

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ASFALTO EN
CALIENTE Y CHANCADORA DE PIEDRA**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JUAN FRANCISCO CHIROQUE CELI

**PROMOCIÓN
2006 - II**

**LIMA – PERÚ
2011**

**IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ASFALTO EN
CALIENTE Y CHANCADORA DE PIEDRA**

*Al Padre Juan Dumont Chauffour por todo
el apoyo, cariño, aliento, constancia, fé y
sobre todo confianza en éste mi extraño,
sobresaltado, laberíntico y duro camino.*

SUMARIO

El presente informe pretende establecer los lineamientos de la implementación de un plan de mantenimiento de la Planta Procesadora de Asfalto en Caliente y Chancadora de Piedra “La Pluma” - Batangrande, cuya administración está a cargo del Gobierno Regional de Lambayeque.

En el marco del proceso de descentralización, esta planta fue cedida en afectación en uso para la ejecución de obras viales en el año 2003 a través del Convenio N° 016-2003/MTC/02 entre el Ministerio de Transportes y Comunicaciones al Gobierno Regional de Lambayeque, sólo con las instalaciones electromecánicas, equipos y maquinarias que intervienen en la ejecución de proyectos de construcción de carreteras, calles y pistas. Es decir, sin personal o equipo humano con capacidad y experiencia adecuada en el manejo y operación de este tipo de plantas y por ende sin un adecuado sistema o plan de mantenimiento que permita la operatividad óptima con los estándares modernos de eficiencia, rendimiento y productividad.

Este plan implementado fue una necesidad imperativa, en vista de la carencia de un adecuado control y planeamiento del mantenimiento de la maquinaria y equipos electromecánicos que conforman dicha planta. Es decir, se llevaba a cabo siempre un mantenimiento correctivo con frecuentes y prolongadas paradas, con las consecuentes pérdidas que esto ocasionaba.

En este trabajo, se presenta la descripción de la planta con todos sus equipos y maquinarias, el análisis de la problemática y necesidad y la implementación de un programa de mantenimiento adecuado, teniendo en cuenta que como Estado, la adquisición o compras de insumos, repuestos, equipos, herramientas, etc. pasa por un proceso sujeto a la normatividad establecida para las adquisiciones y compras por parte del estado.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
GENERALIDADES	
1.1 Nociones breves sobre asfaltos	3
1.2 Nociones sobre Plantas de asfalto	5
CAPITULO II	
FUNDAMENTO TEORICO	
2.1 Definición	7
2.2 Breve historia del mantenimiento	7
2.3 Objetivos del mantenimiento	8
2.4 Tipos de mantenimiento	9
2.4.1 Correctivo o a la rotura	9
2.4.2 Predictivo o basado en la condición	9
2.4.3 Preventivo o basado en el tiempo	10
2.4.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	11
2.4.5 Mantenimiento de Mejora (DOM)	12
2.4.6 Mantenimiento de Oportunidad	12
2.4.7 Mantenimiento Proactivo	12
2.4.8 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)	12
2.5 Procesos principales del mantenimiento	14
2.5.1 Programación	14
2.5.2 Administración de repuestos y materiales	14
2.5.3 Información	15
2.5.4 Reportes	15
2.5.5 Preparación	15
2.6 Actividades en el mantenimiento	16
2.6.1 Calibración	16
2.6.2 Inspección	16
2.6.3 Pruebas de aceptación	17

2.6.4	Limpieza	17
2.6.5	Lubricación	17
2.6.6	Pruebas de Funcionamiento	17
2.7	Definiciones básicas	17
2.8	Indicadores de mantenimiento	18

CAPITULO III

ESTADO SITUACIONAL DE LA PLANTA

3.1	Ubicación	21
3.2	Presentación general de las Plantas	21
3.2.1	Planta Procesadora de Asfalto en Caliente	22
3.2.2	Planta Chancadora	23
3.3	Descripción del proceso productivo	24
3.3.1	Zona 1	25
3.3.2	Zona 2	25
3.3.3	Zona 3	25
3.3.4	Zona 4	26
3.3.5	Zona 5	26
3.3.6	Zona 6	26
3.3.7	Zona 7	27
3.3.8	Zona 8	27
3.3.9	Zona 9	28
3.3.10	Zona 10	28
3.4	Personal	29
3.5	Infraestructura y equipos de mantenimiento	32
3.6	Descripción de los sistemas y equipos componentes de las plantas	33
3.6.1	Sistema de Acumulación de Material	33
3.6.2	Sistema de Transporte del Material Bruto	33
3.6.3	Sistema de Alimentación Vibratoria	34
3.6.4	Sistema de Trituración Primaria	34
3.6.5	Sistema de Transporte de Material	34
3.6.6	Sistema de Zaranda Clasificatoria de Material	35
3.6.7	Sistema de Trituración Secundaria	35
3.6.8	Sistema de Dosificación de los Silos de Abastecimiento	36

3.6.9	Sistema Quemador o Calentamiento de Agregados	37
3.6.10	Sistema de Calentamiento del Cemento Asfáltico o Caldero	39
3.6.11	Sistema de Inyección del Cemento Asfáltico	40
3.6.12	Sistema de Mezclado o Drum Mixer	41
3.6.13	Sistema de Exhaustión de Gases	41
3.6.14	Sistema de Cadena Elevadora o Elevador de Mezcla	42
3.6.15	Sistema de Presilo y Silo de Almacenamiento	42

CAPITULO IV

ANALISIS E IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA

4.1	Organización	45
4.2	Capacidad del Personal	45
4.3	Operación en fallas	46
4.4	Registro histórico de fallas	46
4.5	Almacén y adquisición de repuestos	47
4.6	Mantenimiento aplicado	49

CAPITULO V

IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

5.1	Tipo de Mantenimiento a aplicar	51
5.2	Objetivos	54
5.3	Funciones y responsabilidades	54
5.3.1	Residente de Planta	54
5.3.2	Operador de Planta Chancadora	55
5.3.3	Operador de Planta de Asfalto	56
5.3.4	Electricista Industrial	57
5.3.5	Almacenero	57
5.3.6	Personal del taller del SEM	58
5.3.7	Operadores de maquinaria pesada	58
5.3.8	Laboratorista	59
5.4	Recomendaciones e instrucciones	59
5.5	Fichas técnicas de registros, de evaluación y control	61
5.6	Abastecimiento logístico	62
5.6.1	Adquisición de equipos y herramientas	63
5.7	Procedimientos del programa de mantenimiento	63

5.7.1	Inspección y verificación de sistemas	64
5.8	Cronograma de tareas de mantenimiento	79
5.9	Registro de información, inspección y verificación de los sistemas	79

CAPITULO VI

RESULTADOS E INDICADORES DE MANTENIMIENTO

6.1	Horas trabajadas	81
6.2	Número de Fallas	82
6.3	Tiempo de reparaciones	82
6.4	Cálculo del TMEF, TMPR y la Disponibilidad	82

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	85
Recomendaciones	86

ANEXOS

Anexo A

Especificaciones Técnicas de Equipos de los Sistemas	89
--	----

Anexo B

Tablas y Cuadros	101
------------------	-----

Anexo C

Fichas técnicas de registro y control	133
---------------------------------------	-----

Anexo D

Fotos	147
-------	-----

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

En la actualidad, la eficiencia y por ende la productividad, son parámetros que signan la optimización en el uso de los recursos sea humanos o físicos. Mientras éstos generen el retorno satisfactorio de la inversión que se hace al adquirirlos, se tendrá asegurada la maximización de los resultados, a través de la mayor productividad, calidad y competitividad con menores costos de producción.

Los retos que nos plantean los grandes cambios que impone la globalización de la economía nos impulsa a buscar las mejoras en los estándares de rendimiento en la producción. Los costos de producción siempre buscarán ser disminuidos en la medida que aumentemos y optimicemos la productividad. Esta disminución tiene indicativo importante en el establecimiento de un adecuado control del proceso de producción, el cual pasa fundamentalmente por una permanente continuidad operativa y el buen estado de conservación y funcionamiento de los equipos que intervienen el proceso productivo.

Este funcionamiento continuo de nuestros equipos estará garantizado con la implementación de un eficiente y organizado plan de mantenimiento. Esto finalmente garantizará una capacidad de producción con calidad, seguridad y rentabilidad.

La Planta Procesadora de Asfalto en Caliente y Chancadora de Piedra, “La Pluma” – Batangrande, objeto del presente estudio, es en la actualidad una fuente ingente de ingresos a la cuenta RDR – Recursos Directamente Recaudados – del Gobierno Regional Lambayeque; esto debido a que es la única planta de su tipo que existe actualmente en la región. Esto obviamente genera una sobredemanda de producción del asfalto en caliente, más aún con el impulso que se tiene tanto para la ejecución de proyectos de construcción de carreteras de pequeña, mediana y gran envergadura o de pavimentación de calles y avenidas de las ciudades, tanto de parte del Gobierno Regional, Gobiernos Locales respectivamente, así como de empresas privadas para la ejecución de obras de asfaltado diversas.

Objetivo del Informe

Mantener operativa una planta en condiciones de sobredemanda es un reto que nos impulsa a establecer un plan de mantenimiento que garantice la continuidad operativa dado que las

obras de carácter público o privado tienen sus plazos de ejecución y entrega, caso contrario se someten a las penalidades que establece la normatividad vigente. Esta imperativa obligación hace que la planta deba estar en permanente producción a fin de cumplir con la programación establecida de entrega de la mezcla asfáltica en caliente para ejecutar las partidas de colocación de la carpeta asfáltica que se programen.

Se pretende a través de este informe demostrar la eficacia de la implementación de un plan de mantenimiento a la planta procesadora de asfalto en caliente y planta chancadora, mediante el cual se busca mantener operativa la planta en forma continua o totalmente, es decir tener una óptima disponibilidad de los equipos e instalaciones que permitan de esta manera aumentar y optimizar la productividad y por ende elevar los ingresos por recursos propios o Directamente Recaudados del Gobierno Regional. Estos objetivos se verán logrados y reflejados en los cuadros estadísticos que muestran el aumento de la producción anual y por ende en los ingresos.

Contenido .

Se presenta la descripción de la operación y equipos que conforman la planta, el proceso de producción, la necesidad y la implementación del plan de mantenimiento.

En el capítulo 1 se presenta una breve introducción a los pavimentos asfálticos y a las plantas de asfalto.

En el capítulo 2 establecemos el marco teórico que nos permite la implementación del plan de mantenimiento y las justificaciones respectivas.

En el capítulo 3 se hace la presentación del proceso productivo y una descripción general de la planta, de los sistemas y equipos electromecánicos que la conforman.

En el capítulo 4 se hace el diagnóstico y situación general de las plantas en cuanto a su mantenimiento y operatividad.

En el capítulo 5 se describe la aplicación del plan de mantenimiento con los objetivos, procedimientos, funciones, recomendaciones e instrucciones.

En el capítulo 6 se establecen los resultados a través de los indicadores que permiten establecer la eficacia de la aplicación del plan de mantenimiento propuesto.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Nociones breves sobre asfaltos

El pavimento es un conjunto de capas de material clasificado que se colocan sobre el terreno previamente preparado y que luego reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Es pues una estructura de capas diseñada y construida para soportar cargas estáticas y dinámicas, con una transitabilidad adecuada. Se construye apoyada íntegramente sobre el terreno que previamente ha sido preparado para recibirla, estas capas reciben el nombre de subrasantes, subases y bases. La cuarta y última capa se denomina carpeta asfáltica, la cual puede ser una mezcla de asfalto en frío o mezcla de asfalto en caliente; ésta última es la que se produce en una planta procesadora de asfalto en caliente.

Para que un pavimento tenga un adecuado funcionamiento debe cumplir con ciertas condiciones de anchura, trazo horizontal y vertical y una resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos y a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, además de una adherencia adecuada entre los neumáticos del vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas.

Existen dos tipos básicos de pavimentos:

El pavimento rígido; es aquel en el que la carpeta asfáltica se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa en las juntas de las losas. También puede ser asfalto en frío. La puesta en obra o de colocación de la mezcla asfáltica en frío se realiza a temperatura ambiente.

El pavimento flexible en caliente; en éste, la carpeta asfáltica está constituida por una mezcla uniforme de agregados minerales gruesos y finos, mezcla bituminosa o cemento asfáltico o también denominada PEN y aditivo, calentados a una temperatura de 150°C de manera que todas las partículas del agregado queden muy bien recubiertas por una película

homogénea de PEN o cemento asfáltico; El cemento asfáltico PEN es el encargado de unir entre sí los agregados y todas las partículas y de impermeabilizar el pavimento. Para cualquiera de los métodos de diseño, uno de los objetivos principales es la obtención de la mejor proporción del cemento asfáltico para cada combinación predeterminada de los agregados. Conocer la proporción correcta de cemento asfáltico influye mucho en todos los factores que permiten obtener una buena mezcla además de reducir los costos, debido a la correcta utilización principalmente del cemento asfáltico.

En decir, un adecuado diseño con las proporciones correctas de los agregados y del cemento asfáltico son determinantes para una mejor calidad de la mezcla.

Esta mezcla se realiza en una planta; tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, es el más recomendado y el que más se utiliza debido a que es más económico, durable, de servicio cómodo al tránsito y es de uso inmediato.

La puesta en obra se realiza a temperaturas muy superiores a la de ambiente, pues en caso contrario, esta mezcla asfáltica no pueden extenderse y menos aún compactarse adecuadamente.

Este tipo de pavimentos es el que en la actualidad es usado con más frecuencia y constituye el tipo más generalizado de mezcla asfáltica.

La mezcla asfáltica en caliente debe cumplir con las normas establecidas que garanticen las propiedades que deben cumplir como:

- Estabilidad: Que es la capacidad para resistir los esfuerzos inducidos por el tránsito que producen las deformaciones.
- Durabilidad: Que es la capacidad para resistir factores como desintegración de agregados, cambios en las propiedades del asfalto a consecuencia del tránsito y clima.
- Impermeabilidad: Resistencia que ofrecerá al paso de aire o agua.
- Trabajabilidad: Facilidad para que el pavimento pueda colocarse y compactarse.
- Flexibilidad: Capacidad del pavimento para adaptarse a los movimientos y asentamientos de la base y subrasante.
- Resistencia a la Fatiga: Capacidad de soportar los esfuerzos provocados por el tránsito.
- Resistencia al Deslizamiento: Capacidad de superficie del pavimento cuando se encuentra mojado, para ofrecer resistencia al deslizamiento.

La mezcla asfáltica en caliente una vez salida de la planta y previo control de calidad a través de pruebas en el laboratorio en las que las propiedades anteriormente mencionadas son comprobadas, es transportada por volquetes hacia la obra en ejecución, luego colocada

en la base previamente imprimada con un riego de liga, que permita la adherencia entre ambas capas.

La colocación de la mezcla se realiza a través del un tren de asfalto compuesto por una esparcidora o pavimentadora, un rodillo vibratorio y un rodillo neumático.

1.2 Nociones sobre Plantas de asfalto

Una planta procesadora de asfalto es un conjunto de equipos, dispositivos, elementos, mecanismos y sistemas dispuestos de manera tal que su funcionamiento permiten la producción de mezcla asfáltica en caliente través de un sistema de mezclado de agregados y material bituminoso.

Existen básicamente dos tipos de plantas de asfalto en caliente: las tradicionales plantas de batch y las plantas de mezcla continua. Dentro de la categoría de plantas continuas, están las plantas de mezcla en tambor o Drum Mixer y las plantas continuas con mezcla fuera del tambor.

Las plantas de mezcla en tambor o Drum Mixer son las que han experimentado la mayor evolución, y son las que hoy en día la mayoría de los fabricantes ofrecen como equipo estándar en distintas versiones y variables.

Se dividen fundamentalmente en: plantas de flujo paralelo y plantas de contraflujo.

Plantas de Batch

Las primeras plantas de mezcla en caliente eran del tipo batch, y aun en el presente existen algunos fabricantes que producen ciertos modelos bajo pedido, principalmente en Europa. Su evolución prácticamente se detuvo desde que empezó el auge de las plantas continuas; sin embargo la preferencia que muchos usuarios han tenido por este tipo de plantas, por múltiples razones, las ha mantenido vivas.

En una planta de batch los agregados vírgenes son pre-clasificados en frío y alimentados al tambor, donde son completamente secados y calentados, luego son elevados a una torre donde son reclasificados por un sistema de tamices y almacenados en unas tolvas en caliente; posteriormente se pesa una por una la cantidad de cada tipo de agregado necesaria para producir el diseño de mezcla requerido.

La dosificación de cada componente se hace en forma independiente y sin ningún contenido de humedad. A medida que se pesa cada uno de los agregados, son enviados a un mezclador de paletas de doble eje, primero se inicia el mezclado en seco y luego se le agrega el cemento asfáltico que también es pesado en forma independiente. Cuando se considera que el batch (una cantidad específica de mezcla asfáltica que depende del

tamaño de la planta) está completamente listo (homogéneamente mezclado y revestidas de asfalto todas las partículas de agregado), es descargado directamente a los camiones o en ocasiones enviado a un silo de almacenamiento.

Plantas Continuas de Mezcla en Tambor (Drum Mixer) de Flujo Paralelo

Antes del desarrollo del Drum Mixer, salieron al mercado algunas versiones de plantas continuas, pero estas tenían un sistema de mezcla y dosificación continua de asfalto separado del tambor secador. Estos diseños en general no fueron muy exitosos.

El primer modelo de una planta de mezcla en tambor fue lanzado al mercado en 1970 por la empresa CMI Corporation; de inmediato casi todos los grandes fabricantes comenzaron a producir este tipo de plantas. La fuerte competencia suscitada es lo que ha permitido la rápida evolución de estas plantas hasta alcanzar los altos niveles tecnológicos que hoy en día conocemos.

En una planta de mezcla en tambor se tienen solamente cinco componentes básicos: sistema de alimentación de agregados en frío o silos de abastecimiento, sistema de inyección de cemento asfáltico, tambor mezclador, silo de almacenamiento, sistema de elevación, y equipo de control de emisiones o exhaustor; opcionalmente se utiliza un sistema de suministro de filler.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Definición

El mantenimiento es el conjunto de acciones y operaciones emprendidas en una organización a efectos de preservar y conservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad y respetando la seguridad, salud y cuidado del medio ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño, con la optimización de costos como objetivo asociado y que proporcione un mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

2.2 Breve historia del mantenimiento

Desde el principio de la humanidad, hasta finales del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento no tuvieron un gran desarrollo debido a la menor importancia que tenía la máquina con respecto a la mano de obra, ya que hasta 1880 el 90% del trabajo lo realizaba el hombre y la máquina solo hacía el 10%. La conservación que se proporcionaba a los recursos de las empresas era solo mantenimiento correctivo (las máquinas solo se reparaban en caso de paro o falla importante).

Con la 1ª guerra mundial, en 1914, las máquinas trabajaron a toda su capacidad y sin interrupciones, por este motivo la máquina tuvo cada vez mayor importancia. Así nació el concepto de mantenimiento preventivo que a pesar de ser oneroso, era necesario.

A partir de 1950 gracias a los estudios de fiabilidad se determinó que a una máquina en servicio siempre la integraban dos factores: la máquina y el servicio que esta proporciona. De aquí surge la idea de preservar, o sea, cuidar que este dentro de los parámetros de calidad deseada. De esto se desprende el siguiente principio: el servicio se mantiene y el recurso se preserva por esto se hicieron estudios cada vez más profundos sobre fiabilidad y mantenibilidad. Así nació la ingeniería de conservación (preservación y mantenimiento).

El año de 1950 es la fecha en que se toma a la máquina como un medio para conseguir un fin, que es el servicio que ésta proporciona. El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico; a los inicios era visto como actividades correctivas para

solucionar fallas. Las actividades de mantenimiento eran realizadas por los operarios de las maquinas; con el desarrollo de las máquinas se organizan los departamentos de mantenimiento no solo con el fin de solucionar fallas sino de prevenirlas y actuar antes que se produzca la falla; en esta etapa se tiene ya personal dedicado a estudiar en que período se produce las fallas con el fin de prevenirlas y garantizar eficiencia para evitar los costes por averías.

Actualmente el mantenimiento busca aumentar y confiabilizar la producción; aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento asistido por computador y el mantenimiento basado en la confiabilidad.

El mantenimiento es pues uno de los ejes fundamentales dentro de la industria, está cuantificado en la cantidad y calidad de la producción; el mismo que ha estado sujeto a diferentes cambios al paso del tiempo; en la actualidad el mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad en la producción.

2.3 Objetivos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento los podemos resumir en:

- Garantizar el funcionamiento regular de los equipos, instalaciones y servicios, es decir la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos e instalaciones.
- Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos que forman parte de las instalaciones maximizando su vida su vida útil.
- Obtener información de la capacidad de producción de la planta a través del estado de sus maquinas y equipos.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar la productividad y eficiencia disminuyendo los costos de mantenimiento de mano de obra en reparación.
- Anticiparse y planificar con precisión las necesidades de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.

Son los objetivos probables dentro de una industria, éstos estarían garantizando la disponibilidad de equipo y las instalaciones con una alta confiabilidad de la misma y con el menor costo posible.

El mantenimiento no debe verse como un costo si no como una inversión ya que está ligado directamente a la producción, disponibilidad, calidad y eficiencia; el equipo de mantenimiento debe estar perfectamente entrenado y motivado para llevar a cabo la tarea

de mantenimiento; se debe tener presente la construcción, diseño y modificaciones de la planta industrial como también debe tener a mano la información del equipo, herramienta insumos necesarios para el mantenimiento. El mantenimiento requiere planeación, calidad, productividad, trabajo en equipo, para reducir costos y pérdidas.

2.4 Tipos de mantenimiento

Se pueden establecer los siguientes tipos de mantenimiento:

2.4.1 Correctivo o a la rotura

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. El mantenimiento correctivo, es pues, es la acción técnica administrativa que se utiliza cuando un equipo e instalación ha dejado de funcionar o lo hace defectuosamente y se tiene que entrar a reparar.

Esto origina cargas de trabajo incontrolables que causan grandes actividades, equipos fuera de uso por largos tiempos, lo cual ocasiona sobre costos por pago de trabajos extras, compra de materiales y repuestos en forma inmediata. En resumen son las consecuencias lógicas cuando se sufre un accidente inesperado.

Se clasifica en:

No planificado. Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Planificado. Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

2.4.2 Predictivo o basado en la condición

Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables, en observaciones que indican tendencias y que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas.

Es más una filosofía que un método de trabajo.

Se basa fundamentalmente en detectar una falla antes que ésta suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio; se usa para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas. Por ejemplo, permite estimar la vida que le resta a un equipo, aislamiento, rodamientos, recipientes, motores, etc.

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados y sin necesidad de interrumpir el trabajo.

2.4.3 Preventivo o basado en el tiempo

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos en base a parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, ajuste, recambios y reemplazos programados de ciertas piezas o partes vulnerables aumentando la seguridad del equipo con el propósito de mantenerlos en buen estado de funcionamiento, evitar y detectar fallas menores antes que éstas se conviertan en defectos mayores reduciendo la probabilidad de fallas mayores.

Es pues un procedimiento periódico para minimizar el riesgo de fallo ocasionando paradas largas por averías graves, lo cual proporciona grandes costos y de esta manera asegurar la continua operación de los equipos, logrando de esta manera extender su vida útil.

Se basa en inspecciones diarias o rutinas semanales y en algunos casos acciones inmediatas al presentarse la falla de una pieza por desgaste o mala lubricación las cuales no estaban programadas.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de Conservación, Confiabilidad, Mantenibilidad y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

La finalidad del mantenimiento preventivo es: encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por usuarios, operadores, y mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc.

2.4.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Es un sistema de organización donde la responsabilidad recae no sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa.

El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos.

Es un enfoque que optimiza la efectividad de los equipos, evitado las averías frecuentes y promueve el mantenimiento autónomo y operarios a través de actividades día a día que incluyen a todo el personal.

Las metas proyectadas a través de este tipo de mantenimiento son:

- Cero tiempos de paradas no planificadas.
- Cero productos defectuosos causados por equipos.
- Cero pérdidas de velocidad (averías, fallas, paradas).

El TPM, es un concepto que persigue el mismo objetivo de siempre:

- Compromete desde el primer momento de su implementación a los más altos responsables de la empresa.
- Es un programa a largo plazo.
- El mantenimiento entendido hasta ahora, se convierte en una parte más del proceso de manufactura, deja de ser una actividad independiente.
- Transforma todo el entorno de trabajo, y no sólo en la parte productiva.
- Los resultados son tangibles y medibles.
- Hace el trabajo más fácil, seguro y eficiente.
- Es una filosofía de trabajo, no una moda.
- Genera un sentido de propiedad en todas las áreas donde se introduce.

Este último punto, y no por eso menos importante, es la clave del éxito.

Allí donde hasta ahora nadie había puesto el enfoque, los operadores no cualificados técnicamente, los que están a pie de máquina, adquieren la importancia que merecen.

Antes de implementar el TPM, se establecen objetivos de negocio que hay que compartir con toda la organización, y deben además entenderse, por eso, a ser posible, hay que expresarlos numéricamente.

Deben ser objetivos desafiantes, pero al tiempo alcanzables. Es lo que se denomina el Plan Maestro.

Este tipo de mantenimiento está compuesto por mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo, predictivo e ingeniería de mantenimiento.

2.4.5 Mantenimiento de Mejora (DOM)

Consiste en modificaciones o agregados que se pueden hacer a los equipos, si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento.

2.4.6 Mantenimiento de Oportunidad

Este tipo de mantenimiento como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad, tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paradas generales programados de un sistema en particular y puede utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento. Aprovechando la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas, se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquéllos.

2.4.7 Mantenimiento Proactivo

Es el mantenimiento planificado y programado llevado a cabo con el fin de que la administración del mantenimiento sea más eficiente. Aquí se incorpora el concepto que las funciones de mantenimiento no deben corresponder únicamente al área de mantenimiento, sino que parte de esas funciones se deben asignar a los departamentos de producción, diseño, ingeniería, adquisiciones, finanzas, así como a operadores y gerencia general. Este tipo de mantenimiento abarca el mantenimiento predictivo, preventivo y el productivo total.

2.4.8 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

Es un enfoque sistemático para diseñar planes que eleven la Confiabilidad Operacional de los equipos con un mínimo costo y riesgo; para lo cual combina técnicas mediante acciones justificadas de manera técnica y económica. El objetivo primario del RCM es conservar la función de sistema, antes que la función del activo.

El RCM o Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento basada en el análisis de fallos de la instalación. Basar este plan de mantenimiento en un exhaustivo análisis de fallos es sin duda la que mejores resultados puede dar, pues estará orientado a evitar los fallos que pueda tener la instalación. El RCM o Reliability Centered Maintenance, es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución sistemática de piezas

amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas. Posteriormente fue trasladada al campo industrial, después de comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico.

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento. El análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas.
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

Las acciones de tipo preventivo que evitan fallos y que por tanto incrementan la disponibilidad de la planta son de varios tipos:

- Tareas de mantenimiento, que agrupadas forman el Plan de Mantenimiento de una planta industrial o una instalación.
- Procedimientos operativos, tanto de Producción como de Mantenimiento.
- Modificaciones o mejoras posibles.
- Definición de una serie de acciones formativas realmente útiles y rentables para la empresa.
- Determinación del stock de repuesto que es deseable que permanezca en Planta.

El mantenimiento centrado en fiabilidad se basa en el análisis de fallos, tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de evitar con determinadas acciones preventivas como por último aquellos que tienen cierta probabilidad de ocurrir y pueden tener consecuencias graves.

La metodología en la que se basa RCM supone ir completando una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen la planta, a saber:

Fase 0: Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.

Fase 1: estudio detallado del funcionamiento del sistema. Listado de funciones del sistema en su conjunto. Listado de funciones de cada subsistema y de cada equipo significativo inte

grado en cada subsistema.

Fase 2: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.

Fase 3: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

Fase 4: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias.

Fase 5: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

Fase 6: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías. Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento.

Fase 7: Puesta en marcha de las medidas preventivas.

2.5 Procesos principales del mantenimiento

2.5.1 Programación

La programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

La programación se fundamenta en el orden de realización de las actividades de mantenimiento según los modelos planteados y tomando en cuenta la periodicidad; se basa en el orden en que se deben realizar los mantenimientos según su urgencia, disponibilidad del equipo de mantenimiento y del material necesario.

La programación del mantenimiento está dada según el equipo y la inspección que se realicen en la industria: esta programación es diaria, semanal, quincenal, mensual, etc.

2.5.2 Administración de repuestos y materiales

Se debe tener en cuenta varios aspectos para una mejor administración efectiva de repuestos y materiales:

Repuestos; en los repuestos a ser almacenados hay que considerar la vida útil del repuesto y el alto costo.

Materiales; se considera consumibles y parte de uso general.

Para una gestión efectiva se considera un buen control de inventario y una actualización continua, además del almacenamiento de los mismos que debe ser un lugar de fácil acceso, con una buena distribución y centralizado con el fin de movilizar en el menor tiempo

posible en caso de mantenimientos emergentes; conviene tener en cuenta el beneficio y el valor potencial del repuesto para no asumir riesgos ni un inútil almacenamiento.

También se debe tener en cuenta los presupuestos y asignaciones requeridas para la obtención y almacenamiento de estos recursos para que el mantenimiento sea efectivo. En este punto se deben calcular, elaborar y controlar los presupuestos.

2.5.3 Información

La información de cada uno de los equipos de la planta debe estar estrictamente detallada; cada uno de los elementos debe tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Documento informativo básico y fundamental que contiene las características de fabricación de cada equipo o elemento de la industria, este debe contener la siguiente información:
 - Instalación de la que forma parte.
 - Ubicación dentro de la instalación.
 - Tipo de máquina.
 - Datos específicos (datos de placa).
 - Proveedor y fecha de la compra.
 - Plano de conjunto y piezas.
- Lista y codificaciones de las piezas de repuestos y su respectivo ubicación.
- Ficha historial de cada máquina o equipo, que contenga la información de la intervención del mantenimiento de la máquina y sus elementos ordenados cronológicamente.
- Orden de trabajo que contenga la descripción del trabajo a realizar, recursos, aprobaciones y tiempo programado para la ejecución como mínimo.

2.5.4 Reportes

Son documentos que informan el desempeño de los equipos o máquinas dentro de la industria y el modelo de mantenimiento que se le aplica, es decir un informe que se presenta periódicamente y según la cronología en que se aplique el mantenimiento a dicho elemento; permite evaluar y analizar las posibles averías, predecir y controlar periódicamente el comportamiento de equipo y maquinaria.

2.5.5 Preparación

Preparar en mantenimiento es asegurar la calidad de trabajo en el área en que se aplica el mantenimiento y por ende incide en la confiabilidad de la industria. La preparación del mantenimiento es un plan en donde se detalla el trabajo a realizar, se verifica órdenes de

trabajo, herramientas, búsqueda de información y preparación del recurso humano que intervendrá en el mantenimiento.

El supervisor de mantenimiento juega un papel importante ya que el verificara con anticipación todos los recursos para el desempeño efectivo de la aplicación del mantenimiento; el mismo buscará al personal idóneo y calificado para el mantenimiento e incluirá en la preparación.

La preparación que se realiza será satisfactoria en la ejecución del mantenimiento; el trabajo en equipo organizado que se llevará acabo son factores motivantes que inciden en la producción.

2.6 Actividades en el mantenimiento

2.6.1 Calibración

La calibración consiste en realizar los correctivos de funcionamiento y poner a los equipos en las condiciones iniciales de operación, mediante el análisis de sus partes o componentes, actividad que se hace a través de equipos, instrumentos, patrones o estándares.

2.6.2 Inspección

Consiste en hacer un examen minucioso en forma visual y mediante elementos de medición de cada una de las partes y componentes del equipo, con el fin de comprobar que el estado de funcionamiento es el óptimo y que está de acuerdo con las características y condiciones de construcción y operación dadas por los fabricantes de los equipos.

La inspección puede clasificarse en tres tipos:

a) Evaluación

Cada uno de los equipos debe ser evaluado en su estado físico y funcional por el servicio de mantenimiento, antes de ser sometido a cualquier acción de mantenimiento.

b) Apariencia

Los equipos con rasguños menores, hendiduras, decoloración, o cualquier otro defecto que no afecte el funcionamiento, no puede ser considerado como inservible.

Sin embargo tales defectos deberán ser programados para la debida corrección, dependiendo de la disponibilidad del mismo.

c) Integridad

Se considera un equipo completo cuando posee todos los elementos eléctricos, mecánicos y demás accesorios originales ensamblados en fábrica y que son indispensables para el perfecto funcionamiento del mismo. La placa de identificación del equipo es un componente especial de éste y deberá permanecer adherida al mismo.

Todo equipo contiene accesorios que son indispensables para su funcionamiento, los cuales deben relacionarse como parte del equipo.

2.6.3 Pruebas de Aceptación

Las pruebas de aceptación consisten en efectuar inspecciones visuales y de funcionamiento, siguiendo normas y procedimientos emitidos por Institutos, Organismos o asociaciones dedicados a la reglamentación de la construcción y calidad de los equipos médicos con el fin de verificar la eficiencia y seguridad de éstos.

Los estándares de calidad y funcionamiento son dados por los mismos fabricantes o por organizaciones dedicadas a dar los lineamientos sobre la calidad, uso y seguridad de los equipos, en especial sobre la seguridad eléctrica.

2.6.4 Limpieza

Consiste en la remoción de elementos extraños o nocivos a la estructura de los equipos.

2.6.5 Lubricación

Es la acción por medio de la cual se aplica un elemento viscoso entre cuerpos rígidos y móviles, con el fin de reducir la fricción y el desgaste de las partes.

2.6.6 Pruebas de Funcionamiento

Son pruebas que se efectúan a cada equipo, para determinar si el funcionamiento de éste, está de acuerdo con las características de rendimiento y seguridad establecidas en el diseño y fabricación de éstos.

Los equipos que no reúnen estas exigencias se consideran no aptos para la prestación del servicio.

Las pruebas deben realizarlas el personal técnico capacitado en cada uno de los diferentes equipos.

2.7 Definiciones básicas

Falla: Es toda alteración o interrupción en el cumplimiento de la función requerida.

Confiabilidad: Es la probabilidad de estar funcionando sin fallas durante un determinado tiempo en unas condiciones de operación dadas.

Fiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo funcione sin fallos durante un tiempo determinado, en unas condiciones ambientales dadas.

Mantenibilidad: Es la probabilidad de que, después del fallo, sea reparado en un tiempo dado.

Disponibilidad: Es la probabilidad de que esté en estado de funcionar (ni averiado ni en revisión) en un tiempo dado.

2.8 Indicadores de mantenimiento

Los Indicadores de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes; de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento.

Existe una diversidad de indicadores para evaluar las actividades de mantenimiento.

Los que a continuación se mencionarán son los indispensables en toda efectiva gestión de mantenimiento.

Podemos definir los siguientes parámetros como medidas características de dichas probabilidades:

a) El Tiempo Medio Entre Fallos o TMEF (MTBF en inglés) como medida de la Fiabilidad o Confiabilidad, es el tiempo promedio que un equipo, maquina, línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional, es decir proporciona el tiempo promedio de operación entre fallas.

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n TBF_i}{n} \quad (2.1)$$

TBF: Tiempo entre fallas u horas de operación.

n : Número de fallos en el periodo considerado o número de paradas correctivas.

Y su inversa (λ) conocida como la tasa de fallos:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (2.2)$$

b) El Tiempo Medio de Reparación o Tmpr (MTTR en inglés) como medida de la Mantenibilidad, es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso de una falla funcional. Incluye tiempo para analizar y diagnosticar la falla, tiempo para la refacción.

Se puede entender como una medición de la eficiencia de la cuadrilla de mantenimiento para reparar las fallas.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR_i}{n} \quad (2.3)$$

TTR: Tiempo de reparación.

n : Número de fallos en el periodo considerado o número de paradas correctivas.

Y su inversa (μ) conocida como la tasa de reparación:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad (2.4)$$

c) La disponibilidad (D) o disponibilidad operativa, es una medida derivada de las anteriores, es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPPR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad (2.5)$$

Es decir, la disponibilidad es función de la fiabilidad y de la mantenibilidad.

La disponibilidad es un parámetro muy importante ya que a través de él, se puede inferir el porcentaje de buen funcionamiento del sistema, calculado sobre la base de un período largo o la probabilidad para que en un instante cualquiera el sistema esté en funcionamiento.

Un 90% de disponibilidad es un indicativo del buen funcionamiento del sistema.

Otra medida de la fiabilidad es el factor de fiabilidad:

$$FF = \frac{HT-HMC}{HT} \quad (2.6)$$

Donde:

HT: Horas totales del periodo

HMC: Horas de Mantenimiento Correctivo (Averías)

HMP: Horas de Mantenimiento Preventivo (programado)

Y otra medida de la disponibilidad es el factor de disponibilidad:

$$FD = \frac{HT-HMC-HMP}{HT} \quad (2.7)$$

Donde se pone claramente de manifiesto que la disponibilidad es menor que la fiabilidad, puesto que al contabilizar el tiempo de buen funcionamiento, en la disponibilidad se prescinde de todo tipo de causas posibles (se incluye el tiempo de mantenimiento preventivo programado). Sin embargo en el cálculo de la fiabilidad, al contabilizar el tiempo de buen funcionamiento, no se incluye el tiempo de mantenimiento preventivo programado.

El estudio de la confiabilidad se utiliza en el análisis de data operativa para mantenimiento. Es posible conocer el comportamiento de equipos en operación con el fin de:

- Prever y optimizar el uso de los recursos humanos y materiales necesarios para el mantenimiento.

- Diseñar y/o modificar las políticas de mantenimiento a ser utilizadas.
- Calcular instantes óptimos de sustitución económica de equipos.
- Establecer frecuencias óptimas de ejecución del mantenimiento preventivo.

En la Figura N° 2.1 se muestra en el esquema un resumen de los parámetros que caracterizan la vida de los equipos:

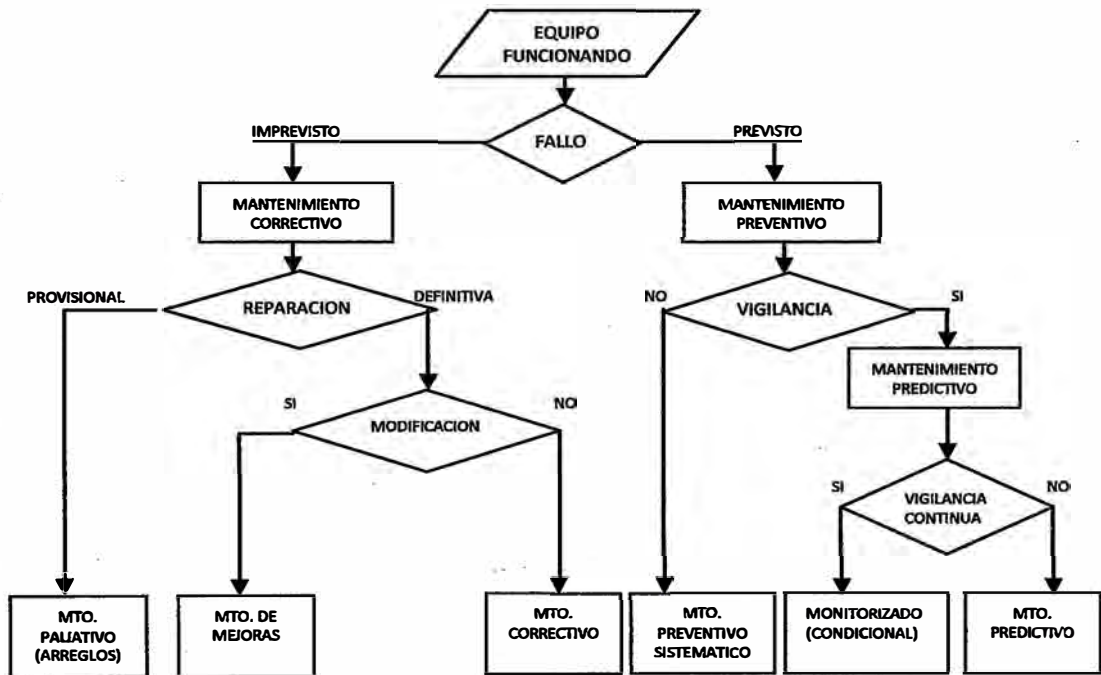


Figura N° 2.1 Esquema de Mantenimiento

CAPITULO III

ESTADO SITUACIONAL INICIAL DE LA PLANTA

3.1 Ubicación

La Planta Procesadora de Asfalto en Caliente y Chancadora de Piedra, se encuentra ubicada a 60Km de la ciudad de Chiclayo, donde se encuentra la sede del Gobierno Regional Lambayeque, se sitúa en el sector “La Pluma” - Batangrande del Distrito de Pítipo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque, a 5.5 Km de la carretera Pítipo - Batangrande, en una zona rústica, rodeada de adecuados recursos naturales necesarios para la producción de mezcla asfáltica como son la cantera de agregados “La Pluma”. Se encuentra alejada completamente de todo local público como son: Iglesias, mercados, cines, teatros, centros comerciales, zonas reservadas para fines militares o policiales, etc.

El área de la planta donde desarrolla sus actividades, acciones de producción y de ambientes administrativos, es de 160,000m².

3.2 Presentación general de las Plantas

La Planta Procesadora de Asfalto en Caliente y Chancadora de Piedra que administra el Gobierno Regional Lambayeque, fue cedida en afectación en uso el año 2003 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Convenio N° 016-2003-MTC/02, durante la primera gestión del entonces Presidente Regional, Dr. Yehude Simon Munaro.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, previamente hizo una evaluación de los terrenos de cantera y a través de la Dirección General de Caminos - Dirección de Carreteras, determinó la instalación de esta planta en la cantera “La Pluma”, Distrito de Pítipo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque.

El área que administra la planta es la Coordinación o Jefatura de Servicio de Equipo Mecánico (SEM) del Gobierno Regional, a través de un Ingeniero Residente de Planta. Este Ingeniero de Planta es el responsable tanto de la producción como de la operatividad y mantenimiento de ambas plantas y reporta al Jefe del SEM, coordinando todo lo referente a éstas.

El SEM es un órgano de línea de tercer nivel organizacional, dependiente de la Gerencia Regional de Infraestructura, es responsable de la administración del mantenimiento de los vehículos livianos, del pool de maquinaria pesada y de las plantas de asfalto en caliente y chancadora.

Este pool de maquinaria está conformado por 05 cargadores frontales, 02 tractores orugas, 01 tractor neumático, 03 motoniveladoras, 01 retroexcavadora, 02 rodillos vibratorios, 04 cisternas de agua, 01 tren de asfalto (compuesto por 01 esparcidora, 02 rodillos neumáticos y 01 rodillo vibratorio), 15 volquetes y las Plantas de Asfalto y Chancadora.

El SEM está encargado de la administración de la Planta Chancadora y Planta de Asfalto, de la maquinaria pesada para la ejecución de obras comprendidas en el Plan de inversiones del Gobierno Regional, Convenios Interinstitucionales y Apoyos Sociales diversos que son requeridos por la población organizada. También está encargada de la Administración del Programa Social de Reparto de Agua Potable en las zonas marginales de las Provincias de Lambayeque y Chiclayo.

En sí, las instalaciones cuentan con dos plantas, una planta procesadora de asfalto en caliente y una planta chancadora, cumpliendo la planta chancadora funciones de abastecimiento permanente de agregados a la planta de asfalto. Esta complementariedad de la planta chancadora refleja la importancia de ésta en el proceso productivo.

3.2.1 Planta Procesadora de Asfalto en Caliente

La Planta Procesadora de Asfalto en Caliente es del tipo Sistema Drum Mixer Móvil o tambor secador mezclador, con una producción máxima de 120ton/h. Ver Figura N°3.1.

La actividad específica de producción de mezcla asfáltica en caliente se realiza a través del secaje, calentamiento y mezcla de los agregados, los cuales reciben una inyección de cemento asfáltico en el interior del tambor mezclador, para formar finalmente el producto.

Los insumos principales usados para el proceso producción de asfalto son arena gruesa, piedra de ½", cemento asfáltico PEN 60/70 y aditivo mejorador de adherencia.

Los agregados como la piedra de ½" y la arena son proporcionados por la planta chancadora; el cemento asfáltico y el aditivo son adquiridos a través de sendos procesos. El proveedor principal del cemento asfáltico es Petroperú y del aditivo son distribuidores o proveedores privados.

La Planta de asfalto es de concepción robusta, simple y moderna, el eficiente sistema de exhaustión de gases, permite rendimiento y productividad con una mínima emisión de particulados a la atmósfera.



Figura N° 3.1 Planta Procesadora de Asfalto

3.2.2 Planta Chancadora

La Planta Chancadora es un conjunto de equipos y maquinarias utilizadas para procesar y transformar grandes bloques de piedras en piedras pequeñas de variada dimensión, arenilla y arena.

Existen dos tipos de plantas chancadoras, móvil y estacionaria.

La planta móvil es usada en proyectos de carreteras y caminos ubicados en zonas altas o en trabajos públicos de pequeño y mediano tamaño. Las plantas estacionarias, en cambio, son más adecuadas para grandes escalas de producción y están ubicadas en función a las canteras de agregados.

La Planta Chancadora del Gobierno Regional de Lambayeque es una planta chancadora del tipo móvil, es decir, que puede ser trasladada según la necesidad en la ejecución de los proyectos de carreteras, pero como parte del proceso de descentralización como política de estado, estas plantas que son administradas por los Gobiernos Regionales son en la práctica plantas estacionarias y son tratadas como tal, por lo que los permisos y las mejoras en la infraestructura y otras actividades se hacen a partir de considerarla con instalaciones fijas.

La Planta Chancadora cuenta con dos sistemas de trituración: primaria y secundaria, lo que permite la obtención de agregados de diversas medidas.

Tiene la función de obtener mediante el proceso de chancado, piedra de 1/2", piedra de 3/4" y arena; agregados que se utilizaran en la elaboración de la mezcla asfáltica en

caliente. Tiene un rendimiento promedio de 120m^3 de piedra y 200m^3 de arena y abastece permanentemente de dichos agregados a la planta de asfalto. Ver Figura N°3.2.

Se encuentra situada a un kilómetro de distancia de la planta de asfalto y de las instalaciones administrativas, a fin de salvaguardar de la contaminación auditiva del personal.



Figura N° 3.2 Planta Chancadora

La energía que permite la operación de las Plantas es suministrada por dos Grupos Generadores que alimentan a cada una de ellas.

La Płanta cuenta con dos áreas: área de equipos e instalaciones electromecánicas y área de campamento y ambientes administrativos.

3.3 Descripción del proceso productivo

La Planta Procesadora de Asfalto en caliente trabaja complementariamente con la Planta Chancadora de Piedra, que se encarga de abastecerla de los agregados necesarios como son la piedra de $\frac{1}{2}$ " y la arena.

La producción de mezcla asfáltica pasa por la tenencia adecuada de un stock importante de agregados gruesos y finos: piedra de $\frac{1}{2}$ " y arena, que son, junto con el PEN o cemento asfáltico y el aditivo, los elementos e insumos que conforman la mezcla asfáltica en caliente.

Para describir el proceso de producción establecemos las siguientes zonas de producción:

3.3.1 Zona 1

Zona de Cantera, en esta zona se inicia el proceso, con la búsqueda de una cantera cercana que contenga el material adecuado que permita la obtención de los agregados que el diseño de la mezcla especifique. Se sacará muestras y se analizarán en el laboratorio a fin de establecer el cumplimiento de la calidad del material que se obtendrá.

Este material está conformado por piedra y arena. Se tiene especial cuidado en este paso a fin de establecer que la zona de la cantera sea representativo del diseño que garantice la obtención de los agregados que cumplan con toda la especificación, esto es, que la piedra y la arena que se obtengan cumplan con la granulometría que establezca el diseño de mezcla. Una vez encontrada y aprobada la cantera, se procede a la acumulación y apilamiento de material bruto mediante el uso de un tractor sea neumático o de orugas, que operará por un periodo aproximado de quince días a fin de tener el suficiente material que pasará luego al proceso de chancado. Se estima tener un aproximado de 15,000m³ de material bruto acumulado.

3.3.2 Zona 2

Zona de Abastecimiento de Material o Tolva Vibratoria de la Planta Chancadora. Una vez que se tenga el suficiente volumen de material bruto acumulado en la Zona 1, se procede al traslado hacia la Planta Chancadora.

Esto se realiza con el uso de un cargador frontal y un volquete, el cual transporta el material y lo deposita en la tolva vibratoria de la planta chancadora, en esta tolva se inicia el proceso de chancado.

El volquete realiza el número de vueltas que lo permita la distancia a la que se encuentra la cantera de la planta chancadora.

3.3.3 Zona 3

Zona de Chancado, es la zona en la cual se realiza el proceso de chancado o trituración y clasificación del material; el proceso de vibración de la tolva donde se deposita el material traslada el material hacia el triturador primario formado por dos mandíbulas de acero especial, una fija y la otra móvil, las que efectúan una trituración inicial de la piedra de mayor tamaño.

Este material, la piedra chancada y la arena, son trasladados luego mediante fajas transportadoras hacia una zaranda vibratoria compuesta por tres cajones paralelos con sus respectivas mallas, que hacen una clasificación inicial de la piedra y la arena. Estas mallas son de dimensiones variables acordes con la dimensiones de la piedra que requiera según el

diseño; estas mallas en nuestro caso tienen cocadas o aberturas cuyas medidas permiten la obtención de piedra de $\frac{3}{4}$ " , $\frac{1}{2}$ " y arena. Esta zaranda clasifica la piedra más pequeña y la arena y los deposita en unos chutes que finalmente depositan la piedra y la arena mediante fajas transportadoras hacia el suelo formándose unos conos o apilamientos de la piedra y arena obtenida y acumulada.

La otra parte del material son llevados al triturador secundario, formado por un manto o trompo móvil y un cóncavo, ambos de acero especial que a través de un movimiento ondulatorio tritura la piedra de mayor tamaño para obtener piedra de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " y los vuelve a reintegrar al proceso en el que finalmente se trasladan hacia la zaranda vibratoria y se reclasifican nuevamente.

3.3.4 Zona 4

Zona de Agregados, esta zona se encuentra en la planta de asfalto, al costado de los silos de abastecimiento de agregados.

En esta zona se realiza el almacenamiento de los agregados gruesos y finos por separado (piedra y arena), son trasladados por un volquete abastecido por un cargador frontal desde los conos de la planta chancadora. También se le conoce con el nombre de zona de apilamiento de agregados.

Esta zona tiene que estar constantemente abastecida y suficientemente llena de agregados como para que la producción de asfalto sea permanente. De aquí se realiza a través de un cargador frontal, el abastecimiento permanente de agregados hacia los silos de abastecimiento de la planta de asfalto para el inicio de la producción de la mezcla asfáltica.

3.3.5 Zona 5

Zona de Silos, en esta zona se encuentran los cuatro silos de abastecimientos de agregados hacia el quemador de la planta de asfalto, está formado por cuatro silos, dos de arena y dos de piedra de $5m^3$ de capacidad cada uno, tienen forma troncopiramidal, cuyas compuertas inferiores regulables, previamente aperturadas según la dosificación requerida por el diseño, van depositando el agregado a través de una faja dosadora ubicada debajo de cada una de los cuatro silos, hacia una faja extractora, que luego traslada toda la mezcla de piedra y arena hacia la faja transportadora elevadora que finalmente depositará la mezcla al área del quemador.

3.3.6 Zona 6

Zona del Quemador, en esta se efectúa el calentamiento de los agregados que llegan de la faja transportadora, este proceso lo realiza el Quemador a través de su sistema de inyección

de aire comprimido y pulverización de combustible que generan una llama regulable. La temperatura a la cual se regula la llama del quemador para el calentamiento de los agregados es de 150°C.

3.3.7 Zona 7

Zona de Mezclado, o zona del Drum Mixer o tambor mezclador rotatorio inclinado, en esta zona se realiza la mezcla uniforme de los agregados que previamente han sido calentados a través del quemador.

Consiste en un cilindro revestido térmicamente con lana de vidrio, animado de movimiento de rotación, donde en su interior en su primera sección, están instaladas una serie de callas o paletas, de tal forma y disposición que hacen que los agregados sean elevados y caigan obligadamente a través del flujo de gases provenientes de la llama del quemador, de este modo cumple su función de remover la humedad que hubiera en los agregados, así como calentarlos en la temperatura especificada para la mezcla final.

En su segunda sección, es efectuada la inyección del PEN o cemento asfáltico a través de una bomba de engranajes externa y una barra esparcidora interna.

En esta sección las paletas en el interior del tambor mezclador tienen una disposición y forma apropiada para efectuar la mezcla de los agregados con el PEN, así como retener una porción importante del particulado que está siendo arrastrado junto con los gases calientes provenientes del quemador por el sistema de exhaustión.

En el interior del tambor los agregados no solo giran en acción rotatoria sino que también se extienden para que el secado y calentamiento de todas las partículas sea eficiente y rápido.

Unas aspas de espiral, localizadas en el extremo de carga del tambor, dirigen los agregados hacia el interior para lograr una distribución uniforme del material, luego unas aspas levantan los agregados y los dejan caer en forma de una cortina pareja a través de la llama del quemador, así continuamente lo dejan caer en forma de cortina a través de la sección transversal del tambor mezclador.

Esta mezcla se produce a una temperatura promedio de 150°C, producto del flujo de gases calientes producidos durante la combustión del D2 en el quemador.

3.3.8 Zona 8

Filtro de Exhaustión de gases o Vía Húmeda, en esta zona se realiza la absorción o exhaustión de los gases y partículas finas que remanentes del proceso del mezclado y calentamiento de los agregados.

Estas partículas y gases son luego sometidas a un proceso de ducha a fin de transferir una parte a unas pozas de decantación a fin de reducir el factor contaminante y otra será evacuada a través de la chimenea.

3.3.9 Zona 9

Zona de Almacenamiento de PEN, en esta zona se recepciona, almacena y se calienta el material bituminoso (cemento asfáltico líquido PEN 60-70), está formado por dos tanques de 8,000gls de capacidad y que tienen en su interior unos serpentines por lo que recircula el aceite térmico. También se ubica el caldero que cumple la función de calentar el aceite térmico que circula por un serpentín sometido al fuego del quemador y después bombeado a través de los serpentines en el interior de los tanques, después retorna al serpentín de calentamiento para compensar cambios de volumen productos de la expansión del aceite o pérdidas de aceite.

El calentamiento se logra circulando dicho aceite producido por un intercambiador de calor, por el serpentín del tanque de almacenamiento.

El cemento asfáltico es calentado hasta lograr una temperatura de 150°C para luego proceder a la inyección al tambor rotatorio mezclador a través de una bomba de inyección y la barra esparcidora instalada dentro del tambor y producir finalmente la mezcla asfáltica.

3.3.10 Zona 10

Zona de Salida y Transporte de Mezcla, esta zona está formada por una cadena elevadora, un pre-silo de descarga y el silo de almacenamiento y salida.

La mezcla final una vez lista y salida del Drum Mixer y debido a la rotación de éste y a la forma helicoidal que tienen las aspas a lo largo de la parte interna del tambor mezclador, es depositada en una cadena elevadora, formada por paletas que la transporta hacia el presilo de descarga, el cual para evitar la desagregación de la mezcla apertura una compuerta cada cierto intervalo de tiempo y la deposita en el silo de almacenamiento, que tiene forma troncopiramidal y que en su interior está revestido térmicamente por lana de vidrio y tiene una capacidad de almacenar de 25m³ de mezcla asfáltica en caliente, permitiendo almacenar por aproximadamente 24 horas dicha mezcla.

Tiene en su parte inferior la compuerta de descarga hacia los volquetes que se ubicarán debajo de ésta y que se apertura desde la cabina de control a través de unos cilindros neumáticos; estos volquetes finalmente son los que transportarán el producto final a la obra respectiva.

Todo el proceso de producción se puede representar en el diagrama de la Figura N°3.1:

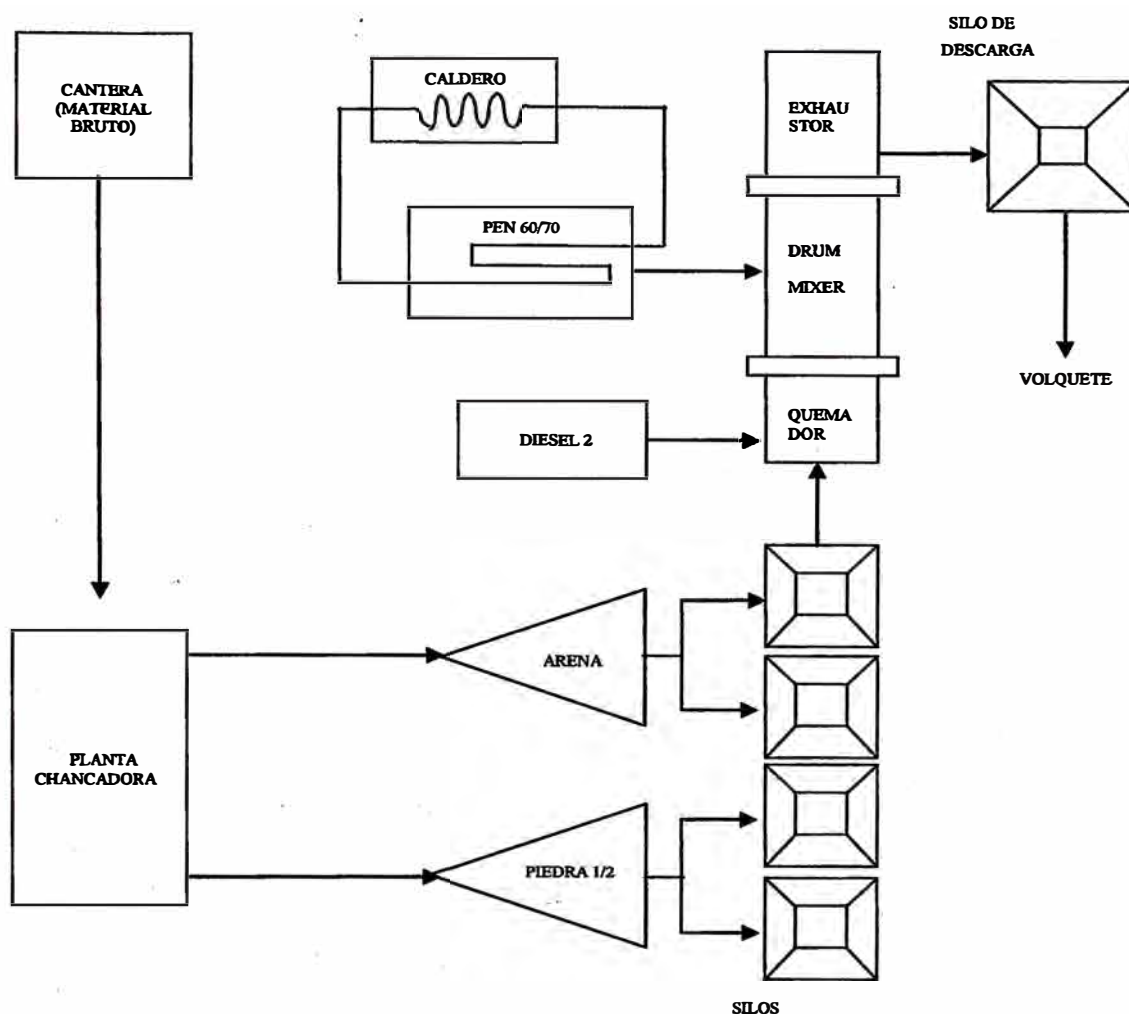


Figura N°3.1 Diagrama del proceso de producción de mezcla asfáltica.

3.4 Personal

El SEM es un área de mucha importancia dentro de la Gerencia Regional de Infraestructura, toda vez que debe tener permanentemente operativa todo el pool de maquinaria pesada incluida las plantas a fin de ejecutar ya sea por Administración Directa o por Concurso las obras de infraestructura vial de la región, es dirigido por un Ingeniero Mecánico o Mecánico Eléctrico de amplia experiencia en la administración y mantenimiento de maquinaria pesada y liviana; delega la administración de la planta a un Ingeniero Mecánico, Mecánico Eléctrico o Eléctrico, que es el responsable de ella.

El SEM cuenta con un taller donde se les hace mantenimiento a todas las unidades y cuenta por tanto con técnicos, mecánicos, electricistas, soldadores, pintores, todos especialistas en maquinaria pesada y liviana, así como también en él se efectúan reparaciones menores; las que requieran tratamiento especializado se realizan en talleres externos o a través de servicios externos.

En la planta chancadora y de asfalto se cuenta con el siguiente personal que se encarga de todo el proceso de producción:

El Ingeniero Residente, responsable de todo el proceso de producción, operatividad y mantenimiento de ambas plantas; además se encarga junto con el Jefe del SEM de la programación del despacho de mezcla asfáltica, según los convenios y contratos celebrados. Toda decisión que éste tome respecto a la planta, pasa necesariamente por la aprobación del Jefe del SEM, así como también el requerimiento de repuestos, insumos o servicios que se puedan requerir. El residente de la planta debe tener informado al Jefe del SEM de todo lo que pasa en la planta y fundamentalmente junto a éste, tener tanto el pool de maquinaria, como las plantas, en disponibilidad y operatividad ante cualquier eventualidad, emergencia social o requerimiento para la ejecución de proyectos que involucren la maquinaria y las plantas, ya sea para proyectos programados o por disposiciones directas de la Gerencia Regional de Infraestructura, de la Gerencia General Regional o de la misma Presidencia Regional.

El Ingeniero Residente es fundamentalmente el principal responsable de las plantas. La planta de asfalto al ser la única de su tipo en toda la región, está permanentemente sujeta a la imperativa necesidad de producir cuando sea requerida. Cuando alguna falla ocurre, el residente comunica al jefe del SEM de la parada de la planta a fin que éste a su vez comunique al residente de la obra de turno del desabastecimiento de la mezcla asfáltica hasta la solución de problema. Esto evidentemente genera toda una situación complicada que involucra desde la desmovilización en la obra de maquinaria, equipos, personal y por ende la incurrencia en gastos no presupuestados, hasta el reclamo directo o notarial hacia la Presidencia Regional o algún funcionario gerencial por el incumplimiento del convenio o contrato celebrado con la Municipalidad o la empresa privada respectivamente.

Según la falla que pueda ocurrir en alguna de las plantas, el residente dispone la aplicación del mantenimiento correctivo respectivo, el que por lo general ocasiona una parada que va desde uno hasta diez días, y debido a la presión y urgencia por continuar con la producción muchas veces éste se aplica sin la debida seguridad y garantía.

Un operador de la planta chancadora y de la planta de asfalto, que se encarga de operar las plantas y de realizar las labores de mantenimiento o de resolver los problemas ocasionados por las fallas en los equipos, es decir, junto con el personal de apoyo y de producción se encargan de resolver o reparar las fallas cuando éstas sean posibles, con la consecuente parada que esto ocasiona. Se encarga además de coordinar con el residente de

planta de todos los requerimientos rutinarios como filtros, aceites, grasas, etc. y de informarle a éste de toda la situación operativa de la planta.

El operador de las plantas, que es un técnico empírico y que aprendió la operación de éstas con la sola observación directa e intuición dispone del personal de producción que distribuye el residente según necesidad, tanto de la planta de asfalto como en la planta chancadora. La responsabilidad de la operación de ambas plantas limita la operatividad en simultáneo de ambas, es decir, mientras la planta de asfalto produce, la planta chancadora está parada hasta que termine la producción de asfalto, ya que se cuenta con un solo cargador frontal y éste está cumpliendo su función de abastecer los silos de la planta de asfalto.

De igual manera, el operador, terminada la producción de asfalto irá a operar la planta chancadora.

Un calderista, que se encarga de operar el caldero. Tiene fundamentalmente la misión de tener listo el cemento asfáltico a la temperatura requerida.

De la misma forma, se encarga de tener el caldero en óptima operatividad hasta donde alcance la posibilidad de resolver cualquier falla o situación anómala que se presente.

Sólo hace engrase o cambio de aceite y limpieza de toda la zona del caldero, no es un técnico calificado, solo tiene pautas generales del funcionamiento del caldero.

Dos trabajadores se encargan de apoyo en el proceso productivo y en el proceso de chancado de piedra. En circunstancias de fallas y reparaciones o servicios rutinarios, son los que apoyan al operador en la ejecución de éstos.

Un almacenero, que se encarga del control del almacén y el registro de los despachos tanto de los agregados como de la mezcla asfáltica.

Lleva el control de los requerimientos y entrega de los repuestos y equipos para la realización de los servicios y mantenimiento que se realicen. Coordina permanentemente con el residente respecto a los requerimientos para los diversos servicios rutinarios o de insumos que se utilizan para la preparación de la mezcla asfáltica en caliente.

Un operador de cargador frontal, que se encarga de la doble función de abastecer los silos de la planta de asfalto en el proceso de producción de mezcla asfáltica y de abastecer al volquete para el proceso de acumulación de material y de chancado de piedra.

Un operador de volquete, que se encarga de todo lo que sea transporte de material y agregados ya sea hacia la planta chancadora desde la cantera o desde la planta chancadora hacia la planta de asfalto.

Un Laboratorista, que tiene a cargo el control de calidad de la mezcla asfáltica. Este control se realiza en el laboratorio de la planta, a través de la realización de los respectivos ensayos que determinen las propiedades que debe cumplir la mezcla asfáltica. El Laboratorista realiza los ensayos cada día que hay producción. Sólo acude a la planta los días que se programa producción de asfalto.

En la Figura N°3.2 se muestra el organigrama encontrado del personal de Planta:

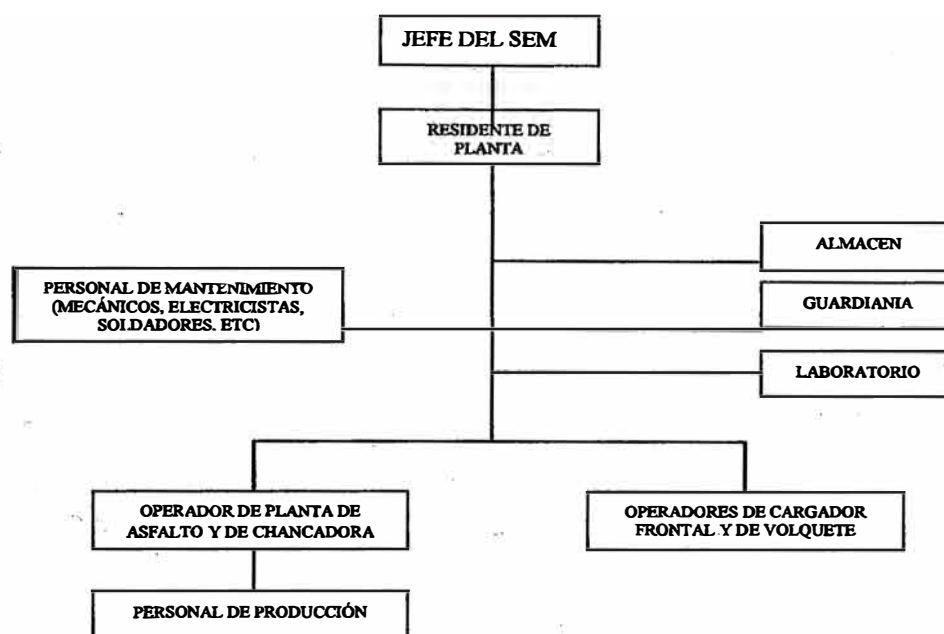


Figura N° 3.2 Organigrama encontrado

Se cuenta también con dos trabajadores que realizan labor de vigilancia y que apoyan eventualmente cuando se requiera apoyo ante algunas necesidades de personal. Principalmente su labor es de vigilancia nocturna, por lo que en el día se retiran a sus domicilios o se quedan en el campamento a descansar para evitar gastos de transporte y traslado.

3.5 Infraestructura y equipos de mantenimiento

En las instalaciones del campamento de la planta no se cuenta con adecuados ambientes de mantenimiento, solo se tiene una ambiente con una mesa de madera que sólo permite observar el estado de las piezas, equipos o accesorios y determinar una evaluación inicial de la condición. Se cuenta con las herramientas necesarias para el armado y desarmado de piezas como juegos de todo tipo de llaves grandes y pequeñas, desarmadores, etc. Se cuenta con una máquina de soldar, de equipos o instrumentos de medición se cuenta con un multímetro analógico y una pinza amperimétrica.

Se podrá observar la carencia de un adecuado stock de herramientas y equipos que permitan una mejor posibilidad de realizar acciones de mantenimiento y reparación inmediata de fallas.

En la planta además no se cuenta con una computadora que permita establecer un mejor control de todo lo concerniente a la producción y mantenimiento.

3.6 Descripción de los sistemas y equipos componentes de las plantas

A continuación describiremos los sistemas y equipos electromecánicos que intervienen en todo el proceso de producción.

3.6.1 Sistema de Acumulación de Material

En este sistema localizado en la zona 1 del proceso productivo, es donde se procede a la acumulación del material bruto que pasará luego al proceso de chancado, sólo se utiliza maquinaria pesada, en este caso se hace uso de un tractor que cumplirá funciones de acarrear y acumular el material; dicho tractor podrá ser un tractor neumático o un tractor sobre orugas.

En esta zona el tractor operará por unos quince días que permitirán acumular unos 10,000m³ de material bruto.

Este tractor es un CAT D6G que es parte del pool de maquinaria con que cuenta el Gobierno Regional de Lambayeque y se solicita a la Jefatura de Servicio de Equipo Mecánico de la sede del Gobierno Regional cada vez que el stock de material acumulado se va agotando.

3.6.2 Sistema de Transporte del Material Bruto

Para el transporte del material que se acumula en la cantera se dispone de un cargador frontal y un volquete que trabajan permanentemente en la planta. Son parte del equipo mecánico con que se cuenta en la planta. El volquete transporta el material desde la cantera donde se encuentra el material bruto acumulado hacia la planta chancadora; abastece directamente a la tolva vibratoria de la planta chancadora para el inicio del proceso de chancado.

El Servicio de Equipo Mecánico cuenta con diversos tipos de maquinaria, las que se asignarán a la planta cuando sea solicitado.

La maquinaria pesada que se utiliza y que está asignada a la planta son:

Tractor de Orugas CAT D6G, 300 HP.

Cargador Frontal Komatsu WA 320, 155 HP.

Camión Volquete Hino FS 331 S, 10m³.

3.6.3 Sistema de Alimentación Vibratoria

Este sistema está compuesto por una tolva de 10m³ de capacidad, recibe el material bruto que entrará a la primera fase de chancado.

La vibración de la base de esta tolva permite que el material baje hacia el triturador primario o mandíbulas. Esta base está apoyada sobre unos resortes que permiten la vibración a través del accionamiento de dos motores eléctricos de doble velocidad que están acoplados a dos ejes cardanes.

La doble velocidad de los motores permite una primera vibración que removerá el material que el volquete deposita en la tolva y la segunda y mayor velocidad permitirá la caída del material a las mandíbulas que empezaran con el chancado primario.

3.6.4 Sistema de Trituración Primaria

En este sistema se inicia el proceso de chancado. Este proceso lo realizan dos mandíbulas de 650kg de peso cada una, de acero especial: acero al manganeso, lo que permite una mayor resistencia a la abrasión y desgaste. Estas mandíbulas que están situadas en una cámara, son, una fija, y una móvil montada sobre una biela con movimiento oscilante, ambas son del tipo dientes grueso, ambas sujetas por cuatro cuñas del mismo material, acero al manganeso.

El material a chancar o triturar se introduce por la parte superior y entran en la cámara que contiene las mandíbulas. A continuación, la mandíbula móvil presiona el material contra la mandíbula fija, triturando y fracturando el material que se encuentra entre ambas en trozos más pequeños.

El número que identifica un chancador de mandíbulas designa el tamaño de la maquina, representando la abertura de alimentación o de entrada en función del largo y el ancho de la boca de alimentación en centímetros.

Es decir, un chancador de mandíbulas 8050E, como es el que usa este triturador primario, tendrá una boca de alimentación de 80cm de largo y un ancho de 50cm, con eje de una línea E.

3.6.5 Sistema de Transporte de Material

Este sistema permite el transporte de los agregados desde el sistema de trituración primaria hacia la zaranda vibratoria clasificadora y hacia el sistema de trituración secundaria y hacia los tres brazos que transportarán el material hacia los apilamientos o conos donde se acumulan la piedra de ½", ¾" y de arena; este transporte lo realizan cintas o fajas transportadoras ascendentes.

Estas cintas transportadoras tienen como función transportar continuamente el material desde un sistema a otro.

En este caso tenemos dos primeras fajas ascendentes, la denominada faja central, que transporta el material desde el triturador primario hacia la otra faja denominada faja principal, que finalmente deposita el material en la zaranda clasificadora. Luego la zaranda clasificadora distribuye tanto la piedra de $\frac{1}{2}$ " de $\frac{3}{4}$ " y arena hacia los tres brazos de salida que transportan la piedra chancada y arena mediante tres fajas hacia la superficie formándose los conos de apilamiento, desde los cuales un cargador frontal y un volquete trasladaran el material hacia la planta de asfalto.

Las superficies, superior e inferior de la fajas, descansan sobre una serie de polines o rodillos de impacto y de retorno soportados por estructuras metálicas. En los dos extremos del transportador, la faja se enrolla en rodillos de retorno, uno de los cuales está acoplado a un reductor de velocidad que al estar acoplado a su vez a un motor eléctrico, transmite el movimiento a la faja transportadora.

Estas fajas transportadoras son de caucho y de tres lonas, cuyos tejidos son adecuados para la absorción de tensiones altas y de resistencia a impactos y de alta resistencia a la abrasión y gran resistencia a la rotura.

3.6.6 Sistema de Zaranda Clasificatoria de Material

Este sistema está formado por una zaranda vibratoria que recibe el material de la faja transportadora principal y lo clasifica a través del movimiento vibratorio. Consta de un cajón subdividido en tres compartimientos cuyas cubiertas superiores son mallas de acero especial de alta resistencia a la abrasión.

Estas mallas sujetas por unas chapas de ajuste son las que finalmente a través del movimiento vibratorio van dejando pasar los agregados según la medida de la abertura de la malla para finalmente a través de unos chutes enviarlos hacia los brazos distribuidores de agregados. El material de mayor tamaño que no pasa por ninguna de las mallas es dirigido hacia el chute de descarga hacia el triturador secundario o cono para la retritución de piedra de menor tamaño.

3.6.7 Sistema de Trituración Secundaria

Llamado también cono de retritución, en este sistema se realiza la retritución del material que llega del sistema de trituración primaria. Se obtiene a través de este sistema piedra de menor tamaño, de $\frac{1}{2}$ " y de $\frac{3}{4}$ ". Está conformado por un compartimiento cilíndrico en el que se tiene una pieza acerada llamado manto sujeto a la cámara fija y una

pieza acerada especial denominada cóncavo sujeto a un trompo móvil cuyo movimiento helicoidal ascendente hacia el manto fijo produce la trituración de la piedra de mayor tamaño que va cayendo proveniente de la zaranda vibratoria y que produce el triturador primario.

Este sistema es el que finalmente permite la obtención de la piedra que se usará en la planta de asfalto. La abertura mínima y máxima entre el manto y el cóncavo será la que determinará el tamaño de la piedra que se quiera obtener, en este caso piedra de ½” y de ¾”. Esta abertura se puede regular a fin de obtener el tamaño de piedra que se requiera.

El material procesado en el cono es piedra de ½” y de ¾” y se deposita en la faja central mezclándose con el material que proviene de la trituración primaria, la cual es llevada a la faja principal que finalmente llevara el material hacia la zaranda clasificadora que lo distribuirá al brazo correspondiente según la malla respectiva.

El movimiento del cóncavo lo genera un motor eléctrico acoplado a un eje piñón.

Grupo Generador Scania

Este grupo generador se encarga de la alimentación de energía de la planta chancadora.

3.6.8 Sistema de Dosificación de los Silos de Abastecimiento

Este sistema se encuentra ubicado en la planta de asfalto, está compuesto por los cuatro silos dosadores o de abastecimiento de agregados; dos silos abastecedores de arena y dos abastecedores de piedra de ½” y por las fajas que se encargan de transportar la mezcla de agregados hacia el tambor mezclador. Tienen forma troncopiramidal, son de acero inoxidable SAE 1020, con capacidad de 5m³ y en su parte inferior tienen una compuerta regulable por la que se descarga el agregado hacia una faja dosadora.

Un Cargador Frontal Komatsu WA 320 con una capacidad del cucharón de 2.5m³ se encarga de abastecer estos silos permanentemente a fin de tener una producción continua de mezcla asfáltica.

Estos tipos de cargadores se desplazan en forma rápida sin causar problemas; se debe evitar que el cucharón no sobrepase el ancho de los silos, esto permite un mejor control en la selección de los agregados, arena y piedra.

En este sistema se disponen de fajas que transportan los agregados hacia el quemador para el inicio del proceso de mezcla:

Faja Dosadora: Localizada debajo el silo, tiene una finalidad de dosar el agregado y transportarlo a la correa extractora. El sistema de motorización puede ser de rotación fija o variable.

Faja Extractora: Localizada debajo de las fajas dosadoras, tiene la finalidad de transportar el agregado dosado de los cuatro silos hasta la correa transportadora. Dispone de la parte trasera una tolva de recibimiento de los áridos del primer dosador, la cual deberá ser regulada y posicionada en la estructura de la correa conforme la necesidad. Dispone también de dos raspadores, que deben ser regulados conforme a la carga horaria de trabajo y desgaste.

El primer raspador se localiza internamente y en diagonal en frente del tambor trasero de la correa y tiene la finalidad de retirar los agregados que se depositen en el interior de la correa y que podrían dañar la lona de la correa o faja.

El segundo raspador está localizado externamente y bajo el tambor delantero, tiene la finalidad de desprender los agregados que se adhieran en la lona de la faja transportadora.

Faja Transportadora: Localizada entre los silos dosadores y el secador mezclador, es ascendente y tiene la finalidad de transportar los agregados dosados hacia el quemador del tambor secador mezclador.

Posee en su estructura un sistema de peso dinámico o balanza para el monitoreo y control de la salida de los agregados.

De la misma manera que la faja extractora, posee raspador interno en frente del tambor trasero y extremo del tambor delantero, con la misma finalidad y el mismo sistema de regulación.

Posee también para el recibimiento de los agregados de la faja extractora, esta tolva posee en su parte superior una tela de acero con malla de 2", cuyo fin es retener los agregados de dimensiones fuera de lo especificado y que pueden provocar daños en el interior de tambor secador mezclador o en la cadena elevadora de mezcla.

Por ser un sistema de zaranda estática, la retirada de estas impurezas (pedazos de gajos, piedras grandes, terrones de tierra, maderas, ramas, etc.) de encima de la tela, es de forma manual por la misma persona encargada de vigilar los silos dosadores.

3.6.9 Sistema Quemador o Calentamiento de Agregados

Este sistema está conformado por un quemador de llama regulable en el que se recibe los agregados provenientes de faja transportadora con el fin de proporcionar calor y quitar la humedad que puedan tener y calentarlos uniformemente a fin que la mezcla posterior con el cemento asfáltico que se inyecta en al tambor mezclador sea térmicamente uniforme y que la temperatura de la mezcla final sea de 150°C.

Este quemador es de alto rendimiento térmico.

Debido a la inyección de aire comprimido en el pico, se optimiza la pulverización del combustible.

La regulación de la intensidad de la llama se realiza a través de un servomotor. Este quemador posee el sistema de encendido a distancia, accionado a través de un botón de toque instalado en el panel de comando de la cabina de control, esto asegura agilidad y seguridad en la operación.

Conjunto componente del Quemador CF-04

Quemador: Conjunto de baja presión para quema de combustible líquido diesel, atomizado por aire comprimido.

Ventilador: compresor centrífugo, provisto de válvula de control de aire, controlado por servomotor, regula la cantidad de aire necesaria a la alimentación del quemador.

Bomba de engranajes: bombea el combustible bajo presión al pico pulverizador del quemador.

La presión del fluido es controlada por una válvula de alivio y monitoreada por un manómetro colocado en la línea de presión, que ya viene regulada de fábrica para permitir que la bomba trabaje a una presión de 6kgf/cm^2 .

Servomotor: Comanda todo el conjunto de válvulas del quemador tales como la válvula mariposa, válvula micrométrica (ajuste de la relación de aire/combustible para el quemador).

- **Válvula micrométrica:** Tiene por finalidad regular el dosaje de combustible para el quemador y se divide en dos ajustes:
 - Ajuste principal, este ajuste es comandado por el servomotor para calentamiento de los agregados.
 - Ajuste fino (manual), regula la cantidad de combustible necesaria a quemar con la válvula mariposa totalmente cerrada, o sea solamente con aire de atomización para la ignición del quemador con la llama piloto.
- **Válvula mariposa:** Destinada a dimensionar la potencia de la llama, aumentando o disminuyendo conforme el comando del servomotor, su abertura es proporcional a la válvula micrométrica.
- **Válvula solenoide:** Tiene como finalidad permitir el paso del aire comprimido teniendo como posición normalmente cerrada.
- **Válvula solenoide:** tiene como finalidad permitir el paso del combustible para la llama piloto, teniendo como posición normalmente cerrada.

- Filtro regulador de presión: Regulador de presión del aire comprimido para atomización del combustible. La presión indicada para el aire comprimido puede ser acompañada a través del manómetro montado en la fase del filtro.
- Válvula de cierre rápido del aire para la llama piloto: Válvula del tipo ¾" de esfera, su posición debe ser normalmente abierta por la mitad. Tiene como función permitir el paso del aire para el insuflamiento de la llama piloto.

3.6.10 Sistema de Calentamiento del Cemento Asfáltico o Caldero

En este sistema se realiza el proceso de calentamiento del cemento asfáltico o PEN. El calentamiento se realiza a fin de llevarlo a la temperatura de 150°C y proceder luego a la inyección a los agregados que también en el quemador son calentados hasta 150°C y obtener la mezcla final a la misma temperatura.

Está constituido principalmente por un caldero pirotubular, en donde se efectúa el calentamiento del aceite térmico hasta una temperatura de 220°C, que luego se hará circular a través de serpentines ubicados en el interior de los tanques de almacenamiento que por convección elevarán la temperatura del cemento asfáltico hasta obtener los 150°C. Este caldero o calentador de fluido térmico de 400,000Kcal./hr es un calentador de circulación forzada para calentamiento en fase líquida de fluidos especiales para transferencia de calor. El serpentín se compone de una cámara de combustión cilíndrica de irradiación, en el interior de la cual la combustión se procesa completamente seguida de un haz tubular de intensa convección.

El transporte de cemento asfáltico se realiza desde la refinería de Petroperú-Talara en camiones cisternas debidamente acondicionados con serpentines de tubo de 1 ½" para su calentamiento.

Este cemento asfáltico a temperatura ambiente es semisólido y pasados los 100°C es líquido.

Una vez que el camión cisterna llega a la planta, se le conecta a la línea de calor mediante una tubería flexible o manguera resistente al tubo de entrada del serpentín de calefacción del camión cisterna y otra manguera se conecta al retorno del serpentín del tanque, una vez calentado y logrado mayor fluidez es vaciado en los tanques de almacenamiento de la planta.

Se cuenta con dos tanques de almacenamiento de 8000gl c/u diseñados con un sistema de calentamiento consistente en serpentines interiores por donde circula el aceite térmico proveniente del caldero pirotubular instalado para este fin.

Cada vez que la temperatura promedio del cemento asfáltico en los tanques de almacenamiento, está por debajo de los 150°C; éste es calentado con el aceite térmico que circula a través del serpentín para que mantenga caliente todo el sistema. Para evitar el peligro de incendio en caso que se reduzca el volumen de aceite, existe un sistema de sensor de nivel de aceite en el tanque de compensación el cual apaga dicho nivel a un límite peligroso.

Además existe un sistema de temperatura para prender según baje o alcance su temperatura el aceite de circulación. Finalmente existe el sistema de presión para parar el equipo en caso que baje o suba demasiado la presión en la tubería, sea por fugas o válvulas cerradas respectivamente.

La bomba está funcionando continuamente salvo en los casos arriba mencionados.

El cemento asfáltico es calentado hasta lograr una temperatura de 150°C para luego proceder a la inyección al Drum Mixer o mezclador.

3.6.11 Sistema de Inyección del Cemento Asfáltico

En este sistema se realiza la función de inyectar el cemento asfáltico al Drum Mixer. Para tal fin se utiliza una bomba de engranajes con diámetros de 1.5'' para plantas de asfalto con capacidad de 100ton/hora; posee revestimiento por donde debe circular el aceite térmico para evitar su trabazón por endurecimiento del cemento asfáltico.

El accionamiento de la bomba de asfalto se da a través del motor variador o motor eléctrico con convertidor de frecuencia, siendo así de rotación variable.

El porcentaje de cemento asfáltico especificado en el diseño, debe ser digitado en panel de la balanza para que la misma, en función de la producción horaria, mantenga dicho porcentaje constante conforme lo determinado.

Después de la bomba de inyección de asfalto, en las tuberías de conducción y conexión con el tambor secador mezclador, se localiza un conjunto de válvulas que posibilitan desviar el flujo hacia fuera del tambor secador mezclador a fin de efectuar una regulación correcta del porcentaje de asfalto por peso, en caso de haber necesidad.

La bomba posee un sistema de reversión en el sentido de rotación, para que al final de una operación de trabajo, todos los residuos de cemento asfáltico que se acumulen en el cuerpo de la bomba y en las tuberías sean enviados nuevamente hacia el tanque de almacenamiento.

Montada internamente en el secador mezclador, en el sentido longitudinal, en el inicio de la sección de mezcla se tiene la barra esparcidora de cemento asfáltico, que tiene como

función esparcir el cemento asfáltico sobre los agregados, introduciendo y distribuyendo el asfalto uniforme, obteniendo así una mezcla homogénea y rápida.

3.6.12 Sistema de Mezclado o Drum Mixer

También denominado tambor secador mezclador; en este sistema se realiza el mezclado uniforme de los agregados y el cemento asfáltico para obtener finalmente la mezcla asfáltica en caliente.

Este tambor tiene movimiento rotatorio accionado por cuatro motoreductores.

3.6.13 Sistema de Exhaustión de Gases

Las plantas de asfalto en general, son equipos que por la característica de su finalidad, que es la producción de asfalto con la consecuente quema de derivados de petróleo y gran cantidad de agregados finos, es un tipo de equipo que puede ser altamente poluidor. La atención a la correcta regulación y operación de todo el conjunto de la planta, son factores que ciertamente podrán minimizar los elementos poluidores y mejorar el desempeño y el grado de productividad de la planta de asfalto.

Este sistema realiza la función de contrarrestar la contaminación que se realiza en el proceso de quemado; lo que se realiza es la captura de los gases ocasionados al momento de quemar los agregados, ya que estos gases contienen compuestos contaminantes para el medio ambiente.

La captura la hace un rotor exhaustor que succiona los gases y finos del Drum Mixer y son introducidos en un filtro pasando primero por el chubero de lavaje de gases. Las partículas sólidas que se encuentran en suspensión en los gases son impregnadas por agua y se precipitan luego al fondo del filtro, pues el exhaustor correctamente regulado no tiene capacidad de aspirar estas partículas.

En seguida el aire pasa por la hélice turbillonadora que ejerce un filtraje mecánico y tiene un efecto deshumecedor, liberando así por la chimenea gases limpios y secos reduciendo así el factor contaminante.

Esta agua que se ha encargado de absorber esas sustancias es derivada hacia unas pozas de decantación en donde se va separando el agua de las sustancias que absorbió en el dosificador y esta agua es nuevamente recirculada hacia el dosificador para seguir con el circuito. Se utiliza una bomba con su respectivo tubo y filtro de succión.

Los correctos procedimientos de operación y mantenimiento y la correcta regulación de los conjuntos quemador y exhaustor, optimizarán la performance general del filtro, de la planta y sus equipos, aumentando la productividad y la vida útil de sus componentes.

3.6.14 Sistema de Cadena Elevadora o Elevador de Mezcla

Este sistema se encarga de transportar la mezcla asfáltica producida hacia el silo de almacenamiento. Se utiliza una cadena elevadora de 120 paletas que se encargan de transportar la mezcla; teniendo en el fondo del canal por donde es transportada la mezcla asfáltica un revestimiento compuesto por placas aceradas espaciales sustituibles.

El propio porcentaje de cemento asfáltico incorporado a la mezcla, actúa como lubricante de arrastre, garantizando así, alta durabilidad de las placas de revestimiento. Tiene también en su tercio superior, una compuerta de rechazo, accionada por pistones neumáticos, su utilización se da en el inicio y final de la operación de la planta de asfalto, cuando la mezcla asfáltica esta aún imperfecta o contaminada o en alguna parada imprevista o eventual y evitar así la contaminación con el material que no se mezcla uniformemente debido a dicha parada, evitando así contaminar mezclas correctas. Es accionado por un motor eléctrico con transmisión por correa "V" al reductor de velocidad acoplado directamente al eje, con engranajes de tracción.

3.6.15 Sistema de Presilo y Silo de Almacenamiento

Este sistema se encarga de la recepción, almacenamiento y despacho de la mezcla. Está formado por dos componentes:

a) Pre Silo.- Está situado entre el elevador de mezcla y el silo de almacenamiento, es un pequeño compartimiento que almacena temporalmente la mezcla; tiene la finalidad de evitar la desagregación de la mezcla asfáltica. La desagregación es debida a la altura de descarga en el interior del silo, provocando así, la separación de los agregados de mayor granulometría de los finos. Para evitar que esto ocurra, el presilo almacena cantidades mayores de mezcla, y libera para el interior del silo de almacenamiento.

Se trata de un pre-silo de estocaje con descarga comandado automáticamente a partir del panel de control de la planta de asfalto, a través de 2 temporizadores, los cuales determinan el intervalo y el tiempo de abertura de la compuerta inferior.

El intervalo entre los ciclos y el tiempo de abertura de la compuerta inferior varían de acuerdo con la capacidad de la producción de la planta de asfalto y el tamaño o altura del silo de almacenamiento o la especificación del diseño.

El pre-silo debe estocar aproximadamente 300kg, siendo así, para determinar el tiempo de estocaje, tomar la producción horaria de la planta y dividirla por 36,000 segundos. El valor alcanzado será el divisor de la capacidad del pre-silo, tendremos así tiempo necesario para llenarlo.

El tiempo de descarga varía entre 3 a 5 segundos.

Luego de efectuada la regulación de los temporizadores, con la planta en funcionamiento, se verifica visualmente si hay desagregación de la mezcla en el momento de descarga del volquete de transporte. Caso haya desagregación, se aumenta el tiempo de estocaje del pre-silo.

b) Silo.- es un compartimiento troncopiramidal destinado a recibir y almacenar la mezcla asfáltica del tambor secador mezclador, tiene capacidad de almacenar hasta 25m³ de mezcla asfáltica; está revestido térmicamente por fibra de vidrio y permite almacenar por aproximadamente 24 horas la mezcla asfáltica.

Tiene acoplada a su estructura una escalera tipo mariner, para acceso a la parte superior, así como al pre-silo y al elevador de mezcla. Las compuertas de descarga del silo son accionadas por cilindros neumáticos, comandados en el panel de la planta. Debajo se ubican los volquetes para el abastecimiento y despacho de la mezcla.

Las aperturas y cierres de las compuertas tanto del presilo como del silo son accionadas a través de un sistema compresor formado por:

- Compresor de aire, que entrega el aire necesario para el funcionamiento del sistema.
- Conjunto Filtro y lubricante de línea, cuya función es filtrar el aire alimentado por el compresor, retener la humedad, lubricar el aire proporcionado por la compresora al sistema y regular la presión del sistema.
- Cilindros Neumáticos, que son de doble acción y tiene la finalidad de abrir y cerrar las compuertas del silo de la mezcla asfáltica y el pre-silo.

Grupo Generador para la Planta de Asfalto

Es un grupo Volvo Penta encargado de alimentar de energía a la planta de asfalto.

Grupo Generador para el Caldero

Es un grupo Perkins encargado de alimentar de energía al caldero.

CAPITULO IV

ANALISIS E IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA

La planta, como ya se dijo anteriormente, fue cedida en uso por el MTC al Gobierno Regional de Lambayeque en el año 2003; en el año 2004 el Gobierno Regional las cede a varias municipalidades de la región a fin que éstas las operen y ejecuten sus proyectos de pavimentación de calles y pistas, evidentemente los responsables de las plantas eran los ingenieros civiles residentes de obra que tenían a cargo la ejecución de los proyectos de pavimentación de las calles de las diversas municipalidades y no algún ingeniero mecánico o eléctrico que se responsabilice del mantenimiento. En el año 2005 el Gobierno Regional decide ya no ceder las plantas a ninguna municipalidad y reasume definitivamente la administración de las plantas, pero delega la responsabilidad de la planta al almacenero, manteniéndose por tanto las mismas condiciones de deterioro progresivo.

A mediados del 2005 se destina un ingeniero residente para encargarse de la planta; no obstante, cuando a fines del 2007 se asumió la responsabilidad, no se encontró ningún plan de mantenimiento.

A finales del año 2007 se nos encarga la responsabilidad de la jefatura de las plantas, con la imperativa recomendación de mantener óptimamente operativa las plantas y lidiar positivamente con el monopolio que el Gobierno Regional ostentaba y por ende mejorar la rentabilidad y aumentar los ingresos de la cuenta RDR.

De la presentación general y condiciones en que se encontraron las plantas, es evidente la carencia de una normal, eficiente y adecuada política o gestión de mantenimiento, toda vez que la operatividad de las plantas pasaba siempre por resolver los problemas en el camino, es decir se resolvía al momento las fallas o inconvenientes que se iban presentando y mientras la planta mantenía su operatividad, no se preveía los sucesos que podían seguir a consecuencia justamente de pensar que lo más importante era cumplir con los compromisos asumidos y que algunas partes o piezas de algún sistema ya estaban a punto de colapsar debido a la falta de mantenimiento adecuado o ya estaban cumpliendo su ciclo

de vida. El mantenimiento solo pasaba por tareas de lubricación, limpieza y engrase y el servicio rutinario de los motores diesel de los grupos.

En el registro análisis histórico de los años anteriores 2004, 2005, 2006 y 2007, antes de implementar el plan de mantenimiento, los días de trabajo y producción solo se limitaban a algunos días de cada mes, de allí que a los trabajadores cuando la planta no producía o se paraba por alguna falla grave o reparación, se les retiraba y se les volvía a llamar cuando se reparaba la falla y se programaba producción, con la consecuente pérdida de aquellos días. Es decir, día trabajado, día pagado. Esto evidentemente generaba mucha incomodidad en el personal debido a esta inestabilidad remunerativa.

Analizaremos las deficiencias encontradas y en base a ello establecer posteriormente las pautas del programa de mantenimiento a aplicar.

4.1 Organización

Se encuentra una deficiente organización en cuanto a que no hay una planificación, coordinación o finalmente decisión de implementar alguna actividad medianamente seria de mantenimiento, esto quizás debido a que al ser la única planta de su tipo en la región, la sobredemanda y exigencia de atención en el plazo y fecha que el cliente establece, rompía con cronogramas que se podrían establecer para llevar a cabo algún plan de mantenimiento. Esto no quita que se pueda haber planteado al menos cronogramas de inspecciones, reportes o archivos de sucesos o un historial de fallas comunes.

No hay al menos algún área que se dedique fundamentalmente a establecer o planificar los lineamientos de algún plan. Todo mantenimiento por lo general del tipo correctivo, lo conduce el residente a través del operador y el personal a su cargo. Cuando la falla no se puede resolver, se traslada la pieza al taller del SEM donde los mecánicos del área correspondiente analizarán y evaluarán las posibilidades de resolver el problema allí mismo, caso contrario se llevará a un taller especializado. Cuando la pieza colapsada es una pieza original se tendrá que proceder a la importación, por lo que se tendrá que hacer un proceso convocando a los postores a presentar sus cotizaciones. Este proceso evidentemente toma su tiempo y hasta la adquisición de la pieza la planta estará parada.

4.2 Capacidad del Personal

El personal con que se cuenta en la planta, no es calificado, toda vez que ninguno tiene formación técnica, sea mecánica, eléctrica o de otra índole acorde con el tipo de trabajo que se realiza en las plantas. Solo realizan labores de peones o ayudantes. Es decir no se cuenta con personal con capacidad y conocimiento suficiente, solo conocimiento empírico

y la intuición que les da la práctica y la experiencia en la operación de este tipo de plantas. El operador de las plantas no puede estar operando ambas plantas, toda vez que asume demasiada responsabilidad. Además de no tener formación técnica, se le recarga la responsabilidad y es contraproducente que una planta esté parada mientras la otra esté produciendo, solo porque se cuenta con un solo operador. Él, junto al personal de apoyo, puede hasta resolver problemas de índole mecánico o rutinario, pero cuando aparecen problemas de otra índole sea electromotriz o eléctrica, sea en el tablero de control o en los motores eléctricos, la falta de formación técnica en ese aspecto limita las posibilidades de solución de problemas de ese tipo, de allí que en su totalidad, los motores eléctricos se quemaban frecuentemente, como se observó en el cuaderno de ocurrencias del operador, pues no había un planificado control de éstos. Esta dificultad de contar con personal sin una adecuada calificación técnica no permite planificar al menos tareas específicas.

Tampoco se les programaba capacitación alguna o se les incentiva a tomar algún curso que les permita mejorar el conocimiento teórico de la operatividad de las plantas o de algún aspecto técnico.

4.3 Operación en fallas

En régimen de trabajo y producción el operador de vez en cuando inspecciona el funcionamiento óptimo de todos los sistemas, si visualizara algunas fallas o anomalías, comunica al residente a la espera de la indicación respectiva. Dependiendo de la gravedad de ésta, se determina el desmontaje de la pieza y se evalúa la posibilidad de solución inmediata, continuidad de trabajo, solución cuando haya tiempo y stock, solución en taller del SEM o en taller externo o simplemente esperar colapso para cambiar pieza.

Caso de necesidad de solución inmediata a fin de no involucrar fallas mayores a consecuencia de esto, se determina la paralización de la producción con la consecuente incomodidad y reclamo del cliente debido a la desatención y paralización de su obra, con las pérdidas económicas que esto implica para ambos. Evidentemente como se deduce, se plantea un proceso correctivo que permite salir del problema y cumplir con el compromiso pactado.

4.4 Registro histórico de fallas

Al no contarse con un ambiente adecuado para el mantenimiento medianamente regular, no hay un archivo, hojas, formatos, cuaderno, reportes o registros precisos de todas las fallas ocurridas, características, fechas, reparaciones, accesorios averiados, requeridos, usados, ni mucho menos costos de reparaciones o de accesorios o piezas utilizada en la reparación.

Lo que si se descubrieron fueron las bitácoras de los grupos generadores y anotaciones en el cuaderno de ocurrencias, pero ocurrencias de salida de piezas siempre y cuando la pieza a reparar haya salido de la planta hacia el taller del SEM o taller privado. Sólo el operador lleva en su cuaderno de control personal las labores que realiza en el día, pero con fines de presentaciones de informes de trabajo que justifiquen su pago posterior. Es decir no se llevaba un control adecuado de registro de fallas y reparaciones hechas.

Este inconveniente no permite tener un control real de la funcionalidad de las piezas, accesorios o equipos que conforman las plantas, no obstante se dispuso que se empezara a registrar todo lo concerniente a cada falla ocurrida a partir de la fecha, a fin de ir estableciendo pautas para implementar el plan de mantenimiento y los costos involucrados.

4.5 Almacén y adquisición de repuestos

En el almacén además del cuaderno de ocurrencias, se tiene registrado en un cuaderno las entradas y salidas de los diferentes repuestos, piezas, herramientas, equipos, insumos, etc. Estos registros indican la fecha de salida y hacia qué sistemas, pero tampoco el registro histórico de las fallas o reparaciones.

No se tiene un orden adecuado a fin de establecer la existencia o no de algún repuesto o herramienta cuando sea necesitado; caso no exista, recién se plantea el requerimiento y en forma verbal e informal al residente de parte del operador o del almacenero, si esta necesidad es de suma urgencia, entonces el residente tiene que viajar hasta la sede central y solicitar que la Oficina de Abastecimientos autorice la adquisición urgente de dicho repuesto o herramienta. No hay un estudio o programa de adquisición de repuestos o herramientas elementales que según necesidad suelen utilizarse con frecuencia.

Cuando se presenta la necesidad y se descubre la inexistencia, recién se plantea la adquisición.

Existen dos formas o procesos de adquisición de repuestos, equipos, herramientas o accesorios según la necesidad:

De manera rápida, si se necesita con urgencia un repuesto, equipo, accesorio - llámese tornillo, tuerca, perno, manguera, cañería, rodaje, empaquetaduras, contactor, relé, fusibles, faja en V, etc.- se acude al proveedor, éste entrega el requerimiento, a través de una guía de remisión y luego el cotizador que envía la Oficina de Abastecimientos recaba, tanto la guía de remisión, como la cotización o presupuesto para que el residente elabore posteriormente el documento de solicitud de Pedido Interno de Repuesto (PIR) para que luego el jefe del SEM, elabore posteriormente el oficio de autorización de afectación de dicha compra,

indicando la fuente de financiamiento de dicha compra, que por lo general es la cuenta RDR de la planta.

La Oficina de Abastecimientos elabora la orden de compra, la cual se enviará al proveedor, el cual alcanzará la factura respectiva para que se le efectúe el pago ya sea a través de un cheque o a través de depósito en cuenta.

Este proveedor evidentemente cotiza con incremento en el costo, debido a que el trámite de pago demora a veces hasta meses ya que la orden de compra pasa por una serie de Oficinas que visan y certifican la documentación y el pago hasta el depósito final en la cuenta del proveedor.

La otra forma de adquisiciones es la forma más usual, establecida en las normas y por ende engorroso, burocrático y lento.

En esta opción, se elabora el PIR; el cotizador de la Oficina de Abastecimientos se encarga de ir donde los proveedores a solicitar cotizaciones según el PIR, y recaba como mínimo dos cotizaciones a través de sobres lacrados, posteriormente hacen un llamado al residente o solicitante del PIR a la apertura de sobres.

En dicha apertura se evalúan las propuestas y se determina el ganador sea por razones de garantía o precios, luego se elabora el cuadro comparativo a fin de establecer las condiciones o razones del ganador.

Este cuadro firmado y visado por el Jefe de la Oficina de Abastecimientos es enviado al SEM a fin que el Jefe del SEM haga el oficio de afectación de dicha compra. Posteriormente se elabora la orden de compra y se le alcanza al proveedor, el cual llevará el producto hasta el almacén principal de la sede regional, donde con una orden de salida se le entregará al residente para su traslado hacia el almacén de la planta.

Esta adquisición también toma meses en realizarse, toda vez que la Oficina de Abastecimientos se encarga de las adquisiciones de todos los requerimientos de todo el sistema del Gobierno Regional, es decir, de la logística de todas las oficinas, de los insumos y requerimientos de todas las obras y cuanto programa existente, así como la elaboración de las órdenes de servicio, sea de pagos de personal como de servicios varios realizados.

Cuando los costos de los repuestos sean altos, los reglamentos de adquisiciones del estado establecen la realización de procesos, los cuales ya establecen etapas, tiempos, consideraciones, requisitos, penalidades, etc. para lo cual si no se cuenta con una adecuada planificación y programación del mantenimiento en base a esta reglamentación vigente en

cuanto a adquisiciones, la parada de la planta hasta que la adquisición se haga efectiva, será prolongada, tal como se ha constatado muchas veces.

4.6 Mantenimiento aplicado

Básicamente el mantenimiento que se aplicaba se limitaba a los servicios rutinarios de inspección, limpieza, lubricación, ajustes, parchado o soldado de planchas donde el desgaste producía aberturas, relleno de aceites, cambios de aceites, de filtros, fajas, etc. Esta rutina evidentemente no garantiza ningún tipo de seguridad por cuanto si no se establece un programa de seguimiento del tiempo de vida y trabajo de cada parte del sistema que permita prever y evitar las fallas, estas colapsarán tarde o temprano ocasionando la parada obligatoria de la planta. Finalmente cuando la falla ocurre, se aplica la corrección debida. Es decir se aplicaba frecuentemente el mantenimiento correctivo.

La simple inspección es una acción subjetiva que sólo nos brinda la posibilidad de un análisis superficial de lo que pasa externamente. Ello no resiste un análisis preciso, real y objetivo de lo que pasa internamente.

Por ejemplo, en el caso particular de los motores eléctricos; si se observaba alguna variación anormal en su comportamiento como calentamientos, ruidos extraños o aberturas de contactores, solo se le abría y se le hacía un sopleteado y limpieza general o se limpiaban y reajustaban los contactores o se rellenaban los contactos y se continuaba con el trabajo. Luego evidentemente ocurría la falla, con el quemado del bobinado del motor. Se procedía luego al traslado a un taller privado para el rebobinado que finalmente pusiera operativo el motor con la consecuente parada ocasionada, allí recién se confirmaba la causa evidente: rodamientos en mal estado, recalentamiento y pérdida de aislamiento del bobinado o ventilación defectuosa, etc.

Este mantenimiento que se aplicaba no era definitivamente el más indicado, no había mucho interés, se pensaba quizá que no era necesario o conveniente o simplemente se pensaba que mientras la planta esté operativa todo estaba bien y que si ocurría alguna falla, ésta se corregía y todo seguía bien. Mientras había ingresos o se vendía asfalto no había necesidad de establecer o implementar un plan de mantenimiento que a larga sería beneficioso, rentable, adecuado y responsable. Este plan de mantenimiento solo eran en realidad actividades que implicaban la solución de problemas que se podían resolver de manera rápida o pronto y de acuerdo al stock de repuestos en almacén; éstas eran rutinas de limpieza, engrase, cambio de aceites y de filtros de los grupos generadores según las horas de servicio, cambio de fajas, ajustes o cambio de tuercas, pernos, soldado de rajaduras o

soldado de parches en piezas de desgaste, etc. Esta rutina de inspecciones que realiza específicamente el operador tampoco está planificada, solo se realiza por la simple responsabilidad que la planta no pare de producir y poder satisfacer la enorme demanda del mercado.

La necesidad de establecer lineamientos que permitan optimizar el proceso productivo, la disponibilidad, la calidad y la eficiencia, con el compromiso de alargar la vida útil de los equipos sin mirar como un costo sino como una inversión, la poca disposición y apoyo de parte de las instancias superiores, nos impone la tarea de planificar un adecuado programa de mantenimiento y entenderlo como un instrumento o eje fundamental para la conservación de los equipos e instalaciones que permiten maximizar la producción con el aumento sustancial de los ingresos o directamente recaudados.

CAPITULO V

IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

Dentro de la estructura organizacional del Gobierno Regional Lambayeque, el Servicio de Equipo Mecánico que tiene a cargo la Planta, no tiene el nivel de una Subgerencia que debería tener dada la amplitud y envergadura de las funciones y de los ingresos propios que puede generar. Al depender de la Administración del Gobierno Regional, estos ingresos los dispone directamente la Administración a través de la Oficina de Abastecimiento, que por lo general destina una parte a la compra de insumos y pagos de todo tipo y otra a atender diversas actividades de apoyo ajenas a la planta.

Las gestiones tendientes a establecer políticas de priorización fueron infructuosas a pesar de entenderse la idea de la necesidad de establecer una adecuada política de mantenimiento de la planta. Toda necesidad de recursos, compras, pagos o servicios no presupuestados ajenos a las necesidades de la planta son satisfechos a través de la cuenta RDR de la planta.

5.1 Tipo de Mantenimiento a aplicar

Ante la perspectiva poca alentadora de apoyo y ante la responsabilidad de la directiva presidencial de incrementar la productividad e ingresos de la planta, se decidió fundamentalmente implementar un programa de mantenimiento preventivo en base a un estudio de los equipos, a través de historial pasado y reciente de fallas y reparaciones, así como de datos que se fueron recopilando en cuanto a las horas de trabajo de cada sistema. Esta recopilación va desde las fichas técnicas de transferencia de la planta y de los equipos, hasta las reparaciones que se pudieron haber efectuado, así como algunas bitácoras inconclusas de los grupos generadores, equipos, guías de salida, órdenes de compra de repuestos, manuales de partes, etc.

La sobredemanda de asfalto siempre ha sido una dificultad con la que se tuvo que lidiar, ya que se tenía que reestructurar programaciones y redefinir planes que involucraban hasta suspensiones de ventas y producción de mezcla asfáltica y gestiones de visitas de funcionarios de gerencia hasta imponer la necesidad imperativa de aplicación del plan.

Los resultados, evidentemente, serían los que de alguna manera en el recuento y reporte final reflejarían la relevancia e importancia de haberlo aplicado.

Se planteó inicialmente y luego de muchas dificultades adicionar personal capacitado y modificar el organigrama de funciones del personal de planta.

Un plan de mantenimiento, para que sea exitoso, debe contar con todos los elementos que garanticen un efectivo seguimiento de cada una de las etapas que se planteen.

En base a esto se estableció la necesidad de un segundo operador de plantas; en este caso, un operador de la planta de asfalto.

Este operador se encargaría únicamente de la planta de asfalto y de realizar y ejecutar los lineamientos del plan de mantenimiento de la planta de asfalto.

El operador con el que se contaba se destinaría únicamente a operar la planta chancadora y responsabilizarse de todo el proceso de producción de piedra chancada y de efectuar o ejecutar los lineamientos del plan de mantenimiento programado para la planta chancadora junto al personal de producción asignado.

Se planteó también implementar el servicio de vigilancia privada, a través de contratar los servicios de una empresa de vigilancia a fin que el personal que hacía el trabajo de guardianía y vigilancia se incorpore a las labores de mantenimiento y de producción. También se planteó la necesidad de contar con por lo menos un técnico electricista industrial capacitado, a fin de establecer una mejor planificación y orientación del componente eléctrico del mantenimiento que se pretendía implementar y para lo cual se tuvo que evaluar varias propuestas.

Es necesario indicar que la planta se encuentra ubicada en una zona inhóspita, donde la movilidad no es muy frecuente, de allí que el personal de planta pernocta toda la semana en las instalaciones del campamento, hasta el día sábado en que regresan a sus domicilios.

Esta dificultad es una de las razones a tener en cuenta en la evaluación, ya que muchas veces al plantearles esta situación de trabajo en condiciones duras, muchos aspirantes se desaniman y les cuesta aceptar la propuesta, razón por la cual sólo se logró la participación de un nuevo operador de planta que antes ya había laborado en la operación de la misma y de un electricista industrial.

Es necesario indicar también que el personal que se encontró laborando no era el idóneo, pues ninguno tenía formación técnica calificada y su ingreso de alguna u otra manera se hizo en base a retribuciones o criterios de carácter político o humanitario. Por lo que la idea de contar enteramente con personal calificado era un tanto difícil, por lo que aún así se

hizo el esfuerzo de adiestrarlos convenientemente a fin de que asimilen la idea en lo que se pretendía.

Para esto se dieron algunas charlas informativas a fin de que tengan las ideas claras respecto a lo que se quería establecer e implementar y objetivizar la redundancia de los beneficios que se lograrían, una producción permanente y continua, días de trabajo continuos y por ende mas beneficio económico remunerativo.

Con el deficiente material humano capacitado, la idea fue plantear entonces un mantenimiento preventivo integral a fin de incrementar sus capacidades y orientar la labor meramente de apoyo a establecer criterios en el conocimiento y aceptación de un metódico plan de trabajo que permita tener su fuente de trabajo en buen estado de conservación y operatividad y les garantice una segura y permanente retribución remunerativa.

Se pretende establecer coordinaciones permanentes con los operadores de ambas plantas a fin de concientizarlos en la necesidad y conocimiento de lo que se quiere, a fin de entender que el objetivo principal del mantenimiento es brindar la máxima capacidad de producción a la planta, aplicando técnicas simples que brinden un control eficiente de los equipos e instalaciones.

El organigrama propuesto a fin de implementar paulatinamente el plan de mantenimiento se observa en la Figura N°5.1.

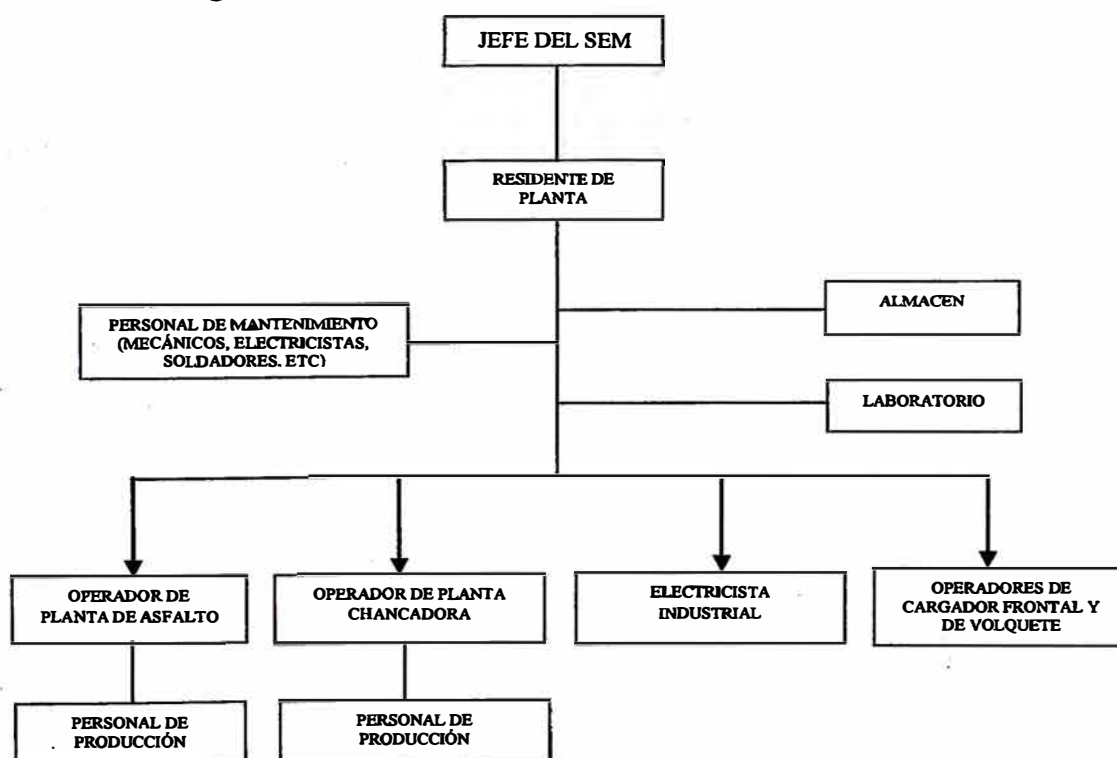


Figura N° 5.1 Organigrama Propuesto

En este nuevo organigrama se establece una distribución del personal de modo tal que se pueda contar con la mayor parte de ellos en la ejecución de las tareas que se asignarán.

El residente de planta será evidentemente el responsable del mantenimiento de la planta y será el que llevará a cabo las coordinaciones, directivas y control sobre éstas.

Será el principal responsable del funcionamiento y operación de las plantas, así como de la producción y despacho de éstas.

Establecerá las funciones específicas a cada uno de los trabajadores y reportará al jefe del SEM las programaciones establecidas, resultados y avances.

5.2 Objetivos

Generales:

Implementar el plan de mantenimiento preventivo, optimizando aspectos técnicos y económicos de las plantas, reduciendo los tiempos de parada.

Específicos:

Tener una evaluación del estado de las máquinas y equipo que conforman los sistemas de producción y mantener así los estándares de calidad en el producto mejorando la capacidad de producción de la planta, optimizando los costos de producción, así como la conservación y capacidad operacional de los equipos y garantizar la seguridad del personal.

5.3 Funciones y responsabilidades

Es importante establecer las responsabilidades ya que a partir con esto se empezará a implementar la planificación de las tareas a realizar. Se les planteará funciones específicas que deberán cumplir y reportar.

Detallaremos las funciones generales y específicas que se asignarán a cada uno de los componentes para la implementación del plan de mantenimiento:

5.3.1 Residente de Planta

El residente de planta debe ser necesariamente un ingeniero mecánico, mecánico eléctrico, eléctrico o industrial. Se ha observado a través de registros y documentos históricos que la residencia la han tenido ingenieros civiles, responsables o residentes de las diversas obras de infraestructura vial.

El ingeniero residente supervisa a los operadores de las plantas, al almacenero, al electricista, a los mecánicos y soldadores.

Función general:

Encargarse y mantener la operatividad de ambas plantas garantizando de esta manera la producción continua, permanente y puntual.

Función específica:

- Planificar, programar y ejecutar el plan de mantenimiento, informando y coordinando con el jefe del SEM las acciones a realizar, así como las necesidades del personal del taller del SEM cuando sean programados sus servicios.
- Programar junto al Jefe del SEM las producciones a fin de coordinar con las municipalidades y empresas privadas las atenciones de despacho de mezcla asfáltica, previa conformidad de pagos cancelados por la adquisición de ésta.
- Elaborar y efectuar el control de cada una de las fichas técnicas de todos los equipos que conforman las plantas.
- Supervisar las producciones.
- Establecer los cronogramas de ejecución de las reparaciones a efectuarse en coordinación con el Jefe del SEM y del personal de planta.
- Visar y llevar el control de las bitácoras de los grupos generadores.
- Llevar a cabo las acciones inmediatas ante irregularidades eventuales en el proceso de producción.
- Recabar la información y reportes de los operadores de las plantas y del almacenero de los requerimientos programados, sea de repuestos e insumos.
- Confirmar mediante verificaciones directas e inspecciones rutinarias de las necesidades de los requerimientos, sea de repuestos, piezas, insumos y demás.
- Elaborar los PIR y Órdenes de Servicio y gestionar oportunamente el requerimiento ante la Oficina de Abastecimientos.
- Elaborar las respectivas planillas de pago del personal.

5.3.2 Operador de Planta Chancadora

Función general:

Operar la planta chancadora y mantenerla operativa de forma óptima y supervisar a su personal de producción a cargo.

Función específica:

- Llevar a cabo y ejecutar junto con su personal a cargo, las actividades de mantenimiento preventivo programadas y establecidas, sean inspecciones de rutina, servicios o tareas.

- Supervisar permanentemente el funcionamiento óptimo y operatividad de la planta a su cargo.
- Efectuar las reparaciones eventuales que se presenten, previo informe, coordinación y autorización del residente.
- Llenar las fichas de registros de cada uno de los equipos de cada sistema, en las cuales están indicadas los horómetros, fechas, servicios, reparaciones, piezas y accesorios cambiados, personal y tiempo empleado.
- Coordinar con el personal del taller del SEM la ejecución de trabajos cuando estos sean comisionados a la planta a efectuar estas labores para los que se les requiera.
- Llenar las bitácoras de los grupos generadores y reportar mensualmente al residente para su visado y conformidad.
- Según el programa de mantenimiento, hacer su reporte de requerimientos de piezas, accesorios, filtros, aceites, etc. a fin de mantener el orden y cronogramas establecidos.

5.3.3 Operador de Planta de Asfalto

Función general:

Operar la planta de asfalto y mantenerla operativa de forma óptima y supervisar a su personal de producción a cargo.

Función específica:

- Llevar a cabo y ejecutar junto con su personal a cargo, las actividades de mantenimiento preventivo programadas y establecidas, sean inspecciones de rutina, servicios, tareas, para lo cual llevará el control de éstas.
- Supervisar permanentemente el funcionamiento óptimo y operatividad de la planta a su cargo.
- Efectuar las reparaciones eventuales que se presenten, previo informe, coordinación y autorización del residente.
- Llenar las fichas de registros de cada uno de los equipos de cada sistema, en las cuales están indicadas los horómetros, fechas, servicios, reparaciones, piezas y accesorios cambiados, personal y tiempo empleado.
- Coordinar con el personal del taller del SEM la ejecución de trabajos cuando estos sean comisionados a la planta a efectuar estas labores para los que se les requiera.
- Llenar las bitácoras de los grupos generadores y reportar mensualmente al residente para su visado y conformidad.

- Según el programa de mantenimiento, hacer su reporte de requerimientos de piezas, accesorios, filtros, aceites, etc. a fin de mantener el orden y cronograma establecido del mantenimiento.

5.3.4 Electricista Industrial

Función general:

Encargarse del funcionamiento normal, regular u óptimo de los componentes eléctricos de las plantas.

Funciones específicas:

- Llevar un estricto control de las fallas de carácter eléctrico que se presentan a través de las fichas de registro de fallas.
- Reportar al residente de las fallas eventuales, diagnosticarlas y repararlas o corregirlas.
- Llevar el control de las reparaciones hechas, repuestos y accesorios usados.
- Coordinar con los operadores de plantas los diversos tipos de servicios a realizar a los grupos generadores.
- Coordinar con los mecánicos del SEM, el control y mantenimiento de los grupos de ambas plantas, tanto el motor como el generador.
- Llevar el control del mantenimiento de los motores eléctricos a través de las fichas de cada uno de ellos.
- Ejecutar el mantenimiento de los motores eléctricos según el plan establecido.
- Ejecutar el mantenimiento de los tableros eléctricos de ambas plantas según el plan establecido.
- Ejecutar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas de las plantas, según el plan de mantenimiento programado.
- Según el programa de mantenimiento, hacer su reporte de requerimientos de piezas, accesorios, material eléctrico, etc.

5.3.5 Almacenero

Función general:

Control del almacén, registro de ingresos y salidas interna y externa de repuestos, piezas, accesorios e insumos y producción.

Funciones específicas:

- Llevar el control estricto de existencia de repuestos y accesorios, estableciendo un inventario pormenorizado y clasificado de éstos.

- Redistribuir ordenadamente los repuestos y accesorios por sistemas de modo que estén rápidamente al alcance de la mano y verificar su existencia y necesidad mediante inspecciones permanentes del stock.
- Reportar mensualmente al residente de la planta de los requerimientos cuyo stock se va agotando.
- Coordinar permanentemente con los operadores de las plantas y el electricista de las reparaciones hechas, de los repuestos y accesorios a usar, así como de la existencia de éstos.

5.3.6 Personal del taller del SEM

Mecánicos:

Función general:

Fundamentalmente este personal es especialista en maquinaria pesada y liviana y esa es su función.

Función específica:

- Controlar periódicamente los motores de los grupos generadores de las plantas.
- Hacer el mantenimiento periódico a la maquinaria pesada de la planta, el cargador frontal, el tractor de orugas y el volquete.
- Hacer el mantenimiento periódico de los motores de los grupos según las bitácoras respectivas.

Soldador:

Función general:

Responsable de todos los trabajos de soldadura y de tipo metalmecánico.

Función específica:

- Realizar las reparaciones de estructuras metálicas, tanques, tuberías, chutes, mandiles, etc.
- Confeccionar diversas herramientas y piezas metálicas como cinceles, punzones, platinas, palancas, etc.
- Apoyar en el proceso de inversión y cambio de mandíbulas tanto fijas como móviles de la planta chancadora.
- Apoyar en el proceso de cambio del manto y del cóncavo del cono retritador.
- Confección de chutes y mandiles de la planta chancadora.

5.3.7 Operadores de maquinaria pesada

Función general:

Mantener operativa la maquinaria pesada que labora en la planta.

Función específica:

- Llevar el control de los servicios de su máquina a cargo.
- Coordinar permanentemente con el almacenero de las necesidades y requerimientos para la realización de los diferentes servicios de su máquina a cargo.
- Informar al residente de las diversas fallas, observaciones o irregularidades en la operatividad que aparezcan en su máquina a cargo.

5.3.8 Laboratorista

Función general:

Llevar el control de calidad de la mezcla asfáltica en caliente.

Función específica:

- Tener en óptima operatividad los equipos del laboratorio.
- Realizar los diversos estudios de canteras.
- Realizar las diversas pruebas de granulometría de los agregados.
- Elaborar los ensayos correspondientes y coordinar permanentemente con el operador y el residente de los resultados de los ensayos y establecer las correcciones debidas cuando éstos sean deficientes a fin de optimizar la calidad de la mezcla asfáltica.
- Elaborar los informes de los resultados de ensayos de control de calidad de la mezcla asfáltica para la entrega a los clientes.
- Coordinar con el residente los requerimientos de insumos para la elaboración de los ensayos de laboratorio.
- Mantener los ambientes del laboratorio en perfecto estado de funcionamiento.
- Coordinar con el residente los requerimientos para el mantenimiento de los equipos del laboratorio.

5.4 Recomendaciones e instrucciones

Para implementar con éxito el programa de mantenimiento preventivo, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones e instrucciones:

- Recabar toda la información histórica posible del tiempo y tipo de fallas y de parada de las máquinas y equipos y poder establecer comparaciones de los beneficios del programa preventivo a aplicar.
- Supervisar periódicamente por parte del residente de las condiciones de funcionamiento de las plantas y de las inspecciones rutinarias.
- Realizar una evaluación detallada de todos los equipos para poder determinar:

- Que equipos requieren tanto mantenimiento correctivo programado, que justifiquen o motiven quizá su reemplazo o colapso.
- Que equipos formarán parte del programa inicial de mantenimiento preventivo.
- Que trabajos se requieren realizar.
- El costo del mantenimiento correctivo programado para los equipos seleccionados.
- El tiempo y las necesidades de personal de planta o del taller del SEM para realizar mantenimiento correctivo necesario y el preventivo programado.
- Realizar el mantenimiento correctivo programado de acuerdo a la necesidad a los equipos seleccionados, para que una vez iniciado el programa preventivo, no empiecen a fallar intempestivamente y alteren totalmente las frecuencias y fechas programadas de trabajos.
- Seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo inicial.
- Diseñar los formatos de fichas técnicas, pedidos internos de repuestos o PIR, las órdenes de servicio u OS, formatos de inspección, de programación de inspecciones, de programación de lubricación, de programación de calibraciones, etc.
- Determinar que equipos incluir en programa de mantenimiento preventivo, para esto se podrán seguir los siguientes criterios e incluir:
 - Los equipos que se consideren más críticos del proceso y que estén presentando más fallas, los cuales al parar pueden detener toda la línea de producción o puedan dañar gran cantidad de materia prima o producto en o proceso.
 - Los equipos básicos de servicios y que estén presentando más fallas, como: calderos, compresoras, bombas de agua, petróleo, etc.
 - Los equipos que al fallar podrían poner en riesgo la vida humana, como: equipos a alta presión, equipos que controlen procesos riesgosos, sistemas de conducción de líquidos peligrosos. etc.
- Determinar que inspeccionar y cómo hacerlo.

Para tener una guía de que y como inspeccionar, se recomienda:

- Leer detenidamente el manual de operación del equipo, y si no existe, tratar de conseguir otro manual de equipos similares.
- Consultar con los proveedores del equipo o de equipos similares.
- Revisar detenidamente las hojas de vida del equipo y las órdenes de trabajo que se le hayan hecho, para determinar los puntos más frecuentes de fallas.

- Consultar con el personal técnico de las empresas proveedoras de más conocimientos y experiencia técnica confiable en este tipo de plantas.
- Emplear el sentido común para incluir los puntos de más desgaste o con mayor tiempo de funcionamiento.

Se procede a recoger toda la información de tiempos de paro y de costos de mantenimiento de todos los equipos, resumiéndola en gráficos o tablas comparativas.

Dicha información se debe buscar en el histórico de los equipos, en órdenes de compra, información de contabilidad, órdenes de servicios si existen, informes de producción, libros de registro de producción y en último caso en información verbal de técnicos confiables que han pasado por la planta o que han hecho trabajos de reparaciones de equipos en la planta.

La información recogida servirá de base para seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo y para demostrar los beneficios reales del programa a medida que se desarrolla, con datos estadísticos y cifras numéricas.

5.5 Fichas técnicas de registros, de evaluación y control

Las fichas u hojas técnicas de los sistemas y equipos tendrán las siguientes características:

Nombre del equipo, función, indicando tipo, serie, marca, modelo, año, medidas, material y otros, tal como se muestra en el Figura N°5.1.

También se elaboran las fichas técnicas de los motores eléctricos que tendrán el formato que se muestra en el Figura N° 5.2, en él se indica además la serie, potencia, voltaje, frecuencia.

El formato de las fichas de evaluación y mantenimiento de cada equipo será la que se muestran en la Figura N° 5.3, en él se indica la fecha, las horas, la evaluación, la acción ejecutada y la fecha de la próxima evaluación.

El formato de las fichas de evaluación y mantenimiento de cada motor eléctrico será la que se muestran en la Figura N° 5.4, en él se indica la fecha, las horas, la evaluación y la acción ejecutada.

El formato de las fichas de los PIR o Pedido Interno de Repuesto será el que se muestran en la Figura N° 5.5, en él se indica la cantidad, sistema donde se utiliza y la descripción del repuesto, pieza, equipo, accesorio o requerimiento.

El formato de las fichas de las O/S u Órdenes de Servicios será el que se muestran en la Figura N° 5.6, en él se indica la descripción detallada del servicio externo a realizar.

El formato de las fichas evaluación de los sistemas será el que se muestra tanto en las Figuras N° 5.7 y 5.8, tanto como para la Planta Chancadora como para la Planta de Asfalto, en él se indica los resultados de la verificación y evaluación a cada uno de los sistemas.

El formato de las fichas de reporte de engrase, limpieza, lubricación y mantenimiento serán las que se muestran en las Figuras N° 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12.

5.6 Abastecimiento logístico

Es fundamental establecer una estricta coordinación con la Oficina de Abastecimientos a través del área de Adquisiciones a fin que los requerimientos solicitados sean oportunamente suministrados.

La Oficina de Abastecimientos es la que se encarga de las adquisiciones y logística de todas las áreas de la región así como de las obras que ejecuta el Gobierno Regional a través de la Gerencia Regional de Infraestructura y la Subgerencia de Estudios y Obras y también las cancelaciones de servicios diversos. La amplitud de esta función no permite una adecuada y oportuna gestión sobre los requerimientos de la planta, ya que la planta la ven como una oficina o un área más, cuyos requerimientos se hacen con los tiempos y procedimientos que las normas dictan. Aquí se plantea de parte del Residente de la Planta y del Jefe de SEM un agresivo plan de gestión y priorización.

Al establecerse los requerimientos oportunos, se plantea la elaboración del PIR o de la OS respectiva y a través del cotizador que designa el Jefe de Abastecimientos, se solicitan las cotizaciones respectivas a los proveedores de bienes o servicios.

Para adquisiciones de carácter local ya sean pernos, tornillos, cables, chumaceras, herramientas, fajas en V, soldadura, rodajes, retenes, contactores, equipos de iluminación, llaves térmicas, interruptores, sensores, variadores, barnices, aceites, lubricantes, filtros, etc. el cotizador realiza las solicitudes de las cotizaciones respectivas; para adquisiciones de accesorios, repuestos o piezas originales que son por lo general de importación o que no encuentran en el mercado local, el residente a través de coordinaciones y gestiones con empresas importadoras especializadas en este tipo de plantas, confirmada la pieza, repuesto o accesorio, solicita las cotizaciones respectivas, las cuales son enviadas a través de correo electrónico o faxeadas. Si el monto de éstas no excede las 3UIT se realiza la adjudicación de menor cuantía, caso contrario se tendrá que realizar proceso o subasta inversa.

Se gestiona permanentemente y se hace seguimiento a los documentos que ofician la elaboración de las Órdenes de Compra a fin que todas las oficinas por donde deben visarse

y finalmente elaborarse la Orden de Compra la hagan en el menor tiempo posible y se pueda alcanzar al proveedor a fin que este pueda hacer llegar los repuestos o piezas.

Las piezas de importación son generalmente las piezas de desgaste como mandíbulas fijas y móviles, las cuñas, los forros o mantos del cono retritador, los pernos de sujeción del cono; cintas de vedación, sellos de polvo, cilindros neumáticos, ventilador del exhaustor, paletas, cadenas de arrastre, accesorios de quemador, etc. Las piezas o repuestos de mercado nacional son por lo general correas, polines, piñones, planchas de fierro y aceros especiales, electroválvulas, etc.

De inicio se planteó un requerimiento general cuantitativo de todos los repuestos, accesorios o piezas del mercado local, nacional y de importación de mayor uso a fin de tener un stock suficiente para llevar a cabo los mantenimientos correctivos necesarios.

Establecidos los periodos de mantenimiento y las necesidades, se hace el respectivo requerimiento de aquello cuyo stock está disminuyendo, a fin de mantener un stock permanente.

5.6.1 Adquisición de equipos y herramientas

De las primeras inspecciones hechas se observó que había una carencia de equipos, herramientas e instrumentos de absoluta necesidad para la realización de mantenimiento de todo tipo, es así que se planteó en primera instancia la adquisición de equipos, accesorios, herramientas e instrumentos como son: extractores de uñas e hidráulicos, pinza amperimétrica, multímetro digital, megóhmetro digital, manómetros, vernier o pie de rey, termómetros, sensores, graseras, compresoras de aire, juegos de llaves, desarmadores, llaves francesas, llaves Stilson, sacabocados, alicates de presión, sacafusibles, sacafiltros, etc.

5.7 Procedimientos del programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento a implementar está fundamentalmente basado en la aplicación de la prevención a través de rigurosas rutinas de inspecciones periódicas y verificaciones, tomando en cuenta las horas de funcionamiento o los horómetros, los manuales de partes y la experiencia. En primera instancia se hace un registro histórico de todos los equipos de los sistemas a través de las fichas elaboradas a fin de tener una base de datos que permita llevar el control respectivo. Las funciones de registros, verificación y control se llevarán a cabo en cada uno de los sistemas del proceso de producción. Establecido el registro y la toma de datos se programan luego los procedimientos que

permitan según lo establecido, hacer las respectivas rutinas de mantenimiento de cada uno de los equipos de los sistemas.

5.7.1 Inspección y verificación de sistemas

Los dos primeros sistemas, es decir, los sistemas de acumulación de material y de transporte de material están conformados por maquinaria pesada (Tractor de Orugas, Cargador Frontal y Volquete) y por ende su mantenimiento está sujeto a la programación establecida por la Jefatura de Taller del Servicio de Equipo Mecánico.

Es decir, cuando éstos cumplan sus horas de trabajo y necesiten su mantenimiento, la jefatura de taller de acuerdo a la necesidad y requerimiento enviará a las instalaciones de la planta a los mecánicos que realizan esa labor.

a) Sistema de Alimentación vibratoria

Inspecciones periódicas:

Diarias:

- Verificar que el material no caiga por los costados de la tolva alimentadora y se deposite sobre los motores eléctricos.
- Verificar el desgaste de las planchas de la tolva, así como los mandiles de la tolva de vibración.
- Inspeccionar diariamente las crucetas y los ejes cardanes de los motores y verificar su normal funcionamiento.
- Verificar que las fajas de transmisión funcionen óptimamente y no se volteen.

Mensuales:

- Revisar los resortes de apoyo de la tolva vibratoria.
- Verificar el ajuste de los tornillos de los vibradores, protecciones y otros.
- Efectuar limpieza y sopleteado de los motores eléctricos, así como de la botonera de arranque y parada, ya que éstos están permanentemente expuestos al polvo y tierra producto del proceso de chancado del material.
- Revisar el aislamiento del motor eléctrico.

Lubricar:

- Cada 100 horas los rodamientos de los vibradores y el eje cardan de accionamiento a través de las graseras localizadas en las crucetas.
- Utilizar grasa producida a partir de aceite mineral a base de litio, estable.

Recomendable Alvania EP2.

Cada 1200 horas hacer el mantenimiento respectivo de los motores eléctricos.

b) Sistema de trituración primaria

Inspecciones periódicas:

- Evaluar el ajuste de la abertura y el estado de las mandíbulas; pues son factores decisivos en la producción de la chancadora.
- Evaluar el momento oportuno para invertir las mandíbulas, pues la acción a destiempo origina retardo en el engullimiento del material.
- Mensualmente revisar el aislamiento del motor eléctrico y realizar la limpieza e inspección rutinaria respectiva verificando las condiciones de trabajo.
- Tensión y condición de las fajas en “V”.
- Mensualmente evaluar desgaste de cuñas laterales.

Nota: En general las mandíbulas fijas se gastan en los extremos, en cambio las mandíbulas móviles, se gastan principalmente en el centro, fuera de eso, el desgaste de la mandíbula fija, es más rápido que de la mandíbula móvil en la proporción de 2:1 aproximadamente.

- Lubricación:

- La chancadora de mandíbula necesita pocos cuidados; siendo la más importante la buena lubricación.

La lubricación se hace a través de las graseras, debiendo ésta ser una con base de Litio de consistencia NLGI N°2; puesto que este tipo de grasa es resistente a temperaturas de hasta 110°C.

- La lubricación es manual y debe darse en periodos de 50-80 horas o semanalmente según la frecuencia del chancado.

Recomendaciones: Para comprobar que la lubricación es eficiente;

- Bombear la grasa hasta que comience a salir por los laberintos.
- Verificar que la grasa se encuentre almacenada en ambientes libres de polvo e impurezas así como el contacto con el agua.
- La cantidad a aplicar será en base a la Tabla N°5.1:

Cada 2000 horas realizar el mantenimiento del motor eléctrico.

c) Sistema de transporte de material chancado

Inspecciones periódicas

Diaria:

- Alineamiento de la faja central a través del rodillo de retorno.
- Funcionamiento correcto de los rodillos.
- Tensión de la cadena del tambor de accionamiento de la faja.

- Tensión de las fajas en “V” del tambor del accionamiento de las fajas.
- Verificar si el limpiafajas está cumpliendo su función.

Mensual:

- Revisar temperatura de las chumaceras.
- Limpieza y sopleado de los motores eléctricos.
- Limpieza para evitar trabamientos de los reductores de velocidad.

Lubricación:

Cada 10 horas o diariamente:

- Engranajes y cadenas de accionamiento del tambor motriz de las fajas, Ursa LA - 30 o similar.

• Cada 50 horas o semanalmente:

- Reductores de velocidad del accionamiento de las correas, verificar y mantener el nivel, Multigear EP Sae 90 o similar.
- Graseras de presión de las chumaceras de rodamiento de los tambores delantero y trasero de la faja central, Marfak MP 2 o similar.
- Tornillos templadores de la faja, Marfak MP 2 o similar.

Cada 2000 horas o anualmente:

- Reductores de velocidad del accionamiento, cambiar el aceite Multigear EP SAE 90 o similar.
- Realizar mantenimiento de reductores de velocidad, cambio de retenes, rodamientos. Observar que aceite no tenga residuos de piñones de reductor y desgaste de dientes de piñón.

Cada 1200 horas:

- Realizar mantenimiento de los motores eléctricos.

d) Sistema de zarandeo de material

Inspecciones periódicas:

Diaria:

- Verificar que no hayan impurezas durante del proceso de zarandeo de material.
- Verificar óptimo trabajo de chapas de ajuste.
- Verificar desgaste de amarre de mallas que conforman la zaranda vibratoria.
- Verificar desgaste de mallas de zaranda y chutes de descarga de material.
- Tensión de las fajas en “V” del tambor del accionamiento de las fajas.

Mensual:

- Rectificar amarre de mallas de zaranda.
- Realizar limpieza y sopleteado de motor eléctrico ya que se encuentra expuesto continuamente a polvo y tierra.

Cada 100 horas lubricar vibrador, utilizar Alvania EP2 base de litio.

Cada 1000 horas realizar mantenimiento de motor eléctrico.

e) Sistema de trituración secundaria

Inspecciones periódicas:

Diaria:

- Por la ventana de inspección, verificar si el aire está saliendo a través del sello de polvo externo. Verificar la presión leída en el manómetro diferencial que debe estar comprendida entre 100 a 250mm de columna de agua.
- Revisar si en la malla del estanque aparecen partículas sólidas.
- Verificar la presión del sistema de trabamiento (28 a 42 kgf/cm²).

Semanal:

- Realizar pruebas de decantación de aceite.
- Verificar impurezas en el tanque de aceite.
- Ver si hay desgaste en los sellos del polvo.
- Apretar los pernos del soporte de los sellos de polvo si es necesario, para garantizar una buena vedación de los mismos y firmeza de los pernos de la guía.
- Limpiar los tubos y el filtro de aire del soplador.
- Revisar el nivel de aceite del tanque y del eje piñón.
- Verificar las impurezas del elemento filtrante en el filtro de presión.
- Verificar las trabas eléctricas:
 - Baja presión en el sistema de trabamiento.
 - Bajo flujo de aceite.
 - Temperatura alta en el aceite.
 - Filtro tapado.

Mensual:

- Verificar si existe juego correcto en los engranajes.
- Verificar el desgaste y las fijaciones de los revestimientos.
- Revisar la tensión de las correas.

- Verificar la presión en el acumulador del sistema de trabamiento de la cámara.
- Verificar el nivel de aceite en la unidad hidráulica de trabamiento.

Recomendaciones:

Cambio de mantos, cóncavos, sellos y bocinas:

- Para cambiar el manto se recomienda levantar el eje principal lo suficiente como revisar los sellos de polvo.
- Prever el equipamiento necesario para levantar cámara del cono.
- Verificar que los sellos no estén rotos o con mordeduras o demasiado gastados. Se recomienda cambiarlos pues los sellos son vitales para la vida útil de las piezas internas.
- Verificar también el desgaste del buje excéntrico o bocina externa. Desgaste sobre 1.5 mm en el diámetro puede comprometerlo seriamente. Para el cono de 90 RB su diámetro es de 362.5mm.
- Para el cambio de bocinas prever 25 kg. de hielo seco.

Cada 2000 horas realizar el mantenimiento del motor eléctrico

Lubricación:

Estando el chancador funcionando con plena carga, verificar el flujo de aceite de retorno. El mismo no podrá ser inferior a 27 l/min para el cono de 90 RB (nominal 41 l/min).

Control de la temperatura:

La temperatura máxima de aceite se controla por el termómetro de contactos eléctricos instalado en el retorno del tanque.

El termómetro se regula para una temperatura máxima de 70°C, garantizando las propiedades del lubricante del aceite.

Cuando la temperatura llega a los 70°C, el contacto se cierra accionando la sirena, desconectar de inmediato el motor del chancador.

Un prestató diferencial controla el filtro a través de contactos eléctricos instalado en el propio filtro. Este acciona una alarma cuando el filtro se ensucia. Cambie el aceite lubricante y los elementos filtrantes si esto ocurre.

Detección de fallas: en las Tablas N° 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6 se especifican las fallas, causas y acciones a realizar a fin de resolverlas.

Grupo Generador Scania

Mantenimientos y servicios a realizar:

Mantenimiento tipo "A":

Intervalo cada 250 horas, cambio de aceite de motor, filtros para aceite, petróleo.

En la Tabla N° 5.7 se especifica el Mantenimiento Tipo A del Grupo Scania.

Mantenimiento tipo “B”:

Mantenimiento cada 500 horas, cambio de aceite, filtros para aceite y petróleo, engrase y otros servicios.

En la Tabla N° 5.8 se especifica el Mantenimiento Tipo B del Grupo Scania.

Mantenimiento tipo “C”

Intervalo cada 1000 horas, cambio de aceite, filtros para aceite, petróleo, engrase y otros servicios y reparaciones diversas.

En la Tabla N° 5.9 se especifica el Mantenimiento Tipo C del Grupo Scania.

Tablero de fuerza y control

El tablero de fuerza y control de la Planta Chancadora debe ser limpiado mensualmente ya que se encuentra permanentemente expuesto al polvo y tierra consecuencia del proceso de chancado.

- Sopletear con compresora de aire el tablero de control.
- Reajustar los pernos de la barra de alimentación.
- Reajustar los pernos de las borneras.
- Reajustar pernos de todos los dispositivos de control, contactores, temporizadores, interruptores, relés, guardamotores, pulsadores, etc.
- Limpiar y rellenar contactos de contactores si fuera necesario.

f) Sistema dosificador de silos

Verificar:

- Ajuste de tuercas y tornillos de tolvas dosadoras.
- Estado general de las compuertas, observar si no hay objetos extraños obstruyendo el paso de los agregados.

Fajas transportadoras:

Inspección semanal:

- Alineamiento de la faja dosadora, extractora y transportadora.
- Funcionamiento correcto de los rodillos.
- Tensión de la cadena del tambor de accionamiento de la faja.
- Verificar si el limpiafajas está cumpliendo su función.
- Temperatura de las chumaceras.
- Limpieza para evitar trabamientos de los reductores de velocidad.

- Revisión de estado de fajas.

Lubricación:

Cada 10 horas o diariamente:

- Engranajes y cadenas de accionamiento del tambor motriz de la faja, Ursa LA - 30 o similar.

Cada 50 horas o semanalmente:

- Reductores de velocidad del accionamiento de la correa, verificar y mantener el nivel, Multigear EP Sae 90 o similar.
- Graseras de presión de las chumaceras de rodamiento de los tambores delantero y trasero de la faja, Marfak MP 2 o similar.
- Tornillos templadores de la faja transportadora, Marfak MP 2 o similar.

Cada 2000 horas:

- Mantenimiento de reductores de velocidad del accionamiento, cambiar el aceite Multigear EP SAE 90 O similar.
- Mantenimiento de polines de retorno y de golpe.

Cada 1000 horas:

- Realizar mantenimiento de motores eléctricos.

g) Sistema Quemador

Verificar:

- Si es accionado el botón de comando correspondiente, el motor entra en régimen de funcionamiento en el tiempo correcto, a través de la llave compensadora.

Generalmente este tiempo es regulado en la propia fábrica, de 10 –15 segundos aproximadamente.

- Regulación de la presión de combustible, debiendo ser en torno de 6 kg/cm².

La presión es regulada por la válvula “By-pass” instalada en la tubería de la bomba (para mayor presión, se gira el tornillo en sentido horario y para menor presión se gira en sentido antihorario).

- Si todo el quemador esta posicionado de modo que el fuego localice el centro del secador.
- Que el conjunto quemador después del servicio y producción esté debidamente limpio, siendo retirado todos aquellos residuos carbonizados que quedan incrustados en las paredes.

- Y hacer limpieza diariamente del pico atomizador, ya que después de cada producción se quedan impregnados residuos carbonizados que obstruyen la salida de aire y combustible, ocasionando una deficiente combustión.
- Diariamente y hacer limpieza y sopleteado externo de la bomba de petróleo del quemador.
- Limpieza externa e interna del tanque de combustible, con la finalidad de tener un combustible limpio, evitando de esta manera perjudicar al sistema de inyección de combustible.
- Revisar el aislamiento del motor eléctrico.

Cada 1000 horas realizar el mantenimiento del motor eléctrico.

h) Sistema de calentamiento del cemento asfáltico

Inspecciones periódicas:

Diaria:

- Revisar y verificar componentes del caldero.
- Verificación de estado de manómetros y termómetros.
- Verificación de fugas de la bomba de aceite térmico.
- Verificación de fugas de cemento asfáltico.
- Verificación de la empaquetadura de la bomba, un pequeño goteo es normal, un goteo anormal requiere reapriete de tuercas o cambio de anillo de vedación.
- Verificación del estado de los retenes de la bomba.
- Verificar que gases de combustión sean incoloros, caso contrario buscar de inmediato causa del problema.
- Verificación y mantener el nivel de aceite térmico del tanque (aceite para transmisión de calor en sistemas cerrados).
- Limpieza exterior del caldero, después de cada producción.
- Verificar estado de mangueras de conducción de aceite.
- Antes de cada producción realizar un chequeo del estado de tuberías con la finalidad de evitar obstrucciones que condicionan el flujo de aceite.

Mensual:

- Limpieza de filtros de combustible y separadores, inyectores, bujías y cámara de combustión del caldero (eliminación de carbonilla).

- Verificación del estado de las llaves o válvulas, además de verificar su estanqueidad; antes de cada producción.
- Limpieza de equipos y accesorios del tablero de control: contactores, relés, fusibles, temporizadores, etc.
- Limpieza externa e interna del tanque de combustible del caldero con la finalidad de tener un combustible limpio, evitando de esta manera perjudicar a los distintos sistemas de inyección de combustible.
- Limpieza externa e interna de los tanques de almacenamiento de PEN con la finalidad de no encontrar objetos extraños que obstruyan las tuberías y perjudiquen la bomba de asfalto, así como también pequeños derrames que se dan como consecuencia de la descarga de la cisterna.

Cada 2000 horas cambiar el aceite térmico y limpiar serpentín del caldero; para esto último utilizar cepillo de acero con chorros de agua.

Cada 1000 horas realizar el mantenimiento de las bombas y los motores eléctricos de la bomba de aceite y del quemador automático.

i) Sistema de inyección de cemento asfáltico

Inspecciones periódicas:

Diarias:

- Antes de la producción, realizar un previo calentamiento de las tuberías de conducción a fin de que el endurecimiento de residuos de cemento acumulado en las paredes de las tuberías no obstruyan la normal circulación del cemento asfáltico y así evitar que la bomba de inyección no absorba aire.
- Revisar cualquier fuga de cemento asfáltico o aceite térmico circulante en las tuberías a través de las válvulas o bridas.
- Revisar si no hay pérdidas en los acoplamientos, retirando así las incrustaciones que afecten el flujo de los gases.

Mensual:

- Hacer limpieza de zona de inyección de bomba y desfogue.
- Hacer limpieza de barra esparcidora de cemento asfáltico.
- Revisar cadena de acople de bomba y motor, verificar desgaste de eslabones y bocinas.

Cada 1000 horas realizar mantenimiento a bomba de inyección de asfalto y del motor eléctrico y limpieza interna de tuberías de conducción de cemento asfáltico.

j) Sistema de mezclado o Drum Mixer

Inspecciones periódicas:

Diarias:

- Verificar la regulación del secador, cuidando para que el anillo del cilindro en el régimen normal de trabajo o cargado, quede situado en los rodillos de la escora.
- Revisar retenes o anillos de protección del Drum Mixer a fin de no tener caídas de mezcla por dichos compartimentos.
- Revisar posibles fugas de aceite por los retenes de los reductores de velocidad.

Mensual:

- Efectuar la limpieza interna (tambor mezclador, filtro) con equipo mecánico a través de abertura propia para tal servicio, localizada en la parte posterior del secador.

Lubricar cada 30 horas a través de las graseras de presión, las chumaceras de los rodillos de escora del secador, Marfak MP2.

Cada 50 horas verificar, rellenar y mantener el nivel de aceite de los reductores de velocidad de accionamiento del secador, SAE 90.

Cada 2000 horas cambiar el aceite de los reductores, SAE 90.

Cada 1000 horas realizar el mantenimiento de los motores eléctricos.

k) Sistema de exhaustión de gases

Verificar:

- Tensión de las fajas.
- Sentido correcto de rotación de las paletas del exhaustor.
- La existencia de cualquier vibración anormal existente en el rotor.
- Lubricación diaria en la chumacera del exhaustor.
- Limpieza regular del rotor o ventilador y parte interna de la caja del exhaustor.

Tuberías:

Verificar:

- Si no hay pérdidas en los acoplamientos, retirando así las incrustaciones que afecten el flujo de los gases.

Filtro vía húmeda:

Inspecciones periódicas:

- El filtro vía húmeda posee una ventana de inspección y mantenimiento para mejor limpieza y mantenimiento.
- Verificar el rotor de la bomba de agua, pues de su perfecto funcionamiento depende la

eficiencia del filtro.

- Controlar el nivel del agua, pues la mezcla de gases calientes con el agua coloca el nivel de acidez elevado produciendo ácido sulfúrico que ataca y contribuye a la corrosión del filtro.

- Limpiar periódicamente las pozas de decantación.

Cada 1000 horas realizar mantenimiento de motores eléctricos.

l) Sistema de cadena elevadora o elevador de arrastre

Verificar:

- Si todas las paletas están montadas y bien fijadas a la cadena.
- Tensión de las fajas en “V” del accionamiento.
- Sentido de rotación de la cadena (la paleta es transportada por la cadena con el fondo del elevador).
- Temperatura de las chumaceras del eje superior e inferior.
- Reajustar pernos de sujeción de paletas.
- Si las paletas están tocando la carcasa del elevador.
- Alineamiento y tensión de la cadena (es efectuado por medio de 2 templadores uno a cada lado colocado en el eje inferior).

Cada 2000 horas cambiar aceite de reductor y hacer mantenimiento de reductor.

Cada 1000 horas realizar mantenimiento de motor eléctrico.

Compresora de aire

Verificar:

- Verificar semanalmente el nivel de aceite del cárter.
- Purgar diariamente el agua por la llave del tanque de agua condensada.
- Verificar y corregir eventuales pérdidas de aire en las tuberías.
- Limpiar el filtro a cada 5 días.
- La presión del aire no deberá sobrepasar a lo estipulado en la placa.
- Revisar mensualmente los contactos del disyuntor, para eso se desconecta la llave automática, retirar la tapa del disyuntor y con papel lija fina limpiar los contactos.
- Mantener las correas estiradas con la presión normal.
- Revisar metales de biela, rodamientos, anillos de pistones.

Lubricación: El aceite del compresor deberá ser cambiado la primera vez cada 200 horas y la segunda vez cada 500 horas de funcionamiento. Para cambiar el aceite después del

periodo de trabajo, hacerlo cuando todavía este caliente, antes de retirar el tapón de la carga, certificarse de que la superficie alrededor del mismo y el depósito conteniendo el aceite estén perfectamente limpios.

Para llenar se debe utilizar solo el aceite recomendado en las chapas de las especificaciones.

Conjunto de filtro y lubricantes en línea:

Verificar:

- Verificar fijación de las mangueras y posibles vaciamientos.
- Diariamente purgar el agua condensada en el filtro.
- Semanalmente completar el nivel de aceite lubricado en línea.
- Verificar las actuaciones del lubricador en línea (2 gotas por cada accionada del cilindro).
- Presión del sistema (80 lbs/pulg² a 120 lbs/pulg²).
- No dejar acumular polvo sobre el conjunto.

Observaciones:

Cuando sea necesario limpiar los vasos del lubricador de línea, hacerlo solamente con agua tibia y nunca con otros productos químicos, pues los mismos son confeccionados en policarbonato y podrían dañarlos.

Al retirar el vaso se debe tener cuidado para que el anillo de vedación no salga del lugar.

Al colocar se debe apretar solamente con la mano sin utilizar cualquier herramienta.

Al recolocar el vaso, enroscarlo correctamente en su lugar, evitando arruinar la rosca y el propio vaso.

En el lubricador en línea utilizar solo SAE 10W (Aceite para transmisión automática).

Cuando se necesite efectuar alguna soldadura en la estructura, se debe desconectar el cable de la parte trasera de la balanza electrónica.

Cada 1000 horas realizar el mantenimiento del motor eléctrico.

m) Sistema de Pre-Silo y Silo de almacenamiento

Inspecciones periódicas:

Diarias:

- Revisar buen funcionamiento de electroválvulas e interruptor fin de carrera del presilo.
- Revisar accionamiento de cilindros neumáticos.

Mensual:

- Revisar y hacer limpieza externa e internamente las compuertas de silo de abastecimiento.
- Revisar y hacer limpieza de electroválvulas y filtros.
- Revisar y hacer limpieza y mantenimiento a cilindros neumáticos, pistones, mangueras.
- Hacer limpieza interna del silo de almacenamiento con equipo mecánico.
- Limpieza de silo de rechazo.

Grupo Generador Volvo Penta

Mantenimientos y servicios:

Mantenimiento tipo “A”:

Intervalo cada 250 horas, cambio de aceite de motor, filtros para aceite, petróleo.

En la Tabla N° 5.10 se especifica el Mantenimiento Tipo A del Grupo Volvo.

Mantenimiento tipo “B”:

Mantenimiento cada 500 horas, cambio de aceite, filtros para aceite y petróleo, engrase y otros servicios.

En la Tabla N° 5.11 se especifica el Mantenimiento Tipo B del Grupo Volvo.

Mantenimiento tipo “C”:

Intervalo cada 1000 horas, cambio de aceite, filtros para aceite, petróleo, engrase y otros servicios y reparaciones diversas.

En la Tabla N° 5.12 se especifica el Mantenimiento Tipo C del Grupo Volvo.

Grupo Generador Perkins

Mantenimientos y servicios:

Mantenimiento tipo “A”:

Intervalo cada 250 horas, cambio de aceite de motor, filtros para aceite, petróleo.

En la Tabla N° 5.13 se especifica el Mantenimiento Tipo A del Grupo Perkins.

Mantenimiento tipo “B”:

Mantenimiento cada 500 horas, cambio de aceite, filtros para aceite y petróleo, engrase y otros servicios.

En la Tabla N° 5.14 se especifica el Mantenimiento Tipo B del Grupo Perkins.

Mantenimiento tipo “C”:

Intervalo cada 1000 horas, cambio de aceite, filtros para aceite, petróleo, engrase y otros servicios y reparaciones diversas.

En la Tabla N° 5.15 se especifica el Mantenimiento Tipo C del Grupo Perkins.

Los grupos generadores de ambas plantas son en estas circunstancias elementos de gran importancia, son los que suministran energía para el funcionamiento de las plantas, y de su buen funcionamiento y operación depende la continuidad operativa o producción continua de las plantas.

Además de los servicios habituales de los tres grupos, como los cambios de aceite y de filtros, es necesario, debido a su importancia, la constante evaluación e inspección de los sistemas mecánicos y eléctricos del grupo.

Hay una serie de tareas, servicios y acciones que necesaria y periódicamente hay que realizar:

- Revisión de las boquillas de inyección.
- Revisar funcionamiento de toberas o inyectores.
- El análisis de aceite indica desgaste interno del motor o posibles averías.
- Calibrado de las válvulas de admisión, de escape e inyectores.
- Revisión del buen funcionamiento de los termostatos y sensores de nivel de agua y aceite.
- Mantenimiento o reparación según necesidad de los turboalimentadores.
- Mantenimiento de alternadores.
- Mantenimiento de arrancadores.
- Mantenimiento de la bomba de agua y de petróleo.
- Medición de compresión de motores y reparación de todos los elementos si fuese necesario como bombas de agua, de aceite, de petróleo, turbos, enfriadores, rodamientos, camisetas, etc.

Detección de fallas de los grupos:

➤ Exceso de humo negro a plena carga:

- Filtro primario o secundario sucio.
- Falta de aire.
- Turboalimentador defectuoso.
- Sobrecarga.

➤ Aumento en el consumo de combustible:

- Mal funcionamiento de toberas o inyectores.
- Mal funcionamiento de turboalimentador.
- Filtro de aire sucio.

- Punto de ajuste incorrecto del motor.
- Fuga de combustible.
- Humo blanco o vapor o agua en la cámara de combustión:
 - Grietas en las culatas o camisetas.
 - Fugas en las empaquetaduras de las culatas.
- Humo blanco o combustible sin quemar:
 - Procedimiento de arranque incorrecto.
 - Sincronización incorrecta de la inyección de combustible.
 - Inyector averiado.
 - Combustible de mala calidad.
- Humo azul o consumo de aceite:
 - Sellos desgastados del turboalimentador.
 - Anillos y camisetas desgastados.
 - Guías de válvula desgastadas.
 - Horas de funcionamiento del motor.
 - Respiradero del cárter tapado.
- Ruidos extraños:
 - Mal funcionamiento de toberas o inyectores.
 - Mal funcionamiento de turboalimentador.
 - Bujes desgastados del pin de biela.
 - Cojinetes de biela o bancada desgastados.
- Falta de potencia:
 - Ajuste incorrecto del regulador de velocidad.
 - Punto de ajuste incorrecto del motor.
 - Filtro de combustible sucio.
 - Filtro de aire sucio.
 - Combustible de mala calidad.
- Sobre calentamiento:
 - Mal funcionamiento de termostatos.
 - Ajuste incorrecto o desgaste de fajas y poleas.
 - Taponamiento del núcleo del radiador.
 - Bajo nivel de refrigerante.

- Filtro de aire sucio.

Tablero de fuerza y control

El tablero de fuerza y control de la Planta de Asfalto debe ser limpiado mensualmente y:

- Reajustar los pernos de la barra de alimentación.
- Reajustar las borneras.
- Verificar fusibles.
- Reajustar pernos de todos los dispositivos de control, contactores, temporizadores, interruptores, relés, variadores, guardamotores, pulsadores, etc.
- Limpiar y rellenar contactos de contactores.
- Limpiar y sopletear autotransformador de arranque.

En resumen se elaboran los siguientes cuadros o tablas de lubricación que se entregaran al personal a fin de facilitar las tareas de las inspecciones referidas a este campo, observar la Tabla N° 5.16.

5.8 Cronograma de tareas de mantenimiento

Para una mejor programación de las tareas de mantenimiento se elabora un cuadernillo que se le entregará a cada operador donde se establece el cronograma de actividades de inspecciones rutinarias especificadas en cada uno de los sistemas.

El cuadernillo constará de cuadros resúmenes de tareas a realizar en cada sistema. Ver Tabla N°5.17.

Así mismo se elabora un cuadro general del cronograma anual de mantenimiento para cada uno de los sistemas en el que se llevará el control de las rutinas y tareas de mantenimiento. Ver Tabla N° 5.18

5.9 Registro de información inspección y verificación de los sistemas

El registro de toda la información recopilada en cada inspección periódica, verificación o reparación es importante a fin de establecer el mantenimiento correctivo de obligada necesidad de los sistemas y equipos y el preventivo que se programará de acuerdo al análisis que los datos puedan dar.

Los datos obtenidos serán además de registrados minuciosamente en las fichas, almacenados en una base de datos que permitirán llevar un mejor control y programación tanto del mantenimiento como de la producción y así ir determinando mediante esta base de datos los parámetros e indicadores de los resultados. Estos datos estadísticos e históricos estarán permanentemente disponibles a fin que tengan acceso a cualquier acto de control o

supervisión de la Jefatura del Servicio de Equipo Mecánico a fin de corroborar la ejecución y eficiencia del plan.

El personal será capacitado constantemente en la tarea de inspección y monitoreo a fin que se concientice en la necesidad y exigencia de la aplicación estricta del plan de mantenimiento y los logros que se persiguen. Se realizarán constantemente exposiciones y charlas para este fin.

Se elabora un manual de procedimientos y rutinas de mantenimiento y tablas a tener en cuenta a fin que todo el personal tome conciencia de la importancia de la aplicación estricta y del cumplimiento cabal de su función en aras de optimizar la producción y por ende en el mejoramiento de sus capacidades y oportunidades. Contendrá procesos básicos de administración, planeación, organización, ejecución y control.

Estos registros y análisis podrán direccionar la planificación de mejores procedimientos de trabajo o la programación del mantenimiento preventivo con mejoras técnicas adecuadas.

Los logros obtenidos se verán en la disminución paulatina de las fallas y en el incremento de las horas de trabajo de las plantas y por ende reflejados en el aumento de la producción anual.

CAPITULO VI

RESULTADOS E INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Los indicadores de mantenimiento son parámetros numéricos importantes que nos permitirán cuantificar el comportamiento y efectividad de la aplicación del plan y sus resultados.

A raíz de la aplicación del plan y del monitoreo y registro de actividades de mantenimiento se elaboran cuadros que permitirán ir clarificando el comportamiento de la funcionalidad de los sistemas.

Los indicadores a tener en cuenta serán:

El TMEF o Tiempo Medio Entre Fallas, este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema.

El TMPR o Tiempo Medio Para Reparar, este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Medio Para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

Disponibilidad, la disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad: el TMEF y el TMPR, es posible evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

6.1 Horas trabajadas

A continuación, en la Tabla N° 6.1 se muestran las horas trabajadas u horas de operación durante el 2007, es decir antes de aplicar el plan de mantenimiento. Observar que en el mes de Enero la Planta chancadora estuvo parada; en Abril, ambas plantas estuvieron completamente paradas; y en los meses de Junio y Julio la Planta de Asfalto estuvo parada debido a fallas graves. Estos datos fueron obtenidos de las bitácoras de los grupos y de los cuadernos de trabajo diario y de ocurrencias del operador.

En la Tabla N° 6.2 se muestran las horas trabajadas durante el 2008, donde se podrá observar que comparativamente respecto al año anterior, ambas plantas tuvieron mucho más tiempo de operatividad, por ende hubo un considerable aumento en la producción.

A continuación, en la Tabla N° 6.3 se muestran los cuadros resultantes de las horas trabajadas durante el 2009 y en él se puede observar el incremento progresivo de la operatividad respecto al año 2008.

6.2 Número de Fallas

A continuación se muestran en la Tabla N° 6.4, los registros o numero de fallas en cada uno de los sistemas en el año 2007, es decir, antes de aplicar el plan.

En la Tabla N° 6.5 se muestran el registro de fallas o numero de fallas ocurridas en el 2008, en el se podrá notar la reducción de éstas, es decir después de aplicar el plan, se logró una progresiva reducción de las fallas respecto al año 2007.

En la Tabla N° 6.6, ya con el plan en plena aplicación, se observa la considerable reducción del registro o número de fallas en el año 2009.

6.3 Tiempo de reparaciones

A continuación se muestra en la Tabla N° 6.7 el tiempo en horas empleado o usado para reparar las fallas ocurridas durante el año 2007.

En la siguiente Tabla, Tabla N° 6.8 se muestra el tiempo en horas empleado en reparar las fallas ocurridas durante el año 2008.

En la siguiente Tabla, Tabla N° 6.9 se muestra el tiempo en horas empleado en reparar las fallas ocurridas durante el año 2009.

6.4 Cálculo del TMEF, TMPR y la Disponibilidad

A continuación estableceremos los indicadores de mantenimiento para el año 2007.

En la Tabla N° 6.10 se muestra el TMEF o Tiempo Medio Entre Fallas para el año 2007. Este indicador nos permite establecer entre qué tiempo es probable que ocurra una falla en un determinado sistema, ya que indica el tiempo promedio en que ocurre una falla y por tanto nos permite establecer las revisiones y inspecciones y poder así evitar la ocurrencia de éstas.

En la siguiente tabla, Tabla N° 6.11, tenemos el TMEF o Tiempo Medio Entre Fallas para el año 2008, observar que en este caso con el plan de mantenimiento en ejecución, el Tiempo Medio Entre Fallas es mayor que el año 2007, es decir las fallas son probables que ocurran en mayor tiempo de operación y en algunos caso la probabilidad es cero, debido a

la oportuna y precisa prevención. Es decir los sistemas tienen más tiempo de operación antes que la probabilidad de una falla se presente.

En la siguiente Tabla, Tabla N° 6.12 correspondiente al año 2009, se observa que el TMEF o Tiempo Medio Entre Fallas es mayor, es decir hay más tiempo para que una falla pueda ocurrir, esto evidentemente nos da la pauta de la efectividad y óptimo resultado de la aplicación de plan.

En la Tabla N° 6.13 se muestra el TMPR o Tiempo Medio Para Reparar para el año 2007, que nos permite establecer el tiempo medio que se empleará una vez ocurrida una falla, tratando así de optimizar el trabajo del personal a fin de ir reduciendo los tiempos de reparación.

En la Tabla N° 6.14 se muestra el TMPR o Tiempo Medio Para Reparar para el año 2008, que nos permite establecer el tiempo medio que se empleará una vez ocurrida una falla, tratando así de optimizar el trabajo del personal a fin de ir reduciendo los tiempos de reparación. Observar la notoria baja de este indicador. Esto nos indica que el tiempo de reparación está disminuyendo, optimizando el tiempo que se tarda en reparar una falla.

En la Tabla N° 6.15 se muestra el TMPR o Tiempo Medio Para Reparar para el año 2009, que nos permite establecer el tiempo medio que se empleará una vez ocurrida una falla, tratando así de optimizar el trabajo del personal a fin de ir reduciendo los tiempos de reparación. Observar la notoria baja de este indicador. Esto nos indica que el tiempo de reparación está disminuyendo, optimizando el tiempo que se tarda en reparar una falla.

En la Tabla N° 6.16 se muestra la Disponibilidad del año 2007. La disponibilidad, es el porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de los equipos, un porcentaje mayor del 90% nos indica una óptima disponibilidad. En el año 2007, como se observa, la disponibilidad anual es deficiente en casi todos los sistemas.

En la Tabla N° 6.17 se muestra la disponibilidad para el año 2008. Se puede observar que los porcentajes de disponibilidad anual casi en todos los sistemas pasan el 90%, esto nos permite asegurar la efectividad de la aplicación de plan, con los resultados esperados y reflejados en el incremento de la producción y por ende en los ingresos y productividad.

En la Tabla N° 6.18 se muestra la disponibilidad para el año 2009.

Se puede observar que los porcentajes de disponibilidad anual en todos los sistemas ya pasan el 90%, esto nos permite asegurar la efectividad de la aplicación de plan, con los resultados esperados y reflejados en el incremento de la producción y por ende en los ingresos y productividad.

En la Figura N° 6.1 se muestra el gráfico de las horas trabajadas por cada sistema durante los años 2007, 2008 y 2009, observar el considerable aumento de las horas trabajadas durante los años 2008 y 2009, esto nos permite confirmar la eficiencia de la aplicación del plan.

En la Figura N° 6.2 se muestra el gráfico de fallas ocurridas en cada sistema durante los años 2007, 2008 y 2009, observar la considerable reducción del número de fallas durante los años 2008 y 2009, esto nos permite confirmar la eficiencia de la aplicación del plan.

En la Figura N° 6.3 se observa la evolución de la producción anual de la planta de asfalto. Notar el incremento paulatino de la producción desde el año 2008 en que se aplica el plan de mantenimiento.

Desde el año 2005 hasta el año 2007 la producción tuvo tendencia decreciente, es a partir del año 2008 en que se empezó a incrementar significativamente la producción.

Esto evidentemente generó grandes ingresos a la cuenta RDR del Gobierno Regional. Del análisis del movimiento de caja de la Oficina de Finanzas de los ingresos registrados por venta de asfalto y agregados producidos en la Planta de Asfalto y Chancadora durante los últimos cuatro años se tiene lo siguiente:

Año	Ingresos
2007	S/. 3'636,315.04
2008	S/. 8'182,698.64
2009	S/. 9'168,504.16
2010	S/. 13'115,034.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1) Hasta antes de aplicar el plan de mantenimiento, es decir, hasta fines del año 2007, se tenía una operatividad deficiente y con poca producción, por ende pocos ingresos, no obstante mantener el monopolio sobre la producción de mezcla asfáltica en caliente en toda la Región.

2) La eficacia del plan de mantenimiento se ve reflejada en el incremento paulatino de las horas de trabajo u operación de ambas plantas a partir del año 2008, más aún en el año 2009, con el plan en de mantenimiento en plena ejecución.

3) En el año 2007 la operatividad o tiempo de operación fue de 4,225 horas mientras que en el año 2008 fue de 10,178 horas, es decir se tiene un considerable incremento del 240% de la operatividad.

4) Hay una reducción significativa del número de fallas en el año 2008 y en el año 2009, esto nos garantiza una adecuada programación de la producción en base a la prevención, seguridad y garantía de respuesta de los equipos.

5) En el año 2007 ocurrieron 95 fallas y en el año 2008 solo ocurrieron 19, es decir hubo una reducción del 80%, lo que nos permite confirmar la eficacia del plan. Hay sistemas en los que no ocurrió ningún tipo de falla, pues el mantenimiento preventivo aplicado permitió el control de éstas en aquellos sistemas.

6) El tiempo de reparación de fallas en el año 2007 fue alto debido a que en almacén no se tenía los repuestos, piezas o accesorios necesarios, pues no había ningún plan que permitiera la adquisición oportuna, en cambio con la implementación del plan a partir del fines de ese año y del análisis preventivo efectuado se procedió a la adquisición de lo necesario a fin de ir implementando el plan de mantenimiento.

Para esto se contó con la valiosa colaboración y disposición de la Oficina de Abastecimientos que finalmente entendió el propósito, objetivos e importancia de la aplicación de plan y la redundancia de la importancia reflejada en los ingresos a la cuenta RDR.

7) La adquisición de repuestos, piezas y accesorios originales o de importación se solicitan con tres o cuatro meses de anticipación a fin que puedan tenerse en almacén oportunamente.

8) El TMEF del año 2007 fue muy reducido en cada sistema, es decir la probabilidad que ocurra una falla es alta, es decir mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo del sistema, en cambio para el año 2008 el TMEF aumentó considerablemente, es decir es tiempo de ocurrencia de una falla es más prolongado y con la prevención y el plan se puede controlar la ocurrencia de ésta.

9) El TMR del año 2008 respecto al año 2007 es mucho menor en cada uno de los sistemas, es decir, se redujo el tiempo en reparar una falla, se tiene un mayor control sobre la solución y reparación de las fallas ocurridas en los diversos sistemas de producción.

10) La disponibilidad en el año 2007 fue baja en la mayoría de sistemas, en cambio en el año 2008 ésta ya es alta en todos los sistemas alcanzando un promedio de 94%, altamente eficiente, es decir los sistemas presentan alta disponibilidad de producir.

11) De la aplicación del plan de mantenimiento y de la eficacia de éste, hay un notable incremento de la producción en los siguientes tres años, esto debido a la alta disponibilidad que presentaron los diversos sistemas de producción. Es así que de los 7,483m³ que se produjeron el año 2007, se pasó a 20,743m³ en el año 2008, 23,242m³ en el año 2009 y 29,943m³ en el año 2010.

RECOMENDACIONES

1) Es importante indicar y recomendar el seguimiento riguroso del plan a fin de mantener el orden y cumplimiento de las actividades programadas en cada uno de los sistemas. Esto permitirá que la producción de las plantas se mantenga al menos en el nivel al que se ha llegado.

2) Es recomendable que el personal que labora actualmente al estar ya familiarizado con sus obligaciones dentro de la ejecución del plan, se mantenga en sus puestos y no sea rotado a otras áreas, ya que ésta es una actividad habitual dentro la organización gubernamental cuando cambian de funcionarios de confianza.

3) Es importante mantener siempre coordinaciones permanentes con la Oficina de Abastecimientos a fin de no descuidar los respectivos requerimientos de modo que los insumos, piezas, accesorios o repuestos estén con la debida anticipación en los almacenes de la planta.

4) Es recomendable la posibilidad de la aplicación de un plan predictivo, para lo cual hay

que establecer criterios para la inversión en adquisición de equipos para el control de condición, vibraciones y algunas otras actividades propias del mantenimiento predictivo toda vez que éste es la integración del mantenimiento preventivo, correctivo o por avería.

ANEXOS

ANEXO A: Especificaciones Técnicas de Equipos de los Sistemas

• Equipos del Sistema de Alimentación Vibratoria:

Motor eléctrico: 02

Marca	Weg
Modelo	132S-1193
Potencia	3/5 HP
Rpm	1175/1760

• Equipos del Sistema de Alimentación Primaria:

Motor Eléctrico: 01

Marca	Weg
Modelo	250SMO493
Serie	017983
Potencia	75HP
Rpm	1185

• Equipos del Sistema de Transporte de Material:

➤ Faja transportadora T : 30" x 13.6m : Serie: 72343

Motor: 01

Marca	Weg
Modelo	132M0993
Potencia	15 HP
Rpm	1760

Reductor:

Marca	Allis
Modelo	S.86
Serie	11.93G03
Reducción	1:5

➤ Faja transportadora T : 30" x 8.36m : Serie : 72347

Motor: 01

Marca	Weg
Modelo	112M-1093
Serie	S/N
Potencia	7.5 CV
Rpm	1740

Reductor:

Marca : Allis
Modelo : S.45
Serie : 11.93F02
Reducción : 1:5

➤ **Faja transportadora T: 20" x 18m : Serie 72355 (Segunda salida de agregados)**

Motor: 01

Marca : Weg
Modelo : 100L-1093
Serie : S/N
Potencia : 5 HP
Rpm : 1740

Reductor:

Marca : Allis
Modelo : S.45
Serie : 12.93F10
Reducción : 1:5

➤ **Faja transportadora T : 20" x 18m: Serie 72354 (Tercera salida de agregados)**

Motor: 01

Marca : Weg
Modelo : 100L-1193
Serie : S/N
Potencia : 5 HP
Rpm : 1740

Reductor:

Marca : Allis
Modelo : S.45
Serie : 12.93F08
Reducción : 1:5

➤ **Faja transportadora T : 20" x 18m : Serie 72353 (Primera salida de agregados)**

Motor: 01

Marca : Weg
Modelo : 100L-1193

Serie : S/N
 Potencia : 5 HP
 Rpm : 1740
 Reductor:
 Marca : Allis
 Modelo : S.45
 Serie : 12.93F02
 Reducción : 1:5

• **Equipos del Sistema de Zaranda Clasificadora de Material:**

Marca : Allis
 Modelo : MNS – 40315/3A
 Serie : 113858
 Rpm : 800
 Peso : 4,030 Kg

Motor: 01

Marca : Weg
 Modelo : 160M - 1193
 Serie : 27912
 Potencia : 20 CV
 Rpm : 1760

• **Equipos del Sistema de Trituración Secundaria:**

Marca : Allis
 Modelo : 90RBS/F
 Serie : 113856
 Peso : 10,000 Kg

Motor: 01

Marca : Weg
 Modelo : 280SMO793
 Serie : 019855
 Potencia : 100 CV
 Rpm : 1185

Tanque de lubricación del cono

Motor: 01

Marca : **Weg**
Modelo : **80-0993**
Serie : **S/N**
Potencia : **2 CV**
Rpm : **3400**

Bomba:

Marca : **Paulo**
Modelo : **S/N**
Serie : **S/N**
Potencia : **2 CV**
Rpm : **3500**

Motor:

Marca : **Weg**
Modelo : **112M1093**
Serie : **S/N**
Potencia : **4 CV**
Rpm : **1100**

Bomba:

Marca : **Kloeckner**
Modelo : **HJ495**
Serie : **12545**
Potencia : **4 CV**
Rpm : **1200**

Sistema de enfriamiento con radiador

Motor: 01

Marca : **Siemens**
Modelo : **B5080**
Serie : **1LA3082-4YC80**
Potencia : **1 CV**
Rpm : **1680**

Sistema de vedación – soplador

Marca : **Ventfor**

Motor: 01

Marca : **Weg**
Modelo : **80-0993**
Serie : **S/N**
Potencia : **2 CV**
Rpm : **3500**

Bomba para regular la chancadora de cono

Marca : **Farex**
Modelo : **BPA2.28**
Serie : **93.1096**

Manómetro de tubo en "U"

Marca : **Iope**
Serie : **931493**

Grupo Generador Scania:

Marca : **Bordaco**
Modelo : **Manual**
Numero : **6961.93.4**
Régimen : **Continuo**
Especificación : **59-969362-500**
Voltaje : **380V trifásico**
Frecuencia : **60 Hz**

Motor:

Marca : **Scania**
Modelo : **DSC-11**
Numero : **3153900**
Potencia : **408 CV**

Generador:

Marca : **Weg.**
Modelo : **DKBH**
Numero : **8615**
Potencia : **440 KVA**
Frecuencia : **60 Hz**
RPM : **1800**

Bomba:

Marca : **Bosch**
Modelo : **PE6P120A720RS7170**
Serie : **0402646886**

• **Equipos del Sistema de Dosificación de Silos de Abastecimiento:**

Faja Dosificadora (04 unidades): T1 18'' x 1320 mm

Motor Reductor

Marca : **Weg**
Modelo : **TE100I**
Potencia : **3 CV-1500**
Rpm : **1500**
Faja Extractora : **T5 18''x10100 mm**

Motor Reductor

Marca : **Weg**
Modelo : **TE 112m**
Potencia : **7.5 CV**
Rpm : **1730**
Faja Transportadora : **T5 24''x7300 mm**

Motor Reductor

Marca : **Weg**
Modelo : **TE 112m**
Potencia : **7.5 CV**
Rpm : **1730**

• **Equipos del Sistema Quemador:**

Quemador:

Motor del soplador del Quemador:

Marca : **Weg**
Modelo : **TE-200M**
Serie : **0996A176499**
Potencia : **40 CV**
Rpm : **3560**
Servo :
Modelo : **Oforo1**
Serie : **5M-15**

Tensión : 220 V/ 60 Hz.

01 Electroválvula de pase de gas y balón:

Marca : Asco

Serie : 703909

01 Caja reguladora de pase de combustible

01 Caja electromecánica de inyección de combustible

Marca : Linsa

Serie : 611249B

01 Electroválvula de pase de aire

Marca : Asco

Serie : 708521

1 Filtro de pase de aire con manómetro:

Marca : Dover

Serie : 238FRP000

Motor – bomba de combustible

Marca : Weg

Modelo : TE90S

Serie : 0796EL13829

Potencia : 1 CV

Rpm : 1140

Bomba : Serie 111997

Manómetro : Marca Dover: 0-160psi

• Equipos del Sistema del Caldero:

Caldero piro-tubular:

Marca : Tenge

Modelo : TH-IV/40E

Serie : 1027

Capacidad : 400,000 Kcal/h

Temperatura máx. : 250°C

Temperatura min : 150°C

Presión : 10.5kg/cm²

Fluido : Aceite térmico

Combustible : D2

Consumo máx. : 47.5kg/hr

Motor de bomba de aceite térmico:

Marca : Weg
Modelo : MOT-TE132S
Serie : 0796AI29826
Potencia : 10 CV
Rpm : 3510

Bomba de aceite térmico:

Marca : KSB
Modelo : 32200.1
Serie : 312.940
Flujo : 20 m³/hr

Tanque de aceite térmico:

Marca : Tenge
Capacidad : 1500 Litros.

Quemador automático:

Modelo : TML-3/2
Serie : 364
Capacidad : 400,000 Kcal/hr

Motor de quemador automático:

Marca : Weg
Modelo : MOT-TE80
Serie : 0596EJ67032
Potencia : 1.5 CV
Rpm : 3420

01 Tanque de combustible para el caldero:

Capacidad : 6,156.6 lts
Diámetro : 1.44m
Longitud : 3.78m

01 Tanque de combustible para el secador mezclador:

Capacidad : 6,086.6 Gl
Diámetro : 2.40m
Longitud : 5m

02 Tanques de almacenamiento de asfalto:

Capacidad : 8,366.5 Gl
 Diámetro : 2.40m
 Longitud : 7m

• Equipos del Sistema de Inyección de Cemento Asfáltico:**Motor eléctrico:**

Marca : Weg
 Modelo : TE132 S
 Serie : 0796AI41164
 Potencia : 5 CV
 Rpm : 1160

Bomba:

Serie : S/N

• Equipos del Sistema Drum Mixer:**Motores de accionamiento del secador/mezclador con reductor – cantidad 04.**

Marca : Weg
 Modelo : MOT132S
 Serie : 0896AI66871/0996AI66855 – 0896AI66864/0896AI66866
 Potencia : 10 CV
 Rpm : 1760

• Equipos del Sistema de Exhaustión de Gases:**Motor:**

Marca : Weg
 Modelo : MOT-TE225S/M
 Serie : 0796AI30826
 Potencia : 75 CV
 Rpm : 1770

Motor-bomba de agua con tubo y filtro de succión.**Motor:**

Marca : Weg
 Modelo : MOT-132S
 Serie : 0195
 Potencia : 10 CV

Rpm : 3510

• **Equipos del Sistema Elevador de mezcla:**

Motor:

Marca : Weg
 Modelo : MOT-TE180M
 Serie : 0896AI519440
 Potencia : 30 CV
 Rpm : 1765

• **Equipos del Sistema de Presilo y Silo de Almacenamiento:**

Válvula electromecánica con cilindro neumático:

Marca : Schemersal
 Modelo : MAVHOO7MY

Válvula de pase de aire:

Marca : Asco
 Modelo : 430-04422
 Serie : 44220F9-2.5W.
 Tension : 220V, 60Hz, 25mA

02 electroválvulas con cilindros neumáticos

Marca : Asco
 Modelo : 430-04422
 Serie : 4422255/44220F9
 Tensión : 220V, 60Hz, 25mA

Compresora de aire:

Marca : Schluz
 Modelo : MSV40SA/350
 Serie : 1325449
 Potencia : 5 CV
 Rpm : 670

Motor de accionamiento:

Marca : Weg
 Modelo : MOT132S
 Serie : 0896AI66863
 Potencia : 10 CV

Rpm : 1760

Grupo Generador para la Planta de Asfalto:

Marca : Modasa

Modelo : MLS-315

Tensión : 400V-550A

Potencia : 381 KVA

Motor:

Marca : Volvo Penta

Modelo : TAD 1230G

Serie : 2120-234346

Potencia : 357/486 HP

Bomba de Inyección:

Marca : Bosch

Modelo : PE6P130A300RS7274

Serie : 6630500017B

Turbocargador:

Marca : Holset

Modelo : H3B0980AR/B3611

Serie : H1712213

Arrancador:

Marca : Bosch – 24V

Alternador:

Marca : Valeo 24V-60A, 1700W

Generador:

Marca : Leroy Somer

Modelo : 47.1 M4 C6/4

Serie : DEO76777/02

Tensión : 480V – 481A

Potencia : 400KVÁ. (320 kw).

Rpm : 1800

Grupo Generador para el Caldero:

Marca : Modasa

Modelo : MLS-25-C

Serie : **67311X00133F**
Potencia : **21.55 Kw**
Motor:
Marca : **Perkins Turbo alimentado**
Modelo : **CM67086**
Serie : **U124635g**
Generador:
Modelo : **432S2J6/4**
Serie : **GL103866/08**
Potencia : **38 Kw**
Bomba de Inyección:
Marca : **Perkins**
Modelo : **9596323**
Serie : **4764**

ANEXO B: Tablas y Cuadros**Tabla N° 5.1 Cantidad de grasa a aplicar**

Máquina	Cantidad de grasa (Gr)		Puntos de lubricación	
	Quijada	Carcasa	Rodamientos	Laberintos
8050E	295	295	4	4

Tabla N° 5.2 Poco flujo de aceite

Causas	Acciones
Desgaste de la bomba	Cambia el juego de vedación de la bomba y verificar si el aceite está contaminado con impurezas sólidas.
Filtro sucio	Cambiar los elementos filtrantes y el aceite. Verificar el juego de vedación del chancador.
Mangueras tapadas o dobladas	Corregir el defecto.

Tabla N° 5.3 Alta temperatura

Causas	Acciones
El tanque de aceite está expuesto lateralmente al sol	Proteger del sol.
Radiador desconectado resistencia eléctrica funcionando	Corregir la falla y verificar sistema eléctrico.
Acumulación de impurezas en el radiador.	Providenciar limpieza.
Poco flujo de aceite.	Ver el ítem anterior.
Máquina trabajando con sobrecarga.	Reducir el exceso de finos en la alimentación. Utilizar revestimientos adecuados.

Tabla N° 5.4 Aceite contaminado o filtro tapado

Causas	Acciones
Tubos de aire tapados.	Realizar la limpieza respectiva.
Sellos de polvo interno muy gastado.	Sustituir inmediatamente.
Sellos de polvo mal regulado.	Reapretar el sistema.
Aceite limpio pero espumoso con presencia de aire que tapa la malla del filtro.	Verificar el estado del sello de polvo interno, pues puede haber entrada de aire por la misma al interior de la máquina. Verificar la existencia de la manguera de ecualización de la presión entre la maquina y el tanque. Colocar aditivo antiespumante.

Tabla N° 5.5 Existencia de partículas sólidas en la malla del tanque

Causas	Acciones
Poco flujo de aceite	Ver ítem anterior.
Acumulación de material en el interior del chancador Vedación damnificada por la acumulación del material.	Revisar si el material esta pegajoso acumulado. Limpiar periódicamente a través de las ventanas. Verificar si no hay contaminación en el aceite.

Inicio de operación.	Después de la instalación, durante el periodo de rodaje, es normal que aparezcan partículas sólidas en la malla.
----------------------	--

Tabla N° 5.6 Pérdida de aceite por el sello de polvo interno

Causas	Acciones
Sello de polvo muy gastado o dañado	Sustituir inmediatamente.
Mala regulación del sello de polvo.	Reapretar el sistema del sello de polvo

Tabla N° 5.7 Mantenimiento tipo A

Partes/Sist.	Capac	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	10	Gl.	15W40	250	Hr.
Filtro de aceite motor	1	Und.	LF - 27	250	Hr.
Filtro de combustible	1	Und.	P55O248	250	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Limpiar filtro de aire	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.

Tabla N° 5.8 Mantenimiento tipo B

Partes/Sistema	Capac.	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	10	Gl	15W40	500	Hr
Filtro de aceite motor	1	Und.	LF - 27	250	Hr.
Filtro de combustible	1	Und.	P55O248	250	Hr.
Filtro de agua	1	Und.	P552071	500	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.
Limpiar filtro de aire	1	Serv.	-	250	Hr.
Batería (nivel y limpieza de bornes)	1	Serv.	-	500	Hr.
Limpiar alternador o generador	1	Serv.	-	500	Hr.
Lavar el radiador	1	Serv.	-	500	Hr.
Verificación del sistema eléctrico	1	Serv.	-	500	Hr.

Tabla N° 5.9 Mantenimiento tipo C

Partes/Sist	Capac.	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	10	Gl.	15W40	250	Hr.
Filtro de aceite motor	1	Und.	LF - 27	250	Hr.
Filtro de combustible	2	Und.	P55O248	250	Hr.
Filtro de aire	2	Und.		1000	Hr.
Filtro de agua	1	Und.	P552071	500	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Batería (nivel y limpieza de bornes)	1	Serv.	-	500	Hr.
Mantenimiento de generador	1	Serv.	-	1000	Hr.
Sondear el radiador	1	Serv.	-	1 000	Hr.

Partes/Sist	Capac.	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Lavar tanque de combustible	.1	Serv.	-	1 000	Hr.
Afinamiento de motor	1	Serv.	-	1 000	Hr.

Tabla N° 5.10 Mantenimiento tipo A del Grupo Volvo

Partes/Sistema	Capac	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	10	Gl.	15W40	250	Hr
Filtro de aceite motor	2	Und	LF-4630	250	Hr.
Filtro de combustible	2	Und	LFP-466987	250	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Limpiar filtro de aire	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.

Tabla N° 5.11 Mantenimiento tipo B

Partes/Sistema	Capac.	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	10	Gl.	15W40	500	Hr
Filtro de aceite motor	2	Und.	LF-4634	250	Hr.
Filtro de combustible	2	Und.	LFP-466987	250	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.
Limpiar filtro de aire	1	Serv.	-	250	Hr.
Batería (nivel y limpieza de bornes)	1	Serv.	-	500	Hr.
Limpiar alternador o generador	1	Serv.	-	500	Hr.
Lavar el radiador	1	Serv.	-	500	Hr.
Verificación del sistema eléctrico	1	Serv.	-	500	Hr.

Tabla N° 5.12 Mantenimiento Tipo C

Partes/Sistema	Capac.	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	10	Gl.	15W40	250	Hr.
Filtro de aceite motor	2	Und.	LF-4634	250	Hr.
Filtro de combustible	2	Und.	LFP-466987	250	Hr.
Filtro de aire	1	Und.	3826215-0	250	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Batería (nivel y limpieza de bornes)	1	Serv.	-	500	Hr.
Mantenimiento de generador	1	Serv.	-	1000	Hr.
Sondear el radiador	1	Serv.	-	1 000	Hr.
Lavar tanque de combustible	1	Serv.	-	1 000	Hr.
Afinamiento de motor	1	Serv.	-	1 000	Hr.

Tabla N° 5.13 Mantenimiento tipo A

Partes/Sistema	Capac	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	5	Gl.	15W40	250	Hr
Filtro de aceite motor	1	Und	LF-9	250	Hr.

Filtro de combustible	1	Und	LFP-150	250	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Limpiar filtro de aire	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.

Tabla N° 5.14 Mantenimiento tipo B

Partes/Sistema	Capac.	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	5	Gl.	15W40	500	Hr.
Filtro de aceite motor	1	Und.	LF-9	250	Hr.
Filtro de combustible	1	Und.	LFP-150	250	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.
Limpiar filtro de aire	1	Serv.	-	250	Hr.
Batería (nivel y limpieza de bornes)	1	Serv.	-	500	Hr.
Limpiar alternador o generador	1	Serv.	-	500	Hr.
Lavar el radiador	1	Serv.	-	500	Hr.
Verificación del sistema eléctrico	1	Serv.	-	500	Hr.

Tabla N° 5.15 Mantenimiento tipo C

Partes/Sistema	Capac.	Und.	Tipo / Código	Intervalo	Und.
Aceite motor	5	Gl.	15W40	250	Hr.
Filtro de aceite motor	1	Und.	LF-9	250	Hr.
Filtro de combustible	1	Und.	LFP-150	250	Hr.
Limpiar filtro de aire	1	Und.	26510362	250	Hr.
Lavado y engrase	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fugas de aceite, combustible	1	Serv.	-	250	Hr.
Revisar fajas del ventilador	1	Serv.	-	250	Hr.
Batería (nivel y limpieza de bornes)	1	Serv.	-	500	Hr.
Mantenimiento de generador	1	Serv.	-	1000	Hr.
Sondear el radiador	1	Serv.	-	1000	Hr.
Lavar tanque de combustible	1	Serv.	-	1000	Hr.
Afinamiento de motor	1	Serv.	-	1000	Hr.

Tabla N° 5.16 Cuadros de Lubricación

Sección: dosadores de áridos y fajas transportadoras			
Componentes	Periodo	Servicio	Lubricante
Engranajes y cadenas de accionamiento del tambor delantero, de la faja dosadora, extractora y transportadora.	Cada 10 horas o diariamente	Lubricar	URSA LA -3 SAE 30
Reductores de velocidad del accionamiento de la faja transportadora, extractora y dosadora.	Cada 10 horas o diariamente	Verificar el nivel	MULTIGEAR EP SAE 30

Graseras de presión de las chumaceras de rodamiento de los tambores delanteros y traseros de la faja transportadora, extractora y dosadora.	Cada 50 horas o semanalmente	Lubricar	MARFAK - MP 2
Tornillos templadores de la faja transportadora, extractora y dosadora.	Cada 50 horas o semanalmente	Lubricar	MARFAK - MP 2
Reductores de velocidad del accionamiento de la faja transportadora, extractora y dosadora.	Cada 2000 horas o anualmente	Cambiar el aceite	MULTIGEAR EP SAE 90
Sección: secador – mezclador			
Componentes	Periodo	Servicio	Lubricante
Graseras de presión de las chumaceras de rodamiento de los rodillos de apoyo y escora de secador mezclador.	Cada 30 horas o 3 días	Lubricar	MARFAK MP – 2
Reductores de velocidad de accionamiento del secador	Cada 50 horas o semanalmente	Verificar y mantener el nivel	MULTIGEAR EP SAE90
Reductores de velocidad del accionamiento del secador	Cada 2000 horas o anualmente	Cambiar el aceite	MULTIGEAR EP SAE 90
Sección: elevador de mezcla			
Componentes	Periodo	Servicio	Lubricante
Graseras de presión de las chumaceras de rodamiento de los ejes de accionamiento y del templador.	Cada 30 horas o 3 días	Lubricar	MARFAK MP – 2
Reductor de velocidad del accionamiento del elevador.	Cada 50 horas o semanalmente	Verificar y mantener el nivel	MULTIGEAR EP SAE 90
Tornillos templadores	Cada 50 horas o semanalmente	Lubricar	MARFAK MP – 2
Reductores de velocidad del accionamiento del elevador.	Cada 2000 horas o anualmente	Cambiar el aceite	MULTIGEAR EP SAE 90
Sección: exhaustor			
Componentes	Periodo	Servicio	Lubricante
Graseras de presión de las chumaceras del eje del exhaustor.	Cada 10 horas o diariamente	Lubricar	MARFAK MP – 2
Sección: compresor de aire			
Componentes	Periodo	Servicio	Lubricante
Carter del compresor de aire.	Cada 10 horas o diariamente	Verificar y mantener el nivel	RANDO HD – 68 SAE 30
Carter del compresor de aire.	Cada 200 horas o bimestralmente	Cambiar el aceite	RANDO HD - 68
Sección: bomba de agua			
Componentes	Periodo	Servicio	Lubricante
Graseras de presión de las chumaceras del eje del rotor de la bomba de agua.	Cada 50 horas o semanalmente	Lubricar	MARFAK MP – 2

Tabla N° 5.17 Cronograma de tareas

SISTEMA DE ALIMENTACION VIBRATORIA				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Tolva	Verificar que material no se derrame	a) Limpieza de zona de caída de material b) Verificar desgaste de mandiles	a) Revisar resortes de apoyo b) Ajustar pernos de vibradores	
Cardanes	Inspeccionar crucetas y cardanes	Limpieza de cardanes y crucetas	a) Lubricar crucetas a través de graseras b) Lubricación de rodamientos de vibradores	
Motores	Verificar ruidos extraños, temperatura de carcasa y posición de fajas de transmisión	a) Verificar y medir amperaje b) Limpieza de zona	a) Limpieza y sopleteado b) Limpieza de botonera	O cada 1200 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE TRITURACION PRIMARIA				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Mandíbulas		Lubricar a través de rodamientos y laberintos	a) Evaluar desgaste de mandíbulas y cuñas b) Evaluar ajuste de abertura de mandíbulas	a) Cada 6 meses invertir mandíbulas b) Cambiar mandíbulas
Motor	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	Verificar tensión y condición de fajas de transmisión	a) Limpieza y sopleteado b) Verificar y medir amperaje	O cada 2000 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE TRANSPORTE DE MATERIAL CHANCADO				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Fajas	a) Alinear faja central b) Verificar tensión de fajas c) Verificar limpiafajas	Lubricar tornillos templadores		Evaluar cambio de fajas
Rodillos	a) Verificar funcionamiento de rodillos	Inspeccionar polines y rodillos	a) Revisar y limpiar rodillos y polines b) Lubricar	
Reductores	Verificar nivel de aceite	a) Lubricar reductores y rellenar nivel b) Lubricar chumaceras	a) Revisar temperatura de chumaceras b) Limpieza de reductores	a) O cada 2000 horas: cambio de aceite b) Mantenimiento: cambio de retenes y rodajes
Motores	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	Verificar y medir amperaje	Limpieza y sopleteado	O cada 1200 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE ZARANDEO DE MATERIAL				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Zaranda	a) Limpiar impurezas de zaranda b) Verificar desgaste de mallas de zaranda	Lubricar tornillos templadores	Rectificar amarre de mallas	Cambiar mallas
Chapas	Verificar trabajo de chapas		Ajustar pernos	
Chute	Inspección rutinaria de chute			Reforzar planchas desgastadas
Motor	Verificar tensión de fajas de transmisión de motor	Verificar y medir amperaje	Limpieza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE TRITURACION SECUNDARIA				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Cono	a) Revisar sellos de polvo b) Verificar presión del manómetro	Ver desgaste de sellos, reapretar pernos	a) Verificar juego correcto de engranajes b) Verificar desgaste y fijación de revestimientos	Verificar colapso de perno de sujeción para cambio de manto y cóncavo

Tanque de lubricación	Verificar impurezas en malla de tanque	a) Realizar prueba de decantación de aceite b) Revisar nivel de aceite c) Verificar trabas eléctricas	Verificar presión de acumulador de sistema de trabamiento	Sondear radiador, Cambiar aceite térmico
Soplador	Inspección trabajo de soplador	Limpiar tubos y filtro de aire		
Motores	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	Verificar y medir amperaje	Limpieza y sopleteado	O cada 2000 horas: Mantenimiento
TABLERO DE CONTROL				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Mensual			
Tablero	a) Sopletear con compresora todo el tablero b) Reajustar pernos de barra de alimentación, pernos de borneras y dispositivos de control y mando: contactores, temporizadores, interruptores, relés, guardamotores, pulsadores. c) Limpiar y/o rellenar contactos de contactores			
SISTEMA DOSIFICADOR DE SILOS				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Fajas		a) Verificar estado y alineamiento b) Verificar trabajo de limpiafajas		Evaluar cambio de fajas
Rodillos	a) Verificar funcionamiento de rodillos b) O cada 10 horas lubricación de rodillos	Inspeccionar función de polines y rodillos	Revisar y limpiar rodillos y polines	
Reductores	Verificar nivel de aceite	a) Lubricar reductores y rellenar nivel b) Lubricar chumaceras	a) Revisar temperatura de chumaceras b) Limpieza de reductores	a) O cada 2000 horas: cambio de aceite b) Mantenimiento: cambio de retenes y rodajes
Motores	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	Verificar y medir amperaje	Limpieza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE QUEMADOR				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Quemador	a) Verificar calidad de llama b) Limpieza de boquilla o bicos		Verificar estado de conos Limpieza de componentes	
Bomba	Limpieza y sopleteado			O cada 1000 horas: Mantenimiento
Ventilador	Inspección rutinaria		Limpieza de paletas	Evaluar condición de paletas
Motores	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	Verificar y medir amperaje	Limpieza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE CALDERO				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Caldero	a) Revisar componentes, manómetros b) Limpieza exterior	Limpieza de componentes y zona externa	Limpieza de filtros, inyectores, bujías y cámara de combustión	O cada 2000 horas: cambio de aceite
Bombas		Limpieza externa	Limpieza interna	O cada 1000 horas: Mantenimiento
Tuberías	Inspección rutinaria		Verificar estado de llaves y válvulas	Limpieza interna
Tanques			Limpieza externa	O cada 2000 horas: Limpieza de serpentín de tanque de caldero
Motores	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	Verificar y medir amperaje	Limpieza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento
Tablero			Limpieza de contactores, relés, fusibles,	

			temporizadores	
SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Bomba	Limpeza externa		a) Limpeza de zona b) Revisar cadena de acople	O cada 1000 horas: Mantenimiento
Tuberías	a) Calentar tuberías previa producción b) Revisar fuga de Pen y/o aceite térmico		a) Limpeza de barra esparcidora b) Verificar estado de llaves y válvulas	Limpeza interna
Motor	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	Verificar y medir amperaje	Limpeza externa	O cada 1000 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE DRUM MIXER				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Mixer	a) Verificar regulación normal b) Revisar anillos de protección		Limpeza interna del Mixer	
Rodillos de escora	Verificar que rodillos regulen normalmente	Lubricar chumaceras		
Reductores	Verificar nivel de aceite	a) Lubricar reductores y rellenar nivel b) Lubricar chumaceras	a) Revisar temperatura de chumaceras b) Limpeza de reductores	a) O cada 2000 horas: cambio de aceite b) Mantenimiento: cambio de retenes y rodajes
Motores	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	a) Verificar y medir amperaje b) Evaluar tensión de fajas de transmisión	Limpeza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE EXHAUSTION DE GASES				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Exhaustor	Verificar vibración anormal	Verificar estado de aletas	a) Revisar temperatura de chumaceras y lubricar	Evaluar balanceo y cambio
Filtro			Limpeza interna	Evaluar desgaste y corrosión interna
Chimenea	Verificar vibración anormal		Ajustar pernos de base	
Bomba de agua	Purgar bomba		a) Verificar acople b) Limpeza de pozas de decantación	O cada 1000 horas: Mantenimiento
Motores	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	a) Verificar y medir amperaje b) Evaluar tensión de fajas de transmisión	Limpeza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento
SISTEMA DE CADENA ELEVADORA				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Canaleta			Revisar planchas base	
Cadena	Verificar fijación de paletas	Alineamiento y tensión de cadena	Limpeza de paletas	Evaluar piñón de ejes bipartidos
Reductor	Verificar nivel de aceite	a) Lubricar reductores y rellenar nivel b) Lubricar chumaceras	a) Revisar temperatura de chumaceras b) Limpeza de reductor	a) O cada 2000 horas: cambio de aceite b) Mantenimiento: cambio de retenes y rodajes
Motor	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	a) Verificar y medir amperaje b) Evaluar tensión de fajas de transmisión	Limpeza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento
COMPRESORA DE AIRE				
EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual

Automático			Limpieza interna	Evaluar rellenar contactos o cambiar
Compresor	a)Purgar agua del tanque y verificar fugas de aire b)Verificar presión de aire	a)Verificar nivel de aceite del cárter b)Limpiar filtro		Mantenimiento, revisar metales de biela, rodamientos, anillos.
Filtros de línea	a)Verificar fijación de mangueras b)Purgar agua condensada	Rellenar nivel de aceite de filtro y actuación del lubricador	Cambiar aceite	Cambiar vasos de lubricador en línea
Motor	Verificar ruidos extraños y temperatura de carcasa	a)Verificar y medir amperaje b)Evaluar tensión de fajas de transmisión	Limpieza y sopleteado	O cada 1000 horas: Mantenimiento

SISTEMA DE PRESILO Y SILO

EQUIPO	MANTENIMIENTO			
	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Presilo	Revisar electroválvulas, fin de carrera y accionamiento de cilindros neumáticos		Limpieza de filtros de electroválvulas	Mantenimiento de cilindros neumáticos
Silo	Revisar electroválvulas, fin de carrera y accionamiento de cilindros neumáticos		a)Limpieza externa e interna de compuertas b)Limpieza y mantenimiento de cilindros neumáticos	

Tabla N° 6.1 Horas trabajadas Año 2007

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	0	17	31	0	12	59	29	31	153	32	27	68	459
Triturador Primario	0	17	31	0	12	59	29	31	153	32	27	68	459
Transporte de Material	0	17	31	0	12	59	29	31	153	32	27	68	459
Zaranda Vibratoria	0	17	31	0	12	59	29	31	153	32	27	68	459
Triturador Secundario	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	44
Dosificador de silos	10	24	21	0	15	0	0	15	70	19	30	41	245
Quemador	10	24	21	0	15	0	0	15	70	19	30	41	245
Caldero	38	51	53	0	52	0	0	48	158	49	100	80	629
Inyección de PEN	10	24	21	0	15	0	0	15	70	19	30	41	245
Drum Mixer	10	24	21	0	15	0	0	15	70	19	30	41	245
Exhaustión de gases	11	24	21	0	15	0	0	15	70	19	30	41	246
Cadena elevadora	10	24	21	0	15	0	0	15	70	19	30	41	245
Presilo y silo	10	24	21	0	15	0	0	15	70	19	30	41	245
Total Horas	109	304	324	0	205	236	116	277	1260	310	445	639	4225

Tabla N° 6.2 Horas trabajadas Año 2008

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	64	27	73	63	86	43	90	90	115	82	98	119	950
Triturador Primario	64	27	73	63	86	43	90	90	115	82	98	119	950
Transporte de Material	64	27	73	63	86	43	90	90	115	82	98	119	950
Zaranda Vibratoria	64	27	73	63	86	43	90	90	115	82	98	119	950
Triturador Secundario	0	0	0	0	29	43	90	90	115	82	98	119	666
Dosificador de silos	61	12	28	40	22	47	71	99	45	83	73	58	639
Quemador	61	12	28	40	22	47	71	99	45	83	73	58	639
Caldero	121	27	61	80	79	85	91	158	124	137	149	127	1239
Inyección de PEN	61	12	28	40	22	47	71	99	45	83	73	58	639
Drum Mixer	61	12	28	40	22	47	71	99	45	83	73	58	639
Exhaustión de gases	61	12	28	40	22	47	71	99	45	83	73	58	639
Cadena elevadora	61	12	28	40	22	47	71	99	45	83	73	58	639
Presilo y silo	61	12	28	40	22	47	71	99	45	83	73	58	639
Total Horas	804	219	549	612	606	629	1038	1301	1014	1128	1150	1128	10178

Tabla N° 6.3 Horas trabajadas Año 2009

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	0	0	110	95	126	86	92	101	60	73	96	152	991
Triturador Primario	0	0	110	95	126	86	92	101	60	73	96	152	991
Transporte de Material	0	0	110	95	126	86	92	101	60	73	96	152	991
Zaranda Vibratoria	0	0	110	95	126	86	92	101	60	73	96	152	991
Triturador Secundaria	0	0	110	95	126	86	92	101	60	73	96	152	991
Dosificador de silos	0	45	51	16	72	50	33	35	95	55	78	134	664
Quemador	0	45	51	16	72	50	33	35	95	55	78	134	664
Caldero	0	66	88	62	151	106	88	97	142	98	129	173	1200

Inyección de PEN	0	45	51	16	72	50	33	35	95	55	78	134	664
Drum Mixer	0	45	51	16	72	50	33	35	95	55	78	134	664
Exhaustión de gases	0	45	51	16	72	50	33	35	95	55	78	134	664
Cadena elevadora	0	45	51	16	72	50	33	35	95	55	78	134	664
Presilo y silo	0	45	51	16	72	50	33	35	95	55	78	134	664
Total Horas	0	381	995	649	1285	886	779	847	1107	848	1155	1871	10803

Tabla N° 6.4 Fallas durante Año 2007

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	2	1	1	0	1	2	1	1	2	1	2	1	15
Triturador Primario	1	1	1	0	1	1	1	2	1	1	1	1	12
Transporte de Material	2	1	2	0	1	2	2	1	3	2	3	1	20
Zaranda Vibratoria	1	2	2	0	1	2	2	2	1	1	1	2	17
Triturador Secundario	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
Dosificador de silos	1	1	2	0	1	0	0	1	2	1	1	2	12
Quemador	2	2	1	0	1	0	0	2	2	2	2	1	15
Caldero	2	1	1	0	1	0	0	1	2	1	1	2	12
Inyección de PEN	1	1	2	0	1	0	0	1	2	2	1	2	13
Drum Mixer	1	1	1	0	2	0	0	2	1	2	1	2	13
Exhaustión de gases	1	1	1	0	2	0	0	1	1	1	2	1	11
Cadena elevadora	1	1	1	0	2	0	0	2	3	2	1	1	14
Presilo y silo	1	1	1	0	1	0	0	3	1	1	1	2	12
Total	16	16	16	0	15	7	6	19	21	17	19	18	170

Tabla N° 6.5 Fallas durante Año 2008

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	13
Triturador Primario	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	10
Transporte de Material	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	14
Zaranda Vibratoria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Triturador Secundario	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	7
Dosificador de silos	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	9
Quemador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Caldero	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	9
Inyección de PEN	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11
Drum Mixer	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
Exhaustión de gases	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	8
Cadena elevadora	1	1	1	1	1	1	0	1	2	1	1	1	12
Presilo y silo	1	1	0	1	1	1	1	2	1	0	1	0	10
Total	12	12	9	10	13	12	10	12	13	10	14	10	137

Tabla N° 6.6 Fallas durante Año 2009

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Triturador Primario	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Transporte de Material	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
Zaranda Vibratoria	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Triturador Secundario	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3
Dosificador de silos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Quemador	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Caldero	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Inyección de PEN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Drum Mixer	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Exhaustión de gases	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
Cadena elevadora	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Presilo y silo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Total	0	1	1	3	3	3	2	1	4	0	2	3	23

Tabla N° 6.7 Tiempo de Reparación de Fallas Año 2007

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	32	8	10	0	16	10	8	4	16	4	24	20	152
Triturador Primario	16	28	24	0	6	8	4	4	24	16	2	8	140
Transporte de Material	20	18	16	0	16	16	24	5	24	8	20	16	183
Zaranda Vibratoria	8	16	16	0	12	24	30	3	24	8	8	6	155
Triturador Secundario	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	98
Dosificador de silos	8	6	4	0	8	0	0	2	20	4	3	6	61
Quemador	16	10	8	0	16	0	0	4	32	8	6	4	104
Caldero	6	8	6	0	12	0	0	16	18	4	12	8	90
Inyección de PEN	4	6	5	0	6	0	0	3	12	4	24	10	74
Drum Mixer	8	12	8	0	4	0	0	6	4	2	24	4	72
Exhaustión de gases	40	28	10	0	6	0	0	6	10	6	40	8	154
Cadena elevadora	4	6	10	0	8	0	0	4	16	10	16	16	90
Presilo y silo	8	4	6	0	5	8	24	24	4	4	6	8	101
Total Horas	210	160	123	0	115	66	90	81	204	78	233	114	1474

Tabla N° 6.8 Tiempo de Reparación de Fallas Año 2008

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	6	16	4	5	16	8	6	4	6	16	8	6	101
Triturador Primario	12	6	8	4	8	6	4	6	8	10	6	4	82
Transporte de Material	6	8	6	4	6	4	5	4	6	8	7	6	70
Zaranda Vibratoria	8	6	5	6	2	8	6	4	5	4	6	4	64

Triturador Secundario	0	0	0	0	40	14	12	10	2	8	10	0	96
Dosificador de silos	10	6	4	4	4	6	3	4	5	6	8	6	66
Quemador	10	8	6	5	4	4	6	4	16	2	4	6	75
Caldero	8	6	4	2	6	5	4	6	4	10	6	8	69
Inyección de PEN	10	4	6	3	8	4	0	2	6	8	8	5	64
Drum Mixer	6	6	0	6	6	8	6	4	6	0	4	6	58
Exhaustión de gases	8	7	6	4	6	8	4	6	8	6	6	8	77
Cadena elevadora	4	8	5	3	4	1	2	4	6	4	8	6	55
Presilo y silo	6	2	0	4	4	2	3	4	5	2	5	4	41
Total Horas	94	83	54	50	114	78	61	62	83	84	86	69	918

Tabla N° 6.9 Tiempo de Reparación de Fallas Año 2009

Sistema	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	Año
Alimentador Vibratorio	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
Triturador Primario	0	0	0	0	6	0	5	0	0	0	0	0	11
Transporte de Material	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	4	16
Zaranda Vibratoria	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6
Triturador Secundario	0	0	0	0	8	0	0	0	6	0	0	4	18
Dosificador de silos	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
Quemador	0	0	0	4	0	0	3	0	4	0	0	0	11
Caldero	0	6	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	11
Inyección de PEN	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Drum Mixer	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
Exhaustión de gases	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	6	17
Cadena elevadora	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Presilo y silo	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Total Horas	0	6	4	14	18	17	8	6	21	0	11	14	119

Tabla N° 6.10 Tiempo Medio Entre Fallas Año 2007

Sistema	Horas de Operación	N° Fallas	TMEF
Alimentador Vibratorio	459	15	31
Triturador Primario	459	12	38
Transporte de Material	459	20	23
Zaranda Vibratoria	459	17	27
Triturador Secundario	44	4	11
Dosificador de silos	245	12	20
Quemador	245	15	16
Caldero	629	12	52
Inyección de PEN	245	13	19
Drum Mixer	245	13	19
Exhaustión de gases	246	11	22

Cadena elevadora	245	14	18
Presilo y silo	245	12	20

Tabla N° 6.11 Tiempo Medio Entre Fallas Año 2008

Sistema	Horas de Operación	N° Fallas	TMEF
Alimentador Vibratorio	950	13	73
Triturador Primario	950	10	95
Transporte de Material	950	14	68
Zaranda Vibratoria	950	12	79
Triturador Secundario	666	7	95
Dosificador de silos	639	9	71
Quemador	639	12	53
Caldero	1239	9	138
Inyección de PEN	639	11	58
Drum Mixer	639	10	64
Exhaustión de gases	639	8	80
Cadena elevadora	639	12	53
Presilo y silo	639	10	64

Tabla N° 6.12 Tiempo Medio Entre Fallas Año 2009

Sistema	Horas de Operación	N° Fallas	TMEF
Alimentador Vibratorio	991	1	991
Triturador Primario	991	2	496
Transporte de Material	991	3	330
Zaranda Vibratoria	991	1	991
Triturador Secundario	991	3	330
Dosificador de silos	664	1	664
Quemador	664	3	221
Caldero	1200	2	600
Inyección de PEN	664	1	664
Drum Mixer	664	1	664
Exhaustión de gases	664	3	221
Cadena elevadora	664	1	664
Presilo y silo	664	1	664

Tabla N° 6.13 Tiempo Medio Para Reparar Año 2007

Sistema	Horas de Reparación	N° Fallas	TMPR
Alimentador Vibratorio	152	15	10
Triturador Primario	140	12	12
Transporte de Material	183	20	9
Zaranda Vibratoria	155	17	9
Triturador Secundario	98	4	25
Dosificador de silos	61	12	5
Quemador	104	15	7
Caldero	90	12	8
Inyección de PEN	74	13	6

Drum Mixer	72	13	6
Exhaustión de gases	154	11	14
Cadena elevadora	90	14	6
Presilo y silo	101	12	8

Tabla N° 6.14 Tiempo Medio Para Reparar Año 2008

Sistema	Horas de Reparación	N° Fallas	TMPR
Alimentador Vibratorio	101	13	8
Triturador Primario	82	10	8
Transporte de Material	70	14	5
Zaranda Vibratoria	64	12	5
Triturador Secundario	96	7	14
Dosificador de silos	66	9	7
Quemador	75	12	6
Caldero	69	9	8
Inyección de PEN	64	11	6
Drum Mixer	58	10	6
Exhaustión de gases	77	8	10
Cadena elevadora	55	12	5
Presilo y silo	41	10	4

Tabla N° 6.15 Tiempo Medio Para Reparar Año 2009

Sistema	Horas de Reparación	N° Fallas	TMPR
Alimentador Vibratorio	4	1	4
Triturador Primario	11	2	6
Transporte de Material	16	3	5
Zaranda Vibratoria	6	1	6
Triturador Secundario	18	3	6
Dosificador de silos	6	1	6
Quemador	11	3	4
Caldero	11	2	6
Inyección de PEN	4	1	4
Drum Mixer	6	1	6
Exhaustión de gases	17	3	6
Cadena elevadora	4	1	4
Presilo y silo	5	1	5

Tabla N° 6.16 Disponibilidad Año 2007

Sistema	TMEF	TMPR	D
Alimentador Vibratorio	31	10	0.75
Triturador Primario	38	12	0.77
Transporte de Material	23	9	0.71
Zaranda Vibratoria	27	9	0.75

Triturador Secundario	11	25	0.31
Dosificador de silos	20	5	0.80
Quemador	16	7	0.70
Caldero	52	8	0.87
Inyección de PEN	19	6	0.77
Drum Mixer	19	6	0.77
Exhaustión de gases	22	14	0.62
Cadena elevadora	18	6	0.73
Presilo y silo	20	8	0.71

Tabla N° 6.17 Disponibilidad Año 2008

Sistema	TMEF	TMPR	D
Alimentador Vibratorio	73	8	0.90
Triturador Primario	79	7	0.92
Transporte de Material	68	5	0.93
Zaranda Vibratoria	79	5	0.94
Triturador Secundario	95	14	0.87
Dosificador de silos	53	6	0.91
Quemador	53	6	0.89
Caldero	103	6	0.95
Inyección de PEN	58	6	0.91
Drum Mixer	64	6	0.92
Exhaustión de gases	53	6	0.89
Cadena elevadora	53	5	0.92
Presilo y silo	53	3	0.94

Tabla N° 6.18 Disponibilidad Año 2009

Sistema	TMEF	TMPR	D
Alimentador Vibratorio	991	4	1.00
Triturador Primario	496	6	0.99
Transporte de Material	330	5	0.98
Zaranda Vibratoria	991	6	0.99
Triturador Secundario	330	6	0.98
Dosificador de silos	664	6	0.99
Quemador	221	4	0.98
Caldero	600	6	0.99
Inyección de PEN	664	4	0.99
Drum Mixer	664	6	0.99
Exhaustión de gases	221	6	0.98
Cadena elevadora	664	4	0.99
Presilo y silo	664	5	0.99

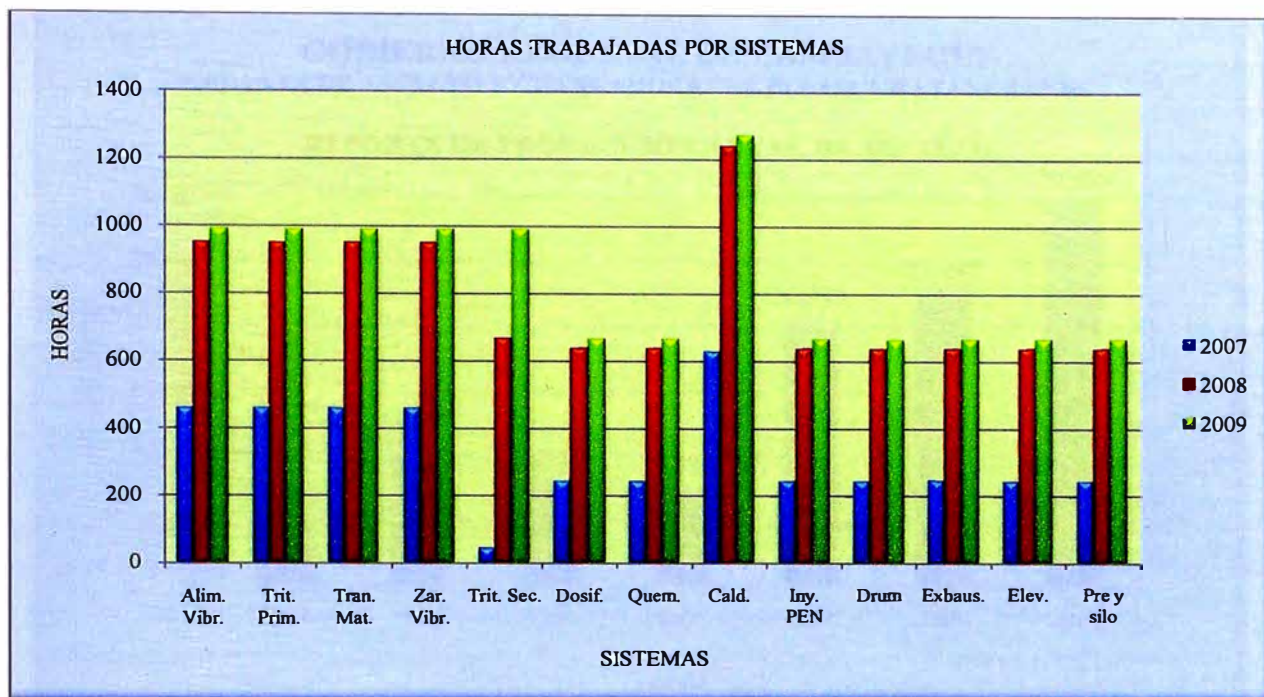


Figura N° 6.1 Horas trabajadas por sistemas por año

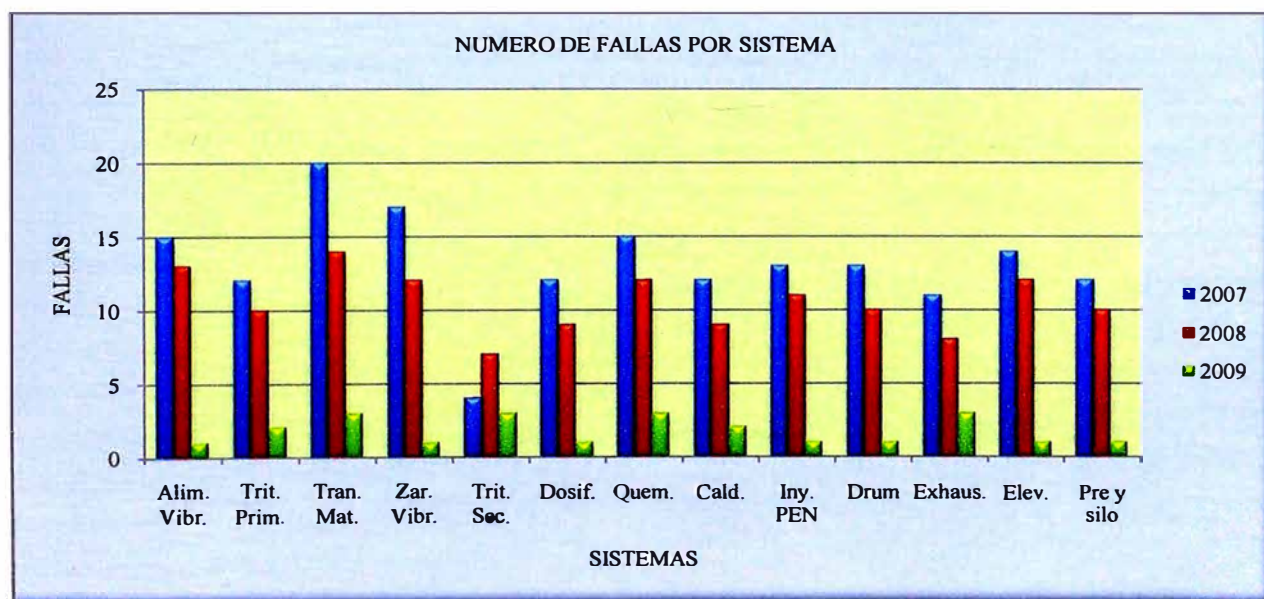


Figura N° 6.2 Número de Fallas por Año

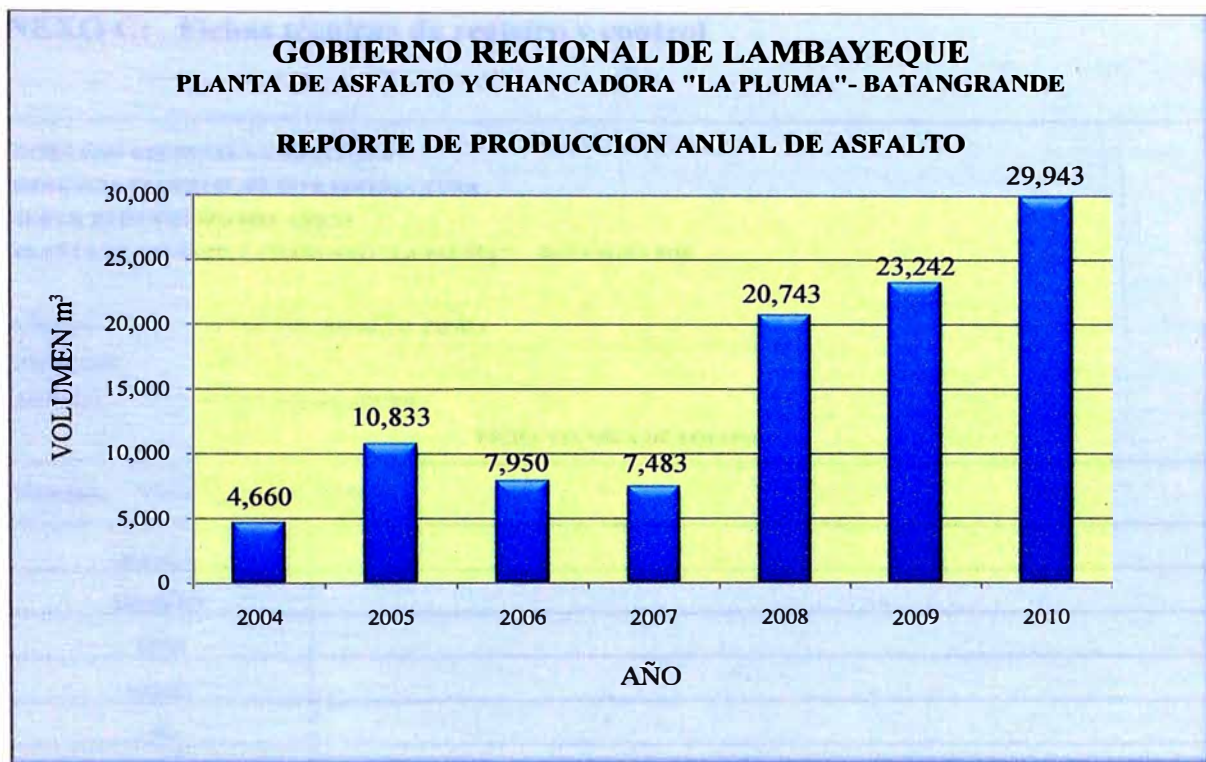


Figura N° 6.3 Reporte de Producción Anual

ANEXO C: Fichas técnicas de registro y control

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SERVICIO DE EQUIPO MECANICO PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" - BATANGRANDE	
UNIDAD	: PLANTA DE ASFALTO CIFALI
REGISTRO	: 108
SISTEMA	: CADENA ELEVADORA
FICHA TECNICA DE EQUIPO	
NOMBRE : CADENA DE ARRASTRE	
MARCA	
MODELO	
TIPO	
SERIE	
AÑO	
NUMERO DE PARTE	
LARGO	
ANCHO	
DIAMETRO	
PESO	
MATERIAL	
OTROS	
OBSERVACIONES:	

Figura N° 5.1 Ficha técnica de equipo

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SERVICIO DE EQUIPO MECANICO PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" - BATANGRANDE	
UNIDAD : PLANTA CHANCADORA REGISTRO : SISTEMA : ZARANDA CLASIFICATORIA	
FICHA TECNICA DE MOTORES ELECTRICOS	
NOMBRE : MOTOR DE ZARANDA	
MARCA	
MODELO	
TIPO	
SERIE	
AÑO	
NUMERO DE PARTE	
POTENCIA	
VOLTAJE	
FRECUENCIA	
RPM	
RODAMIENTOS	
OTROS	
OBSERVACIONES:	

Figura N° 5.2 Ficha técnica de motores eléctricos

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
 SERVICIO DE EQUIPO MECANICO
 PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" - BATANGRANDE

UNIDAD : PLANTA CHANCADORA
 REGISTRO :
 SISTEMA : CHANCADOR PRIMARIO

FICHA TECNICA DE EVALUACION Y MANTENIMIENTO

NOMBRE : MANDIBULAS O QUIJADAS

FECHA	HOROMETRO	EVALUACION	ACCION	PROX. EVALUACION

OBSERVACIONES:

Figura N° 5.3: Ficha técnica evaluación y mantenimiento de equipos

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SERVICIO DE EQUIPO MECANICO PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" - BATANGRANDE				
UNIDAD : PLANTA CHANCADORA REGISTRO : SISTEMA : CHANCADOR PRIMARIO				
FICHA DE EVALUACION Y MANTENIMIENTO DE MOTOR ELECTRICO				
NOMBRE : MOTOR DE CHANCADOR PRIMARIO				
FECHA	HOROMETRO	EVALUACION	ACCION	PROX. EVALUACION
OBSERVACIONES: 				

Figura N° 5.4: Ficha técnica de mantenimiento de motores eléctricos

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SERVICIO DE EQUIPO MECANICO
PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" - BATANGRANDE

PEDIDO INTERNO DE REPUESTOS

N° 001

--	--	--

CANTIDAD	UTILIZACION	DESCRIPCION

JEFE DEL SEM

JEFE DE PLANTA

OPERADOR DE PLANTA

Figura N°5.5 Ficha de Pedido Interno de Repuestos - PIR

FICHAS DE EVALUACION PARA UNIDADES

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SERVICIO DE EQUIPO MECANICO
PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" - BATANGRANDE

DATOS GENERALES

TIPO DE MAQUINA	PLANTA CHANCADORA
MARCA	ALLIS FACO
MODELO	AZTECA IV
REG / PLACA	048
HOROMETRO	
FECHA DE EVALUACION	

ESTADO:

Marque con un x el estado actual de la planta.

OPERATIVO EN TRABAJO	
OPERATIVO DISPONIBLE	
REPARACION LIGERA	
REPARACION PESADA	
FUERA DE SERVICIO	

SISTEMAS VERIFICADOS: Marque con una x el estado.

FAJA N°01 T:20" x37m	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES DE CARGA			POLINES DE RETORNO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

FAJA N°02 T:20" x37m	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES DE CARGA			POLINES DE RETORNO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

FAJA N°03 T:20" x37m	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES DE CARGA			POLINES DE RETORNO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

PANEL DE CONTROL	LLAVE SECCIONADORA			CONVERSOR DE FRECUENCIA			COMPONENTES ELECTRICOS			PULSADORES		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

GRUPO GENERADOR SCANIA	MOTOR			BOMBA DE INYECCION			TURBO COMPRESOR			SIST. DE ADMISION		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
	ALTERNADOR MOTOR			BATERIAS			ALTRENADOR DE GENERADOR			ARRANCADOR		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
	TABLERO DE CONTROL			SENSOR DE TEMPERATURA			SENSOR DE ACEITE			SOLENOIDE DE PARADA		
B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	

ALIMENTADOR VIBRATORIO	MOTORES (2)			RIELES Y CANTONERAS			RESORTES			VIBRADORES		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

TRITURADOR DE MANDIBULAS	MOTOR			MAND. FIJA			MAND. MOVIL			VOLANTES		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
	SISTEMA DE REGULACION			CUÑAS SUPERIORES			CUÑAS INFERIORES			FUSIBLE MECANICO		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
SISTEMA DE LUBRICACION	MOTORES			SENSORES			CALENTADOR DE ACEITE			MANOMETROS		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
SISTEMA DE REFRIGERACION	MOTOR BOMBA			RADIADOR			MOTOR DE RADIADOR			TERMOSTATO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
SISTEMA DE REG. Y TRABAMIENTO	BOMBA MANUAL			MOTOR BOMBA			ACUMULADOR DE PRESION			MANGUERA HIDRAULICA		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
ZARANDA VIBRATORIA	MOTOR			MALLAS			VIBRADORES			ELEMENTOS DE SUJECION		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
PANEL DE CONTROL	LLAVE SECCIONADORA			CONVERSOR DE FRECUENCIA			COMPONENTES ELECTRICOS			PULSADORES		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
FAJA N°04 T:30" x13.6m	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES DE CARGA			POLINES DE RETORNO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
FAJA N°05 T:30" x18m	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES DE CARGA			POLINES DE RETORNO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
OBSERVACIONES:												

LEYENDA												
BUENO	B											
REGULAR	R											
MALO	M											
EVALUADOR:												_____

Figura N° 5.7 Ficha de evaluación de los Sistemas de Planta Chancadora

FICHAS DE EVALUACIÓN PARA UNIDADES

**GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SERVICIO DE EQUIPO MECANICO
PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" -BATANGRANDE**

DATOS GENERALES:

TIPO DE MAQUINA	PLANTA DE ASFALTO
MARCA	CIFALI
MODELO	DMC/2A90
REG / PLACA	108
HOROMETRO	
FECHA DE EVALUACION	

ESTADO:

Marque con un x el estado actual de la planta.

OPERATIVO EN TRABAJO	
OPERATIVO DISPONIBLE	
REPARACION LIGERA	
REPARACION PESADA	
FUERA DE SERVICIO	

SISTEMAS VERIFICADOS: Marque con una x el estado.

SILO Nº 1	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES			TOLVA		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

SILO Nº 2	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES			TOLVA		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

SILONº 3	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES			TOLVA		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

SILO Nº 4	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES			TOLVA		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

SILO FILLER	ROTOR/REDUCTOR			SOPLADOR TRANS. HELICOIDAL			TRANSMISION DE CADENA			TOLVA		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

FAJA EXTRACTORA	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			POLINES DE CARGA			POLINES DE RETORNO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

FAJA AUMENTADORA	ROTOR/REDUCTOR			FAJA TRANSPORTADORA			SISTEMA DE PESAJE			POLINES DE RETORNO		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

EXHAUSTOR DE POLVO	MOTOR			MOTOR DE BOMBA DE AGUA			BOQUILLAS			PISCINA DE DECANACION		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M

CALDERO DE QUEMADOR	TABLERO DE CONTROL			MOTOR SOPLADOR			BOMBA DE COMBUSTIBLE			ELECTROVALVULAS		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
COMPRESOR DE AIRE	MOTOR			FILTRO DE LUBRICACION			VALVULAS			MANOMETROS		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
PANEL DE CONTROL	LLAVE SECCIONADORA			SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO			COMPONENTES ELECTRICOS			PULSADORES		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
CABINA	ASIENTOS			TABLERO DE CONTROL			CABINA			MICAS		
VERIFICACION	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
GRUPO GENERADOR VOLVO	MOTOR			BOMBA DE INYECCION			TURBO COMPRESOR			SIST. DE ADMISION		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
	ALTERNADOR MOTOR			BATERIAS			ALTRENADOR DE GENERADOR			ARRANCADOR		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
	TABLERO DE CONTROL			SENSOR DE TEMPERATURA			SENSOR DE ACEITE			SOLENOIDE DE PARADA		
B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	
OBSERVACIONES:												

LEYENDA												
BUENO	B											
REGULAR	R											
MALO	M											
												EVALUADOR: _____

Figura N° 5.8 Ficha de evaluación de los Sistemas de Planta de Asfalto

**GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SERVICIO DE EQUIPO MECANICO
PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" -BATANGRANDE**

UNIDAD: PLANTA CHANCADORA ALLIS FACO MODELO AZTECA IV

REPORTE SEMANAL DE ENGRASE

REGISTRO: 048

DIAS	GRUPO GENERADOR	ALIMENTADOR VIBRATORIO		TRITURADOR 8050E		ZARANDA VIBRATORIA	RETRITURADOR DE CONO 90RB				CHUMACERAS Y POLEAS					ENGRASE EN GENERAL	
	ALTERNADOR DEL GENERADOR	VIBRADOR	EJES Y CARDANES	MOTOR ELECTRICO	CHUMACERAS	EJES VOLANTE	VIBRADORES	MOTOR ELECTRICO	LABERINTO EJE PIÑON	HILO DE LA CAMARA	SOPORTE DE GATO HIDRAULICO	F1	F2	F3	F4		F5

Figura N° 5.9 Ficha de reporte semanal de engrase

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SERVICIO DE EQUIPO MECANICO PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" -BATANGRANDE															REPORTE SEMANAL DE LIMPIEZA														
UNIDAD : PLANTA CHANCADORA ALLIS FACO MODELO AZTECA IV REGISTRO : 048																													
DIAS	GRUPO GENERADOR			CUADRO DE COMANDO	VIBRADORA Y MOTOR ELECTRICO		TRITUR. 8050E	RETRITURADOR CONO 90RB								LIMPIEZA GENERAL													
								SIST. DE LUBRICACION		SIST. DE REFRIGERACION		SIST. DE VEDACION		SIST. DE REG. Y TRABAMIENTO			MOTORES ELECTRICOS Y TENSORES			RODILLOS DE CARGA RETORNO DE IMPACTO									
	FILTRO DE AIRE	FILTRO DE ACEITE	SONDEO DE RADIADOR	COMPONENTES ELECTRICOS	ALIMENTADOR VIBRATORIO	ZARANDA VIBRATORIA	MOTOR ELECTRICO	TANQUE	MOTOR DE BOMBA	MOTOR DE BOMBA	RADIADOR	MOTOR ELECTRICO	SOPLADOR DE FILTRO	MOTOR ELECTRICO	CINTA DE VEDACION DE CAMARA	BOMBA MANUAL	GATA HIDRAULICA	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5		

Figura N° 5.10 Ficha de reporte semanal de limpieza

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SERVICIO DE EQUIPO MECANICO PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" -BATANGRANDE						REPORTE SEMANAL DE LUBRICACION					
UNIDAD: PLANTA CHANCADORA ALLIS FACO MODELO AZTECA IV											
REGISTRO: 048											
DIAS	GRUPO GENERADOR	RETRITURADOR DE CONO 90RB TRITURADOR 8050E				REDUCTORES					OBSERVACIONES
	PLANTA	EJE PIÑON	TANQUE DE LUBRICACION	SOPLADOR DE AIRE	BOMBA MANUAL DE REGULACION Y TRABAMIENTO	F1	F2	F3	F4	F5	

Figura N° 5.11 Ficha de reporte semanal de lubricación

GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SERVICIO DE EQUIPO MECANICO PLANTA DE ASFALTO Y CHANCADO "LA PLUMA" -BATANGRANDE										REPORTE SEMANAL DE MANTENIMIENTO				
UNIDAD: PLANTA CHANCADAORA ALLIS FACO MODELO AZTECA IV														
REGISTRO: 048														
DIAS	GRUPO GENERADOR					FILTROS DE ACEITE		TRITURADOR 8050E		RETRITURADOR DE CONO 90RB		MALLAS DE LA ZARANDA		
	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	FILTRO DE AGUA	FILTRO DE COMBUSTIBLE	FILTRO DE ACEITE	SOPLADOR DE AIRE	TANQUE DE LUBRICACION	MANDIBULA FIJA	MANDIBULA MOVIL	MANTO	CONCAVO	ARENA	PIEDRA DE 1/2"	PIEDRA DE 3/4"

Figura N° 5.12 Reporte semanal de mantenimiento

ANEXO D: Fotos

Cantera



Transporte a Planta Chancadora



Abastecimiento a tolva vibratoria



Proceso de Chancado



Transporte de material y Zaranda



Triturador Secundario



Silos de Abastecimiento



Ingreso al Drum Mixer



Drum Mixer



Producción de Asfalto



Exhaustión de Gases



Cadena elevadora



Silo de almacenamiento



Caldero



Tanques de almacenamiento de PEN



Quemador



Grupo Volvo Penta



Laboratorio



BIBLIOGRAFIA

- [1] José Melchor Areche, “Curso de Pavimentos, Diseño de Mezcla Asfáltica” Universidad Nacional de Ingeniería.
- [2] Alejandro Padilla Rodríguez, “Mezclas asfálticas”.
- [3] José Alberto Merinsky, “Evolución Tecnológica de las Plantas de Asfalto en Caliente”.
- [4] Edwin Orlando Neto Chusin, “Mantenimiento Industrial”, Ecuador 2008.
- [5] Javier Gonzales Fernández, “Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado”, FC Editorial 2003.
- [6] Salih Duffuaa, “Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control”, Limusa Wiley 2005.
- [7] SENA, Manual de Mantenimiento de Fedemetal, 1986.
- [8] Rigoberto Hernando Olarte, “Mantenimiento Industrial”.
- [9] Javier Sánchez Rozo, “Mantenimiento Productivo”.
- [10] Raúl Prando, “Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida”.
- [11] Axel Rodríguez Chinchilla, “Montaje, Operación y Mantenimiento de Plantas para Mezcla Asfáltica en Caliente” Universidad San Carlos de Guatemala 2008.
- [12] Manual de Operación y Manutención-Planta de Asfalto CIFALI.
- [13] Luis Torres García, “Vista General del Mantenimiento Preventivo”.
- [14] Julio S. Morales, “Técnicas de Mantenimiento Industrial”.
- [15] Manual de Instrucciones Planta Chancadora ALLIS FACO.
- [16] Manual de Taller VOLVO PENTA-MODASA.
- [17] www.mantenimientoplanificado.com
- [18] www.amtce.com.mx/config
- [19] www.mantenimiento/mundial
- [20] www.maconsultora.com