

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE LA
EMPRESA PROMOTORA MONTECARLO VIAS LTDA

DANIEL ANTONIO DEL CASTILLO FARRÉ-BELTRAN
MELISSA BENEDETTI GÓMES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2007

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE
LA EMPRESA PROMOTORA MONTECARLO VIAS LTDA

DANIEL ANTONIO DEL CASTILLO FARRÉ-BELTRAN
MELISSA BENEDETTI GÓMES

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: BENJAMÍN ARANGO ZABALETA
Ingeniero Metalúrgico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2007

TABLA CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	
1. PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.	12
1.1 DESCRIPCIÓN DE PLANTA FÍSICA.	13
1.2 PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.	13
1.3 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.	19
1.4 CLIENTES	21
2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	22
2.1 DEFINICIÓN.	22
2.2 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	22
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO.	23
2.4 PASOS DEL MANTENIMIENTO	24
2.4.1 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	24
2.4.2 ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS.	24
2.4.3 EJECUCIÓN	25
2.4.4 CONTROL	25
2.4.5 EVALUACIÓN	25
2.5 ESTADO ACTUAL MANTENIMIENTO EN PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.	25
2.5.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	26
2.5.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	27
2.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	29
2.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS ÍNDICES O INDICADORES DE MANTENIMIENTO.	29

2.6.2 FACTOR DE RIESGO.	30
2.6.3 ADECUACIÓN DE LA MATRIZ RAM	31
3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.	34
3.1 RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS.	34
3.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	35
3.2.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.	38
3.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.	49
4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN.	50
4.1 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.	50
4.1.1 UBICACIÓN.	50
4.1.2 CLASE DE EQUIPO.	50
4.1.3 CONSECUTIVO.	51
4.1.4 CODIFICACIÓN FINAL.	51
4.2 FICHA TÉCNICA PARA LOS EQUIPOS.	52
4.3 HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS.	53
4.4 REPORTE DIARIO DE EQUIPOS.	54
4.5 INGRESO DE EQUIPO A TALLER.	55
4.6 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.	57
4.6.1 MATRIZ RAM.	57
4.6.2 FACTOR DE UTILIZACIÓN.	60
4.6.3 EQUIPOS CRÍTICOS.	61
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Pasos proceso construcción vías.	21
Tabla 2. listado de equipos.	35
Tabla 3. Plan de mantenimiento para vehículos de transporte.	38
Tabla 4. Plan de mantenimiento para compactador de llantas	39
Tabla 5. Plan de mantenimiento para tractor de orugas.	40
Tabla 6. Plan de mantenimiento para cargador de llantas.	41
Tabla 7. Plan de mantenimiento para rodillo tandem.	42
Tabla 8. Plan de mantenimiento para cilindro propulsado	43
Tabla 9. Plan de mantenimiento para terminadora de asfalto.	44
Tabla 10. Plan de mantenimiento para retro-excavadora.	45
Tabla 11. Plan de mantenimiento para Moto niveladora.	46
Tabla 12. Plan de mantenimiento para irrigador de asfalto.	47
Tabla 13. Plan de mantenimiento para carro tanque.	48
Tabla 14. Clasificación de equipos.	50
Tabla 15. Codificación final.	51
Tabla 16. Ventas y utilidad.	58
Tabla 17. Consecuencias económicas.	58
Tabla 18. Matriz RAM de la empresa Promotora Montecarlo Vías Ltda.	59
Tabla 19. Código de colores.	59
Tabla 20. Denominación de utilización.	60
Tabla 21. Factor de utilización.	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fachada de Promotora Montecarlo Vías Ltda.	12
Figura 2. Instalaciones administrativas.	13
Figura 3. Corte transversal vía.	14
Figura 4. Descapote de capa vegetal.	14
Figura 5. Equipo topografía.	15
Figura 6. Excavación de caja.	15
Figura 7. Descapote sub-razante.	16
Figura 8. Carro tanque esparciendo agua.	16
Figura 9. Volqueta descargando material.	17
Figura 10. Extensión con moto niveladora.	17
Figura 11. Imprimación.	18
Figura 12. Extensión de asfalto.	18
Figura 13. Acabado final.	19
Figura 14. Proceso de construcción de vías.	20
Figura 15. Organigrama departamento de equipos y transporte.	26
Figura 16. Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo actual.	27
Figura 17. Matriz RAM.	31
Figura 18. Mantenimiento basado en costo.	33
Figura 19. Tracto camión.	64
Figura 20. Volqueta.	64
Figura 21. Carro tanque.	65
Figura 22. Camioneta.	65
Figura 23. Irrigador de asfalto.	65
Figura 24. Retro-excavadora.	66

Figura 25. Moto niveladora.	66
Figura 26. Cargador de llantas.	66
Figura 27. Mini cargador.	67
Figura 28. Rodillo tandem.	67
Figura 29. Cilindro propulsado.	67
Figura 30. Terminadora de asfalto.	68
Figura 31. Compactador de llantas.	68
Figura 32. Tractor de orugas.	68

RESUMEN

TITULO: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.*

AUTORES: DANIEL ANTONIO DEL CASTILLO FARRÉ-BELTRAN, MELISSA BENEDETTI GÓMEZ**

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO, EQUIPOS, PROCESO DE CONSTRUCCIÓN. CORRECTIVO, PREVENTIVO.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: La presente monografía se enfoca en el desarrollo de los mantenimientos en la industria de la construcción, donde las empresas que la constituyen se caracterizan por dejar de lado los mantenimientos de los equipos que utilizan con el fin de cumplir metas. Son estas empresas las que generan nuevos ordenes de mantenimiento con el fin de implementar las revisiones sin parar los equipos de sus labores, los cuales laboran aproximadamente 24 horas en diferentes turnos.

El trabajo se enfoca en tratar de manejar los equipos de tal forma que se puedan hacer los trabajos necesarios separando los equipos por su tipo y no como conjunto, lo que facilita su manejo y administración. De esta manera se puede ejecutar un plan de mantenimiento con estándares internacionales y al mismo tiempo pensado en un caso particular.

Los planes presentados para cada uno de los equipos según su tipo se dividen en la frecuencia y por cada ítem a revisar, ayudándose de las recomendaciones de los fabricantes que producen la maquinaria. Estos planes, una vez implementados permiten también manejarse según la criticidad de los equipos en trabajo, de tal forma que cuando coincidan dos o más labores en un mismo turno se puedan discriminar los equipos según su criticidad.

* monografía.

** Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: Benjamín Arango Zabaleta, Ingeniero Metalúrgico

SUMMARY

TITLE: PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA. EQUIPMENTS.*

AUTORS: DANIEL ANTONIO DEL CASTILLO FARRÉ-BELTRAN, MELISSA BENEDETTI GÓMEZ**

KEY WORDS: MANTENIMIENTO, EQUIPOS, PROCESO DE CONSTRUCCIÓN. CORRECTIVO, PREVENTIVO.

SUBJECT OR DESCRIPTION: The present monograph it's focused in developing of construction industry maintenance, their characteristic is to set aside maintenance and so doing to take advantage of the gained time for production goals. This are the companies that further the limits and standards of maintenance so to establish new ways of executing inspections of the equipment without putting them in down time, because its expected of them to labor 24 hours a day on various shifts.

The work develops managing the equipment in a way that all necessary works can be made by separating them in their types and not viewing them as a whole, for this facilitates its management and operation. In this way, any maintenance plan can be executed with the international standards while being accommodated to a particular case.

Each of the presented maintenance chart for working equipment according to its type are divided by frequency to execute, based on the recommendations of distributors that manufacture them. This plans, once put to the work, help to select between actions according to the criticism of the equip on labor, so as to when two or more are to be work on, a priority can be set.

* Monograph.

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.
Director: Benjamin Arango Zabaleta, Metallurgic Engineer

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de las empresas están alcanzando un nivel de competitividad mucho mayor y se comparan con las empresas nacionales e internacionales. Para mejorar respecto a las demás empresas la industria colombiana se esta poniendo al día con las normas exigidas por los organismos internacionales que regulan la calidad.

Con el animo de asegurar la calidad en sus procesos, Promotora Montecarlo Vías Ltda. comenzó la búsqueda de la certificación ISO 9000 para todos sus frentes de trabajo a nivel nacional, y como parte de ese proceso es necesario que se tenga un plan de mantenimiento aprobado para los estándares internacionales que permita el control de los equipos en el proceso productivo de la empresa.

Seleccionar el mantenimiento para llevar control sobre los equipos de una empresa, no debe ser hecho a la ligera, debe tenerse en cuenta el tipo de trabajo realizado y los factores influyentes en el que nos permitan controlar de manera precisa la vida útil de los mismos.

Este trabajo presenta un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Promotora Montecarlo Vías Ltda. sección Proyetsa, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en la especialización de Gerencia en Mantenimiento por medio de la recopilación de datos de campo apoyados en los indicadores de gestión de mantenimiento para producir una planificación de dicho mantenimiento. Además se podrá observar en este trabajo la organización, fichas técnicas, procesos productivos y modos de operación para crear un plan de mantenimiento efectivo.

1. PROMOTORA MONTECARLO VIAS LTDA

Promotora Montecarlo vías Ltda. es una empresa de construcción, especializada en infraestructura vial; la cual posee sus propias plantas de asfalto y su maquinaria, tanto de extensión, compactación, y transporte de materiales, cada una separada en su propio centro de costo y centro administrativo. La empresa está situada en Cartagena - Colombia, en el sector de arroz barato Km 5 Vía a Mamonal.

El nacimiento de la empresa data del año 2005, fecha en que se creó, a partir de la división de una antigua empresa llamada Álvarez y Collins S.A. la cual tenía una trayectoria de más de treinta años en la industria de la construcción (ver figura 1).

La empresa cuenta con una planta de personal de 108 empleados encargados de la reparación, operación de la maquinaria, departamento administrativo y manejo de almacén.

Figura 1. Fachada Promotora Montecarlo



Las instalaciones poseen aproximadamente 2 hectáreas, son bastante amplias para cumplir cómodamente con todas las actividades propias del negocio.

Promotora Montecarlo Vías Ltda. seccional Cartagena posee un departamento de equipos el cual es el objeto de estudio de esta monografía, el cual no cuenta con un plan de mantenimiento estructurado que permita a los encargados de administrarlo un esquema formalmente definido ni establecido por lo cual existe desperdicio de horas hombre, recursos materiales y económicos.

Con el ánimo de asegurar la calidad y el cumplimiento de todos los contratos

adquiridos, están implementando las normas de calidad ISO9000 versión 2002; para lo cual, uno de los requisitos fundamentales es el desarrollo de un plan de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de la empresa.

1.1 DESCRIPCIÓN DE PLANTA FÍSICA

El terreno donde funciona la empresa ocupa un área de 2 hectáreas, las cuales se dividen en un edificio donde funciona la parte administrativa (Ver figura 2), una bodega donde se encuentra el almacén, el patio donde se realiza los trabajos de reparación y un terreno aledaño de parqueo de equipos. Cabe resaltar que la operación de la maquinaria se realiza fuera de las instalaciones de la empresa.

Figura 2. Instalaciones Administrativas



1.2 PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.

Promotora Montecarlo Vías Ltda. seccional Cartagena es una empresa constructora dedicada a la construcción e infraestructura vía.

El proceso de construcción consiste en varios pasos los cuales se describirán a continuación:

- 1.2.1. **Descapote y limpieza:** esto consiste en quitar toda la capa vegetal del terreno para obtener una superficie uniforme para el comienzo del trabajo, en esta etapa se utilizan operarios para cortar o transplantar los árboles grandes y luego con un bulldózer es apilado el material descapotado para su retiro de la obra cargados el las volquetas (Ver figuras 3 y 4).

Figura 3. Corte transversal vía
CORTE TRANSVERSAL VIA

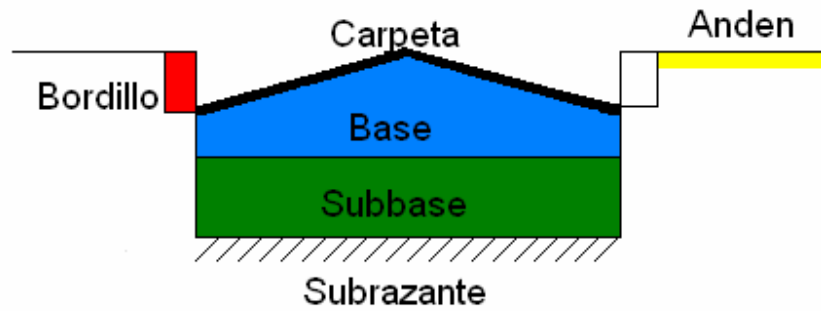


Figura 4. Descapote capa vegetal



- 1.2.2 **Trazado y localización de ejes:** Después de tener el terreno despejado se procede al trazado y localización de ejes para delimitar la ubicación de la carretera, esto es realizado por un equipo de topografía (Ver figura 5).

Figura 5. Equipo de Topografía



- 1.2.3. **Excavación de caja:** Con una retro-excavadora se realiza una zanja por donde se trazo la carretera para que contenga la vía (Ver figura 6).

Figura 6. Excavación de Caja



- 1.2.3 **Descapote a terreno firme o suelo firme:** En la zanja realizada por medio de un bulldózer se elimina una capa llamada tierra fértil o negra la cual es de aproximadamente 20 cm. Para descubrir un terreno más firme la cual se ubica debajo de esta llamada subrazante (Ver figura 7).

Figura 7. Descapote subrazante



- 1.2.5 **Mejoramiento de la subrazante:** Cuando esta capa esta al descubierto se procede a compactarla para lograr la densidad y humedad optima requerida por el contrato. Este proceso es llevado a cabo por un compactador y un carrotanque de agua el cual es utilizado si el terreno es muy árido (Ver figura 8).

Figura 8. Carrotanque esparciendo agua



- 1.2.6 **Colocación y compactación de la Sub-base:** Esta capa esta compuesta de material como Zahorra, arena y piedra en diferentes proporciones dependiendo de lo solicitado por la interventora, este material proviene de las canteras transportado por las volquetas y es vertido sobre la subrazante, luego interviene una motoniveladora la cual es la encargada de emparejar la superficie haciendo a un lado los excesos de material, luego de que tiene en grosor deseado se procede a compactarlo con ayuda de carrotaques de agua y compactadores (Ver figura 9).

Figura 9. Volqueta descargando material



- 1.2.7 **Colocación y compactación de Base:** Este proceso es similar al anterior, la diferencia radica en los porcentajes de la mezcla de material la cual debe ser más densa y debe contener material triturado (Ver figura 10).

Figura 10. Extensión con motoniveladora



- 1.2.8 **Imprimación:** En esta fase se recubre la base con una capa aislante para evitar la erosión y la entrada de humedad, esto se realiza por medio de una emulsión asfáltica, la cual contiene agua y asfalto líquido, esta es sacada de la planta de asfalto en un carro tanque el cual la conserva de forma líquida, también puede ser vertida de forma manual (Ver figura 11).

Figura 11. Imprimación



- 1.2.9 **Carpeta asfáltica:** Esta es la última capa o capa de rodadura, esta se hace en concreto asfáltico, el cual es una mezcla de triturado, arena, pasta asfáltica; esta mezcla sale de la planta en forma pastosa transportada en volquetas a 140 grados. Cuando llega a la vía es vertida por una terminadora de asfalto, la cual es la encargada de regarla con un grosor uniforme. Cuando se enfría a 90 grados, se pasa un rodillo vibratorio para compactarla y después se pasa un rodillo de llanta para darle un acabado liso a la superficie (Ver figura 12).

Figura 12. Extensión Asfalto



1.2.10 **Acabado final:** Por ultimo cuando se enfría a 90 grados, se pasa un rodillo vibratorio para compactarla y después se pasa un rodillo de llanta para darle un acabado liso a la superficie, se deja fraguar el asfalto por 7 días y después de este lapso se realizan las líneas de demarcación, señalización y marcas viales (Ver Figura 13).

Figura 13. Acabado final de la vía



Para este proceso la empresa cuenta con una planta de asfalto propia ubicada en el corregimiento de Bayunca y posee todos los equipos mencionados anteriormente.

En la figura 14, se resume el proceso de construcción de vías y, en la tabla 1, se relacionan los equipos involucrados en el proceso.

Además de ofrecer este servicio integral también venden asfalto, puesto en planta o en la obra que se necesita, además alquilan maquinaria con sus operarios a otros contratistas.

1.3 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre	Promotora Montecarlo Vías Ltda.
Dirección	Manomal Km 5 sector arroz Barato
Ciudad	Cartagena
Teléfonos	6685057- 6686061-6685318
Nit	806008737-1
Representante Legal	Gilberto Álvarez Mulford

Figura 14. Proceso de construcción de vías

PROCESO CONSTRUCCION DE VIAS

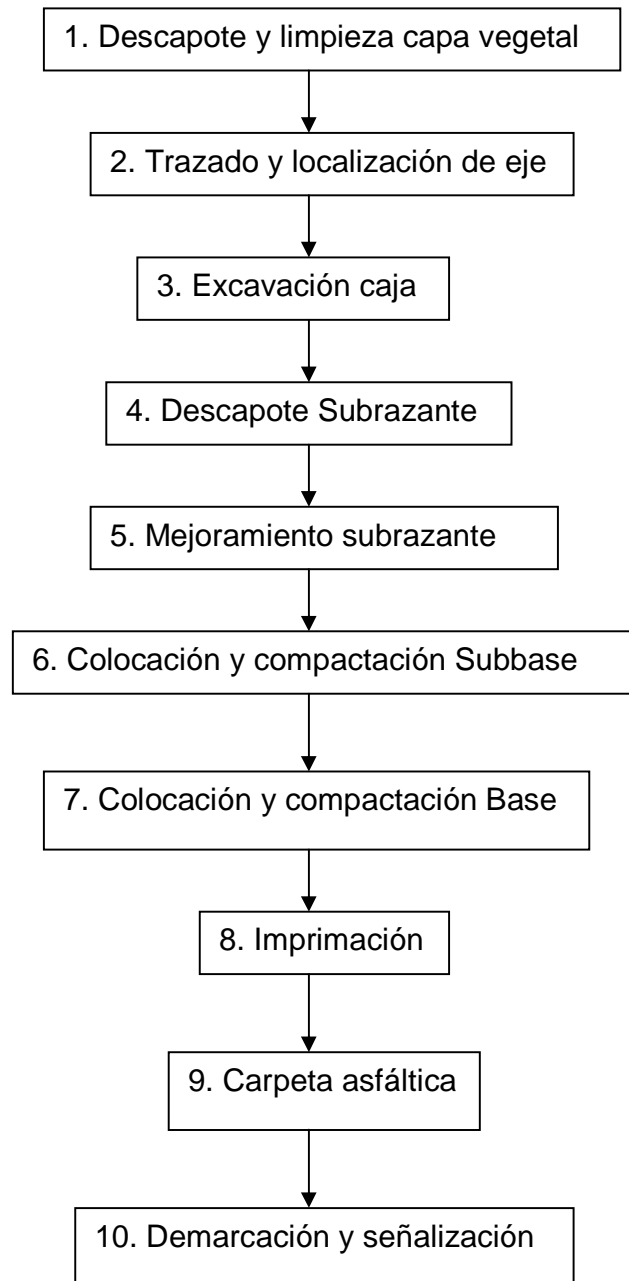


Tabla 1. Pasos y equipos involucrados en el proceso construcción vías

Pasos del Proceso	Equipo Implicado
1. Descapote y limpieza capa vegetal	Bulldózer
	Cargador
	Volqueta
2. Trazado y localización de ejes	Equipo Topografía
3. Excavación Caja	Retroexcavadora
	Volquetas
4. Descapote Subrazante	Bulldózer
	Volqueta
5. Mejoramiento Subrazante	Compactador
	Carrotanque agua
6. Colocación y compactación Subbase	Volqueta
	Motoniveladora
	Compactador
	Carrotanque Agua
7. Colocación y compactación Base	Volqueta
	Motoniveladora
	Compactador
	Carrotanque Agua
8. Imprimación	Carrotanque Asfalto
9. Carpeta Asfáltica	Volqueta
	Planta Asfalto
	Terminadora
	Compactador Vibratorio
	Compactador de llanta
10. Demarcación y señalización	Carro demarcador

1.4 CLIENTES

Entre sus clientes podemos destacar:

- INVIAS
- Alcaldía de Cartagena
- Inco
- Empresas Particulares (Sociedad portuaria, cementos argos, tubocaribe, estaciones de servicio de gasolina, etc.)

2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

2.1 DEFINICIÓN

Según el diccionario Larousse Ilustrado se define el mantenimiento como la acción y efecto de mantener o mantenerse; acción de reparar y mantener o conservar en buen estado el material y las instalaciones de edificios, industrias, etc.

Como se puede apreciar esta definición carece de claridad y rigor técnico, por lo que en la actualidad se encuentra replanteada, ya que existen otras definiciones más apropiadas como:

Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

Acciones necesarias para que un equipo, obra o instalación sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición específica.

Es una combinación de acciones técnicas destinadas a retener o restaurar un activo, permaneciendo en un estado en el que pueda desempeñar su función dentro de unos parámetros permitidos de eficiencia, costo, seguridad y ambiental.

2.2 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La historia del mantenimiento es bastante reciente pues antes del siglo XVII, las acciones de preservación y mantenimiento, no eran tomadas en cuenta debido a la mínima importancia que tenía la máquina con respecto a la mano de obra, debido a que hasta 1880, se consideraba que el trabajo humano intervenía en el 90% de la elaboración de un producto, y la máquina solo el 10% restante. Debido a esto, el único mantenimiento que se les aplicaba a las máquinas era correctivo o a la falla, es decir solo se detenía la producción, cuando la maquina no podía seguir funcionando.

Con el aumento de volúmenes, diversidad y calidad de productos, las máquinas aumentaron su importancia con respecto a la mano de obra.

En 1914, con la llegada de la primera guerra mundial, las empresas tuvieron un auge en la fabricación de artículos bélicos, los cuales debían tener un alto grado de calidad, se debían producir en masa y en el menor tiempo posible, por lo cual las máquinas tuvieron cada vez mayor importancia. Esto permitió el nacimiento del concepto de mantenimiento preventivo, el cual desde la década de los veinte se convirtió en una labor necesaria y fundamental para cualquier empresa.

A partir de 1950 y por el desarrollo de los estudios de confiabilidad, se determinó que en cuestiones de mantenimiento se buscaba la rentabilidad económica, con

base en la máxima producción, y para ello se debía tener en cuenta la máquina y el servicio que ésta prestaba. De este pensamiento se desprendió el principio de, "El servicio se mantiene y el recurso se preserva"

Por tal razón los fabricantes de máquinas se empeñaron en ofrecer más confiabilidad y mantenibilidad, con el objeto de que se tuvieran menos problemas en la preservación y en las labores de mantenimiento (Productive Maintenance), complementándolo con el mantenimiento preventivo (Maintenance Preventive).

Esto dio lugar a la "ingeniería de conservación", que se constituye de preservación y mantenimiento.

En 1954 la compañía General Electric, desarrolló el Mantenimiento Productivo el cual se hizo popular entre las otras compañías en las décadas de los sesentas. Este trataba de abarcar los principios mantenimiento preventivo e incluyó el establecimiento de un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo sin descuidar la confiabilidad y la mantenibilidad. Se comienza a observar el mantenimiento autónomo, llevado a cabo por los propios operarios de producción, para alcanzar los objetivos propuestos por la empresa; la creación de una cultura propia que estimule el trabajo en equipo y eleve la moral del personal.

Así se llega a la filosofía de la mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos; hablando de mantenimiento productivo Total, que sería un nuevo concepto acuñado en 1971 por el Instituto japonés de Ingenieros de Plantas, liderado por el señor Seichi Nakajima.

Finalmente en la actualidad se considera, la Prevención de Mantenimiento que actúa en la etapa de diseño, desarrollo y construcción de los equipos productivos, reduciendo al máximo las fallas, e incluso eliminar si es posible, la necesidad de actividades de mantenimiento del equipo cuando sea operado.

Bajo el enfoque moderno, el personal de mantenimiento debe tener conocimientos especializados sobre el tema, no sólo dominando la técnica sino también la administración de éste, ya que con el tiempo puede llegar a dirigir esta función desde altos niveles empresariales.

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento se puede dividir en: mantenimiento no planeado, el cual también es llamado mantenimiento reactivo en el que no se realiza ninguna acción para que el equipo opere en sus condiciones originales, o en condiciones seguras para prevenir fallas que puedan causar riesgos al equipo o los operarios.

Algunos equipos de mantenimiento optan por el mantenimiento reactivo pues sus costos iniciales son más bajos o requieren menos personal, pero a su vez no

observan el verdadero alcance de los costos, al aumentar debido al tiempo fuera de servicio del equipo o los costos por conceptos de mano de obra ociosa, sobre todo si para la reparación se incurren en horas extras. Además el daño inicial puede extenderse a otras partes del equipo.

La otra gran división que encontramos, es el mantenimiento planeado o proactivo; el cual se define como aquel mantenimiento que se lleva a cabo basado en un plan de ejecución de mantenimiento programado, que busca evitar la falla en los equipos pudiendo ocasionar una parada general en la industria, para lo cual se reemplazan los componentes con anticipación, desperdiciando cierta porción de su vida útil

2.4 PASOS DEL MANTENIMIENTO

La labor de mantenimiento se desarrolla por medio de cinco pasos principales, los cuales son: la planeación y programación, administración de recursos, ejecución, control y evaluación.

2.4.1 Planeación y programación

La planeación es el trazado o la forma de un plan para realizar un mantenimiento determinando y preparando todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo, asignando fechas a los diferentes puntos que se van a tratar o ejecutar.

Las metas de este paso son lograr definir el alcance que se espera del trabajo para corregir la causa, permitiendo que exista un interés general dentro de los diversos niveles de la organización.

La programación es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y de tal manera que se tenga lo necesario en el momento preciso y listo para su aplicación; básicamente un programa se puede preparar en diferentes estilos de trabajo y en sub-partidas de trabajo.

El conocimiento claro de las fortalezas y debilidades de la Empresa así como las amenazas y oportunidades del entorno, influyen en la gestión de mantenimiento y por ello deben ser claramente determinadas y conocidas, esto ayudará muchísimo al logro de los objetivos.

También se debe demarcar el procedimiento para realizar el trabajo en los cuales se destacan la orden de servicio o solicitud, la aceptación. El planeamiento debe dar respuestas a las típicas preguntas. Qué hacer, Cómo hacerlo, Cuándo hacerlo, Con qué, Para qué.

2.4.2 Administración de recursos

Los recursos son los bienes o medios que se poseen para efectuar cierta labor, los

recursos los podemos dividir básicamente en: mano de obra, en la cual se puede aclarar la cantidad y la especialidad que necesitamos dividiendo a los trabajadores en competencia que son los que poseen el conocimiento y el rendimiento el cual es la disposición con la que contamos. Por otro lado esta los materiales y los equipos.

2.4.3 Ejecución

En esta fase se lleva a cabo el proceso planeado para lo cual se requiere organizar los grupos de trabajo y poner en marcha el proyecto. Cuando la planeación ha sido rigurosa y detallada esta fase se desarrolla de manera muy sencilla ya que con anterioridad se han tenido en cuenta los factores que intervienen.

2.4.4 Control

Es la inspección, comprobación y registro entre lo programado y lo ejecutado. Está estrechamente relacionado con la planeación, ya que precisamente con el control se logra verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos. El control en sí mismo no representa producción, pero si garantiza que se tenga una visión oportuna del desarrollo de las actividades y a la vez permite detectar en su debido momento los errores, las desviaciones del objetivo o una deficiente calidad, de manera que se puedan tomar los correctivos del caso.

El proceso de control se basa en la medición de los resultados mediante indicadores claramente definidos. Con este fin durante la fase de planeamiento es importante determinar como se evaluará cada actividad o grupo de estas.

Se busca controlar la calidad de los trabajos, su adecuada ejecución, la oportuna realización, el tiempo empleado y los recursos utilizados.

2.4.5 Evaluación

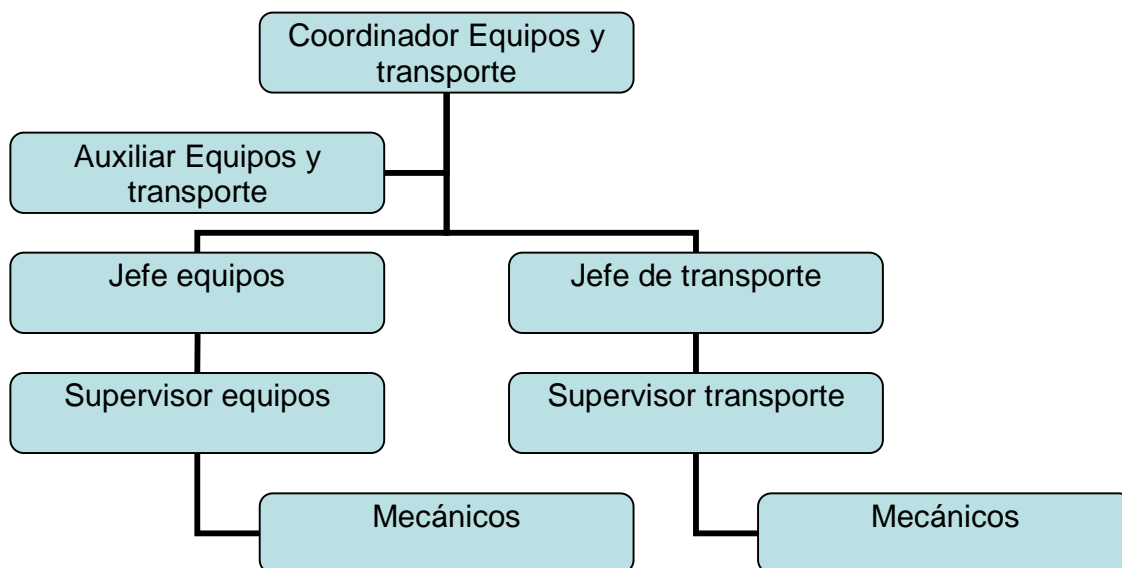
Es estimar, apreciar o calcular el rendimiento del plan realizado. La evaluación permanente de las labores mantenimiento, constituye una forma de control que arroja valiosos resultados mediante la actualización de procedimientos y/o la modificación de los planes periódicos en la medida en que la experiencia demuestre la necesidad de hacerlo y se pueda validar mediante comprobaciones de ingeniería.

2.5 ESTADO ACTUAL MANTENIMIENTO EN PROMOTORA

En la empresa Promotora Montecarlo Vías Ltda., hay un departamento de equipos y transporte encargado de la administración y el mantenimiento de todos los equipos de la seccional Cartagena.

Este departamento esta organizado de la manera que se muestra en la figura 15:

Figura 15. Organigrama departamento de Equipos y transporte



A groso modo la tarea fundamental de los diferentes puestos son las siguientes:

- El coordinador de equipos y transporte es un ingeniero encargado de coordinar las labores de mantenimiento de todos los equipos.
- La auxiliar de equipos y transporte se encarga del control de la documentación
- Los Jefes de equipos y transporte son ingenieros encargados de la productividad de los equipos y asignación de trabajos a los conductores y operadores
- Los supervisores son tecnólogos los cuales están en los frentes de trabajo encargados de los mantenimientos correctivos.
- Los mecánicos son los encargados de realizar las tareas asignadas para las reparaciones.

En la actualidad el mantenimiento esta dividido en dos tipos de mantenimiento, preventivo y correctivo.

2.5.1 Mantenimiento correctivo

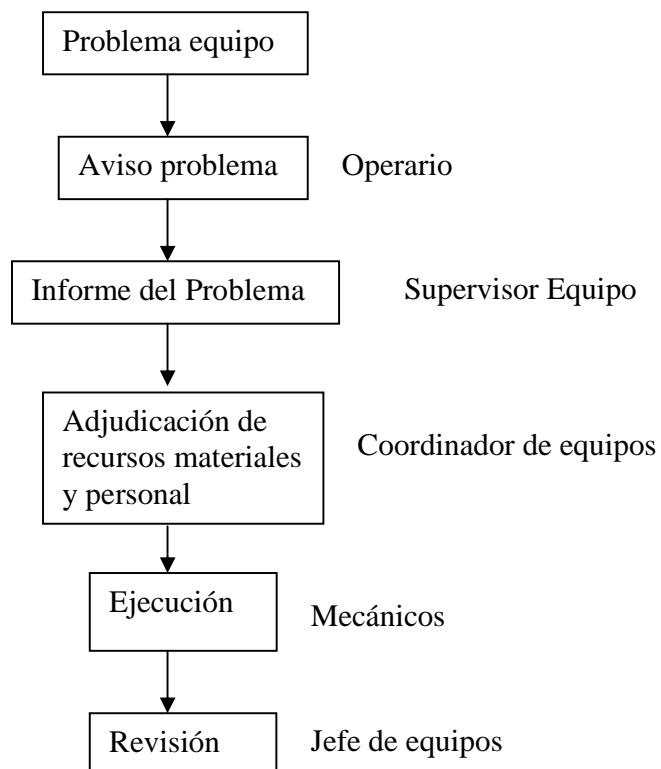
El mas utilizado es el mantenimiento correctivo pues se trata de arreglar los equipos cuando ya a ocurrido la falla, este tipo de mantenimiento es perjudicial para la empresa, pues los fallos ocurren cuando los equipos trabajando en la obra, y cada equipo es fundamental para el proceso en serie y si un equipo falla, puede

parar el proceso completo.

La forma de atención es la siguiente: El operador informa del daño del equipo al supervisor de equipos en la obra o al ingeniero residente en su defecto, este le informa al ingeniero coordinador de equipos y transporte para la adjudicación de recursos materiales y de personal, cuando los trabajos están adjudicados son encargados al ingeniero jefe de equipos para su ejecución el cual en su poder tiene un grupo de mecánicos los cuales realizan las labores asignadas. La figura 16 muestra el diagrama de flujo del mantenimiento correctivo

Cuando las reparaciones implican arreglos grandes como overhaul de motores o cambio de sellos de gato hidráulico, se subcontrata estos servicios con talleres especializados.

Figura 16. Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo actual
DIAGRAMA FLUJO MANTENIMIENTO CORRECTIVO



2.5.2 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento esta limitado a los equipos nuevos que están en periodo de garantía, este mantenimiento se basa en las recomendaciones del fabricante.

El proceso para realizar el mantenimiento preventivo es el siguiente: los jefes de transporte o equipo realizan un cronograma con las revisiones periódicas de los equipos, cuando se acerca la fecha del mantenimiento se pide una cita con el distribuidor autorizado de cada marca y se envía el equipo a su taller para efectuarlo.

2.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Indicador o índice: es una cifra representativa de la situación del mantenimiento en una empresa para un periodo determinado, es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

La importancia de cuantificar el mantenimiento, lo mismo que las otras grandes funciones de una empresa, debe conducir al gerente de mantenimiento a escoger y utilizar los índices más significativos y característicos que se apoyen en datos explícitos, reconocidos por todos y tomados sobre bases idénticas.

Su utilización debe permitir fijar objetivos tanto a nivel económico como técnico, de seguimiento de resultados para apreciar las desviaciones y su análisis.

Ellos constituyen una herramienta indispensable para una gestión eficaz de la producción y de la función mantenimiento para: mejora de la productividad, mantenimiento y justificación de los objetivos, reconocimiento de los puntos débiles, ayuda en la toma de decisión sobre la renovación de equipos, escogencia de las políticas de mantenimiento y facilita el dialogo con la dirección general. Ellos permiten, además, a los responsables de la empresa ubicar y comparar sus costos y rendimientos entre sociedades del mismo sector de actividad o sectores de actividades diferentes.

En la utilización de estos índices, se buscan dos finalidades:

- Evaluar el mantenimiento con relación a índices generales de la empresa con la posibilidad de confrontarse con el sector externo (otras empresas)
- Analizar la eficiencia y rentabilidad de las actividades de mantenimiento en el seno de la propia empresa a nivel presupuestal, técnico, organizacional y estructural para mejorar, la competitividad de la empresa.

Tres aspectos de investigación han sido escogidos para introducir estos índices:

1. La importancia de los costos de mantenimiento con relación a los índices generales de la empresa.

2. La política escogida en materia de mantenimiento y de gestión de los equipos, vistos bajo el punto de vista presupuestal y técnico (análisis de los tiempos por el seguimiento de los equipos y de las actividades de mantenimiento).

3. La gestión del personal de mantenimiento en materia de organización, de calificación, de especialización y de formación para responder a las necesidades de la empresa.

2.6.1 Características de los índices o indicadores de mantenimiento.

1. Un índice constituye una relación entre dos variables y sirve:

- para medir una realidad con claridad
- para controlar los objetivos
- para comparar entre unidades distintas, empresas o sectores de actividad
- para tomar decisiones adaptadas a las necesidades (políticas de inversión, de mantenimiento, de gestión de personal, etc.)

2. El estudio de los índices puede comprender diferentes niveles

- a nivel de un sector de actividad (para un país)
- a nivel de empresa frente a su sector de actividad
- como evolución de la empresa frente a ella misma
- a nivel de mantenimiento frente a la empresa
- como evolución de función mantenimiento frente a ella misma

3. Para hacer escogencia de un cierto número de índices se necesita ante todo tomar en consideración las observaciones siguientes:

- La estructura de la empresa (tamaño, tipo de producción, tipo de producto, edad promedio de equipos), los objetivos esperados y los recursos puestos a disposición de la función mantenimiento (personal medios técnicos y de gestión).
- Los índices seleccionados no son limitativos: a partir de una base de evaluación dada en relación con la lista de índices, cada empresa puede confeccionar sus propios índices adaptados a sus necesidades.
- Ellos pueden ser complementarios y en este caso no pueden ser interpretados aisladamente.
- Los valores comparados de índices entre unidades pueden divergir muy sensiblemente según el nivel de análisis.
- Un índice no es significativo y explotable sino cuando los valores utilizados en el reporte corresponden exactamente a la definición precisa de los términos de la relación y son dadas sobre bases homogéneas entre ellas precio de referencia, etc.

4. Las circunstancias que inciden en la utilización de los índices pueden ser:

- Cíclicas: establecimiento de presupuesto previo, seguimiento del presupuesto, seguimiento de la disponibilidad de equipos, evolución de los aspectos técnicos (fallas, repuestos, etc.)
- Ocasionales: auditorías internas o externas, estudios específicos, indisponibilidades de producción o de explotación, control del servicio prestado etc.

Los indicadores de mantenimiento de los cuales se escogerán los que se pondrán en práctica son los indicadores que se mencionan a continuación:

TMEF = Tiempo promedio entre fallas

TMPR = Tiempo promedio para reparación

CMFT = Costo de mantenimiento por facturación

CMRP = Costo de mantenimiento por valor reposición

CRPP = Costo relativo con personal propio

CRMT = Costo relativo con material

CMOE = Costo de mano de obra externa

IMRP = Capital Inmovilizado en repuestos

TBMP = Trabajo de mantenimiento preventivo

TBMC = Trabajo de mantenimiento correctivo

HEXT = Horas extras del personal de mantenimiento

PROD = Productividad del personal de mantenimiento

TFAC = Tasa de frecuencia de accidentes

TGAC = Tasa de gravedad de los accidentes.

DISP = Disponibilidad

MATRIZ RAM (Factores de Riesgo)

RELACIÓN DE COSTOS (Costo de Mantenimiento vs. Costo del Equipo)

2.6.2 Factor de Riesgo

El factor de riesgo del equipo se puede definir como la probabilidad de que una amenaza se materialice por medio de la consecuencia, probabilidad y exposición; afectando de manera económica, ambiental, personales e imagen corporativa.

Figura 17. Matriz RAM

CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD				
Personas	Economica *	Ambiental	Imagen de la Empresa		A	B	C	D	E
					No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en nuestra Empresa	Sucede varias veces por año en nuestra Empresa	Sucede varias veces por año en la refinería
Una o mas Fatalidades	Catastrofica > \$10M	Masivo	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad Permanente	Grave \$1M a \$10M	Mayor	Nacional	4	L	M	M	H	H
Incapacidad Temporal > 1 dia	Severo \$100K to \$ 1.0 M	Localizado	Regional	3	N	L	M	M	H
Lesion Menor (sin auxilios)	Importante \$10K to \$100K	Menor	Local	2	N	N	L	L	M
Lesion Leve (1ros auxilios)	Marginal < \$10K	Leve	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna Lesion	Ninguna	Ningun Efecto	Ningun Impacto	0	N	N	N	N	N

El factor de riesgo se determina a partir de una matriz que evalúa los riesgos por medio de la consecuencia y la probabilidad, la matriz es llamada Matriz RAM; esta contribuye en la generación de una porción valiosa de información de criticidad de los equipos, lo cual permite al equipo mantenedor evaluar comparativamente las frecuencias de ocurrencia de las fallas, con las consecuencias que traen las mismas en todos los niveles (económico, personal, ambiental e imagen de la empresa) para la compañía.

La figura 17 muestra una matriz RAM típica, la cual es utilizada por grandes empresas, particularmente para refinerías de petróleos, razón por la cual se someterá a la adecuación de esta matriz para implementarla en la empresa del sector de la construcción.

2.6.3 Adecuación de la Matriz RAM

La adecuación de la matriz RAM a las necesidades de la empresa se basa en la parte de las consecuencias, en donde se procedió a realizar un análisis de producción, pues se considera que este es uno de los factores más significativos en cuanto a riesgos, sin embargo, no hay que descartar los demás factores;

aunque se considera que se cumple las mismas condiciones para todas las industrias, es decir que estos factores (personal, ambiental y reputación) son igualitarios en todos los casos para todas las industrias.

Análisis de Producción

Es de suma importancia el análisis económico de producción para la buena selección y gestión del mantenimiento ya que de una u otra forma se convierte en un pilar para toda empresa e industria, el control de utilidades contra los costos de los equipos evaluando en este análisis muchos factores que generan un cuestionamiento de parte de la alta gerencia de la compañía así como también al equipo de operaciones y producción, entre las preguntas tenemos:

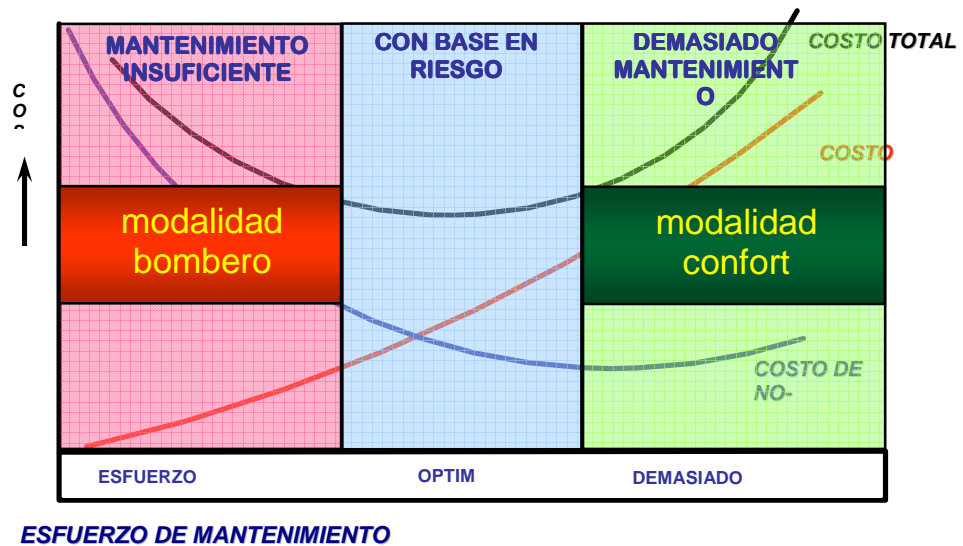
- Que consecuencias económicas genera la parada funcional de un equipo.
- Vale la pena invertir cierto capital para el mantenimiento de un equipo.
- Que tanto produce un equipo.
- Cuanto se gasta la compañía.

Siendo las preguntas anteriores las de más relevancia e importancia para realizar el análisis y además se encuentran directamente conectadas con la gestión de activos. La figura 18 muestra las curvas típicas de costos de mantenimiento.

El equilibrio es el punto intermedio para el mantenimiento óptimo combinado con la disponibilidad. El análisis de producción debe ser claro para encontrar el equilibrio, los costos de operación de los equipos y las utilidades obtenidas por la operación de los mismos.

Figura 18. Mantenimiento Efectivo en costo

Mantenimiento Efectivo en Costos



El análisis se realiza a través de los resultados financieros del año anterior (2006) pronosticando para este año el plan de mantenimiento, evaluación y control del mismo.

3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PROMOTORA MONTECARLO VIAS LTDA.

Para poder desarrollar un plan de mantenimiento es indispensable conocer las características básicas de los equipos, su tipo, descripción, fabricante, fecha de fabricación, tamaño, capacidad, velocidad de operación en general todos los datos que brinden un conocimiento a fondo de las máquinas.

Con estos datos, y los datos históricos de operación y trabajos, se podría desarrollar una herramienta computacional que permitiera el fácil acceso a los registros de los equipos, labores y problemas que estos han tenido a lo largo del tiempo, así como posibles problemas recurrentes; las herramientas informáticas permiten un sinnúmero de posibilidades para la programación, planeación y manejo de alto nivel de los controles que se deben llevar día a día en los departamentos de mantenimiento.

Hay que aclarar que el estado actual del mantenimiento está en sus inicios dado que se está desarrollando según los criterios de mantenimiento sugeridos por el fabricante acorde a la garantía de los equipos y de acuerdo a los requerimientos de las máquinas. No se ha desarrollado un cronograma de mantenimiento, ya que el que se realiza se basa en una inspección subjetiva por parte del encargado de las máquinas.

Para poder desarrollar un plan de mantenimiento se deberá hacer una inspección a los equipos, el uso y su ubicación.

3.1 RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS:

La tabla 2 nos muestra el listado de los equipos que intervienen en el proceso de movimiento de material, hay que aclarar que el número anterior se refiere solo a

una forma de cuantificar los equipos y de ninguna manera es el orden de importancia que estos tienen en el proceso.

En esta parte se identificara los actores del proceso.

Tabla 2. Equipos que intervienen en el proceso de construcción vial

LISTA DE EQUIPOS	
No	Equipo
1	Mula
2	Volqueta
3	Carrotanque
4	Camioneta
5	Irrigador Asfalto
6	Retroexcavadora
7	Motoniveladora
8	Cargador de llanta
9	Minicargador
10	Rodillo Tandem
11	Cilindro propulsado
12	Terminadora de Asfalto
13	Compactador de llantas
14	Buldózer

3.2PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este formato es el que registra de forma general los mantenimientos de todos los equipos de la empresa, tanto los de transporte como los de construcción.

La primera columna del formato registra el equipo al cual se le esta programando el mantenimiento, para manejo del planeador y el jefe de equipos.

La segunda columna muestra el tipo de mantenimiento a ejecutar, el tipo de mantenimiento hace referencia al periodo o frecuencia de los mantenimientos y el mantenimiento en si, por tanto es una guía para el conocimiento de los jefes del tiempo aproximado que durara fuera de servicio el equipo.

La tercera columna, separada en tres filas, muestra:

- 1- P, programado
- 2- E, ejecutado
- 3- Fecha, la fecha de ejecución.

Las siguientes columnas registran el kilometraje u horas de operación a los que se han programado los mantenimientos, esto se debe a que los equipos de transporte se basan en los kilómetros recorridos y la maquinaria pesada en las horas trabajadas, pero los equipos de transporte (tracto camiones y volquetas) también registran las horas de operación, por lo que se pueden utilizar ambas formas de programación. Al programar basado en las horas de trabajo y en los kilómetros se puede ser lo bastante preciso para programar todo un año por adelantado, ya que se requieren un numero XXX de horas o kilómetros para los diferentes tipos de mantenimientos y por tanto solo un trabajo correctivo puede crear una disrupción en este arreglo.

3.2.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA PROMOTORA MONTECARLO VÍAS LTDA.

Equipos de Transporte

Tabla 3

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceites Comprobar nivel solución Comprobar tensión de las correas Revisar Fugas o daños	limpiar indicador de obstrucción Examinar Tuberías Limpiar respiradero motor	Lavar el motor Ajustar crucetas y tuercas Examinar amortiguadores Comprobar presión del combustible Comprobar bomba de agua Apretar espárragos de las llantas	Reponer aceite (1/4 de galón) cambiar filtro de combustible limpiar filtro de aire (máx. 3 veces) cambiar filtro de agua
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
Lubricación del chasis Chequeo nivel de fluidos Chequeo engranaje de dirección Lubricación de ejes Cambiar filtro centrifugo cambiar aceite de motor y filtros	Cambio de lubricantes eje trasero Revisar sistema eléctrico Revisar frenos Revisar suspensión Lubricación articulaciones Lubricación ejes Revisar llantas	Chequeo de rodamientos de ruedas Cambio del aceite de la caja Mantenimiento General Limpiar sistema de refrigeración Verificar buen estado de vidrios	Reemplazo filtro de combustible Lavado de la maquina Cambio de filtro de aire Cambiar mangueras limpiar inyectores y calibrar bomba revisar y reemplazar bomba de agua Cambiar indicadores Alinear dirección verificar liquido refrigerante

COMPACTADOR DE LLANTA

Tabla 4

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Drenar tanque de combustible Revisar filtro de aire Revisar Sistemas	Comprobar tensión correas Comprobar nivel sistema hidráulico Revisar baterías	Revisar llantas Revisar dirección Revisar mangueras	Cambiar el aceite Cambiar filtros Probar frenos Revisar planetario Revisar transmisión
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
Revisar sistema eléctrico Comprobar liquido de frenos Revisar sistema hidráulico	Cambiar aceite de la transmisión Cambiar aceite del planetario Revisar gatos hidráulicos	Limpiar strainer Cambiar liquido refrigerante Lubricar uniones y muñones Cambiar aceite hidráulico	Cambiar filtro de aire Drenar y limpiar liquido refrigerante Cambiar filtro de combustible Revisar mandos Revisar fusibles Revisar e inflar llantas Revisar nivel de agua / rellenar

TRACTOR DE ORUGAS

Tabla 5

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANTAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Revisar nivel aceite hidráulico Revisar filtro de aire Revisar Sistemas	Revisar luces Comprobar nivel sistema hidráulico Revisar baterías Lubricar conexiones desgarrador Revisar aceite del rodillo		Cambiar el aceite Cambiar filtros Revisar correas alternador y poleas Probar frenos Comprobar mando final
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
Cambiar filtro de sistema hidráulico Lavar desfogue de carter Comprobar tensor hidráulico Lavar strainer Lavar filtros combustible Revisar cadenas	Apretar pernos estructura Cambiar aceite de tren de potencia Cambiar el aceite del mando final	Calibrar válvulas de motor Revisar rotocoils Cambiar aceite del sistema hidráulico Cambiar agua / refrigerante	Cambiar filtro de aire Drenar y limpiar liquido refrigerante Cambiar filtro de combustible Cambiar cadenas Revisar Mandos Cambio de baterías Revisar o cambiar puntas y desgarrador Cambiar aceite de tren de fuerza

CARGADOR DE LLANTAS

Tabla 6

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANTAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Revisar strainer		Lubricar cojinetes de brazos y cuchara Revisar nivel de aceite hidráulico Revisar nivel aceite hidráulico Revisar nivel liquido de baterías	Cambiar el aceite y filtros Lubricar cilindros Comprobar Nivel aceite de diferenciales Revisar y ajustar correas y ventilador Lubricar ventilador
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
Cambiar filtros hidráulicos Revisar frenos de servicio Limpiar desfogue Lavar tapa tanque combustible Cambiar filtro de transmisión	Cambiar aceite transmisión y diferencial Lubricar cojinetes eje motriz Lubricar cojinete de bastidor Lubricar eje de levas del freno Lubricar juntas universales Drenar tanque de combustible	Revisar y ajustar válvulas Cambiar liquido refrigerante Lubricar palancas de control Lubricar cojinetes ruedas delanteras Cambiar aceite hidráulico, revisar mangueras y limpiar strainer Revisar nivel aceite dirección	Cambiar filtro de aire Drenar y limpiar tanque de combustible Cambiar filtro de combustible Inspeccionar rotulas de cilindro Revisar cuchillas Revisar fusibles Revisar y ajustar frenos de servicio Inspeccionar precleaner de aire

RODILLO TANDEM

Tabla 7

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANTAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Drenar tanque de combustible Revisar freno de caliper Revisar Sistemas	Comprobar nivel aceite bomba Revisar/cambiar filtros hidráulicos Limpiar screens sistema hidráulico Revisar rodamientos de los rodillos	Revisar baterías/ cambiar agua	Cambiar el aceite Cambiar filtros Comprobar Nivel aceite del swing Revisar y ajustar correas y ventilador Lubricar ventilador
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
	Revisar bombas de agua Lubricar caliper Limpiar boquillas de agua Revisar sistema eléctrico	Ajustar y engrasar caliper de freno Cambiar liquido refrigerante Cambiar aceite de la bomba Revisar pivote central Cambiar aceite hidráulico, revisar mangueras y limpiar strainer Cambiar filtro de aire	Cambiar correas de ventilador Revisar nivel liquido refrigerante Limpiar screen de agua Limpiar boquilla de agua Revisar cableado eléctrico Revisar filtros de aire

CILINDRO PROPULSADO

Tabla 8

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANTAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Drenar tanque de combustible Revisar filtro de aire Revisar Sistemas	Revisar pivote de giro Comprobar nivel sistema hidráulico Revisar baterías Lubricar el sistema de swing Revisar aceite del rodillo		Cambiar el aceite Cambiar filtros Comprobar Nivel aceite del swing Revisar planetario Revisar transmisión
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
	Cambiar aceite del hub Cambiar aceite del rodillo Cambiar aceite de la transmisión Cambiar aceite del carrier Cambiar aceite del eje del housing Cambiar aceite del planetario	Limpiar strainer Cambiar liquido refrigerante Lubricar uniones y muñones Engrasar sistema de swing Cambiar aceite hidráulico, revisar mangueras y limpiar strainer	Cambiar filtro de aire Drenar y limpiar liquido refrigerante Cambiar filtro de combustible Ajustar swing (pivote central) Revisar Mandos Revisar fusibles Revisar e inflar llantas Revisar nivel de agua / rellenar

TERMINADORA DE ASFALTO

Tabla 9

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Drenar tanque de combustible Revisar filtro de aire Lubricar rodillos de esteras	Revisar pivote de giro Lubricar rueda motriz Revisar baterías Lubricar compuertas Lubricar control de espesor	Lubricar motor Lubricar caracol Lubricar rodillos orugas	Cambiar el aceite Cambiar filtros Revisar correas Lubricar mandos Lubricar eje de vibración
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
Revisar motores de traslación Revisar motores de conveyor Tensar cadena de esteras	Revisar orbitrol Revisar sistema eléctrico Revisar cilindros hidráulicos Revisar tanque hidráulico Revisar sistema hidráulico	Limpiar strainer Cambiar liquido refrigerante Lubricar uniones y muñones Engrasar mesa de compactación Cambiar aceite hidráulico, revisar mangueras y limpiar strainer	Cambiar filtro de aire Drenar y limpiar liquido refrigerante Cambiar filtro de combustible Verificar nivel de cilindro de embrague Revisar Mandos Revisar fusibles Cambiar cadenas Revisar nivel de agua / rellenar

RETROEXCAVADORA

Tabla 10

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Drenar tanque de combustible Lubricar brazo Revisar Sistemas	Comprobar nivel aceite bomba Comprobar nivel sistema hidráulico Revisar baterías Lubricar el sistema de swing Lubricar brazo		Cambiar el aceite Cambiar filtros Comprobar Nivel aceite del swing Revisar y ajustar correas y ventilador Lubricar ventilador
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
Cambiar filtros hidráulicos Limpiar screen Limpiar defogues Revisar refrigerante, añadir Lavar tapa tanque combustible Limpiar strainer tanque comb. Revisar cinturón silla, si aplica		Revisar y ajustar válvulas Cambiar líquido refrigerante Cambiar aceite de la bomba Engrasar sistema de swing Cambiar aceite hidráulico, revisar mangueras y limpiar strainer	Cambiar filtro de aire Drenar y limpiar líquido refrigerante Cambiar filtro de combustible Ajustar freno del swing Revisar mandos finales Revisar fusibles Ajustar orugas fuera de 1 a 1-1/2 pulgadas Inspeccionar precleaner de aire

MOTONIVELADORA

Tabla 11

MANTENIMIENTO A DIARIO O 10 HORAS	MANTENIMIENTO B SEMANTAL O 50 HORAS	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS O 100 HORAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel refrigerante Drenar tanque de combustible Lubricar zapatas	Lubricar escarificador Lubricar cojinetes de oscilación Lubricar cojinetes de inclinación Lubricar varilla de inclinación de ruedas Lubricar pivotes de dirección y cilindro	Lubricar rotula de barra de tiro Revisar nivel de aceite hidráulico Lubricar pivote de articulación superior Revisar nivel liquido de baterías	Cambiar el aceite y filtros Lubricar cilindros Comprobar Nivel aceite de diferenciales Revisar y ajustar correas y ventilador Lubricar ventilador
MANTENIMIENTO E 3 MESES O 500 HORAS	MANTENIMIENTO F 6 MESES O 1000 HORAS	MANTENIMIENTO G 1 AÑO O 2000 HORAS	A NECESIDAD
Cambiar filtros hidráulicos Lubricar juntas de mando Limpiar desfogue Lubricar articulación inferior Lavar tapa tanque combustible Cambiar filtro de transmisión Revisar juego cojinetes Lavar coladores transmisión	Cambiar aceite transmisión y diferencial Revisar secador de aire, cambiar	Revisar y ajustar válvulas Cambiar liquido refrigerante Lubricar caja mando del circulo Lubricar cojinetes ruedas delanteras Cambiar aceite hidráulico, revisar mangueras y limpiar strainer	Cambiar filtro de aire Drenar y limpiar tanque de combustible Cambiar filtro de combustible Inspeccionar rotulas de cilindro Revisar cuchillas Revisar fusibles Revisar y ajustar frenos de servicio Inspeccionar precleaner de aire

IRRIGADOR ASFALTO

Tabla 12

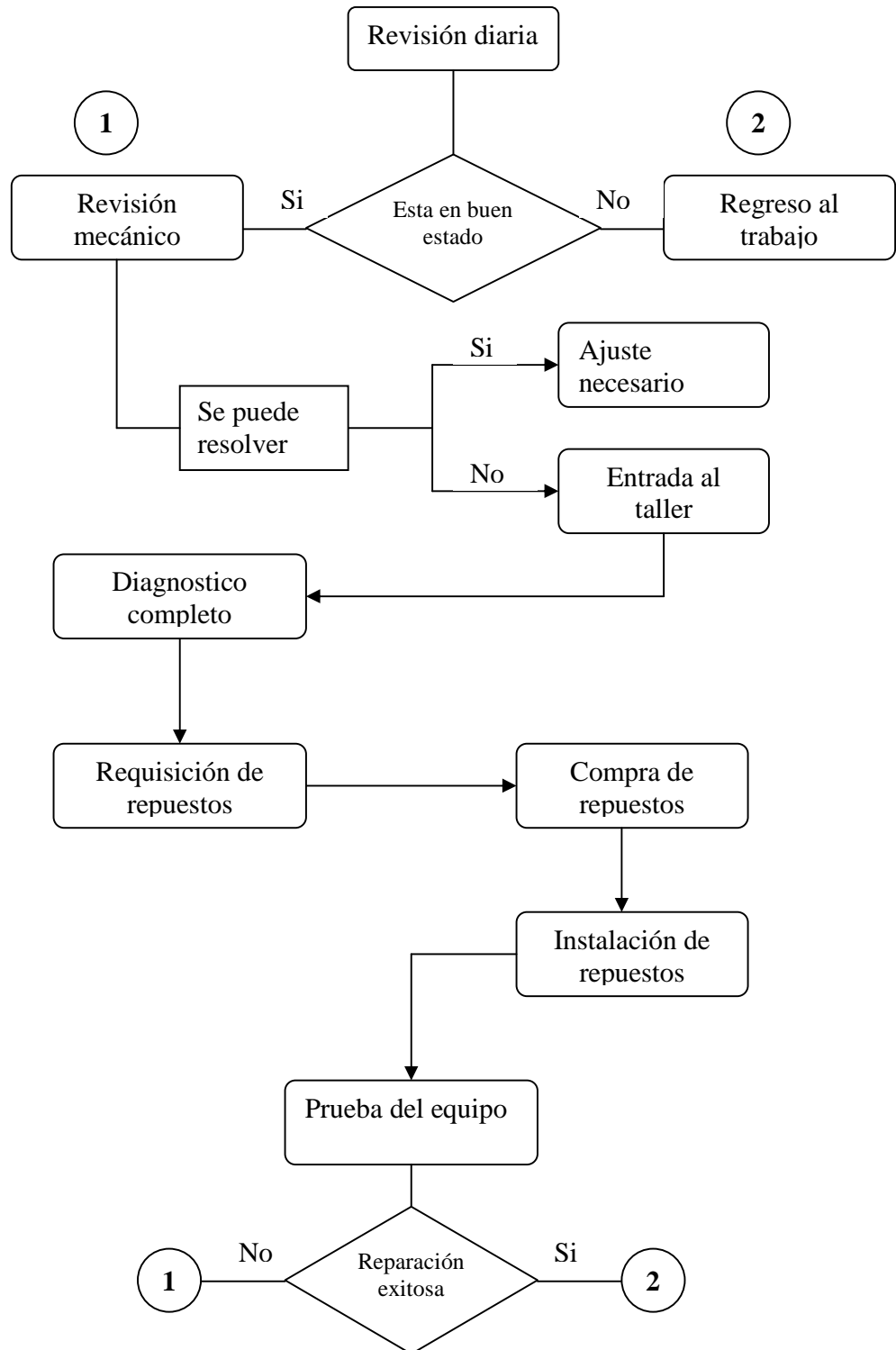
MANTENIMIENTO A DIARIO	MANTENIMIENTO B SEMANAL	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel solución enfriadora Comprobar tensión de las correas Revisar Fugas Revisar Sistemas	Comprobar nivel de liquido refrigerante Examinar mangueras comprobar nivel de liquido de freno comprobar nivel liquido dirección	Lavar el motor Ajustar elementos móviles Examinar amortiguadores Comprobar presión del combustible Comprobar bomba de agua	Cambiar el aceite Cambiar filtros Limpiar Turbo cargadores Verificar liquido refrigerante
MANTENIMIENTO E 3 MESES	MANTENIMIENTO F 6 MESES	MANTENIMIENTO G 1 AÑO	A NECESIDAD
Lubricación del chasis Chequeo nivel de fluidos Cambio de aceite del motor Reemplazo de filtros de aceite Lubricación de ejes Pedal de embrague	Cambio de lubricantes eje trasero Cambio de aceites del diferencial Revisión de ajuste elementos de unión	Chequeo de rodamientos Cambio del aceite de la caja Mantenimiento General	Reemplazo filtro de combustible Lavado de la maquina Engrasar Revisar fugas tanque de asfalto Revisar boquillas de irrigación Limpiar tanque de asfalto

CARRO TANQUE

Tabla 13

MANTENIMIENTO A DIARIO	MANTENIMIENTO B SEMANTAL	MANTENIMIENTO C 2 SEMANAS	MANTENIMIENTO D BIMESTRAL O 250 HORAS
Comprobar nivel aceite motor Comprobar nivel solución enfriadora Comprobar tensión de las correas Revisar Fugas Revisar Sistemas	Comprobar nivel de liquido refrigerante Examinar mangueras comprobar nivel de liquido de freno comprobar nivel liquido dirección	Lavar el motor Ajustar elementos móviles Examinar amortiguadores Comprobar presión del combustible Comprobar bomba de agua	Cambiar el aceite Cambiar filtros Limpiar Turbo cargadores Verificar liquido refrigerante
MANTENIMIENTO E 3 MESES	MANTENIMIENTO F 6 MESES	MANTENIMIENTO G 1 AÑO	A NECESIDAD
Lubricación del chasis Chequeo nivel de fluidos Cambio de aceite del motor Reemplazo de filtros de aceite Lubricación de ejes Pedal de embrague	Cambio de lubricantes eje trasero Cambio de aceites del diferencial Revisión de ajuste elementos de unión	Chequeo de rodamientos Cambio del aceite de la caja Mantenimiento General	Reemplazo filtro de combustible Lavado de la maquina Engrasar

3.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO



4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

4.1 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Para determinar la codificación de los equipos se utilizan los siguientes datos:

- Ubicación.
- Clase de equipo
- Consecutivo

A continuación se analizará y se pondrá en marcha cada uno de los ítems.

4.1.1 Ubicación

Para este tipo de maquinaria no aplica el ítem de ubicación debido a que estos equipos están en continuo movimiento.

4.1.2 Clase de equipo

Se refiere a la labor que desempeña el equipo dentro de una función determinada (Ver anexo A).

Tabla 14 Clasificación de equipos

CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS	
Equipo	Código función
Transporte (Mula, Volqueta, Camión, Camioneta)	ET
Irrigador Asfalto	EA
Retroexcavadora	PH
Motoniveladora	MN
Cargador de llantas y mini cargador	CL
Carro tanque	CT
Rodillo Tandem	RT
Cilindro propulsado	CP
Terminadora de Asfalto	TA
Compactador de llantas	AP
Bulldózer	TO

4.1.3 Consecutivo

Es la cantidad de equipos de una misma clase que posee o ha tenido la empresa, vale la pena aclarar que esta lista solo tiene los equipos de la seccional Cartagena

4.1.4 Codificación Final

Teniendo en cuenta los pasos anteriores podemos hablar de una codificación general por ejemplo:

ET-326

Donde el primer término corresponde a la clase o a su función que desempeña dentro del proceso y el segundo es el consecutivo o cantidad de equipos que posee la empresa de la misma clase.

Tabla 15. Codificación final de equipos

No	Equipo	Clasificación	No	Equipo	Clasificación
1	Mula	ET-119	18	Cargador de llanta	CL-055
2	Volqueta	ET-235	19	Cargador de llanta	CL-059
3	Volqueta	ET-248	20	Cargador de llanta	CL-060
4	Volqueta	ET-260	21	Rodillo Tandem	RT-018
5	Volqueta	ET-274	22	Rodillo Tandem	RT-035
6	Volqueta	ET-275	23	Rodillo Tandem	RT-037
7	Volqueta	ET-380	24	Cilindro propulsado	CP-011
8	Carrotanque	CT-022	25	Cilindro propulsado	CP-012
9	Camioneta	ET-440	26	Cilindro propulsado	CP-021
10	Camioneta	ET-446	27	Terminadora Asfalto	TA-015
11	Irrigador de Asfalto	EA-012	28	Terminadora Asfalto	TA-021
12	Retroexcavadora	PH-055	29	Compactador Llanta	AP-018
13	Motoniveladora	MN-016	30	Compactador Llanta	AP-021
14	Cargador de llanta	CL-033	31	Compactador Llanta	AP-022
15	Cargador de llanta	CL-037	32	Compactador Llanta	AP-023
16	Cargador de llanta	CL-046	33	Bulldózer	TO-020
17	Minicargador	CL-053	34	Bulldózer	TO-021

4.2 FICHA TÉCNICA PARA LOS EQUIPOS

Es en esta donde se consignan los datos más importantes del equipo como:

- marca del vehículo
- modelo
- tipo
- serie del equipo
- marca del motor
- serie del motor
- tipo de llantas
- aceites utilizados
- repuestos más utilizados (filtros, refrigerantes, etc.)
- dimensiones
- mantenimientos.

Estos datos aquí colocados son de uso continuo por parte del operador y los encargados del mantenimiento de la maquina.

Esta ficha debe estar siempre a la mano, para cuando sea menester información referente al equipo.

Las fichas técnicas se utilizan dado que es mas fácil manejar un solo elemento que contenga toda la información importante de un equipo que utilizar toda la bibliografía que existe para el mismo (manuales del operador, manuales de reparación, guía de repuestos, etc.) por el mismo hecho se entrega la información en un lenguaje accesible para todos los usuarios y evita errores o perdida de tiempo al evitar palabras técnicas o interpretaciones confusas por parte de personas no calificadas (aunque es de notar que es preferible que quien maneje la información tenga algún conocimiento del equipo sobre el que consulta).

Ver Anexo D.

4.3 HOJA DE VIDA EQUIPOS

La hoja de vida del equipo es donde se consignan los trabajos que se le han realizado a un equipo en orden cronológico, de tal forma que se puedan saber todo lo que se ha realizado a la maquina sin tener que revisar formatos individuales u ordenes de trabajo especificas, con todo consignado es fácil hacer seguimiento de los resultados obtenidos por las diferentes reparaciones o mantenimientos preventivos, ya que si ocurre una falla, se puede revisar el historial y saber si previamente ya se había generado una entrada por las mismas causas lo que indicaría un problema no resuelto o una mala reparación; la hoja de vida de un equipo también consigna los traslados que este haya sufrido debido a su trabajo o a un cambio de base de trabajo.

Para efectos de presupuesto la hoja de vida nos informa de los repuestos que se han utilizado en el equipo con lo que se puede hacer un programa basado en la frecuencia con la que se consumen y ajustar los gastos que se programen en un tiempo dado.

Para seguimiento administrativo y de referencia también se registran los encargados del equipo en cada una de las entradas que se hacen, de tal forma que siempre se puede encontrar al responsable del equipo en el momento de las reparaciones o traslados, quien realiza los traslados y quien es el mecánico encargado de las reparaciones así como el operador en activo.

Estos datos son para manejo de referencia y acceso rápido a información que esta registrada en otro tipo de formatos como son los reportes diarios de equipo y en los soportes de reparaciones realizadas en talleres. Ya que no es necesario buscar en cada uno de ellos por una parte de la información lo que

podría tardar horas o días según la fecha de referencia y por tanto permite ahorrar muchísimo tiempo utilizable en otros menesteres.

Ver anexo B.

4.4 REPORTE DIARIO DE EQUIPOS

Este es una hoja donde se consigna el día a día de los equipos.

El inicio del formato consigna el tipo de equipo que se está utilizando, el número de identificación del mismo relativo a la empresa propietaria y el operador que lo opera en el momento (que no es necesariamente el asignado) el número de horas trabajadas o el kilometraje recorrido (número con el que inicia y número con el que finaliza)

Se consigan luego el trabajo que desempeño y la cantidad de material movilizado así como un pequeño cronograma que tiene el fin de mostrar el tiempo dedicado a cada labor del día; luego se consignan los tiempos de trabajo totales, los de espera, los de reparación, si los hubo, y los de traslado cuando el equipo ha sido movido de su ubicación de trabajo. El formato registra los combustibles y los aceites utilizados a lo largo del día, así como cualquier reparación que haya podido ocurrir no importando si ha tenido lugar en el sitio o en taller; como una alerta ante posibles problemas se registran fallas detectadas por los operadores, y observaciones pertinentes a la máquina. En este formato deben estar consignadas las firmas de los responsables del equipo para certificar que la información fue recibida.

Ver Anexo C.

4.5 INGRESO DE EQUIPO A TALLER

Es la hoja donde se consignan las reparaciones programadas de los equipos en taller (propio o externo).

En su parte superior se consigna el tipo de equipo, su número de referencia, las horas o kilómetros a los que es ingresado y si es un equipo de transporte, las placas del cabezote y trailer (si es un tracto camión). Aquí también se coloca el número de páginas de las que consta el reporte si se necesita más de una.

El formato propiamente dicho empieza con una columna de numero, la cual especifica el consecutivo de trabajos realizados (el formato se puede utilizar para varias reparaciones que no estén relacionadas pero ocurran en el mismo periodo).

La segunda columna consigna la fecha de entrada del equipo, mientras que la tercera y cuarta describen el problema por el que se ingreso a taller y el diagnostico del mecánico sobre el problema encontrado (no necesariamente coinciden los problemas presentados con la causa).

La quinta columna consigna la fecha de salida del equipo del taller y la sexta columna registra la firma del operador al recibir la maquina con lo que afirma su consentimiento acerca de la finalización del trabajo.

El respaldo del formato presenta una serie de columnas referentes a la reparación en si del equipo, siendo la primera columna el consecutivo de las diferentes reparaciones a las que se ha visto sometido el mismo.

La segunda columna es la de reparaciones efectuadas, en ella se debe describir que reparación se hizo, y en que sistema del equipo.

La tercera columna, responsable, registra quien fue el encargado de la reparación, esto con el fin de seguimiento para los casos cuando se presenta re-trabajo.

La cuarta y quinta columna se relacionan; la cuarta columna, repuesto, debe contener el nombre del repuesto utilizado de forma que cualquier persona pueda saber que se utilizó para una reparación específica; la quinta columna, referencia, registra las referencias de los repuestos cuando estos son originales, ya que las casas manufactureras tienen una referencia para cada repuesto de un equipo específico, con esto se evita usar un repuesto equivocado.

La sexta columna, proveedor, es donde se debe anotar a que distribuidor se le compro el repuesto, para que en caso de necesidad cualquiera pueda conseguir el repuesto y no se detenga una reparación.

La séptima y última columna, es en la cual se registra la fecha de ejecución específica de cada una de las reparaciones, para los casos donde una reparación o procedimiento se extiende y, por tanto, se tenga la duración de estos registrada.

Ver Anexo E.

4.6 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Debido a que la empresa no posee los datos precisos en materia de mantenimiento de sus equipos, no se puede poner en práctica todos los ítems anteriormente mencionados, pero si se puede comenzar a implementar cierta teoría, para que en un futuro se puedan desarrollar todos los indicadores

4.6.1 Matriz RAM

La Matriz de Evaluación de Riesgos constituye una herramienta útil que ayuda a trazar procedimientos y objetivos estratégicos relacionados con los riesgos e interpretar en términos de niveles de riesgos tolerables las actividades de riesgo en la empresa.

La matriz esta dividida en dos secciones la primera son las consecuencias y la segunda las probabilidades; cuando se va analizar los posibles riesgos se deben tener en cuenta los ámbitos personales, económicos, ambientales e imagen de la empresa.

Si una misma situación puede recibir varias calificaciones siempre se tomará la más riesgosa.

Luego se utilizará las siguientes fórmulas para analizar la producción promedio de un equipo

$$1. \text{ Utilidad Mensual (UM)} = \text{KRC} \times \text{CV} \times \text{VMT} \times \text{NV}$$

$$2. \text{ Costo Mensual (CS)} = \text{GC} + \text{CP} + \text{CSB} + \text{CB}$$

Donde:

- KRC : Carga o Kilómetros recorridos con carga
- CV: Capacidad de equipo
- VMT: valor metro cúbico cortado o transportado
- NV: Número de viajes
- GC: Gastos por combustible
- CP: Costos Peaje
- CSB: Costo salario Básico Operador
- CB: Costo Bonificaciones por viajes.

Tabla 16. Ventas y utilidad Promotora Montecarlo

VENTAS Y UTILIDAD			
	Año	Mes	Día
Producción netas	240.480.000.	20.040.000	668.000
Utilidad Bruta	156.312.000	13.026.000	434200

Bajo los criterios de utilidad bruta mensual se caracterizan las consecuencias económicas de la siguiente manera para un equipo en particular:

Tabla 17 Consecuencias económicas Promotora Montecarlo

CONSECUENCIAS ECONOMICAS		
Criterio	Porcentaje económico	Valor en pesos
Catastrófica (5)	40%	5.210.400
Grave (4)	25-40%	3.256.500 a 5.210.399
Severo (3)	15-25%	1.953.900 a 3.256.499
Importante (2)	1-15%	130.260 a 1.953.899
Marginal (1)	-1%	- 130.259

Después de analizar los riesgos económicos la matriz RAM resulta:

Tabla 18 Matriz RAM Promotora Montecarlo Vías Ltda.

MATRIZ RAM PROMOTORA MONTECARLO VIAS LTDA									
CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD				
Personas	Económica	Ambiental	Imagen de la empresa		A	B	C	D	E
Una muerte	Catastrófica	Masivo	Internacional	5	B	M	M	A	MA
Incapacidad Permanente	Grave	Mayor	Nacional	4	N	B	B	M	A
Incapacidad Temporal	Severo	Localizado	Regional	3	N	N	B	M	A
Lesión Menor	Importante	Menor	Local	2	N	N	N	B	M
Lesión leve	Marginal	Leve	Interno	1	N	N	N	N	B
Ninguna lesión	Ninguna	Ninguno	Ninguno	0	N	N	N	N	N

Tabla 19 Codigo de colores

- A = No Ha ocurrido en la industria
- B = Ha ocurrido en la industria
- C = Ha ocurrido en la empresa
- D = Ha ocurrido varias veces al año
- E = Ha ocurrido varias veces al mes

Código de colores		
	MA	Muy Alta
	A	Alta
	M	Media
	B	Baja
	N	Ninguna

4.6.2 Factor de Utilización:

La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado. El factor de utilización están definidos a partir de tres criterios que dependen de las horas de utilización del equipo por semana o por duración del proyecto o tramo, estas son:

Tabla 20 Denominaciones

DENOMINACIÓN DE UTILIZACIÓN		
Denominación		Tiempo en Horas semanales
A	Alto	44 a 25
M	Medio	24 a 10
B	Bajo	9 a 0

Tabla 21 Factor de utilización

FACTOR DE UTILIZACION					
Equipo	Factor de utilización	Impacto en el Proceso	Equipo	Factor de utilización	Impacto en el Proceso
Mula	B	Bajo	Cargador de llanta	M	Bajo
Volqueta	A	Alto	Mini cargador	B	Bajo
Carrotanque	A	Alto	Rodillo Tandem	M	Bajo
Camioneta	A	Bajo	Cilindro propulsado	M	Medio
Irrigador Asfalto	M	Alto	Terminadora de Asfalto	M	Medio
Retroexcavadora	M	Medio	Compactador de llantas	M	Medio
Moto niveladora	M	Alto	Buldózer	A	Alto

4.6.3 Equipos Críticos

Con base a los análisis anteriores se pueden determinar que los equipos críticos en Promotora Montecarlo Vía son las Volquetas y el irrigador de Asfalto.

CONCLUSIONES

Como se ha visto, Promotora Montecarlo es una empresa de ingeniería la cual posee una amplia diversidad de equipos propios para la construcción y desarrollo de la infraestructura vial. En su departamento de equipos no se cuenta actualmente con una estructura de mantenimiento preventivo incurriendo en desperdicio de horas hombre y capital.

Dada la carencia de registros previos, se tomaron indicadores de gestión para cuantificar el posible impacto económico, ambiental o social, que puede acarrear un accidente, por medio de una matriz RAM. El buen manejo de los indicadores de mantenimiento permite proyectar de manera realista los costos, para poder realizar los presupuestos de funcionamiento, cuidado y reparación de los equipos, de manera que cuando estos eventos lleguen a tener lugar, ya hayan sido contemplados y sean un punto más en el programa planeado.

El plan de mantenimiento, fue necesario aplicarlo a cada uno de los equipos que componen la flota de trabajo de la empresa, debido a que sus sistemas constitutivos no son semejantes. Por tanto, se desarrollaron planes preventivos para cada equipo según su tipo, con lo que cada grupo de equipos cuenta con un plan específico. El plan de mantenimiento es un pilar de soporte necesario para poder llevar de manera correcta los controles, que facilitan el óptimo funcionamiento de los equipos, de forma que cumplan los objetivos que tiene en la empresa, de producir más ganancias a menor costos y obtener la acreditación de la norma de calidad. Por medio del seguimiento a los equipos críticos, se podrá actuar ante algún indicio falla, para evitar el paro del equipo y la repercusión de estos en el proceso de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

- Asturio Baldin, Luciano Frianetto, Antonio Roversi, Francesco Turco – Manual de mantenimiento de instalaciones industriales – Versión castellana de la 3ª edición italiana – Ed. Gustavo Gili, Barcelona, España, 1982 – ISBN: 84-252-1131-X
- Börge Idhammar – Maintenance & Reliability – Ed. Idhammar Forlag AB, Södertälje, Suecia, 1986 – Publicado en Uruguay por UNIT, 1989 – ISBN: 91-970632-1-5
- Diccionario el pequeño Larousse Ilustrado, décima edición, ediciones Larousse, 2004
- Ing. Adolfo Kunsch Oelkers – Mantenimiento – Ed. Oficina de publicaciones UDELAR, Montevideo, Uruguay, 1979
- La productividad en el mantenimiento industrial, Dounce Villanueva, Enrique México, D.F: CECSA, 1989
- Morrow, L.C. Manual de mantenimiento industrial: organización, Ingeniería mecánica, eléctrica, química, civil; México D. F. CECSA, 1974
- www.plant-maintenance.com
- www.mt-online.com
- www.datstream.net

ANEXOS
ANEXO A

Tracto-camión

Es un vehículo que puede unirse a una cama baja o cama alta para transportar maquinaria, y unido a un volco puede transportar material desde las canteras hasta la vía. Entre los dos tandems traseros se encuentra la quinta rueda, la cual permite el acople entre los distintos elementos de tiro (Ver figura 19).

Figura 19. Mula



Volqueta

Vehículo de transporte, el cual posee un volco para transporte de material y un sistema hidráulico el cual permite el descargue del material por una puerta trasera al elevar un cilindro hidráulico. El volco del equipo es permanente y puede variar en su longitud (Ver figura 20).

Figura 20. Volqueta



Carro tanque

Este es un vehículo como la volqueta que posee un tanque cerrado en lugar de un volco, en que transportan todo tipo de líquidos, desde agua a combustible según la necesidad del momento (Ver figura 21).

Figura 21. Carro tanque



Camioneta

Vehículo de transporte pequeño que sirve para transportar mercancías o herramientas a los diferentes lugares de trabajo (Ver figura 22).

Figura 22. Camioneta



Irrigador de Asfalto

Camión pequeño que lleva un tanque en la parte de atrás en forma de cilindro que sirve para transporte de asfalto líquido. Va equipado con una bomba de irrigación para expulsar el asfalto líquido a través de boquillas en la vía a pavimentar (Ver figura 23).

Figura 23. Irrigador de Asfalto



Figura 24. Retroexcavadora

Retro-excavadora

Maquinaria de construcción que se mueve por medio de orugas metálicas y posee un brazo articulado movido por cilindros hidráulicos de alta presión, con el que realiza los movimientos de tierra o los cargues de vehículos (Ver figura 24).



Figura 25. Moto niveladora

Moto niveladora

Maquina para nivelación de terraplenes, articulada en la mitad y que posee una cuchilla de acero con la cual extiende el material a ser nivelado o con la que corta el material existente para desprenderlo (Ver figura 25).



Figura 26. Cargador

Cargadores de llantas

Equipo pesado para cargue de vehículos de transporte, es todo terreno para acceder a fuentes de material en condiciones de explotación difíciles, esta equipado con un balde de carga con el que se carga el material extraído (Ver figura 26).



Figura 27. Minicargador

Mini cargador

Este es una versión más pequeña del cargador de llantas, pensado para trabajos en las ciudades donde el cargador de llantas, por su tamaño y peso, no podría laborar. Ejecuta la misma labor de este último (Ver figura 27).



Figura 28. Rodillo Tandem

Rodillo Tandem

Equipo para la compactación de tierras o pavimentos, esta equipado con dos rodillos en tandem que vibran mediante la acción de motores hidráulicos, con lo que se compacta el material (Ver figura 28).



Figura 29. Cilindro propulsado

Cilindro Propulsado

Este es un equipo para compactación de tierras y pavimentos, de menor capacidad que el rodillo tandem, esta equipado con llantas además de un rodillo, sirve para sello de grietas en el material (Ver figura 29).



Terminadoras de Asfalto

Equipo para pavimentar vías, tiene una plancha equipada con cadenas de arrastre que recogen el material depositado por las volquetas y lo llevan hasta un tornillo que lo distribuye uniformemente, luego lo apisona con una plancha vibratoria para darle el acabado final (Ver figura 30).

Figura 30. Terminadora de Asfalto



Compactadores de llantas

Equipo para sellado de grietas en el acabado final del pavimento, equipado con una serie de llantas, el número de las cuales puede variar según el tamaño del equipo (Ver figura 31).

Figura 31. Compactador de llantas



Tractor de orugas

Este es un equipo para explotación de canteras y remoción de suelos, es bajo y pesado para poder trabajar en pendientes muy pronunciadas sin volcarse. Está equipado con una pala para arrastre de material y una punta para separar el suelo compacto (Ver figura 32).


Figura 32. Buldózer




ANEXO B

	PROMOTORA MONTECARLO									CÓDIGO		
	PROGRAMACIÓN MANTENIMIENTO PREVENTIVO									VERSIÓN		
										FECHA		
Página ____ de ____												
EQUIPO	TIPO MANTENIMIENTO	P/E	Hora y/o Km. Mantenm	Próximo Manten	Próximo Manten	Próximo Manten	Próximo Manten	Próximo Manten	Próximo Manten	Próximo Manten	Próximo Manten	
		P										
		E										
		Fecha										
			P									
			E									
			Fecha									
			P									
			E									
			Fecha									
		P										
		E										
		Fecha										
			P									
			E									
			Fecha									
			P									
			E									
			Fecha									

ANEXO C

	PROMOTORA MONTECARLO		Código:		
	REPORTE DIARIO DE EQUIPO		Versión:		
			Fecha:		
FECHA _____		FRETE / PLANTA _____			
EQUIPO _____		OPERADOR _____		Nº INTERNO / PLACA _____	
HOROMETRO <input type="checkbox"/>	KILOMETRAJE <input type="checkbox"/>	INICIAL _____	FINAL _____		
HORAS EQUIPO		TOTAL HORAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS POR LA MAQUINA		CANTIDAD (M3)
INICIO	FIN				
TOTAL HORAS					
TIEMPO DE LA MAQUINA			SUMINISTRO COMBUSTIBLES Y ACEITES		
HORAS TRABAJANDO		A.C.P.M.	GL	GRASAS	LBS
HORAS REPARACION		ACEITE 140	GL	GASOLINA	GL
HORAS MANTENIMIENTO		ACEITE 50	GL	GAS	LBS
HORAS TRASLADO		ACEITE 90	GL	FRENOS	1/4S
HORAS DISPONIBLE		HIDRAULICO	GL		
REPORTE DE FALLAS O PROBLEMAS DEL EQUIPO					
REPARACION O MANTENIMIENTO REALIZADO EN DETALLE				RESPONSABLE	
RELACION DE REPUESTOS					
DETALLE			CODIGO/REF	CANTIDAD	
OBSERVACIONES					
FIRMA DEL OPERADOR	FIRMA DEL INSPECTOR DE OBRA	FIRMA RESIDENTE OBRA / JEFE PLANTA	FIRMA DEL MECANICO	FIRMA DEL INGENIERO EQUIPOS	
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	

ANEXO D

 PMV <small>INGENIEROS CONSTRUCTORES</small>	PROMOTORA MONTECARLO			Código:	
	FICHA TECNICA DE EQUIPO			Versión:	
				Fecha:	
MAQUINA	CODIGO INTERNO			PLACA	
SERIE	MODELO			AÑO	
MOTOR	SERIE MOTOR			ARREGLO	
CAPACIDAD DE LOS TANQUES (GL)					
ACEITE MOTOR	TRANSMISION		HIDRAULICO	ACPM	
DIFERENCIAL DELANTERO		TRASERO		GAS	
ELEMENTOS DE CONSUMO					
FILTRO MOTOR	_____			MOTOR	_____
FILTRO HIDRAULICO	_____			HIDRAUL.	_____
FILTRO AIRE	1º _____	2º _____		TRANSMI.	_____
FILTRO AGUA	_____			CAJA	_____
FILTRO TRANSMISION	_____			SERVO	_____
FILTRO BYPASS	_____			GRASA	_____
OTRO	_____			OTRO	_____
LLANTAS				CARACTERISTICAS EQUIPO	
CANTIDAD	TIPO DE LLANTAS	TAMAÑO	PRESIÓN		
				POTENCIA	
				PESO	
				CAPACIDAD	
DOCUMENTOS					
Nº TARJETA DE PROPIEDAD _____				LARGO	
Nº REGISTRO DE CARGA _____				ALTO	
				ANCHO	
MANTENIMIENTO A Diario (10 horas)	MANTENIMIENTO B Semanal (50 horas)	MANTENIMIENTO C Quincenal (100 horas)	MANTENIMIENTO D Mensual (250 horas)		
MANTENIMIENTO E Bimestral (500 horas)	MANTENIMIENTO F Semestral (1000 horas)	MANTENIMIENTO G Anual (2000 horas)	A NECESIDAD		

