



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

"Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una
empresa constructora que se dedica a la elaboración de vías
lastradas en la provincia del Guayas"

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Ronald Leonardo Quinde Rangel

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2010

AGRADECIMIENTO

A Dios por siempre estar conmigo en todo momento especial y difícil para terminar esta carrera.

A mis padres, familia y amigos por siempre confiar en mí y mis capacidades, aprendiendo de ellos que con esfuerzo todo se consigue.

A todos aquellos que aportaron con su grano de arena para que mi logro se hiciera realidad,

DEDICATORIA

A mi padre, abuelos ya que siempre estuvieron a mi lado ofreciéndome todo su apoyo y comprensión en el inicio y culminación de mi carrera.

A mis profesores por todos los conocimientos transmitidos hacia mí; y a todas las personas que dieron su grano de arena para el desarrollo de esta tesis de grado.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMOP
PRESIDENTE



Ing. Cristian Arias U.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Ernesto Macarez L.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".



Ronald Leonardo Quinde Rangel

RESUMEN

Hoy en día las empresas a nivel mundial buscan la perfección en sus procesos por medio de estrategias y metodologías que se diseñan en la actualidad, es por esta razón que en el Ecuador la industria se está reestructurando progresivamente con las nuevas estrategias y tendencias, para así lograr ser competitivas en el mundo industrial. Esto se logra con reducción de costos mediante una baja en las paradas de las máquinas y equipos; también logrando mejorar la calidad del servicio que la empresa brinde al mercado.

Esta tesis desarrolla un diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa constructora de vías, donde no se planifica el mantenimiento y debido a esto se ejecutan acciones de mantenimiento de tipo correctivo que producen paradas innecesarias de las maquinarias y en la producción.

Se realizó un análisis de la situación actual de la empresa con respecto a la gestión de mantenimiento y se identificaron los activos que son críticos para la empresa y así elaborar un sistema de mantenimiento autónomo y proactivo a través del desarrollo de planes de acción, asignación de recursos y costos.

El diseño del sistema de gestión de mantenimiento se lo muestra en dos partes: Gestión Administrativa y Técnica, y Gestión del Talento Humano.

La gestión administrativa y técnica describe el desarrollo del mantenimiento, dónde y cómo se va a organizar, planificar, dirigir y controlar. La gestión de mantenimiento está basada en los indicadores claves de mantenimiento, análisis de modo de fallas, órdenes de trabajo, historial de mantenimiento y planes de mantenimiento.

La Gestión de Talento Humano, describe el diseño de la estrategia de las 5 S's, el cual se conjuga con el Mantenimiento Productivo Total. Se presenta la matriz de habilidades, en la cual se identificaron las competencias necesarias de las personas que realizan actividades de operación de equipos y mantenimiento.

Se desarrolló un plan de capacitación orientado al Mantenimiento Autónomo y proactivo en base a los resultados de la matriz de habilidades. Con esto se reflejó la importancia de las personas dentro del sistema, como principales protagonistas que contribuyen al desempeño eficiente de los equipos.

Al final de la tesis se presentan las conclusiones y recomendaciones que permiten una implementación efectiva del sistema por parte de la empresa, y en el tiempo que se lleva implementando el sistema de gestión se ha aumentado a un 90% la disponibilidad de los equipos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	2
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivo General.....	4
1.3. Objetivos Específicos	4
1.4. Metodología de la Tesis.....	4
1.5. Estructura de la Tesis	6
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Mantenimiento: Definición y Tipos	8

2.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)	10
2.3. Pilares Fundamentales del TPM.....	11
2.3.1. Mejoramiento Continuo	12
2.3.2. Mantenimiento Autónomo.....	12
2.3.3. Mantenimiento Planificado	13
2.3.4. Mantenimiento de la Calidad	13
2.3.5. Prevención del mantenimiento	14
2.3.6. Educación y Entrenamiento.....	14
2.3.7. Áreas Administrativas.....	15
2.3.8. Medio Ambiente y Seguridad	15
2.4. Plan Anual de Mantenimiento	16
2.5. Equipos Críticos.....	16
2.6. Filosofía de las 5S's.....	17
2.6.1. Seiri	18
2.6.2. Seiton	18
2.6.3. Seiso	19
2.6.4. Seiketsu.....	20
2.6.5. Sitsuke.....	20
2.7. Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)	21
2.8. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF).....	23

CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	26
3.1. Información General de la Empresa	26
3.1.1. Actividad Económica	26
3.1.2. Visión.....	27
3.1.3. Misión	27
3.1.4. Estructura Organizacional	28
3.1.5. Descripción del proceso	29
3.2. Análisis de la Gestión de Mantenimiento	30
3.2.1. Gestión Técnica	31
3.2.2. Gestión Administrativa.....	33
3.2.3. Gestión de Talento Humano.....	36
3.3. Identificación de Equipos críticos.....	38

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y TÉCNICA.....	42
4.1. Indicadores claves de mantenimiento.....	42
4.2. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).....	50
4.3. Tarjetas de activo de los equipos de la constructora	55
4.4. Lista de chequeos de Equipos.....	57
4.5. Plan anual de mantenimiento	60

4.6. Sistema de órdenes de trabajo	63
4.7. Reportes de averías	64
4.8. Historial de mantenimiento	65
4.9. Procedimientos de Deteccion de fallas	67
4.10. Desarrollo Sustentable.....	69

CAPÍTULO 5

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: GESTIÓN DE TALENTO HUMANO	74
5.1. Diseño del Plan de Implementación de las 5S's	74
5.2. Matriz de Habilidades de los recursos	88
5.3. Plan de Capacitación	89
5.4. Seguridad y Salud Ocupacional.....	92

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1. Conclusiones	97
6.2. Recomendaciones	99

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ABREVIATURAS

AMEF	Análisis de modo y efecto de falla
ISO	Organización Internacional de Estandarización
KPI	Indicadores clave de desempeño
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
TPM	Mantenimiento Productivo Total
OHSAS	Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad Laboral

SIMBOLOGÍA

(IPR)	Índice de Peligrosidad de Riesgo
(G)	Índice de Gravedad
(D)	Índice de Detección
(O)	Índice de Ocurrencia
(GP)	Grado de Peligrosidad
(C)	Factor de Consecuencia
(E)	Factor de Exposición
(P)	Factor de Peligrosidad
(MR)	Magnitud de Riesgo
(\$)	Dólares Americanos
(PSI)	Libras por Pulgadas Cuadradas
(Hp)	Caballos de Poder
(RPM)	Revoluciones por Minuto
(Lb-F)	Libras Fuerza
(Km/h)	Kilómetros por hora
(mm.)	Milímetros
(Vpm)	Vibraciones por Minuto
(Kpa)	Kilo Pascal

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Metodología del desarrollo de la Tesis	5
Figura 2.1	Pilares Fundamentales del TPM	11
Figura 2.2	Filosofía de las 5S's.....	17
Figura 3.1	Organigrama de la empresa.....	28
Figura 3.2	Proceso completo de construcción.....	30
Figura 3.3	Moto Niveladora.....	39
Figura 3.4	Rodillo Compactador.....	40
Figura 3.5	Tanquero.....	40
Figura 3.6	Excavadora.....	41
Figura 4.1	Nivel de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento.....	43
Figura 4.2	Eficiencia del plan de Mantenimiento.....	44
Figura 4.3	Disponibilidad de Maquinas.....	45
Figura 4.4	Costo de Mantenimiento.....	46
Figura 4.5	Nivel de Capacitación actual del personal.....	48
Figura 4.6	Nivel de satisfacción y motivación del personal.....	49
Figura 4.7	Inspección visual del motor.....	60
Figura 4.8	Historial de Mantenimiento.....	66
Figura 5.1	Actual taller de mantenimiento.....	76
Figura 5.2	Elementos Repetidos.....	77
Figura 5.3	Tarjeta Roja.....	78
Figura 5.4	Elementos Clasificados.....	80
Figura 5.5	Limpieza Actual.....	82
Figura 5.6	Registro de Capacitación.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Problemas Encontrados.....	38
Tabla 2	Escalas de Criterios para Gravedad.....	51
Tabla 3	Escalas de Criterios para Detección.....	52
Tabla 4	Escalas de Criterios para Ocurrencia.....	52
Tabla 5	Estrategia de Mantenimiento.....	61
Tabla 6	Fallas en los Activos Críticos de la Constructora.....	68
Tabla 7	Factor de Consecuencia.....	70
Tabla 8	Factor de Exposición.....	71
Tabla 9	Factor de Probabilidad.....	71
Tabla 10	Priorización.....	72
Tabla 11	Registro de tarjetas rojas colocadas.....	79
Tabla 12	Listado de Peligros Encontrados.....	93
Tabla 13	Criterios para la Evaluación de Riesgos.....	94
Tabla 14	Magnitud de Riesgo.....	95
Tabla 15	Probabilidad y Consecuencia.....	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3.1 Fallas de la excavadora.....	32
Gráfico 3.2 Gatos de alquiler vs Gasto de empresa.....	34
Gráfico 3.3 Gatos reales de alquiler vs Gasto de empresa	35

INTRODUCCIÓN

El mundo empresarial actual está en constante evolución, y su característica fundamental es la velocidad de cambio de sus diferentes dimensiones y aspectos: político, social, económico, comercial y tecnológico. Para las empresas de todo tipo se genera actualmente una condición inevitable como la necesidad de desarrollar la capacidad de enfrentar el cambio y ser partícipes del mismo.

A través de la gestión del mantenimiento se pueden desarrollar estrategias y procedimientos para la mejora en la producción de una empresa identificando los activos y procesos críticos del proceso de operación, para esto se establecen controles y planes de mantenimiento de mejora continua para la disminución de fallos de los equipos de una empresa.

CAPÍTULO 1

1.GENERALIDADES

En un mundo empresarial cada vez más competitivo y globalizado, las empresas en Ecuador tienen la necesidad de mejorar sus estándares de servicio mediante la tecnología o en la mejora de sus procesos, todo esto para poder estar a la altura de empresas internacionales que hoy en día copan una gran parte del mercado interno.

Con estos antecedentes hay muchas empresas dedicadas a mejorar la calidad de su servicio o producto dentro de un entorno organizado con parámetros internacionales dejando a un lado la antigua costumbre de dirección de una empresa en la producción.

El desafío de las empresas en Ecuador es implementar nuevas costumbres y conceptos para tener estándares que permitan competir con empresas multinacionales.

1.1. Planteamiento del problema

Desde sus inicios la empresa constructora solo se dedicaba a trabajos de ingeniería civil como construcción de casas y tanques de hormigón elevados. Después de algunos años la empresa decide incursionar en el campo de la construcción de vías. Al principio alquilaba las máquinas para esta actividad, pero se dieron cuenta que no era rentable esta forma de proceder.

La empresa poco tiempo después adquirió 6 equipos camineros siendo una inversión a largo plazo.

El problema de la empresa radica en que una vez adquirida las maquinarias su personal no tuvo la capacitación necesaria para la formación de un departamento de mantenimiento, adecuado para los nuevos bienes de la empresa con mucho valor económico.

Durante este periodo de tiempo la empresa ha tenido muchos problemas de disponibilidad de las maquinarias, lo que ha producido un retraso en la entrega de las obras y un deterioro rápido de las maquinarias al no tener un efectivo y periódico mantenimiento.

Otro problema es haber contratado a personal de operación y no haberlo capacitado en mantenimiento y operación de la máquina, la

operación la realizan de acuerdo a su experiencia en trabajos anteriores pero con máquinas de otras características.

1.2. Objetivo General

El objetivo general de esta tesis es diseñar las filosofías TPM y las 5S's para mejorar el servicio de la constructora en calidad y sobre todo en el tiempo de entrega de las obras.

1.3. Objetivos Específicos

- Desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo para la maquinaria.
- Desarrollar un plan de mejoras continua.
- Encontrar los equipos críticos de la empresa para su debido estudio y análisis de fallas que pueda tener.
- Implementar la metodología de 5S's en la empresa.

1.4. Metodología de la Tesis

Para la tesis se ha utilizado la metodología que se muestra a continuación:

Obtener Información.- Se procede a inspeccionar las máquinas y el departamento administrativo donde se tiene toda la información de mantenimiento de la maquinaria.

Identificación de problemas.- Se identifican los problemas que existen en la organización del mantenimiento y se definen los equipos críticos y se hacen sus respectivos análisis de falla.

Codificación de los activos de la empresa.- Una vez identificados y analizados los equipos críticos se procede a documentarlos y hacer sus respectivos planes de mantenimiento, sistemas de órdenes de trabajo, etc.

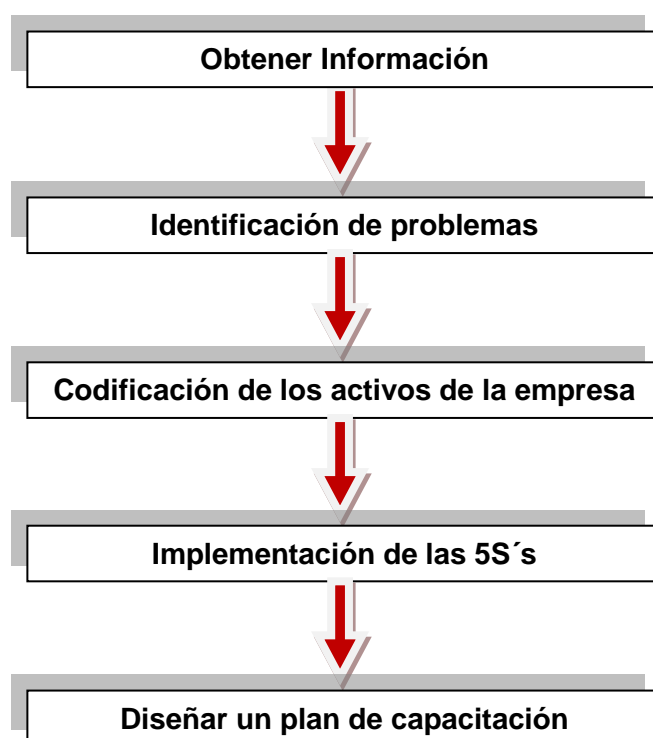


FIGURA 1.1 METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA TESIS

Implementación de las 5S's.- Esto se realiza con todos los empleados del departamento involucrados con la preservación de la maquinaria.

Diseñar un plan de capacitación.- Esto se hace para capacitar y entrenar al personal de operación y de mantenimiento, para que puedan desempeñar los conocimientos a corto plazo.

1.5. Estructura de la Tesis

La tesis consta de 6 capítulos que a continuación se detallan:

Capítulo 1: Generalidades

En este capítulo se muestra la importancia de la tesis, los antecedentes, objetivos planteados en el desarrollo de la tesis, se detalla la metodología y la estructura de ésta.

Capítulo 2: Marco Teórico

Se describen los principales conceptos de la filosofía del TPM y las 5S's, y demás aspectos teóricos que fueron fundamentales en el desarrollo de la tesis.

Capítulo 3: Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Se describe y analiza la situación de la empresa, se describen sus procesos de producción, las oportunidades de mejora en el

mantenimiento de las maquinarias y se recopila la información para su utilización en el diseño de gestión.

Capítulo 4: Diseño del programa de mantenimiento: gestión administrativa y técnica.

En este capítulo se despliegan los pilares del TPM (Mantenimiento Productivo Total); los puntos más importantes en esta filosofía se toman en cuenta para la mejora del plan de mantenimiento de las maquinarias de la empresa.

Capítulo 5: Diseño del programa de mantenimiento: gestión de talento humano

Se diseña la filosofía de las 5S's para los trabajadores de departamentos relacionados con el mantenimiento, también se evalúa al personal de mantenimiento en sus conocimientos y capacidades para después idear un plan de capacitación a corto plazo para el mantenimiento autónomo de las maquinarias.

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones.

Al final se presentan las conclusiones sobre la aplicación de las filosofías y los cambios en el proceso del diseño en el departamento de mantenimiento. También se describen las recomendaciones para el seguimiento del sistema de gestión de mantenimiento.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mantenimiento: Definición y Tipos

Mantenimiento es el conjunto de medidas o acciones necesarias para asegurar el normal funcionamiento de una planta, maquinaria o equipo, a fin de conservar el servicio de buena calidad para el cual han sido diseñadas, dentro de su vida útil estimada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y respetando las normas de seguridad de medioambiente.

Entre los objetivos principales de mantenimiento se tiene el de reducir los costos debido a los paros de los equipos que llevan a una pérdida de producción y aumentan los gastos de mantenimiento; otro objetivo fundamental es limitar considerablemente la degradación del equipo que ayudará a la preservación de la calidad del producto final.

El mantenimiento se puede clasificar en estos grupos:

- Mantenimiento Preventivo es uno de los más fundamentales, es basado en el tiempo y consiste en garantizar la calidad del servicio que proporcionan los equipos mediante la programación en el tiempo de inspecciones objetivas y reparaciones de defecto a su debido tiempo
- Mantenimiento Predictivo se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad del equipo que este entregando, mediante inspecciones con instrumentos y subjetivas con los sentidos
- Mantenimiento Periódico, como su nombre lo indica es de atención periódica, rutinaria con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en el cual se hacen prueba y se cambian algunas partes por termino de vida útil o fuera de especificación.
- Mantenimiento Analítico se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importante en la empresa.
- Mantenimiento Correctivo es la actividad en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada, y se

tiene uno de los tipos de mantenimiento anteriormente mencionados para la corrección debida.

2.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

En 1970 y a raíz del nuevo pensamiento de mantenimiento productivo, el Japonés Seichi Nakajima desarrolló el sistema TPM en siglas en inglés que en español significa: Mantenimiento Productivo Total, el cual hace énfasis en la importancia que tiene que involucrar al personal de producción y al de mantenimiento en labores de mantenimiento.

Está compuesta por una serie de actividades sistemáticas y metodológicas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, porque crea capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa de las deficiencias de los sistemas operativos. Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización tanto el personal de producción como el de mantenimiento.

- Es una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.
- Formación y entrenamiento del personal

2.3. Pilares Fundamentales del TPM

Los pilares del TPM buscan cero defectos, cero averías y cero accidentes, para ello se tienen ocho pilares que sirven como apoyo para la construcción de un sistema de mantenimiento productivo total.

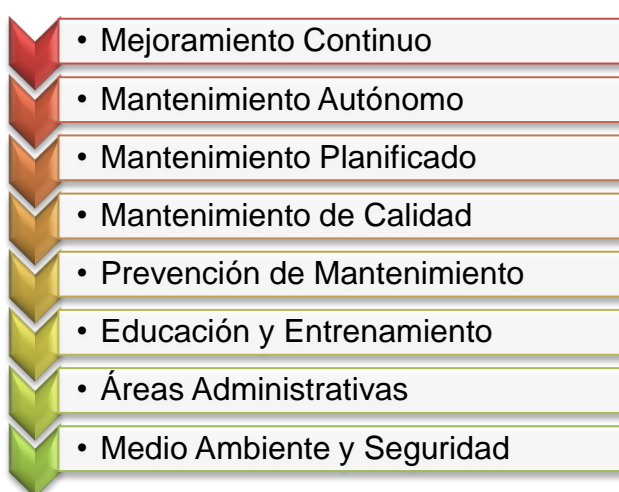


FIGURA 2.1 PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM

2.3.1. Mejoramiento Continuo

Este pilar está enfocado a eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas por el proceso productivo, a través de un trabajo organizado en equipos funcionales que emplean metodología específica.

Las pérdidas pueden ser fallas en los equipos principales y auxiliares, ocio y paradas menores, cambios y ajustes no programados, etc.

2.3.2. Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo es una característica innovadora del TPM se tarda hasta tres años en cambiar la cultura corporativa. En este pilar se le inculca al operador que es su responsabilidad la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. Para ello son adiestrados según las exigencias del mantenimiento autónomo que ayudará a incrementar la habilidad y competencia técnica del operador

2.3.3. Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado incluye la planeación y programación eficaz de las actividades de mantenimiento para toda la vida útil de los equipos.

Este pilar trabaja a la par con el mantenimiento autónomo y por lo tanto el departamento de mantenimiento debe responder de manera eficaz las peticiones de los operadores.

Con esto se busca aumentar la disponibilidad y eficiencia de los equipos, y eliminar sus problemas a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

2.3.4. Mantenimiento de la Calidad

El objetivo es de tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo con cero defectos y cero fallas, de esta manera se evitará pérdidas en la producción.

Esto se obtiene mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.

La meta es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y este último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

2.3.5. Prevención del Mantenimiento

Ayuda a reducir el deterioro de los equipos actuales y a mejorar los costos de su mantenimiento.

Este control se realiza después de implantar máquinas nuevas en una empresa.

2.3.6. Educación y Entrenamiento

El objetivo de este pilar es de aumentar las capacidades y habilidades de los empleados como operadores en diferentes aspectos. Aquí se define lo que debe de hacer cada empleado y es mucho mejor si el que instruye es de la misma empresa que haya sido capacitado externamente.

2.3.7. Áreas Administrativas

Tiene énfasis en la reducción de pérdidas en los procesos administrativos (información, coordinación, precisión) y aumentar la eficiencia de departamentos como planificación, desarrollo y administración, para ello es necesario que cada uno desarrolle su trabajo a tiempo.

2.3.8. Medio Ambiente y Seguridad

En este punto se crea un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación.

Para esto se necesita de un buen desarrollo del mantenimiento autónomo y una efectiva implementación de las 5S's que son la base de la seguridad.

Lo importante es que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro sin ningún tipo de contaminación para la salud del trabajador y el buen funcionamiento del equipo.

2.4. Plan Anual de Mantenimiento

Es un conjunto de programas compuesto por un programa de mantenimiento preventivo y actividades o acciones correctivas y/o reparación para una duración de un año.

2.5. Equipos Críticos

Los Equipos críticos son aquellos que:

- Al fallar paran la producción del producto final y no existe otro equipo disponible para sustituirlo.
- Al fallar no paran la producción del producto final sin embargo disminuye la Calidad del mismo.
- Al fallar atenta con la seguridad del personal y protección del entorno.
- A falta de reparación inmediata de un equipo provocará un daño significativo a este o algún otro elemento.
- Necesitan cuidados especializados o externos.

El definir los Equipos críticos ayuda a enfocar y priorizar el esfuerzo de mantenimiento para un resultado óptimo.

2.6. Filosofía de las 5S's

La filosofía de las 5S's se enfoca en el trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo.

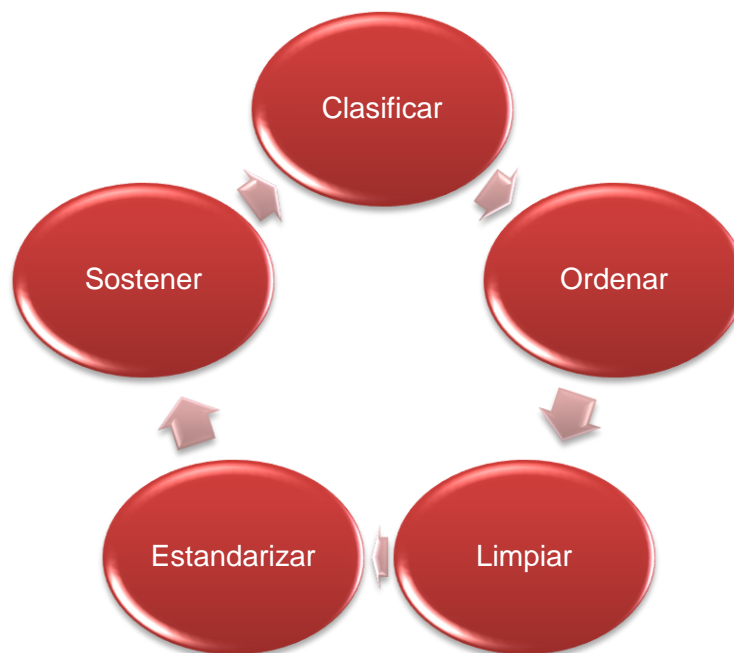


FIGURA 2.2 FILOSOFÍA DE LAS 5S'S

Estas 5S's representan acciones que son principios expresados con las cinco palabras japonesas, donde cada palabra tiene un significado importante en la estandarización y seguridad de la empresa.

Estas cinco palabras son las siguientes:

- Seiri (Clasificar)
- Seiton (Ordenar)
- Seiso (Limpiar)
- Seiketsu (Estandarizar)
- Shitsuke (Disciplina)

2.6.1. Seiri (Clasificar)

Esta primera “s” se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello innecesario y que no se requiera para realizar una labor.

La manera más efectiva de identificar estos elementos es mediante la ayuda de una lista de elementos innecesarios y tarjetas de color, que permiten marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

2.6.2. Seiton (Ordenar)

Este punto se refiere a organizar los elementos que ya se han clasificado como necesarios de tal manera que estén al alcance de manera más rápida, esto llevará a tener sistemas eficientes y

efectivos de almacenamiento mediante la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Una vez especificado el orden de cada elemento se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados, como es el caso de las herramientas.

2.6.3. Seiso (Limpiar)

Esta palabra puede ser interpretada de maneras diferentes desde eliminar el polvo y suciedad de todos los equipos de una fábrica, como también eliminar estorbos de un lugar de trabajo al final la interpretación más general de esta es “Limpiar”. La limpieza ayudará a encontrar de una manera más fácil los problemas que antes eran ocultos debido al desorden, el TPM desde su punto de vista, implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza donde se identifican problemas de escapes, averías, o cualquier tipo de fugas.

2.6.4. Seiketsu (Estandarizar)

Implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente donde los trabajadores deben participar en el total desarrollo de estas normas y estándares.

Si no se cumple con la aplicación de los estándares es muy posible que el lugar de trabajo de nuevo recaiga en el desorden y elementos innecesarios ya antes mencionados; para evitarlo se debe de hacer un buen entrenamiento en estandarización con todos los trabajadores del lugar.

2.6.5. Shitsuke (Disciplina)

Se podría decir que es el punto más importante de todas las S ya que todo lo anterior se convierte en un hábito en la utilización de todos los estándares y normas de limpieza antes trabajados. Esto servirá para crear un ambiente de respeto a dichas normas y estandarizaciones.

Cuando se implementa correctamente el proceso de las 5S's se eleva la moral, la productividad mejora, y la calidad de los

productos es excelente, el cual dejará impresiones positivas en los clientes y se aumentará la eficiencia de la organización.

2.7. Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)

Los indicadores son herramientas de control que informan sobre tres sucesos importantes para detectar el desarrollo de nuestros planes:

1. Lo que se supone que va a acontecer
2. Lo que está aconteciendo
3. El grado de desviación entre los puntos 1 y 2

En otras palabras miden el desempeño de un proceso de forma que se pueda alcanzar el objetivo deseado. Para esto deben ser específicos, medibles, alcanzables, realistas, definidos en el tiempo.

Los indicadores en una empresa se pueden dividir en 4 grupos:

- De carga de trabajo
- De planeación
- De productividad
- De costo

Indicadores de carga de trabajo

Informan todo lo relativo al trabajo de mantenimiento programado que tiene el departamento y que está representado por las rutinas y

órdenes de trabajo elaboradas por el centro de planeación y control de la empresa.

Indicadores de planeación

Permiten detectar la eficacia de la planeación del trabajo basándose en la interrelación de cargas de este, aquí se tiene dos ejemplos:

- Nivel de cumplimiento de planeación (%)
- Eficiencia de la planeación (%)

Indicadores de productividad

Con este tipo de indicador se está en la posibilidad de conocer el aprovechamiento de los recursos de la empresa.

- Eficiencia en el trabajo
- Nivel de disponibilidad de equipos
- Nivel de conservación

Indicadores de costo

Informan sobre la relación que existe entre los costos de mantenimiento y los diferentes costos de cualquier tipo que nos interese comparar.

- Indicador de reposición de equipos
- Nivel de costo de mantenimiento por hora – hombre
- Cumplimiento de presupuesto

2.8. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

Es la metodología de un equipo sistemáticamente encaminado que identifica los modos de falla potenciales de un sistema, causadas por deficiencias en los procesos de diseño o construcción. También identifica características de diseño o de proceso críticas significativas que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla. AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran.

Antes de que cualquier formato documentado sea elaborado, los inventores y expertos del proceso tratan de anticiparse a lo que puede estar mal en un diseño o un proceso antes de que el mismo sea desarrollado.

La prueba y error así como el conocimiento de cada falla son costosos como consumidores de tiempo. Por ejemplo: cada interacción de un invento debe fallar mediante un experimento llevado por un grupo de ingenieros o inventores y aprovechar su conocimiento para reducir la probabilidad de que la falla ocurra. El AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

Cuando se considere un modo de falla como riesgo se requiere un número de detección, el cual representa la habilidad de las pruebas e inspecciones planeadas para quitar defectos o evitar los modos de falla.

Los beneficios que se van a obtener en la implementación del AMEF son la mejora de la calidad del servicio o proceso por la seguridad de las máquinas, esto hace que la empresa mejore su imagen debido a la confianza que el cliente tiene por su nivel de satisfacción, por ende la competitividad en el mercado subirá.

En el aspecto de producción el tiempo y costo en el servicio se reduce, en el aspecto técnico se tiene un mejor registro con documentación

que ayudará a tomar mejores acciones para reducir los riesgos de los equipos. Todos estos aspectos traerán resultados a corto y largo plazo.

CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1. Información General de la Empresa

3.1.1. Actividad Económica

La constructora empezó desde hace 10 años como una empresa dedicada a la construcción y readecuación de escuelas, alcantarillado, tanques elevados de agua, en general obras civiles menores. Años después debido a la calidad de su trabajo el Gobierno Provincial del Guayas confió en el desempeño de la constructora e hizo contratos de vías de lastrado en todo el litoral.

La empresa ahora se dedica a la construcción de vías de mejoramiento, donde trabaja en los caminos vecinales, a nivel de base y sub-base, para esto la empresa adquirió nuevos

equipos camineros como moto niveladora, excavadora, y rodillos compactadores.

También realiza otras actividades como: el mantenimiento de canales de aguas lluvias para el área rural, construcción de alcantarillas para drenajes de aguas, etc.

3.1.2. Visión

“Liderar en un plazo de 10 años como empresa constructora en diseño y construcción de vías basándonos en la especialización y capacitación de nuestro personal, respetando las normas para la conservación del medio ambiente.”

3.1.3. Misión

“Satisfacer las necesidades del sector rural proporcionándoles servicios integrados en el diseño, desarrollo y construcción de vías principales y alternas utilizando maquinarias con tecnología de punta, materiales adecuados y sistemas constructivos innovadores.”

3.1.4. Estructura Organizacional

La empresa está compuesta con una presidencia y una gerencia general, como cabeza principal y con 3 departamentos principales: financiero, técnico y de recursos humanos.

El sistema de gestión estará a cargo del departamento técnico el cual está constituido de la siguiente manera:

- 1 jefe de obras
- 1 jefe de mantenimiento
- 7 operadores de maquinas
- 1 mecánico
- 1 obrero

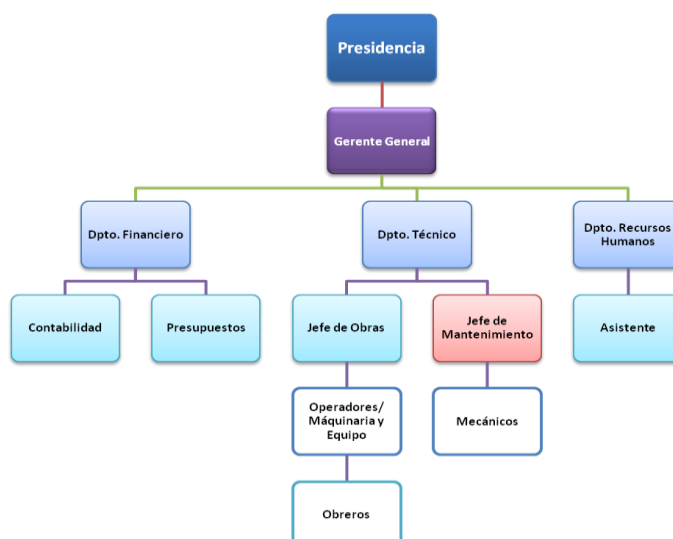


FIGURA 3.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

3.1.5. Descripción del Proceso

El proceso de construcción de vías empieza por la toma de medidas mediante la topografía, una vez tomado los datos se empieza con la reconformación y limpieza de maleza en la vía, esto se realiza con la moto niveladora y consiste en darle el ancho debido a la vía con sus respectivos espaldones.

Mientras en la cantera se produce el material que va a ser utilizado en la vía, el material es producido por un tractor, luego el material es transportado a las volquetas con la excavadora que en ocasiones también se dedica a producción del material debido a cualquier paro del tractor.

Una vez producido el material es trasladado por medio de las volquetas al punto de la obra, el material es vertido de una manera proporcional previamente calculado. A medida que el material va siendo echado se está realizando el proceso de tendido del material que es realizado por la moto niveladora, que con la cuchilla da la altura de la capa de material debida junto con el ancho de la vía.

Después del tendido del material viene la hidratación que es realizada por un tanquero, luego la moto niveladora mezcla el material y una vez más lo deja tendido. Después de todo esto

viene el proceso final que es el trabajo de moto niveladora-tanquero - rodillo, es un trabajo conjunto que da el acabado final el cual es realizado por el rodillo.



FIGURA 3.1 PROCESO COMPLETO DE CONSTRUCCIÓN

3.2. Análisis de la Gestión de Mantenimiento

En la constructora no se tiene un sistema de mantenimiento planificado y programado, lo que trae consigo la disminución de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos que provoca una gran cantidad de paros en los equipos durante el proceso de producción, y sin duda conlleva a una disminución en los ingresos de la empresa por los gastos de mantenimiento y producción.

3.2.1. Gestión Técnica

La empresa no cuenta con un plan mantenimiento y una filosofía que promueva la mejora continua, el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, etc., por ende no cuenta con indicadores de desempeño que le permitan medir la calidad, disponibilidad y rendimiento de las maquinarias.

El mantenimiento actual de la empresa tiene una deficiencia, la cual es llamar a la empresa de mantenimiento en el momento de la falla, esto crea una demora en la disponibilidad de la máquina de hasta dos días, pues se tarda mucho hasta llegar al lugar donde esta laborando la máquina.

Las ejecuciones de todo tipo de mantenimiento se la realizan de manera verbal y directa del jefe de mantenimiento, esto produce que no tengan un historial de mantenimiento y de costos de mantenimiento de las maquinarias.

Un ejemplo claro es la excavadora en los últimos tres meses el porcentaje de paros de la máquina demuestra que es por la falta de mantenimiento a tiempo y de un análisis de modo de falla, debido que ha fallado de manera reincidente en las mismas fallas y no se ha tomado alguna acción al respecto, como las puntas de desgarrar del material; estas puntas no son

las apropiadas para el trabajo que están ejecutando en la actualidad las máquinas.

Así también por falta de mantenimiento, las mangueras hidráulicas no son cambiadas en su momento y se rompen, lo cual produce un paro de la maquinaria al momento de trabajar.

En el siguiente gráfico se puede observar el porcentaje aproximado de las fallas más comunes de la excavadora en los últimos tres meses.

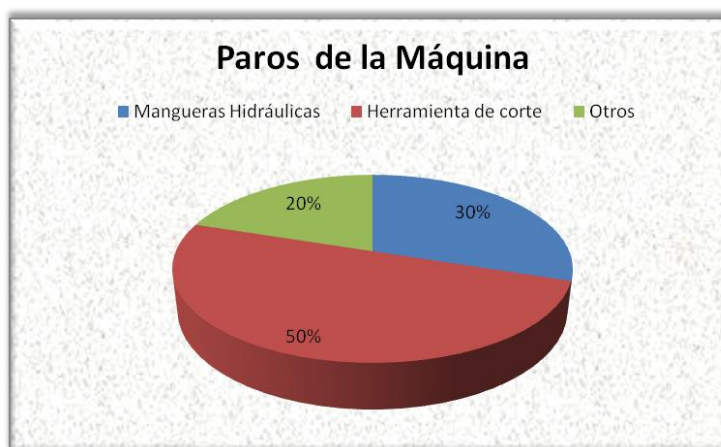


GRÁFICO 3.1 FALLAS DE LA EXCAVADORA

En la actualidad el servicio de mantenimiento para las maquinarias lo realiza una compañía dedicada a la venta de equipos camineros por medio de un contrato de 3000 horas que esta por culminar. Esta compañía hace el mantenimiento cada

250 horas de trabajo de la maquinaria. El departamento de mantenimiento de la constructora es la que debe dar aviso para que realice los trabajos de mantenimiento, el problema es que el departamento no tiene la planificación debida para que el mantenimiento sea dado a las maquinarias a su debido momento.

Se puede decir que el mantenimiento total lo realiza esta compañía externa y es el único mantenimiento que tienen las máquinas actualmente.

Hay un taller mecánico que no tiene las adecuaciones para ello, sin herramientas y equipamiento analizado por el departamento de mantenimiento, esto debido a que antes no se tenían equipos al cual darle mantenimiento salvo a las camionetas de transporte de personal, que se realizaba por un mecánico pagado por servicios profesionales al momento en que un vehículo fallaba.

3.2.2. Gestión Administrativa

Lo que respecta al área administrativa no existe un sistema de gestión, la manera de ejecución del mantenimiento es solo el verbal. En esta tesis se espera diseñar un sistema de gestión

para las órdenes de mantenimiento, registro y plan anual de mantenimiento, etc.

La manera de notificar alguna anomalía de la maquinaria es por medio del operador que informa al residente de obra sobre alguna falla o anomalía de la maquinaria, todo esto sin ningún formato para el informe.

El residente de obra lo anota en el libro diario de la obra. Él comunica a las oficinas de la empresa y el jefe de mantenimiento llama a la compañía externa para que realice el trabajo de mantenimiento en el lugar de trabajo del equipo, pero al momento del aviso no se realiza una orden de trabajo y sin ella no se tiene un historial de mantenimiento.

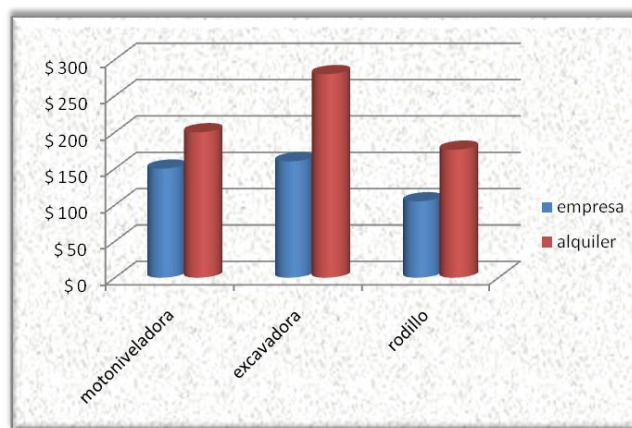


GRÁFICO 3.2 GASTOS DE ALQUILER VS GASTOS DE EMPRESA

Todo esto produce además de pérdida de tiempo una pérdida económica significativa, por un día que no trabaje una máquina, si se lo compara con el valor que tiene que pagar la empresa por el alquiler de esta máquina para cubrir la faltante, la empresa está pagando un excedente del 40% hasta el 70% por cada máquina alquilada.

Pero en la realidad se debe de tomar en cuenta que la empresa adquirió los equipos a crédito con un plazo de 4 años para su pago total, esto significa que la empresa desembolsa algunos miles de dólares por maquina mensuales. Si una máquina no está disponible para el trabajo, a más del costo del alquiler.

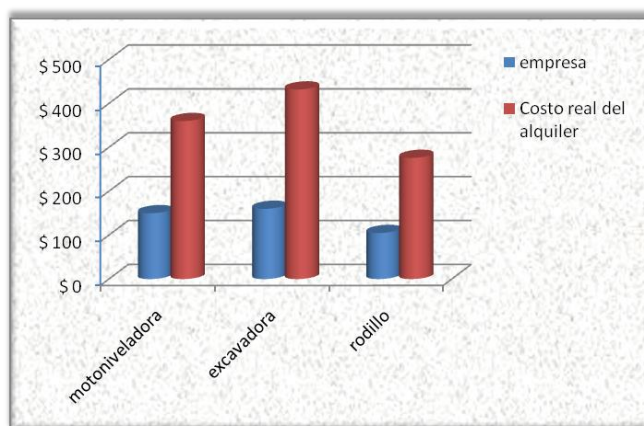


GRÁFICO 3.3 GASTOS REALES DE ALQUILER VS GASTOS DE EMPRESA

La empresa tiene que cubrir el costo mensual que debe por la adquisición de las máquinas, además del sueldo de los operadores, esto da como resultado una pérdida del más del 100% por la indisponibilidad de las maquinas.

En lo que con respecta a la calidad del servicio depende de algunos factores como el clima, la disponibilidad del transporte del material de la cantera al punto de obra, pero el que más influye es el de las máquinas.

En esta producción la calidad del servicio es la entrega oportuna de la obra, por cada día que la empresa se tarda en la entrega de la obra, la empresa es multada con el 1/ por mil (0.1%) del valor total de la obra, que puede fluctuar en la mayoría de los casos entre 150 y 300 dólares diarios. Por esto la disponibilidad de las maquinarias juega un papel importante en el proceso de construcción.

3.2.3. Gestión de Talento Humano

La empresa no cuenta con planes de capacitación relacionado a actividades de mantenimiento, casi todos los operarios no conocen las acciones de mantenimiento del equipo que operan.

Toda la información que conocen es aquella que se obtiene del manual de usuario para el procedimiento de operación.

En el aspecto de seguridad en los operadores, mecánicos y demás, no tienen el equipo necesario de seguridad industrial como casco contra impacto, botas y orejeras para el ruido y menos la capacitación adecuada de ello.

Los trabajadores tienen muy pocos conocimientos de la filosofía 5S's, pero en el taller, de forma informal se pueden observar aspectos de limpieza y orden. Dentro de la empresa, a pesar de que no maneja repuestos, sí existe un lugar para cada cosa y cada cosa está en su lugar.

El medio ambiente es algo que la constructora no afecta de manera directa salvo por la emisiones de gases de combustión del motor, algo que se debe tener cuidado son los tanques de reserva de combustible, al momento de reponerlo en los equipos pueden haber derrames y contaminación para los sembríos cercanos a la obra.

Los tanques no están debidamente rotulados con el rombo NFPA (National Fire Protection Association), en el que se especifica el nivel de reactividad, inflamabilidad y riesgos asociados a éstas sustancias químicas.

En la siguiente tabla se muestran los problemas encontrados en la empresa de una manera general.

TABLA 1. PROBLEMAS ENCONTRADOS

Problemas encontrados	Clasificación de los problemas
Las maquinarias no reciben lubricación periódica	Mantenimiento Autónomo
La limpieza de los filtros no se realiza	Mantenimiento Autónomo
Operadores no tienen conocimientos básicos de mantenimiento	Educación y Entrenamiento
No hay seguridad de ningún tipo para los operadores	Seguridad y Salud Ocupacional
No hay órdenes de Mantenimiento	Mantenimiento Planificado
El combustible no se guarda de manera correcta	Medio Ambiente
No existe una lista de chequeo	Mantenimiento Autónomo
No hay plan anual de mantenimiento	Mantenimiento Planificado
No hay procedimiento de detección de fallas	Área administrativa

3.3. Identificación de Equipos Críticos

Moto Niveladora

La Moto Niveladora cumple con la función de reconfiguración y limpieza de la vía, también con el tendido del material, este último es un punto muy importante para el avance de la obra y el normal curso de la vida de los habitantes del sector, debido a que si no se tiende el

material de la vía, el único medio para la salida de los transeúntes a la carretera principal es a pie, cabe recalcar que las casas están en los adentros de los sembríos a menudo a kilómetros de las principales carreteras.



FIGURA 3.3 MOTO NIVELADORA

Rodillo Compactador

Tiene la finalidad de compactar el material ya tendido e hidratado. Si no tiene este equipo disponible al momento de hidratarlo, el agua con el sol se evaporará y se habrá desperdiciado tiempo, también si no se lo tiene a la vez del tendido con la hidratación se perderá tiempo ya que este es un equipo de avance lento. De ahí la importancia de mayor porcentaje en disponibilidad.



FIGURA 3.4 RODILLO COMPACTADOR

Tanquero Hidratador

Aunque no es parte de la empresa sino por medio de terceros en un equipo crítico ya que si no está disponible en el proceso no se puede seguir con el avance de la obra. Este cumple con hidratar el material para una mejor compactación del material.



FIGURA 3.5 TANQUERO

Excavadora

En el avance de la obra contribuye con el material utilizado en la vía, sin éste no se puede llenar las volquetas con el material que es transportado a la obra, y en la mayoría de los casos en la producción del material.



FIGURA 3.6 EXCAVADORA

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y TÉCNICA

4.1. Indicadores claves de mantenimiento

Al momento de elegir los indicadores se debe de considerar la disponibilidad de los equipos, la eficiencia y la calidad de servicio que éstos prestan a la empresa.

También se consideran los indicadores que midan el cumplimiento del plan de mantenimiento, la eficiencia de éste y el costo de mantenimiento que se requiere para aquello.

La determinación de los indicadores considera los equipos críticos relacionados con la construcción de las vías como la moto niveladora, el rodillo y las excavadoras.

La empresa se enfoca en dos tipos de indicadores: en los de planificación y en los de productividad.

A continuación se detalla cada indicador:

Nivel de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento

El objetivo de este indicador es revelar si los trabajos de mantenimiento que se tienen programados se llevan a cabo en el tiempo fijado por el departamento de mantenimiento.

Sus parámetros se detallan a continuación:

Título:	Nivel de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento
Objetivo:	Porcentaje de trabajos terminados
Unidad:	Porcentaje (%)
Cálculo	$\frac{\text{Trabajos ejecutados}}{\text{Trabajos programados}} \times 100\%$
Fuente de Datos:	Departamento de Mantenimiento
Meta:	100%
Mínimo esperado:	90%
Revisión:	Semanal
Responsable de Cumplimiento:	Jefe de Mantenimiento
Responsable de Datos Reales:	Mecánico

FIGURA 4.1 NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Si no se cumple con el mínimo aceptado se debe hacer una reunión con todo el personal de mantenimiento y operadores para hacer correcciones en la planificación diaria de su jornada laboral.

Eficiencia del Plan de Mantenimiento

Se puede realizar los trabajos a tiempo y de la mejor manera, pero tal vez no de una manera eficiente debido al tiempo empleado por cada hombre al momento de realizarlo.

Este indicador muestra el porcentaje de eficiencia al momento de realizar los trabajos de mantenimiento.

Título:	Eficiencia del plan de Mantenimiento
Objetivo:	Porcentaje de trabajos culminados a tiempo
Unidad:	Porcentaje (%)
Cálculo	$\frac{\text{HxH reales}}{\text{HxH proyectadas}} \times 100\%$
Fuente de Datos:	Departamento Administrativo
Meta:	Menos del 100%
Mínimo esperado:	100%
Revisión:	Quincenal
Responsable de Cumplimiento:	Jefe de Mantenimiento
Responsable de Datos Reales:	Mecánico

FIGURA 4.2 EFICIENCIA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Si no se cumple con lo mínimo se revisa los reportes de mantenimiento y se verifica qué trabajador u operario no cumplió su trabajo dentro del tiempo planificado, se analiza el por qué del tiempo extra y las medidas correspondientes.

Nivel de Disponibilidad de los Máquinas

Este indicador es importante para la economía y el avance de la obra en construcción, proporciona el número exacto de cuantas máquinas programadas están disponibles al momento de ejecutar la obra.

Título:	Disponibilidad de Máquinas
Objetivo:	Tener la mayoría de equipos trabajando
Unidad:	Porcentaje (%)
Cálculo:	$\frac{\text{Máquinas programadas} - \text{Máquinas con paro}}{\text{Máquinas programadas}} \times 100\%$
Fuente de Datos:	Departamento de Mantenimiento
Meta:	100%
Mínimo esperado:	90%
Revisión:	Semanal
Responsable de Cumplimiento:	Jefe de Mantenimiento
Responsable de Datos Reales:	Operadores

FIGURA 4.3 DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS

El objetivo es que la disponibilidad de las máquinas sea mayor para que el dinero ahorrado sea mayor por la entrega oportuna de las obras.

Costos de Mantenimiento

Revela el porcentaje de la inversión realizada en el mantenimiento vs lo proyectado bajo los estudios y cotizaciones de los elementos requeridos para el mantenimiento.

Título:	Costo de Mantenimiento
Objetivo:	Porcentaie de inversión sea menor
Unidad:	Porcentaje (%)
Cálculo	$\frac{\text{Costo de Mantenimiento real}}{\text{Costo de mantenimiento Proyectado}} \times 100(\%)$
Fuente de Datos:	Departamento Administrativo
Meta:	90%
Mínimo esperado:	100%
Revisión:	Mensual
Responsable de Cumplimiento:	Jefe de Mantenimiento
Responsable de Datos Reales:	Jefe Administrativo

FIGURA 4.4 COSTO DE MANTENIMIENTO

El objetivo es saber con exactitud cuánto se está gastando en el mantenimiento de las máquinas, y si excede el límite de lo permitido hacer los ajustes necesarios para el gasto del mantenimiento de la empresa.

Este caso es de responsabilidad compartida para el mínimo aceptado, pues el departamento administrativo influye de manera directa en la compra para el mantenimiento, si la compras superan lo presupuestado el porcentaje será alto. Para evitar incidentes los departamentos administrativo y de mantenimiento deben hacer el estudio debido de lo necesario para el mantenimiento de las maquinarias.

Nivel de Capacitación actual del personal sobre normas de seguridad y operación de equipos

La capacitación es un tema delicado al momento de medirlo, pues los resultados que proyecte este indicador, muestra los conocimientos actuales del mecánico u operador sobre el trabajo que está realizando. Si el resultado es bajo el mínimo, el jefe del departamento de mantenimiento puede decidir si el trabajador está apto para seguir realizando su labor debido a que su calificación no cumple con el mínimo aceptado, si no es el caso igual se lo debe seguir capacitando en otras actividades que tenga aun deficiencia de conocimientos.

Este indicador se lo realiza con una prueba de conocimientos de operación y seguridad, que será evaluado por el jefe de mantenimiento.

Título:	Nivel de Capacitación actual del personal
Objetivo:	Nivel de conocimientos de los trabajadores y si están capacitados para su respectivo trabajo
Unidad:	Puntos
Cálculo	Prueba sobre 100
Fuente de Datos:	Departamento de Recursos Humanos
Meta:	100
Mínimo esperado:	80
Revisión:	Trimestral
Responsable de Cumplimiento:	Jefe de Mantenimiento
Responsable de Datos Reales:	Jefe de Recursos Humanos

FIGURA 4.5 NIVEL DE CAPACITACIÓN ACTUAL DEL PERSONAL

Nivel de satisfacción y motivación del personal

Con los resultados que arroje este indicador, se trata de mejorar la calidad de vida del trabajador en el área de trabajo y así poder mejorar los estándares para un mejor desempeño del trabajador.

El cálculo se lo obtiene mediante una encuesta a todo el personal involucrado en el departamento de mantenimiento.

Título:	Nivel de satisfacción y motivación del personal
Objetivo:	Mejorar el ambiente de trabajo y el desempeño de los trabajadores
Unidad:	Puntuación de 1 a 10
Cálculo	Encuestas
Fuente de Datos:	Departamento de Recursos Humanos
Meta:	10
Mínimo esperado:	8
Revisión:	Trimestral
Responsable de Cumplimiento:	Jefe de Mantenimiento
Responsable de Datos Reales:	Jefe de Recursos Humanos

FIGURA 4.6 NIVEL DE SATISFACCIÓN Y MOTIVACIÓN DEL PERSONAL

En el caso de no cumplir con el mínimo de satisfacción se hace reuniones con los trabajadores y se piden sugerencias para la mejora del ambiente de trabajo.

4.2. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

En el sistema de gestión de mantenimiento la confiabilidad y el mantenimiento de la maquinaria son importantes, así como las paradas de la máquina, tiempos muertos o las reparaciones, las cuales deben mantenerse al mínimo.

El AMEF ayuda a mejorar la confiabilidad de los componentes de un equipo previniendo y prediciendo las posibles fallas que puedan presentarse.

Este análisis se desarrolla en base a tres criterios donde las acciones se pueden determinar con un índice de riesgo de los equipos. Estos son los siguientes:

Gravedad.- Mide los impactos de los efectos determinando los modos de fallas. Esta se cuantifica de 1 a 10, si la gravedad esta en el rango de 9 a 10 la seguridad de los trabajadores disminuye y se debe rediseñar el sistema o proceso para tratar de eliminar el modo de falla.

Detección.- Aquí se consideran pruebas, verificación de diseño y métodos de inspección para la evaluación de la probabilidad de que los controles establecidos en la empresa detecten el modo de falla.

Ocurrencia.- Es la frecuencia con la que se supone la causa de la falla se hará presente. La ocurrencia trabaja con el nivel de probabilidad de la gravedad del modo de falla inversamente. Si la ocurrencia es alta la gravedad será baja para que haya seguridad.

En las siguientes tablas 4.1, 4.2, 4.3 se presenta las escalas para los tres criterios antes mencionados.

TABLA 2. ESCALAS DE CRITERIOS PARA GRAVEDAD

Gravedad (G)		
Gravedad del efecto	Clasificación	Criterio
Peligrosa	10	Afecta seguridad trabajador
Crítica	9	Peligro con advertencia
Muy alta	8	Pérdida de la función
Alta	7	Función reducida
Media	6	Opera con deficiencias mayores
Baja	5	Opera con deficiencias menores
Muy baja	4	Defectos muy notables
Despreciable	3	Defectos notables
Casi ninguna	2	Defectos poco notables
Ninguna o menor	1	No existe el efecto, sin consecuencias

TABLA 3. ESCALAS DE CRITERIOS PARA DETECCIÓN

Detección (D)		
Criterio de detección	Clasificación	Probabilidad de llegar al cliente interno
Casi imposible	10	0,82 a 1
Muy remota	9	0,72 a 0,82
Remota	8	0,62 a 0,72
Muy baja	7	0,52 a 0,62
Baja	6	0,42 a 0,52
Media	5	0,32 a 0,42
Media alta	4	0,22 a 0,32
Alta	3	0,12 a 0,22
Muy alta	2	0,02 a 0,12
Casi cierta	1	0 a 0,02

TABLA 4. ESCALAS DE CRITERIOS PARA OCURRENCIA

Ocurrencia (O)		
Ocurrencia	Clasificación	Tasa de falla
Casi cierta	10	más de 1 en 2
Muy alta	9	1 en 3
Alta	8	1 en 8
Moderada alta	7	1 en 20
Media	6	1 en 50
Baja	5	1 en 100
Muy baja	4	1 en 400
Despreciable	3	1 en 800
Remota	2	1 en 900
Casi imposible	1	1 en 1000

El análisis de falla contiene los siguientes datos:

- Nombre del activo crítico
- Fecha de elaboración y revisión
- Persona que lo realiza y responsable
- Objetivo del activo crítico en el proceso
- La pieza del activo y su función
- Modo de falla y efecto potencial
- Cuantificación del modo de falla basado en los tres criterios
- Índice de prioridad de riesgo (IPR)
- Acciones recomendadas

Por su importancia los activos críticos son los analizados en el análisis de falla con su respectiva fecha de elaboración y revisión para datos administrativos que ayuden a una fácil localización de registro. También en el AMEF se tiene el nombre de la persona que realiza el estudio de esta ficha y el responsable de su revisión y aprobación que por lo general es el jefe de mantenimiento.

Saber cuál es el rol u objetivo del equipo crítico en la producción de la empresa para un mejor enfoque estratégico al momento de tomar

acciones. Las piezas con sus respectivas funciones en el activo crítico para saber cómo trabajan y así predecir su modo de falla, es decir, la manera que el equipo puede fallar y el efecto potencial describe las consecuencias en términos de lo que el proceso podría experimentar por cada pieza en el activo crítico.

El índice de prioridad de riesgo se lo analiza de la siguiente manera:

- Se da un valor en la escala de 1 a 10 para los tres criterios de gravedad, ocurrencia y detección previamente analizados por el departamento de mantenimiento.
- El índice de prioridad (IPR) es el producto del valor de los tres criterios como se en la siguiente función:

$$\mathbf{IPR = G \times O \times D}$$

- Con este producto se identifican los riesgos más serios y se establecen las acciones correctivas recomendadas.

Cuando los modos de falla han sido ordenados por el índice de prioridad, las acciones correctivas deberán dirigirse primero a los problemas y puntos de mayor grado. La intención de cualquier acción

recomendada es reducir los grados de ocurrencia, severidad o detección.

Un análisis de fallas para las maquinas de la constructora se muestra en los anexos A, B, C.

4.3. Tarjetas de activos de los equipos de la constructora

El departamento de Mantenimiento tendrá disponibles y de forma accesible tarjetas de activos de los equipos con más criticidad en la empresa.

Éstas tendrán la siguiente información por cada equipo:

- Una foto que ayudará a la fácil identificación del equipo.
- Datos generales del equipo
- Datos de Mantenimiento realizados
- Datos Operativos
- Documentación
- Características técnicas

Los datos generales se especifican para saber cuáles son los datos del equipo al momento de su compra; además sirve para saber cuál es su número de serie al comprar algún repuesto que se necesite.

Las características descritas son las siguientes:

- modelo
- número de serie,
- fabricante
- proveedor
- costo en dólares

En lo que refiere a los datos de mantenimiento se tiene una descripción breve del mantenimiento a darse, la frecuencia de este y quien es el responsable de la acción.

Los datos operativos sirven para el área administrativa, en el momento que se tenga que hacer uso de la garantía o al momento de realizar el plan anual de mantenimiento del equipo.

En estos datos se tiene:

- el año de construcción
- tiempo de garantía
- vencimiento de la garantía
- inicio de operación del equipo
- tiempo de vida útil.

La documentación se obtiene por la compra del equipo como manuales de operación y se la tiene disponibles en el departamento de Mantenimiento.

En las características técnicas se toma en cuenta la potencia neta del motor y la presión neta en las herramientas de trabajo y una característica importante, la velocidad máxima de avance de giro de la maquinaria.

Las tarjetas de activos realizadas para la empresa se muestran en los anexos D, E, F.

4.4. Lista de chequeos de Equipos

Una lista de chequeo de equipos o Check list es una herramienta que permite detectar fallas por medio de inspecciones visuales que puedan presentarse en los equipos.

La lista de chequeo se la ha dividido en dos partes:

- Inspección visual de la máquina
- Inspección visual del motor

La inspección visual de la máquina se la ha sub dividido en:

- Sistemas eléctrico/electrónico
- Tren de Fuerza

- Herramientas de corte
- Sistema Hidráulico

En el sistema eléctrico y electrónico se consideran todo lo que son cables, baterías, luces, alambrado, bobinas, e instrumentos. La forma de evaluarlos es a través de la observación si están normal o dañados; si lo están el formato tiene la casilla de poner si se encuentra roto, rajado, doblado, rayado, picado, desgastado, sulfatados, corroídos, flojos. Estas condiciones antes mencionadas son problemas comunes en instalaciones electrónicas y fáciles de observar por el operador.

El sistema de tren de fuerza tiene como puntos principales la transmisión, convertidor, diferenciales, mandos finales, control de mandos crucetas, y serán catalogados como normal, fuga o filtraciones, roto, rajado, doblado, rayado, picado o desgastado, ruidos y vibraciones.

En las herramientas de corte se toman en cuenta las cuchillas, esquineros, puntas, plancha de desgaste, y adaptadores y se lo clasificarán como normal, faltantes, desgastados, roto, rajado, doblado y soldados.

En el sistema hidráulico se consideran todos los cilindros, mangueras, tuberías, conexiones y tanques hidráulico y se los cataloga de la misma manera que el tren de fuerza.

La Inspección visual del motor está dividida en todos los accesorios del motor como filtros, indicadores mangueras tuberías, bandas cabezotes, embragues, retenedores, motor de arranque entre otros que se lo diagnosticará como en buen estado y al estado, además si tienen fugas y causan algún tipo de contaminación.

Cada lista de chequeo tiene un renglón para los comentarios que pueden dar más detalles sobre fallas encontradas en la inspección.

Un modelo del formato se muestra en la Figura 4.2, hay otro formato que hace referencia a la inspección visual del motor; y además otros dos formatos para el chequeo de la máquina.

Esta inspección se recomienda se haga mínimo una vez a la semana para una mayor efectividad. Los resultados de la lista de chequeo son entregados al residente de obra y él las entregará a su vez al departamento de mantenimiento para su respectivo análisis, y toma de decisiones si fuere el caso.

Si uno de los puntos en la lista de chequeo no cumple con lo satisfactorio, el operador debe informar al residente de obra y el notificará inmediatamente al departamento de mantenimiento de la anomalía presentada por la maquinaria, él realizará una orden de trabajo y se procederá a su ejecución inmediata en el lugar de trabajo.

Estos formatos se encuentran en los anexos G, H.

Se ha desarrollado en el mantenimiento planificado un plan anual para la empresa constructora, donde se muestra la actividad que se va a realizar y cuando hacerla dependiendo del horómetro del equipo.

Estrategia de Mantenimiento

Una vez determinado los equipos críticos, se define una estrategia de mantenimiento para cada elemento de una máquina basado en la siguiente tabla:

TABLA 5. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO		
Clase de elemento	Mantenimiento basado en condición	Mantenimiento basado en Tiempo
A	X	
B		X

El mantenimiento de los elementos basados en condición son los de clase A, se lo hace en el momento que el elemento muestre la necesidad del mantenimiento, es el caso de:

- Trenes de rodaje de una excavadora
- Articulaciones
- Bandas
- Sistema de frenos

Si una vez realizado el mantenimiento de estos elementos no quedan óptimos para su desempeño, se procede a la reparación o al cambio de elemento por uno nuevo o en mejores condiciones.

Los elementos de clase B son basados en el tiempo, de acuerdo a las especificaciones del fabricante en su mayoría son cambiados y si no amerita su cambio estos se limpian, en esta clase se obtienen los siguientes:

- Filtros
- Aceites
- Bandas
- Rodamientos

Para esta clase de elementos además de una estrategia de mantenimiento se debe tener una de compra, con los proveedores de estos elementos para mejorar los costos de mantenimiento por medio de compras fijas al año de estos elementos.

El análisis del plan de mantenimiento se considera uno para cada tipo de maquinaria: moto niveladora, excavadora y rodillo compactador, a pesar que son de similares características llevarán su propio plan de mantenimiento ya que solo concuerdan en lo básico.

En el plan de mantenimiento de manera general se especifican los siguientes puntos:

1. Reemplazo de Filtros.
2. Cambios de Aceites.
3. Inspecciones.
4. Lubricación de todos los puntos necesarios.
5. Prueba de funcionamientos de sistemas.
6. Revisión y ajustes.
7. Varios

Cada uno de estos planes de mantenimiento describe de manera general el mantenimiento anual de la constructora y a su vez cada uno tiene actividades específicas que se desarrollan en correlación a cada una de ellas.

En los anexos I, J, K se detalla el plan anual de mantenimiento de cada maquinaria que tiene la constructora.

4.6. Sistema de órdenes de trabajo

El departamento de Mantenimiento consta con un formato de órdenes de trabajo de mantenimiento, estas órdenes son incluidas en el sistema de gestión y muestran los siguientes aspectos:

- Responsable de ejecutar el trabajo
- Máquina con su modelo y serie
- Fecha y horómetro
- Estado de la máquina y prioridad del trabajo
- Trabajo a ejecutar con fecha, costo y tiempo estimado.
- Trabajo realizado con fecha , costo y tiempo real
- También hay un espacio para la diferencia de lo real y lo estimado para efecto de estadísticas.
- Observaciones y firmas.

Las órdenes de mantenimiento serán alimentadas con la información suministrada del plan de mantenimiento anual que se ha establecido.

La orden de trabajo de mantenimiento se muestra en el anexo L.

4.7. Reportes de averías

El reporte de averías registra datos y conocimientos obtenidos a través de los trabajos realizados por las fallas de los equipos en la constructora.

Este reporte contendrá los siguientes puntos:

- Ubicación del equipo
- Responsable de la ejecución

- Mecánico que realizó el trabajo
- Fecha y horómetro
- Equipo y modelo
- Detalle de las fallas encontradas
- Causas
- Trabajo efectuado para corregir la falla
- Observaciones y recomendaciones
- Días de trabajo, hora de entrada y hora de salida del trabajo
- Total de horas trabajadas

Todas estas especificaciones en un futuro a tener información en una base de datos que ayudarán a la mejora de correcciones de fallas que presente el equipo en un momento dado.

El anexo M se muestra el reporte de averías diseñado para el departamento de mantenimiento de la constructora.

4.8. Historial de mantenimiento

Es un registro histórico de desempeño de un determinado equipo, que incluye los siguientes:

- Fecha en que se realizó el trabajo de mantenimiento

- El número de orden de trabajo para referencia y más detalles del trabajo.
- El responsable de dicho trabajo.
- Las horas utilizadas para este trabajo.
- Saber si este trabajo fue algo preventivo o correctivo.
- Descripción del trabajo.
- Costos de mantenimiento. Este punto es el más importante para hacer el plan anual de mantenimiento. Este influirá en el presupuesto que necesita la empresa para el departamento de mantenimiento.

El objetivo es obtener un análisis y diagnóstico más confiable por medio de la base del registro histórico y desempeño del equipo. Este registro ayudará al momento de buscar datos de registro de un equipo.

En la figura a continuación se muestra el Historial de Mantenimiento.

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO									
FECHA	ORDEN DE TRABAJO	RESPONSABLE	HORAS DE TRABAJO	PREV.	CORR.	DESCRIPCION DE TRABAJOS REALIZADOS	COSTO		
							MATERIAL	MANO DE OBRA	TOTAL

FIGURA 4.8 HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

4.9. Procedimientos de Detección de fallas

Este punto del mantenimiento es uno de los más importantes en la constructora debido que incluye información recopilada en todo el tiempo de mantenimiento de los equipos. Se basa en la experiencia de los trabajos correctivos de las fallas en los equipos.

El procedimiento para establecer las fallas es el siguiente:

- Identificar la falla y el desperfecto.
- Describir el daño presentado.
- Analizar cuál es la causa de la falla.
- Plantear una solución del problema.
- Realizar un requerimiento de repuestos necesarios.
- Informar sobre la reparación.
- Mantener registros de problemas encontrados.

Un ejemplo de fallas más comunes que se pueden dar en un equipo a continuación:

TABLA 6. FALLAS EN LOS ACTIVOS CRÍTICOS DE LA CONSTRUCTORA

PROCEDIMIENTO DE FALLA DEL MOTOR			
FALLA	CAUSA	EXAMINAR	SOLUCIONES
Arranque difícil del motor	El motor no gira	Bajo voltaje en la Batería o por las conexiones del arranque flojas	Recargue la batería si una prueba marca cero de voltaje o reemplace la batería.
		Interruptor del arranque defectuoso	Reemplace el interruptor del motor de arranque
	Baja Compresión	La calibración de juego de válvulas es incorrecto	Ajuste el juego de válvulas
		Las válvulas de escape atascadas	Desmonte el cabezote del motor y reacondicione la válvulas
		Los anillos de presión desgastados	Inspecciones los cilindros si tiene ralladuras, desgaste de los pistones o rines
	Falta de combustible	Hay obstrucción en el flujo de combustible	Revisar la bomba de combustible o instalaciones
La bomba del combustible esta defectuosa		Verificar el estado de las pieza impulsoras y reemplace las defectuosas	
Análisis del Humo del escape	Humo negro	El combustible no es quemado completamente	La alta contrapresión del escape o una admisión de aire restringida hace que haya insuficiencia para la combustión
		La distribución es excesiva	Sincronice los inyectores de combustible y lleve a cabo el ajuste apropiado del regulador
		El grado de combustible es incorrecto	Verificar si el grado correcto de combustible
	Humo azul	El aceite lubricante no es quemado en los cilindros	Verifique si hay fugas internas del aceite lubricante
	Humo blanco	Hay mal encendido en los cilindros	Ver si hay inyectores defectuosos y reemplácelo si es necesario o combustible de bajo cetano
Funcionamiento anormal del motor	Marcha desapareja o ahogos frecuentes	Insuficiente combustible	Revise el retorno del combustible al motor si es menor que el especificado
		Inyectores defectuosos	Verificar la sincronización de los inyectores ,revisar fugas en las boquillas de los inyectores, reemplácelo si es necesario
	Falta de Potencia	Insuficiente mezcla de combustión	Hacer una prueba del flujo de combustible, examinar si hay obstrucciones en las admisiones de aire como filtros (limpie o reemplace)
		Ajustes de motor y sincronización del tren de engranajes incorrecto	Ajuste el motor si su rendimiento es insatisfactorio
Detonación	Inyectores defectuosos	Reemplace el los inyectores si es necesario	

Este procedimiento es un registro de las fallas, el cual se analizan sus causas con sus respectivas soluciones posibles. Esto servirá para los trabajadores en el momento en que ocurra una falla de un equipo importante, ellos no perderán tiempo analizando la situación sino que recurrirán al registro para tomar la mejor solución.

4.10. Desarrollo Sustentable

Se definen los aspectos ambientales significativos para realizar la evaluación de riesgos e impactos ambientales.

En la empresa hoy poco riesgo de impactos ambientales, salvo el caso en que se manipulan combustible, que en este caso es el diesel y aceites para el mantenimiento.

Además, el ruido que producen las maquinarias es poco riesgoso para el medio ambiente ya que las máquinas están expuestas al campo abierto y el sonido se dispersa.

Para estos impactos y demás que puedan producirse se diseña una matriz para el diagnóstico de los riesgos que puedan producir y la implementación de medidas correctivas en el tema de gestión ambiental.

Antes de poder dar el diagnóstico de cada riesgo se define lo que se llama el grado de peligrosidad, el cual se lo calcula por el producto de tres factores básicos que son:

- Consecuencia
- Exposición
- Peligrosidad

La formula es la siguiente:

$$G.P. = C \times E \times P$$

Ahora se definirá cada factor para medir el grado de peligrosidad.

Consecuencia.- Todo resultado debido a la exposición de riesgo ambiental. Se lo puede cuantificar con la siguiente tabla a continuación en las diferentes categorías:

TABLA 7. FACTOR DE CONSECUENCIA

Factor de Consecuencia	
Valor	Descripción
Muy leves 1	No causa daño representativo al medio ambiente, que puede ser moderado y controlado con recursos
Leves 2 - 4	Daño al medio ambiente en el sitio de trabajo, que puede ser controlado y causa leves daños al personal
Graves 5-7	Daño severo al medio ambiente que afectan a otras áreas de la organización, que puede ser controlado y causa lesiones graves al personal
Muy Graves 8 - 10	Daño irreversible al medio ambiente, en la planta o fuera de sus límites y causa lesión irreparable al

Exposición.- Es la frecuencia de la exposición en la que está en medio ambiente circundante.

Esta se puede medir de la siguiente manera:

TABLA 8. FACTOR DE EXPOSICIÓN

Factor de Exposición	
Valor	Descripción
1	Raramente (Alguna vez al mes o al año)
2-4	Ocasional (Menos de 10 horas semanales)
5-7	Frecuente (Dos a cuatro horas diarias)
8-10	Muy frecuente (Ocho horas diarias)

Probabilidad.- Es la probabilidad potencial de presentarse el riesgo ambiental. La existencia o no de las medidas de prevención y control eliminan, disminuyen o aumentan su agresividad potencial. En la siguiente tabla se puede observar los valores de probabilidad.

TABLA 9. FACTOR DE PROBABILIDAD

Factor de Probabilidad	
Valor	Descripción
Muy remota = 1	No se ha presentado en la empresa y en el sector industrial..
Remota =2 - 4	No se ha presentado en la empresa, pero si en el sector industrial
Probable = 5 - 7	Se ha presentado dentro de la empresa pero no en el proceso evaluado
Muy probable = 8 - 10	se ha presentado en el momento de evaluación del proceso

Después de obtener el grado de peligrosidad, se da la prioridad a cada riesgo ambiental para su análisis y así tomar medidas correctivas de acuerdo a las normas correspondientes.

En la siguiente tabla se muestra la interpretación y la prioridad de cada rango de grado de peligrosidad:

TABLA 10. PRIORIZACIÓN

Priorización		
Grado de Peligrosidad	Interpretación	Prioridad
401-1000	Muy Alto	A
201-400	Alto	B
101-200	Importante	C
0-100	Probable	D

Para los riesgos ambientales de prioridad A se requiere un plan de contingencia en el momento que suceda, y para los demás casos la empresa decide si se necesita un plan de contingencia.

Respecto a la gestión de todos los aspectos e impactos ambientales considerados significativos, se aplican controles, de acuerdo a los requerimientos de la NORMA INEN ISO 14001:98, en los cuales se debe considerar lo siguiente:

- Procedimientos operativos.
- Planes de contingencia.

- Controles en la fuente de los aspectos.
- Controles relacionados al consumo.
- Registros para control.
- Implementación de nuevos controles detallados de actividades.
- Actividades de reciclaje.
- Actividades de medición.
- Actividades de tratamiento.

Además se debe de hacer un listado de los riesgos significativos, para después en un formato genérico de evaluación de riesgos de impactos ambientales sea analizado y se puedan tomar acciones correspondientes de acuerdo al nivel de prioridad obtenido.

En el anexo N se muestra el formato para la evaluación de riesgos de la empresa.

CAPÍTULO 5

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: GESTIÓN DE TALENTO HUMANO

5.1. Diseño del Plan de Implementación de las 5S's

Para la implementación de las 5S's, se debe llevar a cabo un programa de capacitación continua de 5S's y el análisis de los recursos invertidos en cada fase de la implantación.

A continuación se describen las actividades a realizarse en la implementación:

- **Lanzamiento Oficial del Programa.-** Se realizarán capacitaciones mediante talleres y conferencias acerca de la metodología dirigido al personal del departamento de mantenimiento. También se efectuarán reuniones un día de la semana y serán teórico-prácticas.
- **Establecer una estructura organizacional del programa.-** Se formarán grupos de trabajos con sus respectivos

representantes que tendrán la responsabilidad del cumplimiento de las tareas, además la intervención del personal administrativo de la empresa.

- **Desarrollo del primer pilar (Clasificar).**- Elaboración y aplicación de las tarjetas rojas y planes de eliminación de las tarjetas.
- **Desarrollo del segundo pilar (Ordenar).**- Diseño de los letreros, mapa de ubicación de los elementos, codificación de colores e identificación de contornos con pinturas, desarrollo de acciones para alcanzar el orden.
- **Desarrollo del tercer pilar (Limpiar).**- se debe realizar la limpieza y se designará el responsable de ella.
- **Desarrollo del cuarto y quinto pilar (Estandarizar y sostener).**- Se crea un reglamento para mantener la metodología en los puntos anteriores.

La importancia de la metodología 5S's es que el lugar de trabajo esté limpio, organizado y seguro, esto hará que la eficiencia en la empresa mejore a través de una mejor calidad de vida.

Actualmente el taller está siendo adecuado para ser un taller de mantenimiento, a continuación se muestra su estructura:



FIGURA 5.1 ACTUAL TALLER DE MANTENIMIENTO

Seiri

La clasificación separa todos los materiales y elementos de trabajo innecesarios de la actividad a realizarse.

Se debe hacer un estudio minucioso con los trabajadores para decidir cual elemento es necesario o no, ya que la mayoría no se volverán a usar como recipientes vacíos, piezas rotas sobrantes, herramientas inservibles que no se requieren en el taller de mantenimiento.

La clasificación se enfoca solo en dejar estrictamente lo necesario, este concepto aplicado de una manera correcta crea un entorno de trabajo tal que los recursos como el tiempo, dinero y espacio pueden aprovecharse de manera eficiente.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de elementos que se deben de clasificar por la redundancia de ellos, ya que en la actualidad la empresa no está haciendo uso de ellos por el tipo de trabajo realizado en las vías lastradas.



FIGURA 5.2 ELEMENTOS REPETIDOS

En esta S la estrategia más fácil y utilizada es el de las tarjetas rojas. Esta busca etiquetar cualquier elemento innecesario en el área de trabajo con una tarjeta o cartulina de color rojo.

Para la elaboración de las tarjetas se ha determinado el uso de un diseño sencillo y práctico para una mejor evaluación de los elementos.

En la tarjeta se especifica la fecha de cuando fue colocada, el número de tarjeta, el nombre del elemento y la cantidad de este.

Algo importante es decidir que se va a hacer con este elemento, se da dos opciones una de transferir a otro sitio con una mejor ubicación y otra de eliminarlo del lugar de trabajo. Al final se pueden poner observaciones y el responsable de quien decidió sobre el elemento.

En la siguiente figura se podrá observar el diseño de la tarjeta roja:

TARJETA ROJA	
Fecha: _____	Numero: _____
Nombre del elemento:	
Cantidad: _____	
Disposicion :	
Transferir <input type="checkbox"/>	Eliminar <input type="checkbox"/>
Observaciones: _____	
Responsable	

FIGURA 5.3 TARJETA ROJA

También se hace un registro de cuantos elementos se han dispuesto con tarjetas rojas, la cantidad de ellos y su disposición para las estadísticas del departamento. A continuación en la siguiente tabla se muestra el formato:

TABLA 11. REGISTRO DE TARJETAS ROJAS COLOCADAS

TARJETAS ROJAS COLOCADAS			
Nº	Elemento	Cantidad	Disposición
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Para la utilización de estas herramientas se harán capacitaciones con todos los trabajadores mediante charlas semanales con el fin de que ellos sepan llenar las tarjetas y el objetivo de éste.

Esta implementación debe hacerse lo más pronto posible para que no decaiga el entusiasmo de los trabajadores en colaboración a la estrategia.

Seiton

Luego que se ha implementado el primer pilar el de clasificar, se empieza con ordenar cada cosa en su lugar. El clasificar y ordenar siempre van de la mano ya que se puede tener ordenado los elementos en el taller pero si no se los ha clasificado no se tendrá toda la eficacia en hacerlo.

La importancia de este pilar es que se podrá organizar el espacio del taller de mejor manera, y que las herramientas y elementos para el mantenimiento se las encuentre más rápido.

Actualmente se está clasificando los repuestos y herramientas en el taller pero aun falta el orden para mejorar la búsqueda de ellos, en la siguiente figura se muestra lo dicho.



FIGURA 5.4 ELEMENTOS CLASIFICADOS

La implantación del Seiton requiere la aplicación de métodos simples y desarrollados por los trabajadores. Los métodos más utilizados son los que se detallan a continuación:

Controles visuales

Estos se relacionan con los procesos de estandarización, se representan mediante un elemento gráfico, de color o numérico y que sea fácil de distinguir.

Se utilizan para informar de una manera fácil los siguientes temas a continuación:

- Sentido de giro de botones de actuación, válvulas y actuadores.
- Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo.
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
- Sentido de giro de motores.
- Conexiones eléctricas.

Mapa 5S's

Permitirá mostrar donde ubicar el almacén de herramientas, elementos de seguridad, extintores, pasillos de emergencia, armarios con documentos o elementos de la máquina, etc.

La ubicación se lo toma de acuerdo a estos criterios:

- La frecuencia del uso; los elementos más usados se colocarán cerca de su lugar de trabajo. Si no es frecuente su uso se lo puede almacenar en la bodega
- El lugar de almacenaje debe ser amplio para una fácil maniobrabilidad de las herramientas y materiales.
- Las herramientas se almacenan de acuerdo a su función, y se trata de agrupar herramientas de una misma función.

Seiso

El objetivo principal de este pilar se deja ver claramente por su nombre en español, el de limpiar, esto convierte un lugar de trabajo en algo limpio y seguro donde el trabajador se sienta cómodo donde trabaja. En el taller aún no se da la debida importancia a la limpieza como se ve en la siguiente figura:



FIGURA 5.5 LIMPIEZA ACTUAL

Pero la limpieza va más allá de solo limpiar sino también que inspecciona el lugar donde se hace la limpieza, como en las máquinas buscando una forma de mantenimiento preventivo de ellas para mantenerlas en excelente estado y así evitar paros.

El proceso de implementación se debe basar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su ejecución, a continuación se detallan los pasos a seguir para la implementación del pilar:

La Campaña o jornada de limpieza

Este es el inicio y la preparación de la práctica de limpieza, esta campaña o jornada crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores del Seiso. Aquí se eliminan elementos innecesarios, herramientas sucias, limpias armarios, etc.

Planificar el mantenimiento de la limpieza

El encargado del área del taller deberá asignar el trabajo de limpieza, como se trata de un grupo pequeño no es necesario dividirlo y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador como en una fábrica grande, solo se debe registrar en un gráfico en el que se muestre que ese espacio debe quedar limpio después de cualquier actividad.

Debe incluir la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor. El tiempo es la responsabilidad de cada persona en el taller.

Preparación del manual de limpieza

Es importante para estas actividades, porque llegan a formar parte natural del trabajo diario.

El manual también debe incluir el modo de usar los elementos de limpieza y estándares por seguridad y salud de los trabajadores. Una fotografía de las personas que están encargados de la limpieza es necesaria para registros del taller.

Para el diseño de la limpieza se necesita un formato para tener el control y realizar una correcta inspección de todos los elementos que se deben limpiar, el cual solo se lo realizará cada vez que se ejecute la limpieza.

Se ha diseñado un formato general para inspección de la limpieza, que ayude al trabajador en el taller a mantener todo limpio, y se realizará esta inspección cada semana este se lo muestra el formato anexo O.

Seiketsu

La estandarización es la etapa donde se conserva todo lo que se ha logrado con los tres primeros S's; si no se sigue con el cuidado de los pilares anteriores se regresará a las condiciones anteriores del taller de mantenimiento.

La estandarización también es el estado que se tiene cuando se mantiene de una manera correcta los tres primeros pilares. En otras palabras, es la combinación y la finalización de los tres pilares, esto implica a la estandarización cada vez que se realice.

Para ésto cada operario deberá conocer cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con sus lugares de trabajo, los tres pilares anteriores tendrán poco resultado.

Como una guía para trabajadores se debe diseñar un manual de limpieza donde se indique cual es el procedimiento a seguir y un diagrama de distribución de limpieza para que el trabajador sepa cual es y hasta donde es su actividad de limpieza.

Shitsuke

La disciplina no es algo cuantificable como los cuatro pilares anteriores, trata de convertir en hábito el empleo y utilización de los pilares establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Con este pilar se podrán obtener beneficios a largo plazo si los trabajadores logran adoptar y respetar las normas establecidas en este diseño.

En el caso de no adoptar la disciplina los efectos negativos se harán notar de la siguiente manera:

- Las herramientas, materiales y elementos volverían a acumularse en cualquier sitio.
- Los equipos y herramientas estarán sucios y con un mal mantenimiento
- Los lugares de trabajo estarán desordenados y sucios afectando a la salud y moral del trabajador.
- Los cuatro pilares anteriores decaerían por completo.
- Para evitar estas circunstancias en el taller se han tomado las siguientes medidas:

Herramientas para promocionar las 5S's.- Sirven para una implementación efectiva, estas herramientas son algo simple como un folleto o un boletín acerca de información de las 5S's.

Promoción General de las 5S's en el departamento de mantenimiento.- La implementación no sirve si sólo se la realiza en el taller, debe de haber colaboración de todas las personas involucradas en el mantenimiento.

Corrección de anomalías.- Cuando se encuentran situaciones anormales se procede a corregir de manera inmediata, analizando y ejecutando acciones junto con los trabajadores para que sientan el compromiso de acción a realizar.

Lecciones para crear disciplina.- Se deben de utilizar métodos de corrección que funcionen como críticas constructivas de los jefes, sin que bajen la motivación de los trabajadores.

Para un mejor control de las acciones de las 5S's se ha diseñado un formato general que incluye puntos específicos del taller a mejorar con respecto a los cinco pilares.

Este registro se lo desarrollará mensualmente, se contará con el nombre y fecha de la persona quien lo realiza y la persona y fecha de quien lo revisa en el departamento de mantenimiento.

También servirá como evaluación para el departamento de mantenimiento si se está logrando los objetivos de las 5S's en la empresa.

En el anexo P se tiene el formato para la empresa de la lista de chequeo mensual de las 5 S's en general.

5.2. Matriz de Habilidades de los recursos

La Matriz de Habilidades de los recursos, identifica y clasifica la competencia de los mecánicos y operadores que realizan las actividades de Mantenimiento.

El Objetivo es identificar la base de habilidades y conocimientos para establecer diferencias y saber cuáles son las necesidades de capacitación para un trabajador o grupo de trabajadores para optimizar el desarrollo de las habilidades.

Se realizó una hoja para la implementación, en donde se describe la capacitación recibida, otras habilidades y el deseo de Capacitación del personal del departamento de mantenimiento.

En el anexo Q se muestra una matriz de habilidades para cada trabajador en la empresa.

5.3. Plan de Capacitación

En toda empresa el recurso más importante es el talento humano implicado en las actividades laborales, este es de especial importancia en una organización que presta servicios, en la cual la conducta y rendimiento de los individuos influye directamente en la calidad y optimización de los servicios que se brindan.

Se ha desarrollado un plan de capacitación donde su propósito en general es impulsar la eficacia organizacional de la empresa a través del desarrollo del recurso humano.

Los objetivos generales del plan son :

- Preparar al personal de mantenimiento para la ejecución de sus responsabilidades de una forma eficiente.
- Brindar oportunidades de desarrollo personal de cada empleado en sus puestos actuales y así poder ser considerados más adelante para puestos superiores.
- modificar actitudes que contribuyen a crear un clima de trabajo placentero, incrementa la motivación del trabajador y lo hace más afín a la supervisión y acciones de gestión.

Entre los beneficios que se van a obtener son :

- El incremento del nivel de rendimiento de los colaboradores y con ello el incremento de la productividad, también la interacción de ellos asegura de cierta manera la calidad en el servicio.
- Mantener al colaborador al día con los avances tecnológicos es lo que se busca, a su vez alienta la iniciativa y la creatividad y ayuda a prevenir la obsolescencia de la fuerza de trabajo.

Para la estadística del departamento técnico se ha hecho una ficha para el registro de capacitación, ésta tendrá como datos específicos el nombre de la persona que dirigió el seminario o conferencia, el ente que brinda el curso, la fecha de inicio y culminación junto con sus respectivas horas.

Además se detalla el contenido del curso como metodología, talleres prácticos, y servicios adicionales.

Así mismo se ha diseñado un formato de control de la asistencia de capacitación y está en el anexo R, servirá para saber que personal está capacitado para cierta actividad y cual no lo está con respecto a temas específicos.

El plan de capacitación se ha desarrollado de acuerdo a la necesidad de la empresa y de los trabajadores de ella, pensando en la economía y tiempo invertido para esta actividad.

En el anexo S se muestra el diseño del plan anual para la empresa.

A continuación se muestra el registro de capacitación:

REGISTRO DE CAPACITACIÓN	
Nombre del Curso: _____	
Facilitador: _____	
Fecha de Inicio: _____	Hora de Inicio: _____
Fecha de Finalización: _____	Hora de Finalización: _____
EVALUACIÓN DEL CONTENIDO	
(Sirvase evaluar los siguientes puntos, estableciendo 1 como menor puntaje y 5 como mayor puntaje)	
<input type="checkbox"/>	Contenido Puntos que abarcó la capacitación
<input type="checkbox"/>	Metodología Uso de herramientas que facilitaron el aprendizaje
<input type="checkbox"/>	Instructor Conocimiento y dominio del tema
<input type="checkbox"/>	Talleres Prácticos Uso de recursos físicos para un correcto aprendizaje
<input type="checkbox"/>	Servicios Adicionales Sala, equipos de ayuda audiovisual y otros, refrigerios, etc.
COMENTARIOS Y SUGERENCIAS	
REQUERIMIENTO PARA FUTURAS CAPACITACIONES	
Firma del Asistente	

FIGURA 5.6 REGISTRO DE CAPACITACIÓN

5.4. Seguridad y Salud Ocupacional

Para la empresa es necesaria la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, para esto se ha tomado como referencia la norma OHSAS 18001: 2007 que hace referencia a la seguridad.

La parte fundamental de la seguridad y salud ocupacional es la evaluación de riesgos. La evaluación de riesgos hace posible la identificación de aquellos eventos, actividades o situaciones que pudieran causar daño, además de la evaluación del riesgo asociado. Esto posibilita la toma de decisiones acerca de la manera de controlar un riesgo.

La identificación de los peligros es la primera parte de cualquier proceso formal de evaluación de riesgos. Se identifican por medio del análisis de las actividades, equipos y lugares de trabajo de la organización completa.

A continuación en el siguiente listado se mostrarán los peligros encontrados en el área de mantenimiento y producción:

TABLA 12. LISTADO DE PELIGROS ENCONTRADOS

LISTADO DE PELIGROS ENCONTRADOS
Factores de operación mecánica
Manejo mecánico de cargas
Electricidad
Almacenamiento
Uso de herramientas
Operación de equipos
Manejo de materiales combustibles
Factores físicos
Generación de ruidos
Ambientes de calor
Iluminación en taller
Generación de polvos
Generación de gases
Jornadas prolongadas de trabajo
Derivados de La naturaleza
Lluvia intensa
Temperatura extrema

Ya finalizado el proceso de identificación de peligros, se debe llevar a cabo la evaluación de riesgos sobre cada uno de los peligros identificados para establecer si el riesgo es significativo. Es necesario que la profundidad del análisis sea proporcional a los peligros.

Una vez identificados los riesgos deben ser evaluados para determinar su magnitud en función de su probabilidad de ocurrencia por la consecuencia que tendría la salud de los trabajadores según la tabla que se muestra a continuación:

TABLA 13. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS		
Criterio	Descripción de la ocurrencia	Valor
Probabilidad	Ocurre frecuente en un año	Alta 8
	Exposición a agentes nocivos por sobre el límite permisible	
	Ocurre algunas veces en un año	Media 4
	Exposición entre el 50% y el 100% de los límites permisibles	
	Ha ocurrido alguna vez	Baja 2
	Exposición bajo el 50% de lo permisible	
	Altamente improbable que ocurra	Insignificante 1
	Sin exposición a agentes nocivos	
	Descripción de lesiones-daños	
Consecuencia	Muerte de una o más personas	Alta 8
	Incapacidad permanente o enfermedad laboral no reversible	
	Lesiones con incapacidad temporal o enfermedad profesional reversible	Media 4
	Lesiones no incapacitables o alteraciones menores a la salud	Baja 2
	Lesión menor sin consecuencias y no produce enfermedad	Insignificante 1

Después de la evaluación de los riesgos con los criterios de probabilidad y consecuencias se procede a clasificar según los parámetros de tolerabilidad, para esto se define la siguiente fórmula:

$$\mathbf{MR = Probabilidad \times Consecuencia}$$

Donde MR es la magnitud de riesgo.

En la siguiente tabla se podrá ver el valor de la criticidad en función del MR para la empresa.

TABLA 14. MAGNITUD DE RIESGO

MAGNITUD DE RIESGO (MR)	
Clasificación	Valor de Criticidad
Intolerable	1 a 4
Moderado	8 a 16
Tolerable	32 a 64

En la mayoría de los casos, será suficiente un método cualitativo basado en juicios subjetivos. Con frecuencia, no es necesario hacer cálculos numéricos precisos del riesgo.

En esta tabla se muestra los resultados explícitos de la magnitud de riesgos.

TABLA 15. PROBABILIDAD Y CONSECUENCIA

		Probabilidad			
		Insignificante	Baja	Media	Alta
Consecuencia	Insignificante	1	2	4	8
	Baja	2	4	8	16
	Media	4	8	16	32
	Alta	8	16	32	64

Después de los riesgos ya clasificados se desarrolla un plan de acción de control para cada riesgo. En cada uno se debe llevar las siguientes acciones:

Intolerable.- Éstos son inmediatamente incorporados para poder evaluar las medidas de control apropiadas, donde se priorizan las causas y el origen de estas para su eliminación.

Moderado.- Para asegurar los controles existentes de esta clasificación se incluirán actividades de monitoreo como mediciones, vigilancia médica inspección, además, de una capacitación para un mejor desempeño de las medidas.

Tolerable.- No se requerirá de otra acción mas que el control continuo y revisión para asegurar que el nivel de riesgo se mantenga en su respectivo parámetro.

En el anexo T se muestra el análisis de la matriz de identificación de peligros y control de riesgos en el departamento de mantenimiento y en el área de producción de la empresa.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El principal problema de la empresa es el incumplimiento de las fechas de entrega de las obras, lo cual se debe en la mayoría de los casos al bajo nivel de disponibilidad en las maquinarias de la empresa por paros no programados, resultado de no tener un plan de mantenimiento anual de las maquinarias.
- La empresa no cuenta con un registro de documentación en el departamento de Mantenimiento sobre el historial de reparaciones y de mantenimiento lo cual se debe al poco conocimiento de metodologías de reportes de trabajos y planes de mantenimiento.

Las fallas reportadas actualmente son solamente del 20%, pero sin un formato debido y sin un registro histórico para análisis post correcciones.

- Se están implementando políticas de mejoramiento continuo con actividades prácticas y teóricas mediante un plan de capacitación anual que se ha propuesto a la empresa. En la actualidad aun no se están llevando a cabo la mayoría de las actividades de capacitación, salvo las que puede brindar el jefe del departamento de mantenimiento.
- El personal con que cuenta la empresa en su mayoría son trabajadores que ya cuentan con experiencia adquirida por el tiempo que llevan laborando en empresas, esto hace dificultoso al momento de implementar los sistemas de gestión diseñados para la empresa.
- Si se mejora el sitio de trabajo se logra mejorar la autoestima de los trabajadores, mejora la imagen del área, promueve procesos con mayor calidad, aumenta la productividad y reduce costos.
- Un aspecto que afecta directamente al desempeño, la aceptación y el mantener una nueva metodología como es las 5S's es la motivación, por lo que se deben buscar estrategias

para incentivar al personal a implementar y mantener esta metodología.

- Se identificaron los activos críticos de la empresa, para los cuales se diseñó su correspondiente plan de mantenimiento anual y con la ayuda del AMEF se analiza cada situación de riesgo que puedan tener en su vida útil dentro de la empresa.

6.2. Recomendaciones

- Se debe demostrar un verdadero compromiso de parte de la gerencia y demás cargos superiores que influyen en la producción de la empresa como la de los trabajadores y operadores, con el propósito de cumplir todos los objetivos planteados en el diseño de gestión.
- Se deben formar grupos de mejoras continuas liderados por personal del departamento administrativo y con la participación de los trabajadores del departamento de mantenimiento, para combinar sus conocimientos y así poder llevar de una mejor manera los registros de mantenimiento de las maquinarias y el taller de mantenimiento. También se necesita el apoyo absoluto para cualquier mejora en la empresa.

- Analizar los resultados de los indicadores propuestos, para evaluar la evolución del sistema de gestión diseñado para la empresa. Los indicadores propuestos están dirigidos a mejorar la disponibilidad de las maquinarias y el mejor desempeño de los trabajadores en el departamento de mantenimiento.
- Capacitar a la alta dirección con las nuevas metodologías que se quiere implantar como son las del TPM y las 5S's, con esto se busca involucrar totalmente a la dirección y no solamente con el financiamiento de las sistemas.
- Realizar actividades y evaluaciones de desempeño permanentes a los mecánicos y operarios para que el desenvolvimiento en su trabajo sea el óptimo.
- Mantener un incentivo constante para los trabajadores y que con esto se mantengan motivados en conservar la metodología vigente en el área de trabajo, y que se promuevan con charlas y oportunidades para la interacción social entre los trabajadores.

ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE MODO DE FALLAS DE MOTONIVELADORA

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS													
Objetivo del Proceso	Componente/ Pieza	Función	Modo de Falla Potencial	Efecto Potencial	Gravedad (a)	Causa	Ocurrencia (a)	Controles Actuales	Detección (c.)	Índice de Prioridad de Riesgo	Acciones Recomendadas	Responsable	
Activo Crítico: Moto Niveladora			Elaborado por: Ronald Quinde Rangel				Revisión de acciones tomadas						
Responsable : Jefe de Mantenimiento			Fecha de Elaboración :				Período de Implementación: _____		Fecha de Revisión: _____				
Nivelar el suelo de la vía	herramientas de corte	Remueve y traslada el material	La abrasividad del material a trabajar	Desgaste o partidura de los filos de la cuchilla	7	Fatiga	5	Ninguno	8	280	Tener una cuchilla de stock	Jefe de mantenimiento y administración	
	Mangueras del sistema hidráulico	Permitir el flujo del fluido en el sistema hidráulico	Partidura de las mangueras y acoples	Paro de la maquinaria	9	Exceso de presión del sistema	7	Ninguno	6	378	Cambiar el sistema de mangueras por uno con mangueras tipo XT ES	Jefe de mantenimiento	
	Llantas	Rodaje de la máquina	Pinchaje del neumático	Paro de la maquinaria	9	No revisión de la presión de las llantas	9	Semanal	9	729	Realizar cada día la presión de las llantas	Operador de la maquinaria	
	Filtros	filtrar el fluido de los sistemas	Se taponan y saturan de suciedad	consumo excesivo combustible, falta de potencia del motor, recalentamiento	9	sucios	8	Cada 3 días	8	576	check list	Operador de la maquinaria	

ANEXO B. ANÁLISIS DE MODO DE FALLAS DE RODILLO COMPACTADOR

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS												
Activo Crítico: Rodillo Compactador				Elaborado por: Ronald Quinde Rangel				Revisión de acciones tomadas				
Responsable : Jefe de Mantenimiento				Fecha de Elaboración :				Período de Implementación: _____		Fecha de Revisión: _____		
Objetivo del Proceso	Componente/ Pieza	Función	Modo de Falla Potencial	Efecto Potencial	Gravedad (a)	Causa	Ocurrencia (a)	Controles Actuales	Detección (c.)	Índice de Prioridad de Riesgo	Acciones Recomendadas	Responsable
Compactar el material en la vía	Bomba del vibrador	inyecta fluido	filtros sucios	desgaste prematuro de la bomba	10	filtros	6	Ninguno	6	360	Realizar cada 250 semanas exámenes del aceite	Mecánico
	Manguera del sistema hidráulico	Permitir el flujo del fluido en el sistema hidráulico	Tiempo de vida útil	Paro de la maquinaria	8	Exceso de presión del sistema	5	Ninguno	9	360	Cambiar el sistema de mangueras por uno con mangueras tipo XT ES	Jefe de mantenimiento
	Dámper	Brinda contrapeso al tambor del rodillo.	Se rompe los retenedores	Se pierde fluido hidráulico	10	Por compactar suelos ya compactado y se llega al límite de compactación	4	Ninguno	3	120	Cambiar los retenedores periódicamente	Jefe de mantenimiento
	Llantas	Rodaje de la máquina	Pinchaje del neumático	Paro de la maquinaria	9	No revisión de la presión de las llantas	7	semanal	9	567	Realizar cada día la presión de las llantas	Operador de la maquinaria
	Filtros	filtrar el fluido de los sistemas	Se taponan y saturan de suciedad	Consumo excesivo combustible, falta de potencia del motor, recalentamiento	8	sucios	8	Cada 3 días	9	576	check list	Operador de la maquinaria

ANEXO C. ANÁLISIS DE MODO DE FALLAS DE EXCAVADORA

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS												
Activo Crítico: Excavadora			Elaborado por: Ronald Quinde Rangel				Revisión de acciones tomadas					
Responsable : Jefe de Mantenimiento			Fecha de Elaboración :				Período de Implementación: _____		Fecha de Revisión: _____			
Objetivo del Proceso	Componente/ Pieza	Función	Modo de Falla Potencial	Efecto Potencial	Gravedad (a)	Causa	Ocurrencia (a)	Controles Actuales	Detección (c.)	Índice de Prioridad de Riesgo	Acciones Recomendadas	Responsable
Producir material para las vías	Puntas del cucharón	Excavar el material de la cantera	Mal diseño de las puntas utilizadas	Paro de la maquinaria	9	Rotura de las puntas	8	Ninguno	7	504	Buscar un buen diseño de la punta	Jefe de mantenimiento
	Acoples de mangueras	Acoplan las mangueras del sistema hidráulico	Partidura de los acoples	Paro de la maquinaria	10	Uso inadecuado de la maquinaria	6	Ninguno	6	360	Cambiar el sistema de mangueras por uno con mangueras tipo XT ES	Jefe de mantenimiento
	Cadena	Dar movimiento de traslación de la maquinaria	Rotura de los bujes	Paro de la maquinaria	9	Poca fuga en la comba en la cadena	4	Ninguno	4	144	Bajar la presión de 85% en el diente de contacto	mecánico
	Retenedores de los vástagos	No permite la fuga de hidráulico por los vástagos	Perdida del aceite hidráulico	Falla en el sistema hidráulico	8	Tiempo de vida útil	7	Ninguno	4	224	Cambiarlos cada 1000 horas	Jefe de mantenimiento
	filtros	filtrar el fluido de los sistemas	Se taponan y saturan de suciedad	Consumo excesivo combustible, falta de potencia del motor, recalentamiento	8	sucios	8	Semanal	9	576	check list	Operador de la maquinaria

ANEXO D. TARJETA DE ACTIVO DE MOTONIVELADORA

TARJETA DE ACTIVO: MOTO NIVELADORA



DATOS DE MANTENIMIENTO			
	DESCRIPCION	FRECUENCIA	RESPONSABLE
1			
2			
3			
4			
5			
6			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
CARACTERISTICA	Unidad	Valor
POTENCIA	Hp	125
VELOCIDAD MÁXIMA EN AVANCE	Km/hr	42.6
ANCHO DE CUCHILLA	mm.	152
PRESIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA	Kpa.	24150
PROFUNDIDAD MÁXIMA DE CORTE	mm.	775

DATOS OPERATIVOS	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2009
TIEMPO DE GARANTIA	1 año
VENCIMIENTO DE LA GARANTIA	25/10/2010
INICIO DE OPERACIÓN	2009
TIEMPO DE VIDA UTIL	10 años
FUNCIÓN	Varios

DATOS GENERALES	
MODELO	210H
# DE SERIE	5FM06216
FABRICANTE	Caterpillar
PROVEEDOR	IASA
AREA DE UBICACIÓN	Area Rural
COSTO EN US \$	145000

DOCUMENTACIÓN		
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO

ANEXO E. TARJETA DE ACTIVO DE RODILLO COMPACTADOR

TARJETA DE ACTIVO: RODILLO COMPACTADOR



DATOS DE MANTENIMIENTO			
	DESCRIPCION	FRECUENCIA	RESPONSABLE
1			
2			
3			
4			
5			
6			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
CARACTERÍSTICA	Unidad	Valor
POTENCIA	Hp	121.63
VELOCIDAD MÁXIMA EN AVANCE	Km/hr	11.04
ANCHO DEL TAMBOR	mm.	2130.04
PESO EN ORDEN DE TRABAJO	Lb-F	23115.44
FRECUENCIA VIBRATORIA	vpm	1860

DATOS OPERATIVOS	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2009
TIEMPO DE GARANTIA	1 año
VENCIMIENTO DE LA GARANTIA	25/10/2010
INICIO DE OPERACIÓN	2009
TIEMPO DE VIDA UTIL	8 años
FUNCIÓN	Varios

DATOS GENERALES	
MODELO	CS533E
# DE SERIE	ASL03628
FABRICANTE	Caterpillar
PROVEEDOR	IASA
ÁREA DE UBICACIÓN	Area Rural
COSTO EN US \$	110000

DOCUMENTACIÓN		
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO

ANEXO F. TARJETA DE ACTIVO DE EXCAVADORA

TARJETA DE ACTIVO: EXCAVADORA



DATOS DE MANTENIMIENTO			
	DESCRIPCION	FRECUENCIA	RESPONSABLE
1			
2			
3			
4			
5			
6			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
CARACTERÍSTICA	Unidad	Valor
POTENCIA	Hp	138
VELOCIDAD MÁXIMA EN AVANCE	RPM	11.5
ANCHO DEL CUCHARON	m ³	0.8
PRESIÓN MÁXIMA - LEVANTAMIENTO PESADO	lb/pulg ²	5221
TRACCIÓN MÁXIMA EN LA BARRA DE TIRO	Lb-F	46311 lb

DATOS OPERATIVOS	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2007
TIEMPO DE GARANTIA	1 año
VENCIMIENTO DE LA GARANTIA	25/10/2010
INICIO DE OPERACIÓN	2007
TIEMPO DE VIDA UTIL	10 años
FUNCIÓN	Varios

DATOS GENERALES	
MODELO	320D
# DE SERIE	ASL03628
FABRICANTE	Caterpillar
PROVEEDOR	IASA
AREA DE UBICACIÓN	Area Rural
COSTO EN US \$	180000

DOCUMENTACIÓN		
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO

ANEXO G. INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR

INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR						
Nombre del Operador: _____	Modelo/Máquina: _____		Horometro: _____			
Ubicación Máquina: _____	Serie: _____		Fecha: _____			
INSPECCIÓN VISUAL DE COMPONENTES						
	BE	ME	FUGAS	CONTAMINACIÓN	COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Radiador						
Baterías						
Escape (Silenciador)						
Tuberías						
Mangueras						
Bomba de Inyección						
Inyectores						
Bomba de Agua						
Turbo						
Cabezote						
Embrague						
Ventilador						
Bandas						
Motor de Arranque						
Alternador						
Retenedor Delantero						
Retenedor Posterior						
Sistema Eléctrico						
Firma del Operador: _____ NOTA: BE = BUEN ESTADO ME = MAL ESTADO						

ANEXO H. INSPECCIÓN VISUAL DE MÁQUINA

INFORME DE INSPECCION VISUAL DE MAQUINA							
Nombre del Operador: _____			Modelo/Maquina: _____			Horometro: _____	
Ubicación Maquina: _____			Serie: _____			Fecha: _____	
SISTEMA ELECTRICO / ELECTRONICO	NORMAL	NO APLICA	DAÑADOS	ROTO, RAJADO, DOBLADO	RAYADO, PICADO, DESGASTADO	SULFATADOS, CORROIDOS, FLOJOS	OBSERVACIONES
Cables, Alambrado							
Baterias							
Luces/Bocinas/Alarmas							
Limpiaparabrisas							
Instrumentos							
Lampara de Diagnostico electrico							
Aire Acondicionado							
TREN DE FUERZA	NORMAL	NO APLICA	FUGA O FILTRACIONES	ROTO, RAJADO, DOBLADO	RAYADO, PICADO O DESGASTADO	RUIDOS, VIBRACIONES	OBSERVACIONES
Transmisión							
Convertidor							
Enfriador de Aceite							
Control de Mandos							
Nivel de Aceite							
Diferencial Delantero							
Diferencial Trasero							
Mandos Finales							
Motor Hidraulico de Carriles							
Crucetas							
Llantas							
Aros de las ruedas							
		SI	NO				
Recalentamiento							
Falta de Fuerza							
Ruidos Extraños							
HERRAMIENTAS DE CORTE	NORMAL	NO APLICA	FALTANTES	DESGASTADOS	ROTO, RAJADO, DOBLADO	SOLDADOS	OBSERVACIONES
Cuchillas							
Esquineros							
Puntas							
Planchas de Desgaste							
Adaptadores							
OBSERVACIONES: _____							
Firma del Operador _____							

ANEXO H. INSPECCIÓN VISUAL DE MÁQUINA

INFORME DE INSPECCION VISUAL DE MAQUINA							
Nombre del Operador: _____				Modelo/Maquina: _____		Horometro: _____	
Ubicación Maquina: _____				Serie: _____		Fecha: _____	
SISTEMA HIDRAULICO	NORMAL	NO APLICA	FUGA O FILTRACIONES	ROTO, RAJADO, DOBLADO	RAYADO, PICADO O DESGASTADO	RUIDOS, VIBRACIONES	OBSERVACIONES
Tanque Hidraulico - Nivel de Aceite							
Bombas							
Mangueras/Tuberias/Conexiones							
Enfriador de Aceite							
Grupo de Valvulas de Control							
Grupo de Valvulas Principal							
Grupo de Valvulas Piloto							
Cil. de Levantamiento							
Cil. de Inclinacion							
Cil. de Direccion							
Cil. de Boom							
Cil. del Stick							
Cil. del Cucharon							
Cil. del Estabilizador							
Cil. del Sw ing							
Motor del Sw ing							
Repartidor de Flujo							
Cil. De Desplazamiento de Hoja							
Cil. De Inclinacion de Rueda							
Cil. Del Desgastador							
Cil. De Articulacion							
Cil. De Levantamiento del Ripper							
Cil. De Inclinacion del Ripper							
Otros							
	SI	NO	OBSERVACIONES				
Recalentamiento							
Falta de Fuerza							
Sistema Lento							
Ruidos Extraños							
Corrimiento de Cilindro							
OBSERVACIONES: _____							
Firma del Operador _____							

ANEXO L. ORDEN DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE MANTENIMIENTO			
Responsable: _____	Modelo/Maquina: _____	Horometro: _____	Orden n°: _____
Estado de la Maquina: _____	Serie: _____	Fecha: _____	Prioridad: _____
Trabajo a Ejecutar:			
_____ _____ _____ _____			
Fecha Estimada: _____ Costo Estimado: _____ Tiempo Estimado: _____			
Trabajo Realizado:			
_____ _____ _____ _____			
Fecha Real: _____		Diferencia: _____	
Costo Real: _____		Diferencia: _____	
Tiempo Real: _____		Diferencia: _____	
Observaciones:			
_____ _____ _____			
_____ Entregué Responsable de la Ejecución		_____ Recibí Responsable de la Producción	

ANEXO M. REPORTE DE AVERÍAS

REPORTE DE AVERÍAS																															
Fecha: _____	Ubicación del equipo: _____	Reporte N°: _____																													
Equipo: _____	Responsable: _____	Horometro: _____																													
Modelo: _____	Mecánico: _____	Costo: _____																													
<p>Detalle de las fallas encontradas:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																															
<p>Causas:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																															
<p>Trabajo efectuado para corregir la falla:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																															
<p>Observaciones</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																															
<p>Recomendaciones:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: red; color: white;"> <th style="width: 25%;">Días de Trabajo</th> <th style="width: 25%;">Hora comienzo de trabajo</th> <th style="width: 25%;">Hora salida de trabajo</th> <th style="width: 25%;">Total de horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Lunes</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Martes</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Miercoles</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Jueves</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Viernes</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; color: white;">Sabado</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				Días de Trabajo	Hora comienzo de trabajo	Hora salida de trabajo	Total de horas	Lunes				Martes				Miercoles				Jueves				Viernes				Sabado			
Días de Trabajo	Hora comienzo de trabajo	Hora salida de trabajo	Total de horas																												
Lunes																															
Martes																															
Miercoles																															
Jueves																															
Viernes																															
Sabado																															
<p>_____</p> <p>Firma del Mecanico</p>		<p>_____</p> <p>Firma de Jefe de Mantenimiento</p>																													

ANEXO O. CHEQUEO DE LIMPIEZA

CHEQUEO DE LIMPIEZA					
Realizada por: _____			Revisado por: _____		
Fecha: _____			Fecha de Revisión: _____		
LOCALES	SI	NO	MAQUINARIA Y EQUIPOS	SI	NO
1.- ¿Las Plataformas y escaleras están limpias, en buen estado y libres de obstáculos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14.- ¿Se encuentran limpias las máquinas y equipos en su entorno de todo material innecesario?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.- ¿Las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia están limpias?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15.- ¿Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.- ¿Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos, se limpian periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas necesarias?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16.- ¿Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.- Las paredes, ventanas y tragaluces están limpias y en buen estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	HERRAMIENTAS	SI	NO
5.- El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17.- ¿Están almacenadas en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.- ¿Las señales de seguridad están visibles, correctamente distribuidas y en perfecto estado de mantenimiento y limpieza?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18.- ¿Están limpias para su posterior uso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.- ¿Los extintores están en su lugar de ubicación, visibles y en perfecto estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.- ¿Las eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUELOS, PASILLOS Y VÍAS DE CIRCULACIÓN	SI	NO	ALMACENAJE	SI	NO
8.- ¿Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni materiales innecesarios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20.- ¿Las áreas de almacenamiento y de materiales (sean estos materia prima o producto terminado) están señalizadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.- ¿Las vías de circulación del área de trabajo incluidas las puertas, pasillos, escaleras fijas, rampas, se pueden utilizar conforme a su uso previsto de forma fácil y con total seguridad para el personal y vehículos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21.- ¿Los materiales y sustancias almacenadas se encuentran correctamente identificados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.- ¿Las características de los suelos, techos y paredes son tales que permiten su limpieza y mantenimiento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22.- ¿Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.- ¿Están las vías de circulación de personas y vehículos señalizadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23.- ¿Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.- ¿Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24.- ¿Se establece donde tiene que estar cada cosa de modo que todo trabajador que vaya a necesitarla sepa donde va a encontrarla y donde devolverla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.- ¿Los montacargas manuales están ubicados en su lugar asignado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

ANEXO P. LISTA DE CHEQUEO MENSUAL DE LAS 5 S's

LISTA DE CHEQUEO MENSUAL DE LAS 5 S's			
Realizada por: _____	Revisado por: _____		
Fecha: _____	Fecha de Revisión: _____		
CLASIFICACIÓN	MES		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Todos los elementos encontrados son propios del área?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Todos accesorios y material están siendo utilizados en el área?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hay partes del producto que han permanecido por fuera del proceso durante largos periodos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Están los materiales, herramientas y documentos clasificados e identificados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ORDEN	SI	NO	OBSERVACIONES
Están los elementos de trabajo debidamente organizado de acuerdo a su clasificación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Están los equipos de trabajo y sus instalaciones eléctricas protegidas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Están definidos y almacenadas las herramientas en paneles adecuados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Están las vías de evacuación perfectamente pintadas y demarcadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se encuentran las zonas de circulación libres de cajas, accesorios y otros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las identificaciones visuales están perfectamente claras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
LIMPIEZA	SI	NO	OBSERVACIONES
Están los desperdicios clasificados de forma adecuada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se encuentran limpias las máquinas y equipos en su entorno de todo material innecesario?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
El área de trabajo, pisos y estantes están libres de polvos, basura y otros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las líneas de suministro eléctrico, lámparas y tuberías están libres de polvo, oxido y otros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Están los elementos del personal en buen estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las paredes, ventanas y tragaluces están limpias?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las herramientas se guardan limpias de aceite y grasa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESTANDARIZACIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
Existen estándares visuales como secuencias de operación, instructivos, carteles informativos para el taller?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Existen estándares visuales de almacenaje y manejo del material?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Existen estándares visuales que indiquen zonas de riesgos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Existen tuberías e instalaciones eléctricas debidamente identificadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DISCIPLINA	SI	NO	OBSERVACIONES
Existe una rutina diaria de limpieza del área de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se elaboran reuniones y evaluaciones mensuales?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Las zonas comunes como baños y vestidores se encuentran limpias?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se utilizan las herramientas de 5S's a menudo en el taller?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ANEXO Q. MATRIZ DE HABILIDADES

MATRIZ DE HABILIDADES										
Datos del trabajador										
Apellido y Nombre: _____										
Cargo que desempeña: _____	Cédula de Identidad: _____									
Fecha de Ingreso: _____	Antigüedad en el cargo actual: _____									
Nivel Educativo: _____	Título Obtenido y/o ha obtener: _____									
		Finalizó		Estudiando						
		Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>					
Ha sido objeto de Evaluación de Eficiencia:	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>								
Fecha de su última evaluación: ___/___/___	Resultado obtenido: Exc. <input type="checkbox"/> Mb <input type="checkbox"/> B. <input type="checkbox"/> Reg. <input type="checkbox"/> Def. <input type="checkbox"/>									
Conocimiento sobre la empresa										
Aspecto	Sí	Poco	No	Observaciones						
a) Estructura organizativa de la empresa										
b) Políticas de la Empresa										
c) Misión, visión y objetivos de la empresa										
d) Normas y Procedimientos de la institución										
g) Estructura organizativa del departamento de Mantenimiento										
h) Objetivos y metas del departamento										
i) Programas prioritarios del departamento										
Entrenamiento recibido desde su ingreso a la institución										
Competencias						Nivel de Desempeño				
						E	B	R	D	NA
Cumplimiento de trabajo. - Hace sus labores encomendadas a tiempo, de manera correcta y segura cumpliendo con los parámetros dispuestos.										
Establecimiento de Relaciones. - Capacidad de establecer relaciones, crear y mantener contactos amistosos con personas cuya colaboración es necesaria para el éxito de la empresa.										
Trabajo en Equipo. - Capacidad de trabajar colaborando en grupos y ser capaces de entender, tener expectativas positivas y comprensión respecto a los demás, aportando y aceptando ideas de otros que conlleven a la consecución de metas y objetivos comunes.										
Dirección de Personas. - Confía a los demás lo que es necesario hacer y lograr que esto se cumpla, teniendo siempre en mente el cumplimiento de los objetivos y metas de la organización.										
Pensamiento Analítico. - Capaz de comprender las situaciones y resolver los problemas a base de separar sus partes y meditar sobre ellas en forma lógica y sistemática.										
Conocimiento y Experiencia. - Aplica y utiliza el conocimiento técnico adquirido a través de la educación, estudio y experiencia correspondiente, de una manera efectiva.										
Motivación por el trabajo. - Preocupación por trabajar bien y por compartir para superar un estándar de excelencia, vencer los obstáculos, aceptar riesgos calculados y lograr metas establecidas por la organización.										
Necesidades de Entrenamiento detectadas de acuerdo con las competencias										
Necesidades Detectadas										
Entrenamiento Sugerido										
Entrenamiento Sugerido										

ANEXO S. PLAN DE CAPACITACIÓN

PLAN DE CAPACITACIÓN									
No.	Actividades	Fecha Propuesta	Tiempo de Duración	Dirigido a	Objetivos Generales	Contenido Esquemático	Costo Presupuestado por Participante	Total de Participantes	Total Presupuestado
1	Gestión del Mantenimiento	03/09/2010	8 Horas	Jefes de Mantenimiento, Mecánico, Operadores de Maquinaria	<p>Importancia del Mantenimiento Optimizar los recursos de mantenimiento</p> <p>Realizar planificación y control del mantenimiento.</p> <p>Ilustrar sobre las filosofías TPM y 5S's</p> <p>Desarrollar las competencias y habilidades del personal.</p>	<p>Qué es la gestión de mantenimiento /mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo /planificación y programación del mantenimiento /clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en el taller de mantenimiento(las 5S's) /aplicación de técnicas de resolución de problemas en mantenimiento (Check List) /creación de procedimientos y manuales de los equipos / presupuestos</p>	90	11	990
2	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	10/09/2010	12 Horas	Jefes de Mantenimiento, Mecánico, Operadores de Maquinaria	<p>Una clara visión del TPM y su aplicación, soluciones e información de vanguardia</p> <p>Conocer los pasos críticos de planeación e implantación del Mantenimiento Productivo Total</p> <p>Cómo mejorar la efectividad y maximizar el rendimiento de los equipos</p>	<p>Introducción al TPM/Condiciones actuales/Definiciones generales/Planeación y programación TPM/Sistema computarizado de administración de mantenimiento/Compromisos del tpm/Como implantar en una empresa el TPM/Puntos de control para verificar los avances con TPM/</p>	75	11	825
3	Aplicación del Mantenimiento Autónomo	13/09/2010	7 Horas	Operadores	<p>Correcta aplicación de las listas de chequeos de las maquinarias</p>	<p>Verificar paso a paso cada ítem de la lista de chequeos, el operador junto con el jefe de mantenimiento. Se lo realizará una hora con cada operador en su punto de trabajo.</p>	Sin costo	7	Sin costo
4	Filosofía de las 5S's	24/09/2010	10 Horas	Jefes de Mantenimiento, Mecánico, Operadores de Maquinaria	<p>Introducir los aspectos competitivos que impulsan la aplicación de las 5S. Analizar los detalles organizacionales clave para soportar un proyecto de las 5S's. Ofrecer metodologías concretas y recomendaciones para la implantación de cada una de las "S"</p>	<p>Efectos de las 5S en la productividad de una organización/Cómo construir una organización sensible a las 5S/Fundamentos prácticos/Decisiones previas al lanzamiento del programa/Preparación del lanzamiento del programa/Jornada de limpieza inicial/Proceso de mejora continua/Desarrollo pleno de las 5S/Las 5S en áreas de oficinas/Liderazgo y responsabilidad directiva</p>	60	11	660

ANEXO S. PLAN DE CAPACITACIÓN

PLAN DE CAPACITACIÓN									
No.	Seminario	Fecha Propuesta	Tiempo de Duración	Dirigido a	Objetivos Generales	Contenido Esquemático	Costo Presupuestado por Participante	Total de Participantes	Total Presupuestado
5	Campana de clasificación y orden del taller de Mantenimiento	27/09/2010	8 Horas	Jefe de Mantenimiento y Mecánico	Inculcar los pilares de Clasificación y Orden de la filosofía 5S's	El jefe de Mantenimiento con el Mecánico decidirá sobre el futuro de los materiales y las herramientas en el taller	Sin costo	2	Sin costo
6	Costos de Mantenimiento	01/10/2010	8 Horas	Jefes de Mantenimiento	Conocer el nacimiento, desarrollo de las principales estrategias y herramientas del mantenimiento. Conocer los conceptos fundamentales del moldeamiento de los procesos hacia el departamento técnico.	Presente y futuro del mantenimiento, Enfoque de procesos. los costos en mantenimiento. Tarifas de recursos. Presupuestos. Indices de gestión. Ciclo de vida de activos o equipos en mantenimiento.	65	2	130
7	Mantenimiento de Motores a Diesel	15/10/2010	12 Horas	Jefes de Mantenimiento, Mecánico	Capacitar con conocimientos que permitan mantener al 100% la maquinaria y equipo que funcionan con motores a diesel	Descripción, desmontaje, inspección y montaje de motor Diesel /Análisis de las condiciones del motor y determinación de fallas/Puesta a punto de motor Diesel /Regulación del punto de un motor Diesel/Test de inyectores, desmontaje, limpieza y reparación/Turbo compresor - Descripción, funcionamiento, análisis de posibles fallas, balanceamiento dinámico en banco/Fallas en motores diesel y mantenimiento	110	3	330
8	Campana de Limpieza del taller de Mantenimiento	16/10/2010	4 Horas	Jefe de Mantenimiento, Mecánico y Operadores	Inculcar el pilar de Limpieza de la filosofía 5S's	Mediante una minga de limpieza con todo el personal de mantenimiento, dejar limpio el taller de mantenimiento, cumpliendo con el cronograma dispuesto por el jefe de mantenimiento.	Sin costo	11	Sin costo

ANEXO S. PLAN DE CAPACITACIÓN

PLAN DE CAPACITACIÓN									
No.	Seminario	Fecha Propuesta	Tiempo de Duración	Dirigido a	Objetivos Generales	Costo Presupuestado por Participante	Costo Presupuestado por Participante	Total de Participantes	Total Presupuestado
9	Lubricación de Maquinarias	22/10/2010	12 Horas	Operadores y Jefe de Mantenimiento	Conocer las funciones del lubricante en cada caso. Determinar los periodos óptimos de engrase o cambio. Organizar de forma optimizada la lubricación de la fábrica, de la maquinaria. Seleccionar el lubricante más adecuado para sus máquinas	Introducción sobre lubricación/ tipos de lubricación/la lubricación con grasa, grasas y aceites lubricantes/Funciones de los aditivos en los lubricantes/Técnicas de inspecciones visuales y auditivas a la maquinaria/Inspección de temperatura en maquinaria y depósitos de aceite/El rol crítico de la lubricación en la maquinaria/El impacto negativo de la mezcla de lubricantes/Tipos de contaminantes del lubricante y el daño que causan/Lubricación de diversos elementos de máquinas (reductores de velocidad, sistemas hidráulicos,)	55	9	495
10	Indicadores de Gestión de Mantenimiento	40487	8 Horas	Jefes de Mantenimiento, Mecánicos	Este curso permitirá obtener los indicadores necesarios para la gestión de mantenimiento. Está enfocado a que el asistente tome un fuerte concepto de la estructura de los indicadores y reportes, que nos indica su valor obtenido y fundamentalmente como tomar decisiones en función de ellos.	Gestión de datos/Indicadores de Gestión de Equipos/Confiability y disponibilidad de los sistemas complejos/Indicadores de producción/Indicadores de mantenimiento/Indicadores de mano de obra/Indicadores de costos/Indicador de eficiencia global/Ejercicios de aplicación	65	2	130
11	Evaluación a todo el personal de Mantenimiento	40495	2 Horas	Mecánicos y Operadores	Medir el nivel de conocimiento actual sobre las nuevas metodologías implementadas en la empresa	Evaluación sobre las Filosofías del TPM y las 5S's	Sin costo	8	Sin costo

ANEXO T. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE RIESGOS

Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos									
Lugar	Peligro	Riesgos	P	C	MR	Cla	Control existente	Control propuesto	Seguimiento
Taller Mecánico	Uso de elementos corto punzante	Daño físico leve por contacto de elementos filosos	4	4	16	Mod	Ninguno	Uso y disposición correcta de los elementos con guantes anti cortes	Diario
	Pisos resbaladizos	Caídas del mismo nivel que causan lesiones	4	4	16	Mod	Ninguno	Implantar antideslizante en el suelo	Diario
	Uso de herramientas	Lesiones y fracturas por uso inapropiado de estas	4	4	16	Mod	Jefe de Mantenimiento	Capacitación del uso de las herramientas y crear un procedimiento de uso	Diario
	Unión de elementos por soldadura	Daño físico irreparable o la muerte producida por contacto con la electricidad	4	8	32	Int	Ninguno	Capacitación para la verificación de equipos energizados y en el uso de los equipos de protección	periódico
	Operación con máquinas herramientas y esmeril	Daño físico temporal o permanente en los ojos por desprendimiento de partículas	4	8	32	Int	Ninguno	Uso de gafas y mascarar protectoras para la cara	Diario
		Arrastre por una prenda de vestir que produzca fractura o pérdida total de una extremidad	4	8	32	Int	Uso de mangas cortas y camisetas no sueltas en el mecánico	Control del uso de la vestimenta	Diario
	Manipulación inadecuada de sustancias inflamables	Intoxicación ,irritación profunda de la piel, vías respiratorias ,etc.	4	4	16	Mod	Ninguno	Manual de seguridad para uso de productos químicos inflamables	Periódico
Construcción de la vía	El polvo excesivo en la obra	Daños en vías respiratorias por el polvo	4	4	16	Mod	Ninguno	La utilización de mascarilla para polvo	Diario
	Trabajo al aire libre	Quemaduras por exposición durante mucho tiempo en el sol	8	4	32	Int	Ninguno	Se debe utilizar crema protectora del sol	Diario
	Golpe de una roca al momento de verter el material a la vía	Partidura de la cabeza u otra parte del cuerpo	8	4	32	Int	Ninguno	Utilizar casco antigolpe y gafas protectoras	Diario

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. ARIAS CRISTIAN, "Mantenimiento Preventivo Total", Seminario de TPM, Guayaquil 2010.
- [2]. DETROIT DIESEL ALLISON, "Manual de Servicio Fuel Pincher", estados Unidos 1998.
- [3]. HEWITT ROBERTS, "manual de Sistema de Gestión Medioambiental 14001", editorial Thomson, España 1998.
- [4]. ANTONIO ENRIQUEZ PALOMINO, "Utilidad y Aplicación práctica de la Norma 18001", editorial Fundación Confemetal, Madrid-España 2006.
- [5]. MONOGRAFIAS, Análisis de necesidades de entrenamiento basado en el modelo de competencias
- [6]. IIASA, Informe de Mantenimiento de Maquinarias, Guayaquil-Ecuador 2009