:30 a.m.	12:00 p.m.	A. Huayra	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro cadena salida se procedio a colocar cadena en su sitio quedando el equipo operativo
Molienda	Winches	Baldes	2	15	1	2011	15/01/2011	0.50	07:30 a.m.	08:00 a.m.	G. Figueroa	Ninguno	Ninguno	x			Preventivo	Se verifico estado de baldes y winches de molienda
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	2	15	1	2011	15/01/2011	1.50	12:00 a.m.	01:30 a.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir y arealizar limpieza
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	2	15	1	2011	15/01/2011	0.50	08:00 p.m.	08:30 p.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir y arealizar limpieza
Molienda	Winches	Baldes	2	15	1	2011	15/01/2011	1.00	08:00 a.m.	09:00 a.m.	G. Figueroa	Ninguno	Ninguno	x			Preventivo	Se verifico estado de baldes y winches de molienda
Molienda	Clasificador N° 02	Clasificador	2	16	1	2011	16/01/2011	1.50	03:30 p.m.	05:00 p.m.	G. Figueroa	Ninguno	Ninguno	x			Preventivo	Se realizo trabajo de inspeccion del clasificador
Molienda	Helicoide N° 34	Helicoide	2	16	1	2011	16/01/2011	3.00	05:00 p.m.	08:00 p.m.	G. Figueroa	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro equipo atorado se procedio abrir compuertas y arealizar limpieza terminado los trabajo sdejo operativo el equipo
Molienda	Molienda	Molienda	3	17	1	2011	17/01/2011	3.50	08:00 a.m.	11:30 a.m.	W. Rentera	Ninguno	Ninguno	x			Preventivo	Se realizo inspeccion al area de molienda
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	3	17	1	2011	17/01/2011	1.00	03:00 a.m.	04:00 a.m.	J. Guevara	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir compuerta y realizar limpieza terminado los trabajos se probó dejando operativo
Molienda	Molino de martillo N° 03	Molino de martillo	3	17	1	2011	17/01/2011	0.50	03:00 p.m.	03:30 p.m.	J. QUINTO	Ninguno	Ninguno	x			Correctivo	Se encontro molino atorado se procedio abrir compuerta y realizar limpieza terminado los trabajos se probó dejando operativo

Fuente: Minera Luren

4.6.3 Diagnóstico y evaluación de los equipos críticos

En la siguiente tabla N° 6 se aprecian los equipos críticos del área de molienda y se describe su condición actual y las reparaciones óptimas para estos equipos. Definiremos como reparaciones óptimas al incremento de la disponibilidad del equipo ya que al haber sido reparados o repotenciados estos estarán disponibles para trabajar por más tiempo con menores interrupciones.

Tabla N° 6 Estado actual de equipos y reparaciones optimas

Equipo	Componentes	Estado	Reparación optima	Costo
Faja reversible	Polines	Critico	Cambio de rodamientos a los polines	\$600.00
	Faja de banda	Critico	Cambio de 25 mt. de faja de banda	\$3,000.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Limpiadores	Medio	Cambio de limpiadores	\$200.00
Helicoide que alimenta al silo N° 08	Descansos	Critico	Cambio de 3 descansos	\$75.00
	Ejes de descansos	Medio	Cambio de 3 ejes de descansos	\$30.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
Elevador del silo N° 08	Cadena de 4" - 1500 lbs marca worl	Critico	Cambio de 50 mt. de cadena	\$3,614.00
	Cangilones	Medio	Cambio de 50 cangilones	\$1,500.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Acople marca Gummy A - 37	Critico	Cambio de acople	\$160.00
Clasificador N° 01	Paletas del soplador	Critico	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"	\$48.00
	Paletas dispersoras	Critico	Cambio de 4 paletas de plancha de 1/8"	\$4.00
	forro interior	Critico	Cambio de plancha roladas de 1/8"	\$250.00
	Tuberías de descarga	Critico	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud	\$50.00
	Fajas de transmisión B - 93	Critico	Cambio de 3 fajas de transmisión	\$125.00

Molino de martillo N° 02	Martillos	Critico	Cambio de 56 martillos fundidos con tratamiento térmico	\$900.00
	Rejillas	Critico	Cambio de 3 rejillas de material Chronit 500	\$1,050.00
	Chumaceras	Medio	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Fajas de transmisión B - 85	Medio	Cambio de 5 fajas B - 85 de transmisión	\$180.00
Helicoide N° 30	Descansos	Critico	Cambio de 2 descansos	\$50.00
	Ejes de descansos	Medio	Cambio de 2 ejes de descansos	\$20.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
Hidratadora	Paletas del primer cuerpo	Critico	Cambio de las 30 paletas de acero	\$300.00
	Paletas del segundo cuerpo	Critico	Cambio de las 30 paletas de acero	\$300.00
	Paletas del tercer cuerpo	Critico	Cambio de las 30 paletas de acero	\$300.00
	Sistema de agua	Critico	Cambio de válvulas de globo y de cierre rápido	\$25.00
	Chumaceras del primer cuerpo	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Chumaceras del segundo cuerpo	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Chumaceras del tercer cuerpo	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
Helicoide N° 07	Descansos	Critico	Cambio de 2 descansos	\$50.00
	Ejes de descansos	Medio	Cambio de 2 ejes de descansos	\$20.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Fajas de transmisión A - 51	Critico	Cambio de 3 fajas A - 51 de transmisión	\$30.00

Elevador N° 02	Cadena Marca Link bell	Medio	Cambio de 60 mt. de cadena	\$14,000.00
	Cangilones	Medio	Cambio de 40 cangilones	\$1,400.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Reductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Fajas de transmisión B - 93	Critico	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 93	\$75.00
Clasificador N° 02	Paletas del soplador	Critico	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"	\$48.00
	Paletas dispersoras	Critico	Cambio de 4 paletas de plancha de 1/8"	\$4.00
	forro interior	Critico	Cambio de plancha roladas de 1/8"	\$250.00
	Tuberías de descarga	Critico	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud	\$50.00
	Fajas de transmisión B - 93	Critico	Cambio de 3 fajas de transmisión B - 93	\$125.00
Molino de bolas N° 02	Cambio de bolas de acero	Critico	Cambio de 1 Ton de bolas de acero de 2 1/2" y 1.5 Ton de bolas de acero de 3"	\$2,500.00
	Chumaceras	Medio	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Reductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Fajas de transmisión B - 112	Critico	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 112	\$100.00
Winche del balde N° 02	Cable de acero	Critico	Cambio de 32 mt. de cable de acero de 1/2"	\$384.00
	Guía del cable	Medio	Ningún cambio	\$0.00

	Balde	Critico	Cambio por un balde	\$3,000.00
	Riel del balde	Critico	Cambio del riel	\$1,200.00
Molino de martillo N° 03	Martillos	Critico	Cambio de 60 martillos fundidos con tratamiento térmico	\$1,500.00
	Rejillas	Critico	Cambio de 3 rejillas de material Chronit 500	\$1,050.00
	Chumaceras	Medio	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Fajas de transmisión B - 93	Medio	Cambio de 5 fajas B - 93 de transmisión	\$75.00
Elevador N° 03	Cadena de eslabones	Medio	Cambio de 60 mt. de cadena	\$12,000.00
	Cangilones	Medio	Cambio de 20 cangilones	\$700.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Reductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Fajas de transmisión B - 93	Critico	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 93	\$75.00
Clasificador N° 03	Paletas del soplador	Critico	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"	\$48.00
	Paletas dispersoras	Critico	Cambio de 8 paletas de plancha de 1/8"	\$8.00
	forro interior	Critico	Cambio de plancha roladas de 1/8"	\$250.00
	Tuberías de descarga	Critico	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud	\$50.00
	Fajas de transmisión B - 93	Critico	Cambio de 3 fajas de transmisión	\$45.00

Molino de bolas N° 03	Cambio de bolas de acero	Critico	Cambio de 1 Ton de bolas de acero de 2 1/2" y 1.5 Ton de bolas de acero de 3"	\$2,500.00
	Chumaceras	Medio	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Reductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Fajas de transmisión B - 112	Critico	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 112	\$100.00
Helicoide N° 30	Descansos	Critico	Cambio de 1 descansos	\$25.00
	Ejes de descansos	Medio	Cambio de un eje de descanso	\$10.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	sin fin	Critico	Cambio de 4 m de sin fin de paso de 8"	\$500.00
Clasificador N° 04	Paletas del soplador	Critico	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"	\$48.00
	Paletas dispersoras	Critico	Cambio de 4 paletas de plancha de 1/8"	\$4.00
	forro interior	Critico	Cambio de plancha roladas de 1/8"	\$250.00
	Tuberías de descarga	Critico	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud	\$50.00
	Fajas de transmisión B - 93	Critico	Cambio de 3 fajas de transmisión	\$45.00
Molino de bolas N° 04	Cambio de bolas de acero	Critico	Cambio de 1 Ton de bolas de acero de 2 1/2" y 1.5 Ton de bolas de acero de 3"	\$2,500.00
	Chumaceras	Medio	Cambio de chumaceras completas	\$250.00

	Reductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Fajas de transmisión B - 112	Critico	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 112	\$75.00
Helicoide N° 35	Descansos	Critico	Cambio de 2 descansos	\$50.00
	Ejes de descansos	Medio	Cambio de 2 ejes de descansos	\$20.00
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
Winche del balde N° 04	Cable de acero	Critico	Cambio de 36 mt de cable de acero de 1/2"	\$432.00
	Guía del cable	Medio	Ningún cambio	\$0.00
	Balde	Critico	Cambio por un balde	\$3,000.00
	Riel del balde	Critico	Cambio del riel	\$1,200.00
Helicoide N° 21	Descansos	Critico	Cambio de 5 descansos	\$125.00
	Ejes de descansos	Critico	Cambio completo por un nuevo helicoide de 10 mt con paso de 10" con capacidad de 20 Ton/hora de 5 kw de potencia	\$12,500.00
	Chumaceras	Critico		
	Motoreductor	Critico		
	sin fin	Critico		
Helicoide N° 10	Descansos	Critico	Cambio completo por un nuevo helicoide de 7 mt con paso de 10" con capacidad de 20 Ton/hora de 4 kw de potencia	\$8,750.00
	Ejes de descansos	Critico		
	Chumaceras	Critico		
	Motoreductor	Critico		
	Fajas de transmisión A - 51	Critico		
Helicoide N° 25 del silo N° 10	Descansos	Critico	Cambio de 1 descansos	\$25.00
	Ejes de descansos	Medio	Cambio de un eje de descanso	
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00

	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
Embolsadora	chumaceras	Critico	Cambio por una embolsadora nueva marca Payper	\$130,000.00
	Sistema de pesaje de bolsas	Critico		
	Acople marca Gummy A - 37	Critico		
Puente grúa de embolsado	winche	Critico	Cambio de rodajes y cambio de aceite	\$270.00
	Cable de acero	Critico	Cambio de 10 mt de cable de acero de 1/2"	\$120.00
	Ruedas del trole	Critico	Cambio de 4 ruedas	\$1,000.00
Elevador N° 06	Faja de banda	Medio	Cambio de 20 mt de faja de banda	\$2,400.00
	Cangilones	Medio	Cambio de 20 cangilones	
	Chumaceras	Critico	Cambio de chumaceras completas	\$250.00
	Reductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
Faja transportadora de embolsado	Polines	Critico	Cambio de rodamientos a los polines	\$900.00
	Faja de banda chevronada	Critico	Cambio de 30 mt de faja de chevronada	\$4,200.00
	Motoreductor	Medio	Cambio de aceite	\$20.00
	Limpiadores	Medio	Cambio de limpiadores	\$200.00
TOTAL				\$227,917.00

Fuente: Propia

4.6.4 Elaborar fichas técnicas y procedimientos de mantenimiento

En esta parte del proyecto se realizó trabajos de toma de datos en campo ya que no se tenía manuales de los equipos, se elaboraron 182 fichas técnicas (figura N° 18) dándole prioridad a los equipos críticos, paralelamente se formó un grupo con los mecánicos de mayor experiencia y se elaboraron 34 procedimientos de mantenimiento (Tabla N° 6) lista de procedimientos de mantenimiento separándolos en 14 genéricos y 20 específicos

Figura N° 18 Ejemplo de Ficha Técnica

MOLINO DE MARTILLOS 3			
DATOS GENERALES			
AREA	MOLIENDA		
DESCRIPCION DEL PROCESO	CIRCUITO 3		
TAG	MM-3		
FECHA DE TOMA DE DATOS	01.01.2014		
CRITICIDAD	A		
DATOS DE ACTIVO			
MARCA	MAQUISUR		
MODELO	X		
N° SERIE	X		
FABRICANTE	MAQUISUR		
DATOS ESPECIFICOS			
AÑO DE FABRICACIÓN	X		
ABERTURA DE ALIMENTACIÓN	24" X 20"		
VELOCIDAD	1800 RPM		
MATERIAL DEL TANQUE	CAL		EN
	TROZOS		
CAPACIDAD DEL TANQUE(m3)	0.5		
CANT. DE MARTILLOS	60		
CANT. DE EJES	8		
TRANSMISIÓN			
TRANSMISIÓN	FAJA		
TIPO DE FAJA	B - 85		
CANT. DE FAJAS	5		
CHUMACERA			
TIPO	SNL 518 - 615		
RODAMIENTO	22218 EK		
MANGUITODE FIJACION	H 318		
RETEN	CR 80X100X10		

Fuente: Propia

Tabla N° 7 Lista de procedimientos de mantenimiento

LISTADO DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO CML					
ITEM	ÁREA	TIPO	COMPONENTE / EQUIPO	PROCEDIMIENTOS	ESPECIALIDAD
1	Molienda	genérico	faja de banda transportadora	Procedimiento de inspección a la faja de banda transportadora	mecánica
2	Molienda	genérico	faja de banda transportadora	Procedimiento de alineación y templado de faja de banda transportadora	mecánica
3	molienda	genérico	faja de banda transportadora	Procedimiento de cambio de faja de banda transportadora	mecánica
4	molienda	genérico	faja de transmisión	Procedimiento de cambio de faja de transmisión	mecánica
5	molienda	genérico	faja de transmisión	Procedimiento de tensado de faja	mecánica
6	molienda	genérico	helicoide	Procedimiento de mantenimiento de helicoide	mecánica

7	molienda	genérico	helicoide	Procedimiento de inspección al helicoide	mecánica
8	molienda	genérico	helicoide	Procedimiento de cambio de eje	mecánica
9	molienda	genérico	helicoide	Procedimiento de cambio de descanso	mecánica
10	molienda	genérico	winche	Procedimiento de inspección al winche	mecánica
11	molienda	genérico	winche	Procedimiento de mantenimiento al winche	mecánica
12	molienda	genérico	winche	Procedimiento de mantenimiento al balde del winche	mecánica
13	molienda	genérico	martillo neumático	Procedimiento de inspección del martillo neumático	mecánica
14	molienda	genérico	martillo neumático	Procedimiento cambio de barreno	mecánica
15	molienda	especifico	elevador de cangilones	Procedimiento de inspección del elevador	mecánica
16	molienda	especifico	elevador de cangilones	Procedimiento de cambio de abrazaderas	mecánica
17	molienda	especifico	elevador de cangilones	Procedimiento de cambio de cangilón	mecánica

18	molienda	especifico	elevador de cangilones	Procedimiento de cambio de cadena	mecánica
19	molienda	especifico	elevador de cangilones	Procedimiento de cambio de sproket	mecánica
20	molienda	especifico	molino de martillo	Procedimiento de mantenimiento al molino de martillos	mecánica
21	molienda	especifico	molino de martillo	Procedimiento de cambio de martillos	mecánica
22	molienda	especifico	molino de martillo	Procedimiento de inspección al molino de martillo	mecánica
23	molienda	especifico	molino de martillo	Procedimiento de medida de vibración y temperatura	predictivo
24	molienda	especifico	molino de bolas	Procedimiento de mantenimiento al molino de bolas	mecánica
25	molienda	especifico	molino de bolas	Procedimiento de inspección al molino de bolas	mecánica
26	molienda	especifico	molino de bolas	Procedimiento de cambio de bolas	mecánica
27	molienda	especifico	molino de bolas	Procedimiento de cambio de chumacera	mecánica
28	molienda	especifico	molino de bolas	Procedimiento de medida de vibración y temperatura	predictivo

29	molienda	especifico	clasificador	Procedimiento de mantenimiento al ciclón	mecánica
30	molienda	especifico	clasificador	Procedimiento de inspección al ciclón	mecánica
31	molienda	especifico	clasificador	Procedimiento de cambio de paletas	mecánica
32	molienda	especifico	descargadores	Procedimiento de inspección al descargador	mecánica
33	molienda	especifico	descargadores	Procedimiento de mantenimiento al descargador	mecánica
34	molienda	especifico	descargadores	Procedimiento de cambio de chumaceras y rodamientos	mecánica

Fuente : Propia

4.6.5 Plan de mantenimiento

Se debe entender que el plan de mantenimiento es la planificación de las actividades que sirven para mantener el funcionamiento de los equipos evitando que fallen durante la producción.

Cabe recalcar que antes de implementar el plan de mantenimiento se realizó trabajos de mejora de los equipos críticos estas acciones fueron parte de las actividades para incrementar el tiempo de vida de los equipos.

A continuación se muestra el plan de mantenimiento que se realizó en el 2012, estas actividades a realizar están acompañadas de sus respectivas fechas en las que se llevaron a cabo, como se muestra (Tabla N° 8)

La frecuencia de mantenimiento de los equipos ha sido elaborada por recomendación de la experiencia de los mecánicos y manuales.

Tabla N° 8 Plan de mantenimiento 2012

Plan de mantenimiento - Planta molienda - 2012

I	Inspección
LU	Cambio de aceite
CF	Cambio de faja de transmisión

Descripción del equipo	Criticidad	Actividad	Mecánicos	Tiempo (H)	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Faja reversible	A	Cambio de faja de banda	6	3	12 M		M22										
		Mantenimiento de polines	2	2	3	M23			M23			M23			M23		
		Cambio de guarda	2	2	4			M24				M24					M24
		Cambio de aceite	1	0.5	6	LU						LU					
Elevador del silo N° 8	A	Ajuste de abrazaderas	2	8	3		M25			M25			M25				M35
		Inspección interna del elevador (estiramiento de cadena, resorte y cangilones).	2	8	4	I					I			I			
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6			CF						CF			
		Cambio de aceite	2	1	6	LU						LU					
	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1		M1
		Cambio de eje	2	3	2	M2				M2			M2			M2	

Helicoide que alimenta al silo N° 8		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU					LU				
Clasificador N° 1	A	Cambio de paletas superiores	2	5	4			M12				M12				M12
		Cambio de paletas inferiores	2	3	2		M11									
		Cambio de forro	2	3	6	M13						M13				
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6		CF					CF				
		Inspección interna del ciclón (Portapaletas, plancha de estrangulación y estado de celdas)	2	2	12											
Molino de martillo N° 02	A	Cambio de martillos	2	2	2	M7		M7		M7		M7		M7		M7
		Cambio de ejes	2	2	4		M8				M8				M8	
		Inspección interna del molino (Rejillas, estado de coraza)	2	2	6	I						I				
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6			CF					CF			
Helicoide N° 30	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1	M1
		Cambio de eje	2	3	2	M2			M2			M2			M2	
		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU					LU				
Hidratadora	A	Cambio de paletas	2	8	4	M32				M32				M32		
		Inspección de sistema de alimentación de agua (válvula de cierre rápido, válvula tipo globo)	2	2	3		I				I			I		I
		Cambio de rodamientos	2	8	12											
Helicoide N° 7	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1	M1
		Cambio de eje	2	3	2	M2			M2			M2			M2	
		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU					LU				
Elevador N° 2	A	Ajuste de abrazaderas	2	8	3		M25			M25			M25			M35
		Inspección interna del elevador (estiramiento de cadena, resorte y cangilones).	2	3	4	I					I			I		

		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6			CF					CF				
		Cambio de aceite	2	1	6	LU					LU						
Clasificador N° 2	A	Cambio de paletas superiores	2	8	4			M12			M12					M12	
		Cambio de paletas inferiores	2	8	2		M11										
		Cambio de forro	2	8	6	M13					M13						
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6		CF					CF					
		Inspección interna del ciclón (Portapaletas, plancha de estrangulación y estado de celdas)	2	2	12												I
Molino de bolas N° 2	A	Limpieza de peines	2	24	6	M16					M16						
		Relleno de babbit	2	24	6	M18					M18						
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6	CF					CF						
		Inspección interna del molino (Estado de coraza, bolas de acero)	2	24	12												I
		Cambio de aceite	2	1	6	LU					LU						
Molino de martillo N° 3	A	Cambio de martillos	2	2	2	M7		M7		M7		M7		M7		M7	
		Cambio de ejes	2	2	4		M8				M8				M8		
		Inspección interna del molino (Rejillas, estado de coraza)	2	2	6	I						I					
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6			CF					CF				
Elevador N° 3	A	Ajuste de abrazaderas			3		M25			M25		M25			M35		
		Inspección interna del elevador (estiramiento de cadena, resorte y cangilones).	2	3	4	I					I			I			
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6			CF					CF				
		Cambio de aceite	2	1	6	LU					LU						
Clasificador N° 3	A	Cambio de paletas superiores	2	5	4			M12			M12					M12	
		Cambio de paletas inferiores	2	3	2		M11										
		Cambio de forro	2	3	6	M13						M13					
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6		CF						CF				

		Inspección interna del ciclón (Portapaletas, plancha de estrangulación y estado de celdas)	2	2	12															I				
Molino de bolas N° 3	A	Limpieza de peines	2	8	6	M16							M16											
		Relleno de babbit	2	4	6	M18								M18										
		Cambio de fajas de transmisión	2	6	6	CF								CF										
		Inspección interna del molino (Estado de coraza, bolas de acero)	2	8	12																			I
		Cambio de aceite	2	1	6	LU									LU									
Helicoide N° 11	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1	
		Cambio de eje	2	3	2	M2			M2				M2				M2				M2			
		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU								LU									
Clasificador N° 4	A	Cambio de paletas superiores	2	5	4			M12					M12										M12	
		Cambio de paletas inferiores	2	3	2		M11																	
		Cambio de forro	2	3	6	M13								M13										
		Cambio de fajas de transmisión	2	1	6		CF								CF									
		Inspección interna del ciclón (Portapaletas, plancha de estrangulación y estado de celdas)	2	2	12																			
Helicoide N° 35	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1	
		Cambio de eje	2	3	2	M2			M2				M2				M2				M2			
		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU								LU									
Helicoide N° 21	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1	
		Cambio de eje	2	3	2	M2			M2				M2				M2				M2			
		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU								LU									
Helicoide N° 10	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1	
		Cambio de eje	2	3	2	M2			M2				M2				M2				M2			
		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU								LU									
Helicoide N° 25 del silo N° 10	A	Cambio de descansos	2	2	1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1		M1	
		Cambio de eje	2	3	2	M2			M2				M2				M2				M2			

		Cambio de aceite	1	0.5	6		LU					LU				
Embolsadora	A	Limpieza sistema de balanza	2	1	1	M29		M29		M29		M29		M29		
		Cambio de mariposa	2	4	3	M30			M30					M30		
		Cambio de rodajes	2	8	12											M31
Winche del balde N° 02	A	Cambio de cable de acero	2	4	6		M35					M35				
		Regular fines de carrera	2	1	2	M36		M36		M36		M36		M36		
		Inspección al winche ala guía, estado de cable, riel y balde	2	1	1	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
		Cambio de aceite	2	1	6	LU						LU				

Fuente : Propia

V. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO

5.1 Evaluación técnico económica del proyecto

En esta sección se detalla la incidencia económica positiva de la implementación del proyecto de mejora en el mantenimiento en el área de Molienda en el cual presentaba la mayor cantidad de fallas en los equipos repercutiendo en la producción.

5.2 Pérdidas antes de la reparación

A continuación (Tabla N° 9) se detalla la pérdida por toneladas dejadas de procesar principalmente por la no disponibilidad de algún equipo crítico ante la falta de la implementación de un programa de mantenimiento.

Teniendo como referencia los equipos que mayor cantidad de fallas tuvieron en el 2011.

Tabla N° 9 Cal dejada de procesar por una falla

Equipo	Fallas de mayor incidencia en el equipo	Descripción de la falla	Mecánicos	Tiempo (H) para la reparación	Capacidad del equipo (T/H)	Cal dejada de procesar (Ton)
Clasificador N° 01	Desgaste de paletas inferiores	Se detectaba la falla cuando laboratorio informaba que el material fino no pasaba los parámetros requeridos, para intervenir el equipo se tenía que ventilar una hora para retirar el material y posteriormente se sacaba las paletas, se tomaba medidas y se fabricaba en el taller, terminado los trabajos se procedía a instalar las mimas y cerrar el clasificador	2	4	4	16
	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	4	4
Clasificador N° 02	Desgaste de paletas inferiores	Se detectaba la falla cuando laboratorio informaba que el material fino no pasaba los parámetros requeridos, para intervenir el equipo se tenía que ventilar una hora para retirar el material y posteriormente se sacaba las paletas, se tomaba medidas y se fabricaba en el taller, terminado los trabajos se procedía a instalar las mimas y cerrar el clasificador	2	4	4	16
	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	4	4

Molino de martillo N° 02	Desgaste de martillos	Se detectaba la falla cuando el molino se atoraba y la cal de muestra tomada por el laboratorio no pasaba los parámetros requeridos; primeramente para iniciar los trabajos de mantenimiento se tenía que limpiar el molino y se continuaba con las tareas	2	5	3	15
	Rejillas cerradas o rotas	Se detectaba la falla cuando el molino se atoraba y la cal de muestra tomada por el laboratorio no pasaba los parámetros requeridos; primeramente para iniciar los trabajos de mantenimiento se tenía que limpiar el molino, retirar las rejillas y repararlas dejando una abertura de 2.5 mm	2	8	3	24
	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	3	3
Molino de martillo N° 03	Desgaste de martillos	Se detectaba la falla cuando el molino se atoraba y la cal de muestra tomada por el laboratorio no pasaba los parámetros requeridos; primeramente para iniciar los trabajos de mantenimiento se tenía que limpiar el molino y se continuaba con las tareas	2	5	4	20
	Rejillas cerradas o rotas	Se detectaba la falla cuando el molino se atoraba y la cal de muestra tomada por el laboratorio no pasaba los parámetros requeridos; primeramente para iniciar los trabajos de mantenimiento se tenía que limpiar el molino, retirar las rejillas y repararlas dejando una abertura de 2.5 mm	2	8	4	32

	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	4	4
Helicoide N° 07	Desgaste de descanso o rotura	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	4	5	20
	Rotura de eje	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	8	5	40
	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	5	5
Helicoide N° 11	Desgaste de descanso o rotura	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	4	5	20
	Rotura de eje	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	8	5	40
	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	5	5
Helicoide N° 35	Desgaste de descanso o rotura	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	4	5	20

	Rotura de eje	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	8	5	40
	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	5	5
Winche del balde N° 02	Desilachamiento de cable o rotura	Se detectaba la falla cuando se rompía el cable o se desilachaba	4	12	6	72
	Balde descarrilado	Se detectaba la falla cuando el balde se encontraba descarrilado	2	8	6	48
Helicoide N° 21	Desgaste de descanso o rotura	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	4	5	20
	Rotura de eje	Se detectaba la falla cuando el helicoide se atoraba, posteriormente se tenía que realizar limpieza y se continuaba con las tareas	2	8	5	40
	Faja quemada o rota	Se detectaba la falla cuando la faja se quemaba o se rompía y se perdía tiempo buscando el código de la misma y viendo si se tiene en el almacén	2	1	5	5
			Promedio de perdida de cal no procesada (Ton)			22
Fuente: Propia						

De acuerdo con el cuadro anterior nos indica que al fallar un equipo crítico dejamos de producir 22 ton de cal en promedio, teniendo en cuenta que la valorización de 1Ton de cal es de S/. 1000.0 se pierde **S/. 22 000.0** debido al no tener un programa de mantenimiento todas las actividades eran correctivas esto reafirma la necesidad de elaborar un plan.

5.3 Programa para ejecución las reparaciones óptimas a los equipos críticos

Se elaboró un programa de actividades (Tabla N° 10) para la ejecución de los trabajos de mejoras de los equipos críticos formando dos grupos de mecánicos que trabajaran en paralelo, en coordinación con el área de producción para las paradas respectivas y con el área de seguridad cumpliendo todos los estándares de la misma como el uso de epp's y el llenado correcto del ATS (Análisis del Trabajo Seguro), con respecto a los repuestos se coordinó con el área de logística para que vayan llegando como vayamos avanzando con los trabajos, estas actividades duraron 16 semanas trabajando de lunes a sábados por 12 horas diarias teniendo un costo de **\$ 227 917.0**

Tabla N°10 Programa de actividades de mejora a los equipos críticos

Equipo	Tareas a realizar	semana 10	semana 11	semana 12	semana 13	semana 14	semana 15	semana 16	semana 17	semana 18	semana 19	semana 20	semana 21	semana 22	semana 23	semana 24	semana 25	semana 26
		Faja reversible	Cambio de rodamientos a los polines															
	Cambio de 25 mt. de faja de banda																	
	Cambio de aceite																	
	Cambio de limpiadores																	
Helicoide que alimenta al silo N° 08	Cambio de 3 descansos																	
	Cambio de 3 ejes de descansos																	
	Cambio de chumaceras completas																	
	Cambio de aceite																	
Elevador del silo N° 08	Cambio de 50 mt. de cadena																	
	Cambio de 50 cangilones																	
	Cambio de chumaceras completas																	
	Cambio de aceite																	
	Cambio de acople																	
Clasificador N° 01	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"																	
	Cambio de 4 paletas de plancha de 1/8"																	
	Cambio de plancha roladas de 1/8"																	
	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud																	
	Cambio de 3 fajas de transmisión																	

Molino de martillo N° 02	Cambio de 56 martillos fundidos con tratamiento térmico			
	Cambio de 3 rejillas de material Chronit 500			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de 5 fajas B - 85 de transmisión			
Helicoide N° 30	Cambio de 2 descansos			
	Cambio de 2 ejes de descansos			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de aceite			
Hidratadora	Cambio de las 30 paletas de acero			
	Cambio de las 30 paletas de acero			
	Cambio de las 30 paletas de acero			
	Cambio de válvulas de globo y de cierre rápido			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de chumaceras completas			
Helicoide N° 07	Cambio de 2 descansos			
	Cambio de 2 ejes de descansos			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de aceite			
	Cambio de 3 fajas A - 51 de transmisión			
Elevador N° 02	Cambio de 60 mt. de cadena			
	Cambio de 40 cangilones			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de aceite			
	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 93			
Clasificador N° 02	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"			
	Cambio de 4 paletas de plancha de 1/8"			

	Cambio de plancha roladas de 1/8"				
	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud				
	Cambio de 3 fajas de transmisión B - 93				
Molino de bolas N° 02	Cambio de 1 Ton de bolas de acero de 2 1/2" y 1.5 Ton de bolas de acero de 3"				
	Cambio de chumaceras completas				
	Cambio de aceite				
	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 112				
Winche del balde N° 02	Cambio de 32 mt. de cable de acero de 1/2"				
	Ningún cambio				
	Cambio por un balde				
	Cambio del riel				
Molino de martillo N° 03	Cambio de 60 martillos fundidos con tratamiento térmico				
	Cambio de 3 rejillas de material Chronit 500				
	Cambio de chumaceras completas				
	Cambio de 5 fajas B - 93 de transmisión				
Elevador N° 03	Cambio de 60 mt. de cadena				
	Cambio de 20 cangilones				
	Cambio de chumaceras completas				
	Cambio de aceite				
	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 93				
Clasificador N° 03	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"				
	Cambio de 8 paletas de plancha de 1/8"				
	Cambio de plancha roladas de 1/8"				
	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud				

	Cambio de 3 fajas de transmisión				
Molino de bolas N° 03	Cambio de 1 Ton de bolas de acero de 2 1/2" y 1.5 Ton de bolas de acero de 3"				
	Cambio de chumaceras completas				
	Cambio de aceite				
	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 112				
Helicoide N° 30	Cambio de 1 descansos				
	Cambio de un eje de descanso				
	Cambio de chumaceras completas				
	Cambio de aceite				
	Cambio de 4 m de sin fin de paso de 8"				
Clasificador N° 04	Cambio de las 48 paletas de plancha de 1/16"				
	Cambio de 4 paletas de plancha de 1/8"				
	Cambio de plancha roladas de 1/8"				
	Cambio de tubería roladas de 8" de diámetro por 3 m de longitud				
	Cambio de 3 fajas de transmisión				
Molino de bolas N° 04	Cambio de 1 Ton de bolas de acero de 2 1/2" y 1.5 Ton de bolas de acero de 3"				
	Cambio de chumaceras completas				
	Cambio de aceite				
	Cambio de 5 fajas de transmisión B - 112				
Helicoide N° 35	Cambio de 2 descansos				
	Cambio de 2 ejes de descansos				
	Cambio de chumaceras completas				
	Cambio de aceite				
Winche del balde N° 04	Cambio de 36 mt de cable de acero de 1/2"				
	Ningún cambio				

	Cambio por un balde			
	Cambio del riel			
Helicoide N° 21	Cambio de 5 descansos			
	Cambio completo por un nuevo helicoide de 10 mt con paso de 10" con capacidad de 20 Ton/hora de 5 kw de potencia			
Helicoide N° 10	Cambio completo por un nuevo helicoide de 7 mt con paso de 10" con capacidad de 20 Ton/hora de 4 kw de potencia			
Helicoide N° 25 del silo N° 10	Cambio de 1 descansos			
	Cambio de un eje de descanso			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de aceite			
Embolsadora	Cambio por una embolsadora nueva marca Payper			

Puente grúa de embolsado	Cambio de rodajes y cambio de aceite			
	Cambio de 10 mt de cable de acero de 1/2"			
	Cambio de 4 ruedas			
Elevador N° 06	Cambio de 20 mt de faja de banda			
	Cambio de 20 cangilones			
	Cambio de chumaceras completas			
	Cambio de aceite			
Faja transportadora de embolsado	Cambio de rodamientos a los polines			
	Cambio de 30 mt de faja de chevronada			
	Cambio de aceite			
	Cambio de limpiadores			
Fuente : Propia				

5.4 Efectos generados por las actividades de mejora

Se sabe que las actividades correctivas no se pueden eliminar ya que la falla podría ser causada por una mala operación o una variable extraña tomando como datos los registros de los años 2011 y 2012 se tiene que el mantenimiento correctivo disminuyo en un promedio de 64.13%.

Tabla N° 11 Efectos generados por las actividades de mejora				
Equipo	Tipo de mantenimiento	2011	2012	Porcentaje que disminuyo las actividades correctivas
Faja reversible	Correctivas	5	2	60.00%
	Preventivas	0	10	
Helicoide que alimenta al silo N° 08	Correctivas	4	1	75.00%
	Preventivas	0	12	
Elevador del silo N° 08	Correctivas	5	2	60.00%
	Preventivas	0	11	
Clasificador N° 01	Correctivas	4	2	50.00%
	Preventivas	0	9	
Molino de martillo N° 02	Correctivas	8	4	50.00%
	Preventivas	0	13	
Helicoide N° 30	Correctivas	10	2	80.00%
	Preventivas	0	9	
Hidratadora	Correctivas	8	2	75.00%
	Preventivas	0	7	
Helicoide N° 07	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	12	
Elevador N° 02	Correctivas	4	1	75.00%
	Preventivas	0	6	
Clasificador N° 02	Correctivas	4	2	50.00%
	Preventivas	0	9	
Molino de bolas N° 02	Correctivas	3	1	66.67%
	Preventivas	0	9	
Winche del balde N° 02	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	22	
	Correctivas	3	1	66.67%

Molino de martillo N° 03	Preventivas	0	7	
Clasificador N° 03	Correctivas	4	2	50.00%
	Preventivas	0	9	
Molino de bolas N° 03	Correctivas	3	1	66.67%
	Preventivas	0	9	
Clasificador N° 04	Correctivas	4	2	50.00%
	Preventivas	0	9	
Molino de bolas N° 04	Correctivas	3	1	66.67%
	Preventivas	0	9	
Helicoide N° 35	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	12	
Winche del balde N° 04	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	22	
Helicoide N° 21	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	12	
Helicoide N° 10	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	12	
Helicoide N° 25 del silo N° 10	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	12	
Embolsadora	Correctivas	6	2	66.67%
	Preventivas	0	11	
			Promedio	64.13%
Fuente : Propia				

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La realización de un diagnóstico general enfocado al mantenimiento, dentro de una empresa, es el inicio, que nos permite conocer de manera clara, definida y detallada el estado actual del área. A la vez, permite identificar las fortalezas y oportunidades de mejora dentro de la misma.
- Un plan de mantenimiento preventivo adecuadamente diseñado, debe estar apoyado en manuales técnicos, catálogos del fabricante, recomendaciones del mismo, manuales de mantenimiento u otras fuentes fidedignas, con el propósito de minimizar los mantenimientos correctivos y así garantizar la funcionalidad y disponibilidad del equipo, para así obtener productos que llenen los estándares de calidad establecidos por la industria internacional.
- La elaboración de fichas técnicas y procedimientos de mantenimiento permite disminuir los tiempos de las actividades ejecutadas por el personal a cargo y también tener información de los equipos.
- La disminución de las actividades correctivas trae como consecuencia el incremento y mejora de la producción. Además se logra cumplir con los despachos programados a su hora ya que la cal es un material fiscalizado donde se debe cumplir el tiempo de llegada hacia su destino.

6.2 Recomendaciones

- Optimizar y renovar el plan de mantenimiento considerando futuras mejoras que se puede presentar como; modernización de los equipos, personal nuevo entre otros.
- Capacitar a los trabajadores sobre lo que se pretende hacer con la implementación de un Plan de Mantenimiento, explicando las causas y las mejoras que se obtendrán con ello.
- Los beneficios que traerán los cambios en el área de mantenimiento se podrán observar solamente si las actividades propuestas se realizan con disciplina y constancia.
- El personal de producción es la primera línea de defensa ante problemas relacionados con la operación de las maquinas, ya que ellos se encuentran en contacto continuo con las mismas, por lo que ante cualquier suceso deben comunicarse inmediatamente con las autoridades de supervisión y/o mantenimiento.
- Crear conciencia en los empleados respecto a los beneficios que se obtienen al aplicar un mantenimiento preventivo y buscar así una nueva filosofía para toda la planta en todas sus líneas de producción.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez Lavado, Jesús Marcos. **Implementación de un programa de mantenimiento para la mejora del proceso de chancado de la planta Paragsha, Compañía Minera Volcán.** (Informe profesional para optar el título profesional de ingeniero mecánico). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. (2013)
- Ángel Gasca, Rafael David; Olaya Vargas, Héctor Mauricio. **Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel.** (Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. (2014)
- Cervantes Gonzales, Gustavo. **plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa antiguo arte europeo s.a. de C.V.** (Tesis para optar el título profesional de ingeniero en mantenimiento industrial). Universidad Tecnológica Tula – Tepeji, Tula, México. (2011)
- Duffuaa, Raouf y Dixon (2009). *Sistemas de Mantenimiento, planeación y control.* Editorial Limusa.
- García, S.(2014) Errores habituales en la elaboración e implantación de planes de mantenimiento.
Citado el 01-04-2017
Disponible
<https://principiosdemantenimientousb.wikispaces.com/04.+Implementaci%C3%B3n+del+plan+de+mantenimiento>
- Páez Espinal, Verónica Livia. **Desarrollo de un sistema de información para la planificación y control del mantenimiento preventivo aplicado a una planta agroindustrial.** (Tesis para optar el título profesional de ingeniero informático). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. (2011)
- Rivera, E.(2011). **Sistema de gestión del mantenimiento industrial.** (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

- Rodríguez, G,(2015) Maquinaria pesada
Citado el 01-04-2017
Disponible:
<https://industriapesada.wordpress.com/2015/09/02/mantenimiento-de-maquinaria/>
- Rojas Mesías, Cesar Hugo. **Análisis técnico de un programa en una Planta de Harina de pescado de 60ton/hr de capacidad** (Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. (2007)
- Ros, A. (2015). Mantenimiento Industrial – I. España: Ril
- Tecsup(2014) Curso de Planificación y Programación de Mantenimiento.
- Varela Reyes, Salvador Enrique. **Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, retesa s.a. de c.v.** (Tesis para optar el título profesional de ingeniero en mantenimiento industrial). Universidad Tecnológica de Queretano, Santiago de Queretano, México. (2013)

ANEXOS

SILVER-SWEET®

ELEVADOR DE CANGILONES

Manual Instructivo de Instalación y Operación

Productos Manufacturados en los Estados Unidos por



MANUFACTURING COMPANY

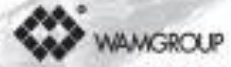
2000 E. Leffel Lane • Springfield, Ohio 45505

Tel: 937-325-1511 • Fax: 937-322-1963

www.sweetmfg.com



WAM[®] Inc.




WAMGROUP

**CEMA[®] SCREW CONVEYORS
WAM SHAFTLESS SCREW CONVEYORS
DRAG CONVEYORS
BUCKET ELEVATORS**



CATALOG 2002

	Procedimiento de Mantenimiento	Código	PM-HEL-MEC-3
		Revisión	1.0
	Procedimiento de cambio de eje	Área	Mantenimiento
		Páginas	88 / 120

1. VCONDICIONES NECESARIAS

1.1. MATERIALES Y EQUIPOS

1.1.1 Herramientas

- Trapo.
- Martillo.
- Punzón.
- Barretilla.
- Elingas
- Llaves 14, 19, 24, 3/4"

1.1.2 Equipos de Protección personal

- Lestes de seguridad.
- Mascarilla
- Botas de punta de acero
- Casco de seguridad
- Guantes de seguridad
- Conos de seguridad.

1.2. SEGURIDAD

Para realizar esta tarea, antes de iniciar sus actividades deberá verificar que las siguientes condiciones se encuentren controladas:

SEGURIDAD:

Consecuencia	Riesgo/ Factor de riesgo	Control
Fractura	Caída / objetos en el suelo	Mirar siempre el área de trabajo
Heridas cortantes	Corte / filo de gurdas	Usar guantes de seguridad
Fractura	Golpe / con herramientas	Utilizar bien las herramientas
Asfixie	Intoxicación / Polvo de cal	Utilizar mascarilla

1.3. OTROS

Responsable: Técnico mecánico y ayudante.

Alcance: Helicoide

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

1. Pedir permiso al supervisor de turno.
2. Bloquear el equipo.
3. Retirar tapa de helicoide con llave 14.
4. Retirar tapa donde va la chumacera con llave 14.
5. Retirar el helicoide hacia atraz.
6. Desenpernar los pernos de 1/2" con llave 19 que sostienen al eje con el tubo.
7. Soldar el eje con la parte rota y se golpea con martillo para retirar eje.
8. Verificar medidas del nuevo eje.
9. Colocar el nuevo eje.
10. Marcar para hacer los nuevos agujeros en el taladro.
11. Colocar los pernos y dejar asegurado el eje con el tubo.
12. Verificar ajuste general de todos los pernos .
13. Verificar que no hayga quedado ninguna herramienta dentro del helicoide.

14. Colocar tapa del helicoide

3. Observaciones

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. ACCIÓN INMEDIATA PARA CORRECCIÓN

ANOMALÍAS	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
Ruidos extraños	<ul style="list-style-type: none">➤ Descansos desgastados.➤ Eje descentrado.➤ Atoramiento de cal.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cambiar descansos.➤ Cambiar eje.➤ Para el equipo y limpiar helicoide

	Procedimiento de Mantenimiento	Código	PM-HEL-MEC-4
		Revisión	1.0
	Procedimiento de cambio de descansos	Área	Mantenimiento
		Páginas	91 / 120

3. CONDICIONES NECESARIAS

1.4. MATERIALES Y EQUIPOS

1.1.1 Herramientas

- Trapo.
- Martillo.
- Punzón.
- Barretilla.
- Eslingas
- Llaves 14, 19, 24, 3/4"

1.1.2 Equipos de Protección personal

- Lestes de seguridad.
- Mascarilla
- Botas de punta de acero
- Casco de seguridad
- Guantes de seguridad
- Conos de seguridad.


1.5. SEGURIDAD

Para realizar esta tarea, antes de iniciar sus actividades deberá verificar que las siguientes condiciones se encuentren controladas:

SEGURIDAD:

Consecuencia	Riesgo/ Factor de riesgo	Control
Fractura	Caída / objetos en el suelo	Mirar siempre el área de trabajo
Heridas cortantes	Corte / filo de gurdas	Usar guantes de seguridad
Fractura	Golpe / con herramientas	Utilizar bien las herramientas
Asfixie	Intoxicación / Polvo de cal	Utilizar mascarilla

1.6. OTROS		
Responsable: Técnico mecánico y ayudante. Alcance: Hrlicoide		
4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES		
15. Pedir permiso al supervisor de turno. 16. Bloquear el equipo. 17. Aflojar pernos de la tapa donde van los descansos utilizar llave 14. 18. Aflojar los pernos de los descansos con llave 19. (Verificar el estado de los descansos). 19. Verificar estado del eje. 20. Proceder a retirar descanso e instalar descanso nuevo.		
5. Observaciones		
.....		
6. ACCIÓN INMEDIATA PARA CORRECCIÓN		
ANOMALÍAS	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
Ruidos extraños	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Descansos desgastados. ➤ Eje descentrado. ➤ Atoramiento de cal. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambiar descansos. ➤ Cambiar eje. ➤ Para el equipo y limpiar helicoide

	Procedimiento de Mantenimiento	Código	PM-MOM-MEC-1
		Revisión	1.0
	Procedimiento de mantenimiento al molino de martillos	Área	Molienda
		Páginas	93 / 120

5. CONDICIONES NECESARIAS

1.7. MATERIALES Y EQUIPOS

1.1.1 Herramientas

- Barretilla de punta plana.
- Martillo.
- Punzon.
- Sincel.
- Tecla de 2 Ton.
- Llaves 38, 9/16, 3/4, 19

1.1.2 Equipos de Protección personal

- Botas de punta de acero
- Casco de seguridad
- Conos de seguridad.
- Guantes de seguridad
- Lestes de seguridad.
- Mascarilla

1.8. SEGURIDAD

Para realizar esta tarea, antes de iniciar sus actividades deberá verificar que las siguientes condiciones se encuentren controladas:

SEGURIDAD:

Consecuencia	Riesgo/ Factor de riesgo	Control
Fractura	Caída / objetos en el suelo	Mirar siempre el área de trabajo
Heridas cortantes	Corte / filo de gurdas	Usar guantes de seguridad
Fractura	Golpe / herramienta	Usar de forma correcta las herramientas

1.9. OTROS

Responsable: Técnico mecánico y ayudante.

Alcance: Molino de martillos

6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

21. Pedir permiso al supervisor de turno.
22. Bloquear el equipo.
23. Cercar el área de trabajo con conos de seguridad.
24. Cuadrar el teclé 2Ton.
25. Aflojar pernos de tapas laterales con llave 38mm.
26. Retirar guarda que protege chumacera con llave 9/16.
27. Abrir la tapa con el teclé, subir lentamente siempre mirar que no exista ningún objeto encima de la tapa.
28. Aflojar pernos de 3/8 que lleva el eje.
29. Retirar el eje y retirar un martillo y colocarlo en el suelo ordenadamente y así sucesivamente.
30. Al retirar los ejes y martillos verificar en que estados se encuentran los ejes se estuvieran desgastados rellenar con soldadura o cambiar.

31. Después retirar la rejilla con barretilla, verificar en que estado se encuentran las platinas si estuvieran en mal estado llevar la rejilla al taller si estuvieran dobladas calentar y enderessarlas si faltaran completar con platinas nuevas.
32. Verificar estado de todos los pernos que hubiesen si estan mal proceder a cambiarlos.
33. Aflojando buje con llave y retirar chumacera con rodamiento verificar su estado.
34. Verificar estado de las fajas.
35. El motor electrico llevar al taller y realizar mantenimiento.
36. El armado se realiza inversamente.

Procedimiento para el molino de martillos 2

1. Pedir permiso al supervisor de turno.
2. Bloquear el equipo.
3. Cercar el área de trabajo con conos de seguridad.
4. Retirar los pernos del descargador con llave 19 o $\frac{3}{4}$.
5. Retirar el chute manualmente.
6. Colocar el tecele / retirar los pernos con llave de 19 del molino de martillos.
7. Retirar el eje y retirar un martillo y colocarlo en el suelo ordenadamente y asi sucesivamente.

8. Al retirar los ejes y martillos verificar en que estados se encuentran los ejes se estuvieran desgastados rellenar con soldadura o cambiar.
9. Despues retirar la rejilla con barretilla, verificar en que estado se encuentran las platinas si estuvieran en mal estado llevar la rejilla al taller si estuvieran dobladas calentar y enderesarlas si faltaran completar con platinas nuevas.
10. Verificar estado de todos los pernos que hubiecen si estan mal proceder a cambiarlos.
11. Aflojando buje con llave y retirar chumacera con rodamiento verificar su estado.
12. Verificar estado de las fajas.
13. El motor electrico llevar al taller y realizar mantenimiento.
14. El armado se realiza inversamente.

Procedimiento para el molino de martillos 3

1. Pedir permiso al supervisor de turno.
2. Bloquear el equipo.
3. Cercar el área de trabajo con conos de seguridad.
4. Retirar los pernos de la brida de la tapa del molino.
5. Retirar pasador del eje.

6. Retirar el eje y retirar un martillo y colocarlo en el suelo ordenadamente y así sucesivamente.
7. Al retirar los ejes y martillos verificar en que estados se encuentran los ejes se estuvieran desgastados rellenar con soldadura o cambiar.
8. Después retirar la rejilla con barretilla, verificar en que estado se encuentran las platinas si estuvieran en mal estado llevar la rejilla al taller si estuvieran dobladas calentar y enderessarlas si faltaran completar con platinas nuevas.
9. Verificar estado de todos los pernos que hubiesen si están mal proceder a cambiarlos.
10. Aflojando buje con llave y retirar chumacera con rodamiento verificar su estado.
11. Verificar estado de las fajas.
12. El motor eléctrico llevar al taller y realizar mantenimiento.
13. El armado se realiza inversamente.

7. Observaciones

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ACCIÓN INMEDIATA PARA CORRECCIÓN		
ANOMALÍAS	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
Altas vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste de rodamientos. ➤ Desgaste de martillos ➤ Faja rota. ➤ Material indeseable dentro del molino. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para el quipo y cambiar rodamientos. ➤ Voltar los martillos o cambiarlos. ➤ Cambiar de faja y verificar el estado de las demás. ➤ Para el equipo y realizar limpieza y verificar como llego ese material la molino
Molor recalentado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste de rodamientos. ➤ Fajas rotas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambio de rodamientos ➤ Cambiar fajas

	Procedimiento de Mantenimiento	Código	-MOM-MEC-2
		Revisión	1.0
	Procedimiento de cambio y volteo de martillos	Área	Molienda
		Páginas	99 / 120

7. CONDICIONES NECESARIAS		
1.10. MATERIALES Y EQUIPOS		
<p>1.1.1 Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Barretilla de punta plana. ➤ Martillo. ➤ Punzon. ➤ Sincel. ➤ Tecla de 2 Ton. ➤ Llaves 38, 9/16, 3/4, 19 <p>1.1.2 Equipos de Protección personal</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Botas de punta de acero ➤ Casco de seguridad ➤ Conos de seguridad. ➤ Guantes de seguridad ➤ Lestes de seguridad. ➤ Mascarilla 		
1.11. SEGURIDAD		
<p>Para realizar esta tarea, antes de iniciar sus actividades deberá verificar que las siguientes condiciones se encuentren controladas:</p> <p>SEGURIDAD:</p>		
Consecuencia	Riesgo/ Factor de riesgo	Control
Fractura	Caída / objetos en el suelo	Mirar siempre el área de trabajo
Heridas cortantes	Corte / filo de gurdas	Usar guantes de seguridad

Fractura	Golpe / herramienta	Usar de forma correcta las herramientas
1.12. OTROS		
Responsable: Técnico mecánico y ayudante. Alcance: Molino de martillos		
8. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES		
<p>37. Pedir permiso al supervisor de turno.</p> <p>38. Bloquear el equipo.</p> <p>39. Cercar el área de trabajo con conos de seguridad.</p> <p style="text-align: center;">Procedimiento para el molino de martillos 3</p> <p>40. Cuadrar el tecele 2Ton.</p> <p>41. Aflojar pernos de tapas laterales con llave 38mm.</p> <p>42. Retirar guarda que protege chumacera con llave 9/16.</p> <p>43. Abrir la tapa con el tecele, subir lentamente siempre mirar que no exista ningún objeto encima de la tapa.</p> <p>44. Aflojar pernos de 3/8 que lleva el eje.</p> <p>45. Retirar el eje y retirar un martillo y colocarlo en el suelo ordenadamente y así sucesivamente.</p>		

46. Después voltear los martillos (o cambiarlos por nuevos) colocarlos inversamente como se retiró.

47. Una vez terminada la operación verificar que no hay quedado alguna herramienta dentro del molino de martillo.

48. Cerrar la tapa inversamente como se abrió.

Procedimiento para el molino de martillos 2

15. Pedir permiso al supervisor de turno.

16. Bloquear el equipo.

17. Cercar el área de trabajo con conos de seguridad.

18. Retirar los pernos del descargador con llave 19 o $\frac{3}{4}$.

19. Retirar el chute manualmente.

20. Colocar el teclé / retirar los pernos con llave de 19 del molino de martillos.

21. Retirar el eje y retirar un martillo y colocarlo en el suelo ordenadamente y así sucesivamente.

22. Después voltear los martillos (o cambiarlos por nuevos) colocarlos inversamente como se retiró.

23. Una vez terminada la operación verificar que no hay quedado alguna herramienta dentro del molino de martillo.

24. Cerrar la tapa inversamente como se abrió.

Procedimiento para el molino de martillos 1

14. Pedir permiso al supervisor de turno.

15. Bloquear el equipo.

16. Cercar el área de trabajo con conos de seguridad.

17. Retirar los pernos de la brida de la tapa del molino.

18. Retirar pasador del eje.

19. Retirar el eje y retirar un martillo y colocarlo en el suelo ordenadamente y así sucesivamente.

20. Después voltear los martillos (o cambiarlos por nuevos) colocarlos inversamente como se retiró.

21. Una vez terminada la operación verificar que no hay quedado alguna herramienta dentro del molino de martillo.

22. Cerrar la tapa inversamente como se abrió.

9. Observaciones

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ACCIÓN INMEDIATA PARA CORRECCIÓN		
ANOMALÍAS	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
Altas vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste de rodamientos. ➤ Desgaste de martillos ➤ Faja rota. ➤ Material indeseable dentro del molino. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para el quipo y cambiar rodamientos. ➤ Voltar los martillos o cambiarlos. ➤ Cambiar de faja y verificar el estado de las demás. ➤ Para el equipo y realizar limpieza y verificar como llego ese material la molino
Molor recalentado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste de rodamientos. ➤ Fajas rotas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambio de rodamientos ➤ Cambiar fajas

	Procedimiento de Mantenimiento	Código	PM-MOM- MEC-3
		Revisión	1.0
	Procedimiento de inspección al molino de martillo	Área	Molienda
		Páginas	104 / 120

9. CONDICIONES NECESARIAS

1.13. MATERIALES Y EQUIPOS

1.1.1 Herramientas

- Pirómetro.
- Tablero de apuntes.
- Trapo.

1.1.2 Equipos de Protección personal

- Botas de punta de acero
- Casco de seguridad
- Conos de seguridad.
- Guantes de seguridad
- Lestes de seguridad.
- Mascarilla

1.14. SEGURIDAD

Para realizar esta tarea, antes de iniciar sus actividades deberá verificar que las siguientes condiciones se encuentren controladas:

SEGURIDAD:

Consecuencia	Riesgo/ Factor de riesgo	Control
Fractura	Caída / objetos en el suelo	Mirar siempre el área de trabajo
Heridas cortantes	Corte / filo de gurdas	Usar guantes de seguridad
Fractura	Golpe / herramienta	Usar de forma correcta las herramientas

1.15. OTROS

Responsable: Técnico mecánico y ayudante.

Alcance: Molino de martillos

10. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- 49. Pedir permiso al supervisor de turno.
- 50. Verificar ruidos extraños en molino de martillos.

- 51. Verificar estado de la faja.

- 52. Verificar temperatura del motor electrico.

- 53. Verificar estado de los martillos.

- 54. Verificar estado de rejillas.

- 55. Verificar estado de ejes.

- 56. Verificar ajuste de los pernos.

11. Observaciones

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. ACCIÓN INMEDIATA PARA CORRECCIÓN

ANOMALÍAS	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
Altas vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste de rodamientos. ➤ Desgaste de martillos ➤ Faja rota. ➤ Material indeseable dentro del molino. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para el quipo y cambiar rodamientos. ➤ Voltar los martillos o cambiarlos. ➤ Cambiar de faja y verificar el estado de las demás. ➤ Para el equipo y realizar limpieza y verificar como llevo ese material la molino
Molor recalentado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste de rodamientos. ➤ Fajas rotas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambio de rodamientos ➤ Cambiar fajas

MOTOR ELECTRICO

MOTOR	
DATOS GENERALES	
AREA	MOLIENDA
DESCRIPCION DEL PROCESO	MOLIENDA DE PIEDRA
TAG	
FECHA DE TOMA DE DATOS	2/12/2010
CRITICIDAD	B
DATOS DE ACTIVO	
MARCA	WEG
MODELO	23JAN07CA0857
Nº SERIE	DNE
FABRICANTE	WEG
DATOS ESPECÍFICOS	
FRAME (CARCASA)	200M
POTENCIA (HP)	30
TORQUE (Nm)	DNE
BLOQUEO DEL MOMENTO MIN. TORQUE	DNE
DESIGNACIÓN NEMA	IEC
AÑO DE FABRICACIÓN	2008
VELOCIDAD NOMINAL (RPM)	3550
FRECUENCIA (Hz)	60
NUMERO DE FASES	3
TENSIÓN (V)	220/380/440
CORRIENTE (A)	0.99/57.3/49.5
FACTOR DE POTENCIA	0.88
FACTOR DE SERVICIO	1.15
SERVICIO	S1
CONEXIÓN	DNE
EFICIENCIA (%)	90.4
PROTECCIÓN CORROSIVA	IP55
GRADO DE PROTECCION	TEFC
PESO (Kg)	213
PINTURA	ANTICORROSIVA
RODAMIENTOS	6312 - C3 / 6312 - Z - C3



MOLINO DE MARTILLOS 2

MOLINO DE MARTILLOS 2	
DATOS GENERALES	
AREA	MOLIENDA
DESCRIPCION DEL PROCESO	CIRCUITO 2
TAG	MM-2
FECHA DE TOMA DE DATOS	1/04/2011
CRITICIDAD	A
DATOS DE ACTIVO	
MARCA	X
MODELO	X
N° SERIE	X
FABRICANTE	X
DATOS ESPECIFICOS	
AÑO DE FABRICACIÓN	1999
ABERTURA DE ALIMENTACIÓN	24" X 20"
VELOCIDAD (RPM)	1800
MATERIAL DEL TANQUE	CAL EN TROZOS
CAPACIDAD DEL TANQUE(m3)	0.5
FLUJO (TN/HR)	4
CANT. DE MARTILLOS	52
CANT. DE EJES	8
TRANSMISION	
TRANSMISION	FAJA
TIPO DE FAJA	B - 93
CANT. DE FAJAS	5
CHUMACERA	
TIPO	SNL 518 - 615
RODAMIENTO	22218 EK
MANGUITODE FIJACION	H 318
RETEN	CR 80X100X10



HELICOIDE

HELICOIDE	
DATOS GENERALES	
AREA	MOLIENDA
DESCRIPCION DEL PROCESO	CIRCUITO 3
TAG	HEL-21
FECHA DE TOMA DE DATOS	3/02/2011
CRITICIDAD	A
DATOS DE ACTIVO	
MARCA	X
MODELO	X
Nº SERIE	X
FABRICANTE	X
DATOS ESPECÍFICOS	
AÑO DE FABRICACIÓN	X
RPM	35
ANCHO (mm)	390
ALTURA (mm)	440
LONGITUD TOTAL (mm)	10000
PESO TOTAL (Kg)	1000
CANT. DE DESCANSOS	5
TRANSMISION	CADENA
PASO DE CADENA	ASA 100 / 1 1/4"
EJE PRINCIPAL	
DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	63.75
DIÁMETRO INTERIOR (mm)	50
LONGITUD (mm)	7000
EJE HELICOIDAL	
DIÁMETRO (mm)	74
PASO FIJO (mm)	130
NUMERO DE ESPIRAS	30
LONGITUD DEL GUSANO (mm)	7000
MATERIAL	ACERO ESTRUCTURAL