

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA
EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE VIAS ASFALTICAS

WILLIAM ENRIQUE CARDENAS CUBIDES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA
EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE VIAS ASFALTICAS

WILLIAM ENRIQUE CARDENAS CUBIDES

Monografía de Grado presentada como requisito para
optar el título de Especialista en Gerencia de
Mantenimiento

Director: Francisco Ortega
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004

A Nubia Patricia mi esposa por el apoyo continuo que siempre me ha ofrecido para el logro de este objetivo.

A mi futuro hijo.

A mis padres.

A Dios.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

Al Dr. Carlos Manrique Van Damme, por brindarme sus conocimientos sobre los procesos genéricos de mantenimiento y construcción de vías, su apoyo y visión para la aplicación de un nuevo modelo de mantenimiento en su empresa.

A la Universidad Industrial de Santander por habernos brindado la oportunidad de ampliar nuestros horizontes y nuestro desarrollo personal.

A CROMAS S.A. por su apoyo en el desarrollo de mi trabajo cotidiano permitiéndome ahondar en la práctica de la función de mantenimiento.

William Enrique Cárdenas Cubides

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	1
1. EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE VIAS	3
1.1 SITUACION ACTUAL	3
1.2 MATERIAL UTILIZADO EN LA CONSTRUCCION DE VIAS	7
1.3 CARACTERISTICAS DE LAS VIAS ASFALTICAS	8
1.4 ORGANIZACIÓN	9
1.5 EQUIPOS	11
1.5.1 Retroexcavadora de orugas	12
1.5.2 Cargadores de Llantas	12
1.5.3 Equipos de acarreo de material	12
1.5.4 Equipos de trituración	14
1.5.5 Planta de asfalto	17
1.5.6 Recicladora	18
1.5.7 Carrotanque de agua	19
1.5.8 Motoniveladora	19
1.5.9 Vibrocompactador de rodillos	21
1.5.10 Terminadora asfáltica	22
1.5.11 Compactador de llantas	22
1.5.12 Carrotanque irrigador	23
1.6 RELACION DE LOS EQUIPOS EN CADA PROCESO	24
2. PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO	26
2.1 MANTENIMIENTO	26
2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	27
2.3 APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	27
2.4 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO	28
2.5 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO	29
2.6 MODELOS DE GESTION DE MANTENIMIENTO	30
2.6.1 Mantenimiento correctivo	30
2.6.2 Mantenimiento preventivo	31
2.6.3 Mantenimiento predictivo	33
2.6.4 Mantenimiento productivo total	35
2.6.5 mantenimiento centrado en confiabilidad	36

2.7 PLANEACION DEL MANTENIMIENTO	37
2.8 PROTECCION DEL OPERADOR Y LA MAQUINA	39
2.8.1 Capacitación del operador y prácticas de operación	40
2.8.2 Modificaciones a las maquinas	41
2.8.4 Protección de la maquina	41
2.8.5 Prevención de incendios	42
2.8.6 Normas de seguridad	42
2.8.7 Reducción de ruidos	43
2.9 SISTEMAS DE INFORMACION EN MANTENIMIENTO	43
3. ORGANIZACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	45
3.1 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA	45
3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE ATENCION DE FALLAS EN MANTENIMIENTO	47
3.3 DIAGNOSTICO	47
3.4 PLAN ESTRATEGICO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	49
4. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	51
4.1 SISTEMA DE INFORMACION	51
4.1.1 Elementos del sistema de información	52
4.1.2 Codificación para los diferentes equipos	66
4.2 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	67
4.3 ORGANIZACIÓN DEL AREA DE MANTENIMIENTO	70
4.4 INDICADORES DE GESTION	71
4.4.1 Evaluar la situación	71
4.4.2 El esfuerzo invertido	72
4.4.3 Cumplimiento general de trabajo	73
4.4.4 Fallas y problemas repetitivos	73
4.4.5 Control de reparaciones pendientes	73
4.4.6 Evaluación de registros	74
4.4.7 Predecir el futuro	74
4.5 CAPACITACION	74
4.6 PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL	77
4.7 SEGURIDAD	79

4.7.1 Objeto y alcance	79
4.7.2 Condiciones generales	79
4.7.3 Reglas de seguridad	79
4.7.4 Aire comprimido	80
4.7.5 Penetración de fluidos	80
4.7.6 Información sobre el asbesto	80
4.7.7 Refrigerante	81
4.7.8 Aceites	81
4.7.9 Baterías	82
4.7.10 Prevención contra incendios o explosiones	82
4.7.11 Tuberías y mangueras	82
4.7.12 Neumáticos o ruedas	83
4.7.13 Sistema de frenos	83
4.7.14 Símbolo de advertencia	84
4.8 MEDIO AMBIENTE	84
4.8.1 Intervalos de cambio de aceite	84
4.8.2 Gestión de los aceites usados	85
4.8.3 Tratamientos de los filtros usados	88
5. CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de las construcciones	4
Figura 2. Clasificación de las plantas de asfalto	6
Figura 3. Capacidad instalada de plantas de mezcla	7
Figura 4. Proceso industrial para refinar petróleo	10

Figura 5. Organigrama de empresas constructoras	11
Figura 6. Cargador	13
Figura 7. Equipos de carretera	14
Figura 8. Equipo fuera de carretera	15
Figura 9. Trituradora giratoria	16
Figura 10. Planta de asfalto	18
Figura 11. Recicladora	19
Figura 12. Carrotanque de agua	20
Figura 13. Motoniveladora	20
Figura 14. Vibrocompactador de rodillo	21
Figura 15. Terminadora asfáltica	23
Figura 16. Carrotanque irrigador	24
Figura 17. Secuencia de los equipos en el proceso de construcción de vías	25
Figura 18. Agentes externos	28
Figura 19. Agentes internos	29
Figura 20. Características del mantenimiento correctivo	31
Figura 21. Actividades de mantenimiento preventivo	33
Figura 22. Elementos claves del TPM	36
Figura 23. Proceso de planeación	37
Figura 24. Niveles de planeación	38
Figura 25. Efectos de la planeación en el trabajo	39
Figura 26. Elementos del sistema de información	44
Figura 27. Costos totales de operación	47
Figura 28. Diagrama de atención de fallas	48
Figura 29A. Ficha técnica del equipo	53
Figura 29B. Ficha técnica del equipo	54
Figura 30A. Reporte de inspección	55
Figura 30B. Reporte de inspección	56
Figura 31A. Ficha de mantenimiento preventivo	57
Figura 31B. Ficha de mantenimiento preventivo	58
Figura 32A. Ficha control de mantenimiento	59

Figura 32B. Ficha control de mantenimiento	60
Figura 33. Ficha histórica	61
Figura 34A. Ficha de transporte	62
Figura 34B. Ficha de transporte	63
Figura 35. Ficha solicitud de servicios	64
Figura 36. Ejecución de orden de trabajo	65
Figura 37. Sistema de mantenimiento dinámico	67
Figura 38. Operación de mantenimiento	69
Figura 39. Organización del departamento de mantenimiento	72
Figura 40. Símbolo de advertencia	84

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Características de la evolución del mantenimiento	30
Tabla 2. Aspectos del mantenimiento preventivo	32
Tabla 3. Análisis actual del área de mantenimiento	50
Tabla 4. Indicadores de gestión	75

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE VIAS ASFALTICAS*.

AUTOR: WILLIAM ENRIQUE CARDENAS CUBIDES**

PALABRAS CLAVES: Gestión del Mantenimiento, Organigrama de Mantenimiento, Operación y Mantenimiento de Maquinaria, Sistema de Información, Ordenes de Trabajo, Indicadores.

DESCRIPCIÓN: Este trabajo contempla un modelo de mantenimiento para ser aplicado en empresas constructoras de vías, muchas de estas empresas la mayor parte de sus activos están representados en los equipos, por tal motivo necesitan que siempre estén disponibles para trabajar en las obras; la gran preocupación de estas empresas además de que sus equipos estén disponibles es la ejecución de las obras por que tienen el tiempo tan limitado para realizarlas que si se les vara un equipo es suficiente para que tengan atrasos y corran el riesgo de pagar pólizas de cumplimiento, que además de ser un problema económico también es de imagen, por que quedarían marcadas para futuras licitaciones con entidades del gobierno y estarían en un punto casi de extinción.

Lo que se pretende con esta monografía es proporcionar información sobre la optimización de los recursos tanto humano como material, mostrando las clases de mantenimientos que hay, como se realizan los sistemas de información, como se realiza la planeación y factores que debe tener en cuenta el operado en la operación del equipo.

El objetivo básico que persigue esta monografía es diseñar un modelo de mantenimiento donde se especifique el desarrollo del sistema de información (fichas técnicas, revisiones periódicas, mantenimientos preventivos, historial de los equipos, ficha para transporte y órdenes de trabajo), planeación de mantenimientos, organigrama, indicadores que se pueden llevar, aspectos de seguridad industrial, salud ocupacional y capacitación.

El resultado de este trabajo redundará en la eficiencia y uso apropiado del recurso más valioso que tiene una empresa como es su GENTE.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Francisco Ortega, Ingeniero Civil

SUMMARY

TITLE: I DESIGN OF A MODEL OF MAINTENANCE FOR COMPANIES MANUFACTURERS OF ASPHALTIC ROADS *.

AUTHOR: WILLIAM ENRIQUE CÁRDENAS CUBIDES * *

KEYWORDS: Administration of the Maintenance, Flowchart of Maintenance, Operation and Maintenance of Machinery, System of Information, Job orders, Indicators.

DESCRIPTION: This work a maintenance model contemplates to be applied in companies manufacturers of roads, many of these companies most of her assets is represented in the teams, for such a reason they need them to be always available to work in the works; the great concern of these companies besides that its teams are available is the execution of the works for that you/they have the time so limited to carry out them that if they are beached a team it is enough so that they have back payments and run the risk of paying policies of execution that is also of image for that you/they would be marked for future bids with entities of the government besides being an economic problem and they would be in a point almost of extinction.

What is sought with this monograph is to provide information about the optimization of the resources so much human as material, showing the classes of maintenances that there is, like they are carried out the systems of information, like he/she is carried out the gliding and factors that he/she should keep in mind the one operated in the operation of the team.

The basic objective that pursues this monograph is to design a maintenance model where the development of the system of information is specified (you register technical, periodic revisions, preventive maintenances, record of the teams, registers for transport and job orders), gliding of maintenances, flowchart, indicators that can be taken, industrial safe-deposit aspects, occupational health and training.

The result of this work will redound in the efficiency and appropriate use of the most valuable resource that he/she has a company like he/she is its PEOPLE.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.
Director: Francisco Ortega, Civil Engineer.

INTRODUCCIÓN

Se vive en un mundo que es demasiado dinámico, obligando a que las empresas para ser competitivas inviertan en tecnologías para garantizar una buena producción y una excelente calidad, con esto se obliga a que haya mas participación de directivos y operarios como también de un alto compromiso por las actividades que realizan para poder tener organizaciones dinámicas y flexibles dispuestas a adaptasen a cualquier cambio interno o externo.

Para lograr estos cometidos, es importante que las empresas constructoras en su infraestructura productiva, se encuentren en las mejores condiciones para el desarrollo de proyectos, por ello estas empresas desarrollan políticas de mantenimiento acorde con las políticas y objetivos de las empresas para lograr mantenerse en muy buena posición ante la competencia y proporcionar una gran satisfacción a los clientes quienes son los que hacen que las empresas existan.

El presente trabajo propone un modelo de mantenimiento para ser aplicado en empresas constructoras de vías donde los daños constantes en los equipos, imprevistos y repetitivos, hacen que en muchas ocasiones queden muy mal ante los clientes. Con esta forma de trabajo, se busca una mayor participación de los integrantes de la empresa para lograr que los equipos estén disponibles y confiables en el desarrollo de los proyectos.

Dentro de este escrito se hace una descripción de la situación actual de las empresas constructoras de vías, el material que utilizan y sus

características, se describe como es su estructura organizacional y que equipos entran a ser parte de sus procesos.

Se hace también una descripción de los principios y objetivos del mantenimiento, su evolución, los tipos de mantenimiento, como es un proceso de planeación y la interacción que hay entre operador – maquina.

Se hace un repaso de como es el mantenimiento en la mayoría de las empresas constructoras y se hace un análisis DOFA para el área de mantenimiento.

Por ultimo se hace una propuesta de mantenimiento donde se plantea la forma como se puede tener un sistema de información, como se desarrolla un sistema operativo de mantenimiento, como debe ser el organigrama del área de mantenimiento, que indicadores se deben utilizar para mostrar la gestión de mantenimiento, se describe como puede haber capacitación a un bajo costo, se describen que se debe tener en cuenta e seguridad y salud ocupacional.

1. EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE VIAS

Las empresas constructoras de vías dependen casi por completo de los equipos móviles para poder dar cumplimiento a las diferentes obras que realizan, por la gran inversión que tienen que realizar estas empresas es de vital importancia que los dirigentes, supervisores, mecánicos y operadores conozcan las principales características de cada equipo para buscar una gran optimización de los recursos.

1.1 SITUACION ACTUAL

La situación actual de las empresas constructoras ha venido condicionada por las oscilaciones de actividad del sector. En los últimos años se ha vivido un periodo de escasa actividad lo que ha obligado a las empresas constructoras ha reducir las nominas teniendo como repercusión quebrantos económicos en toda la sociedad, en los dos últimos años se ha reactivado la construcción en general sobre todo lo que es vivienda y construcción de mallas viales lo que ha generado en algunas empresas abundante cartera de obra pero con muchos inconvenientes en el desarrollo de las mismas desde el punto de vista de programación, ejecución y control.

Debido a la fase anterior, para simplificar los problemas dentro de las empresas se recurrió a la subcontratación. Y con esto se paso a una fase en las que muchas de las obras descansaban en la actividad de subcontratistas que, en su mayor parte, eran de nueva creación. Esta nueva forma de trabajar, fundamentalmente basada en la gestión de subcontratistas, ha producido en muchos casos un descenso en el nivel de calidad de la construcción y resulta frecuente que las constructoras, para cumplir con sus compromisos de ejecución de obras con plazos generalmente muy

ajustados, hayan prestado mas atención a la producción que a los aspectos de tipo técnico o de calidad. Muchas veces para las empresas es mas importante no pagar pólizas de incumplimiento que las dejarían marcadas para futuras licitaciones y con un pie en la desaparición que cumplir con las especificaciones técnicas solicitadas.

La situación actual se caracteriza por una importancia creciente de la actividad gestión de subcontratistas, que trae consigo que algunas empresas hayan comenzado a implantar sistemas de aseguramiento de calidad. Tales sistemas (que implican la creación de departamentos de garantía de calidad, la redacción de manuales de calidad, la preparación de procedimientos técnicos y organizativos) valoran no solo los aspectos económicos sino también las capacidades técnicas y la fiabilidad de los subcontratistas en el proceso de contratación y originan una comunicación directa y continua contratista – subcontratista que puede contribuir en una mayor calidad final de obra.

El momento en el que se vive esta originando una proliferación de bajas en las subastas de las obras, en particular en obras civiles. Como es sabido, la adjudicación de una obra con baja muy fuerte genera, durante el proceso de construcción, problemas de plazo y de calidad cuyo balance final es siempre negativo para el propietario.

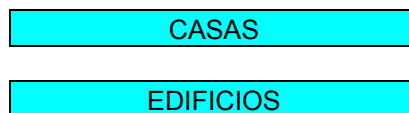
Las empresas constructoras pueden desarrollar gran cantidad de proyectos teniendo como finalidad el aspecto vial, los proyectos que desarrollan aunque tienen un mismo objetivo son totalmente distintos en la ejecución, en el control y en la inversión. En la figura 1 se describen las diferentes construcciones que pueden realizar las empresas.

Figura 1. Clasificación de las construcciones

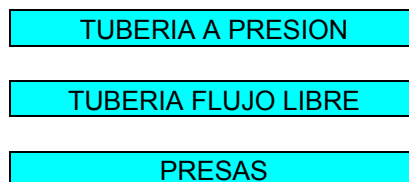
CONSTRUCCIONES DE INFRAESTRUCTURA VIAL



CONSTRUCCIONES ESTRUCTURALES



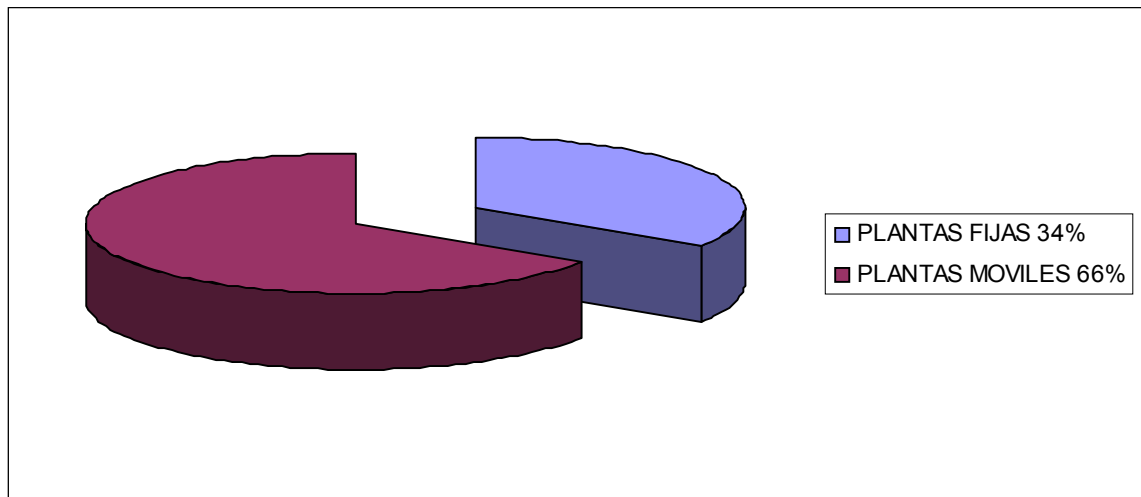
CONSTRUCCIONES HIDRAULICAS



La infraestructura vial de Colombia esta constituida principalmente de concreto asfáltico, lo que demuestra la importancia de la industria productora de mezcla asfáltica en el desarrollo económico de la nación y en el

patrimonio del país. En Colombia existen 135 plantas de mezcla asfáltica en caliente. La capacidad instalada efectiva del inventario nacional de plantas 2002 es de 12.2 millones toneladas anuales, con un presupuesto requerido para satisfacer esta capacidad instalada de \$ 0.87 billones solo mezcla en boca de planta y de \$ 1.15 billones de mezcla colocada y compactada. Esta industria es competitiva a niveles internacionales dentro del Grupo Andino y Centroamérica.

Figura 2. Clasificación de las plantas de asfalto en función de la facilidad de transporte

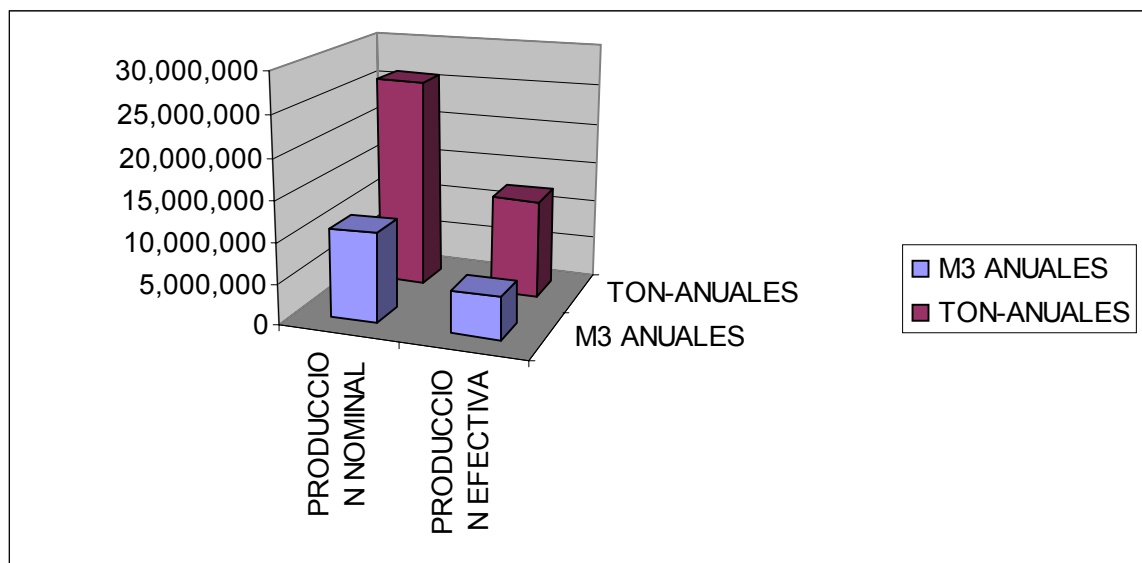


De las 135 plantas inventariadas, 46 plantas son fijas, ósea permanecen en un lugar definido y 89 son plantas móviles es decir presentan facilidad de portabilidad. Aunque la mayor parte de las plantas móviles han tendido a quedarse estacionarias en un lugar determinado, es importante destacar que la mayor parte de ellas cuentan con el equipamiento para transportasen de un lugar a otro.

Según la figura 3 por capacidad instalada se entiende como lo máximo que puede producir una planta de mezcla asfáltica en cierto tiempo determinado,

utilizando plenamente sus recursos productivos (localización geográfica, humedad de los materiales pétreos y edad de la planta). Para las 135 plantas de mezcla asfáltica en caliente la capacidad instalada nominal es de 25.897.191 ton-anuales y la capacidad instalada efectiva es de 12.159.168 ton-anuales. Para el calculo del volumen de capacidad instalada se ha considerado un m3 de mezcla asfáltica compacta con una densidad de 2.35 ton/m3.

Figura 3. Capacidad instalada de plantas de mezcla asfáltica en Colombia



El equipamiento de plantas de mezcla asfáltica existente en Colombia esta sobredimensionado para los actuales niveles de inversión estatal, es decir no hay suficiente inversión en la construcción de la infraestructura vial que cubra costos de producción anual de 135 plantas asfálticas.

1.2 MATERIAL UTILIZADO EN LA CONSTRUCCION DE VIAS

El material primordial que se utiliza es el asfalto que es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes. Como aplicación de estas propiedades el asfalto puede cumplir, en la construcción de pavimentos, las siguientes funciones:

- ◇ Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación.
- ◇ Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos. Igualmente mejora la capacidad portante de la estructura, permitiéndole disminuir su espesor.

Los materiales asfálticos son obtenidos en el proceso de refinación de hidrocarburos (compuestos orgánicos que contienen hidrógeno y carbono), siendo este el producto más pesado. Ver figura 4.

Otro material que es utilizado son los agregados (rocas procesadas), se utilizan para elaborar productos, tales como terraplén de centro duro, asfalto, concreto, mortero y relleno general.

1.3 CARACTERISTICAS DE LAS VIAS ASFALTICAS

- ◇ Es reciclable en un 80%. Este nivel de recuperación es superior al 60% del aluminio y al 29% de los plásticos.
- ◇ Tiene ventajas energéticas y ecológicas, que otro material de construcción no posee, pues su condición de reciclable permite el ahorro de espacio e botaderos y rellenos.

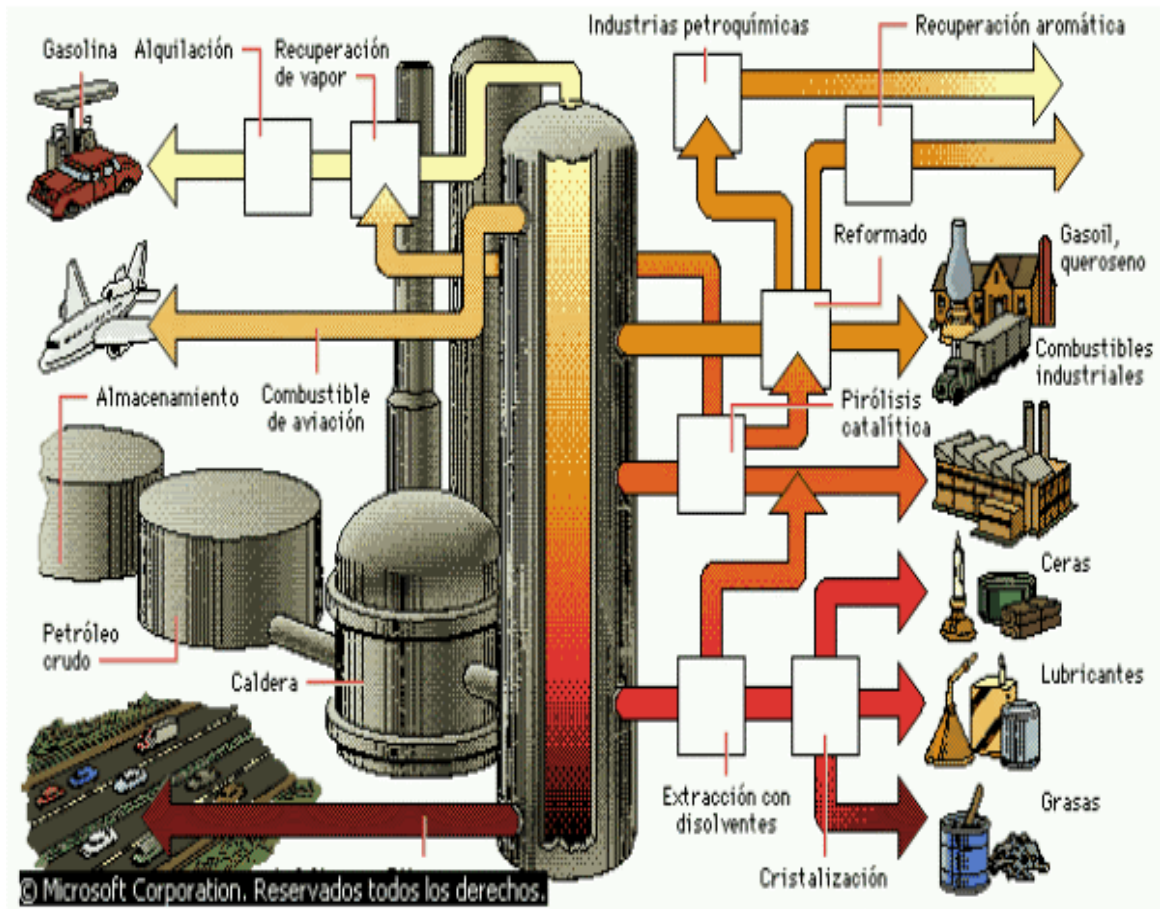
- ◇ El valor inicial de una vía en mezcla asfáltica es un 30% menor que en concreto hidráulico.
- ◇ Los nuevos desarrollos tecnológicos permiten igualar en resistencia y durabilidad los concretos hidráulicos.
- ◇ El mantenimiento de concretos no reciclables, obliga a su desecho total, es decir, mayores costos y perjuicios ecológicos
- ◇ El tiempo de restauración de una vía en concreto hidráulico puede tardar días, en mezcla asfáltica apenas unas pocas horas,
- ◇ La contaminación auditiva por el paso de vehículos, es nueve decibeles menor si el vehículo rueda sobre una superficie en concreto asfáltico que en hidráulico
- ◇ Los países desarrollados prefieren el pavimento asfáltico por la suavidad que ofrece, lo que permite ahorrar hasta un 4.55 en el consumo de combustible.
- ◇ Las empresas productoras de pavimento asfáltico al ser ciento por ciento colombianas generan utilidades que se reinvierten en Colombia y generan empleo a los colombianos.

En el petróleo existen tres grandes categorías: parafínicos (compuestos por parafinas), asfáltico (compuesto por moléculas de naftenos) y de base mixta. Los crudos parafínicos, compuestos generalmente de hidrocarburos saturados, no proporcionan buenos asfaltos para las vías con un proceso simple de refinación; para ello requieren un proceso adicional de oxidación parcial. A diferencia de los crudos parafínicos los de base naftenica, compuestos por hidrocarburos no saturados, son óptimos como gigantes para construcción de carreteras.

1.4 LA ORGANIZACIÓN

Las empresas constructoras llevan a cabo sus estrategias y políticas por medio de organizaciones estructuradas, figura 5, donde combinan y distribuyen las actividades en secciones y departamentos. Estas organizaciones constituidas por hombres con sus correspondientes canales de comunicación e información donde un buen resultado final depende de la integración de sus intereses con los de las empresas.

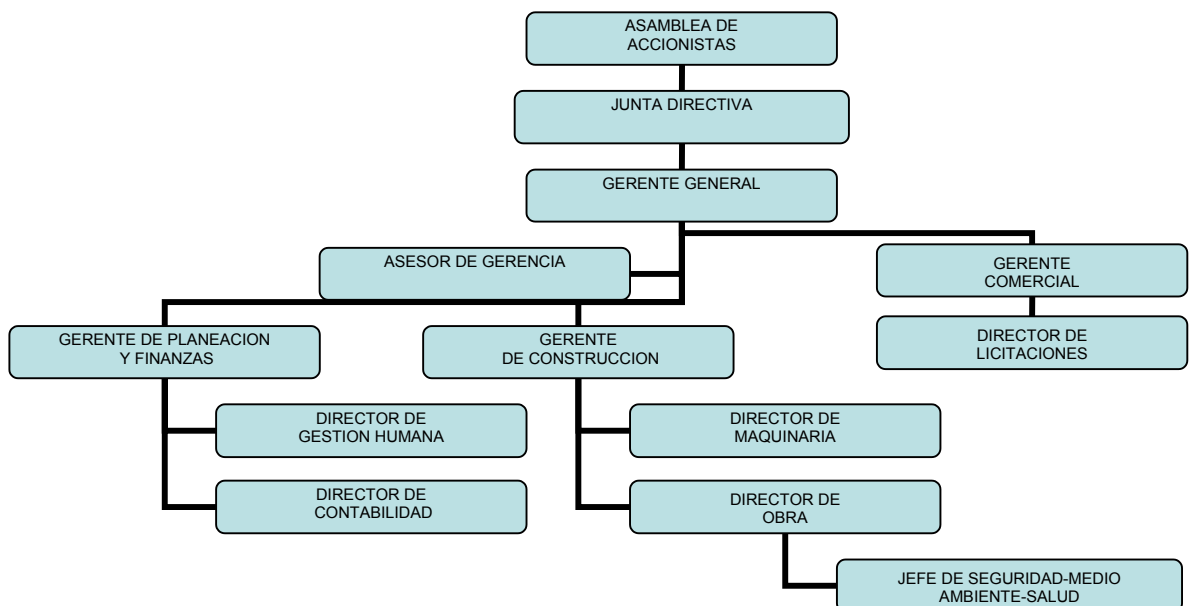
Figura 4. Proceso industrial para refinar el petróleo



Dentro de las organizaciones hay áreas que tienen fuerte dependencia de otras y ningún vínculo con las demás lo que origina que cualquier cambio en una política no es bien entendido ni aplicado por todos. Esto básicamente es consecuencia del desarrollo de obras que se realizan en diferentes partes del país, donde cada obra tiene su gerente el cual trata de aplicar las políticas establecidas por las directrices de cada empresa. Las obras que muchas veces se realizan se ejecutan en zonas rojas donde además de tener la

presión de dar cumplimiento a las especificaciones técnicas contractuales y a tiempos de entrega muy precisos deben tratar con el orden publico lo que genera que el gerente no solo piense en la obra sino también en la integridad física de todos sus trabajadores. En obras que están alejadas del casco urbano se tiende a perder mucho control en la ejecución de las mismas y en los recursos utilizados.

Figura 5. Organigrama de empresas constructoras



1.5 EQUIPOS

En las últimas décadas, los adelantos en la tecnología de ingeniería y el aumento del uso de sistemas hidráulicos han hecho equipos de construcción más versátiles y efectivos, la industria moderna de la construcción depende casi por completo del equipo móvil para su trabajo. Las constructoras utilizan tres grupos de trabajadores que tienen estrecha relación con ese equipo:

dirigentes y supervisores que seleccionan las maquinas de acuerdo a la labor a ejecutar, los operadores que las manejan y los mecánicos que les dan mantenimiento y las reparan.

Los equipos que se utilizan en la construcción de carreteras asfálticas son los siguientes:

1.5.1 Retroexcavadoras de Orugas

La retroexcavadora se utiliza para trabajar por debajo del nivel de las orugas sin cambiar de posición. Se utilizan para excavaciones, incluyendo zanjas, sótano, cimientos, destape de tuberías enterradas y cualquier otro trabajo de excavación en espacios confinados. El uso de la retroexcavadora permite que se aplique a la superficie de excavación una fuerza considerablemente mayor que la de las excavadoras móviles. La estructura del equipo tiene la capacidad de girar 360 grados para excavar en un sitio y enseguida vaciar en otro; estos equipos utilizan cilindros hidráulicos para operar por separado el aguilon y el cucharón.

1.5.2 Cargadores de Llantas

El cargador (figura 6) es una maquina versátil, de auto propulsión, estos equipos poseen un cucharón montado al frente con el cual pueden cavar, agarrar con cucharón, levantar, acarrear y vaciar en unidades de arrastre, depósitos, tolvas, transportadores, y pilas de existencia. Los cargadores tienen un armazón pivotado con el motor montado sobre la ruedas traseras, el pivote proporciona al cargador buenas capacidades de maniobrabilidad; permite que el armazón del frente gire hasta 40 grados a cualquier lado de la posición del frente. Esta característica es muy útil cuando se requiere girar un radio pequeño.

1.5.3 Equipos de Acarreo de Material

Existe una gran variedad de camiones y remolques disponibles para ajustarse a casi cualquier tipo de trabajo. El equipo esta constituido como unidades de acarreo de materiales en carreteras y unidades de transporte fuera de carreteras. El equipo de acarreo de carreteras (figura 7) son vehículos cuyo diseño y fabricación tienen la finalidad de permitir su uso en caminos públicos y como tales están sujetos al registro de vehículos, se utilizan para trasportar materiales de construcción, equipos de construcción, tierra, agregados y cualquier otro material hacia un sitio de construcción y desde el mismo.

Figura 6. Cargador



Las unidades de acarreo fuera de carretera (figura 8) son vehículos cuyo diseño y fabricación tienen la finalidad de excluir su uso en caminos públicos, así que no cumplen con las limitaciones de carreteras y no están sujetos al registro de vehículos, estos equipos se utilizan principalmente para transportar material en distancias de 1 a 8 kilómetros en el sitio.

Figura 7. Equipos de carretera



1.5.4 Equipos de Trituración

La roca se obtiene generalmente mediante dinamitado en canteras; en seguida se transporta al equipo de trituración. La trituradora toma la materia prima y la quiebra en pedazos pequeños. Las trituradoras primarias se

utilizan primero y se pueden fijar a un tamaño máximo de roca requerido. Sin embargo los fragmentos de roca pueden variar del tamaño de fijación máximo hasta polvo. Los fragmentos variantes de la roca entonces se pueden alimentar para una mayor reducción, utilizando trituradoras secundarias, o se pueden cribar y clasificar.

➤ Trituradoras de Quijada

La trituradora de quijada tiene un almacén rectangular con placas de ruptura renovables o placas de quijadas que no tocan el fondo y que están muy distanciadas en la parte del fondo. Una quijada es móvil y la otra es fija; la rotación de un eje hace que la quijada móvil gire inclinándose primero hacia la quijada fija y luego alejándose de ella con un movimiento ligero vertical de fricción.

Figura 8. Equipo fuera de carretera



➤ Trituradoras Giratorias

La trituradora giratoria (figura 9) es un equipo tipo presión cuya cabeza tiene un movimiento giratorio sin rotación. La trituradora giratoria tritura roca a través de un movimiento circular y de rodamiento de una cabeza de trituración de acero endurecido. Durante el movimiento circular y de rodamiento, la cabeza de forma cónica alcanza sucesivamente cada punto del interior de la garganta para desarrollar un rompimiento continuo del material que se reduce de tamaño. La trituradora giratoria se opera mediante engranajes o una transmisión por correas a través de un eje excéntrico.

Figura 9. Trituradora giratoria



➤ Trituradoras de Cilindros

En la trituradora de cilindros el material se tritura entre dos tambores de la masa montados en ejes pesados que giran el uno hacia el otro para estirar la piedra a través de la apertura entre los tambores. Un tambor de la maza generalmente esta fijo y el otro se puede ajustar al tamaño adecuado. Las maquinas mas nuevas usan engranajes de garra o ruedas de hule para mantener los tambores girando a la misma velocidad.

➤ Trituradoras de Martillo

La trituradora de martillo rompe la roca por impacto. Los martillos de rotación rápida golpean la roca mientras estas se deslizan hacia adentro desde el tobogán de la tolva y se arrojan repetidamente contra la placa de la quebradora. Enseguida los martillos a través del barrote. Los pedazos más grandes se regresan a la placa de la quebradora para volverse a triturar. Las aperturas de la rejilla pueden ser del mismo tamaño o de diferentes tamaños, con aperturas angostas cerca de la placa quebradora y más ancha lejos de esta. Algunas aperturas de la rejilla permiten la recolección de la roca triturada de diferentes tamaños. El tamaño del producto (la fineza) después de triturado se determina fijando la placa quebradora en referencia a los martillos, pero el tamaño final del producto recolectado se determina mediante el ajuste de la rejilla.

1.5.5 Plantas de Asfalto

las plantas de asfalto (figura 10) son instalaciones para elaborar el agregado en asfalto este proceso incluye el secado del agregado y la remoción de polvo, cribado del agregado en los tamaños requeridos y la clasificación,

calentamiento del agregado, calentamiento del aglomerante, adición del material del relleno fino, peso, arreglo de lotes y mezcla.

El agregado se lleva de la tolva de alimentación hacia el horno en un transportador. El horno calienta y seca el agregado en un solo paso, enseguida viaja hasta el elevador caliente para cribarse en diferentes tamaños y se almacena temporalmente en pequeñas tolvas calientes. Mientras tanto el aglomerante de alquitrán se calienta en un tanque aislado independiente, ya sea con vapor o con aceite caliente circulando a través de tubos dentro del tanque. Enseguida, el agregado se extrae de las tolvas de almacenamiento y se transfiere a una tolva de peso en las proporciones requeridas hasta que se a pesado suficiente material para producir un tamaño de lote particular; después de pesarse el agregado se vacía, junto al relleno, en la mezcladora (la mezcladora consiste de un tambor de acero que esta equipado con hojas paralelas dobles que giran en sentido contrario con paletas); se agrega el aglomerante y pasa al silo donde la trampa de vaciado se abre y el material se descarga en una volqueta.

1.5.6 Recicladora

La recicladora (figura 11) es una maquina utilizada para la recuperación de caminos, que es un procedimiento que pulveriza y mezcla en el mismo lugar la estructura de un pavimento existente con una cierta cantidad del material natural subyacente para formar una nueva base mejorada de alta calidad.

Las recicladoras disponen de un tambor de fresado que rota en contra del sentido de avance a una velocidad de 100 a 200 revoluciones por minuto. Sobre el tambor están fijados los portaherramientas en las cuales se insertan las puntas (cincales de vástago cilíndrico). Las puntas de estos vástagos consisten de insertos de metal duro que sueltan y granulan el material en las capas fresadas.

Figura 10. Planta de asfalto



Figura 11. Recicladora



1.5.7 Carrotanque de agua

Su función principal suministrar riego de agua para evitar levantamiento de polvo en las vías y proporcionar porcentajes de humedad según requerimientos técnicos (figura 12).

1.5.8 Motoniveladoras

Estos equipos son utilizados para trabajos como perfilado, acabados, recorte de cimientos, recorte de superficie de sub-base en caminos y terraplenes, alisado de paredes en diques lleno de tierra y dar mantenimiento a caminos de acarreo (figura 13).

La característica principal de estos quipos es que poseen una cuchilla que opera hidráulicamente y se puede girar en un círculo de 360 grados.

Figura 12. Carrotanque de agua



Figura 13. Motoniveladora



1.5.9 Vibrocompactadores de Rodillos

La función principal de estos equipos es proporcionar densidades según requerimientos técnicos dependiendo el terreno donde estén trabajando (figura 14).

Estos equipos poseen uno o dos rodillos de acero vibradores accionados por bombas hidráulicas que compactan subbases o asfalto colocado por las terminadoras asfálticas.

Figura 14. Vibrocompactador de rodillo



1.5.10 Terminadoras asfálticas

Las terminadoras asfálticas (figura 15) pueden esparcir y compactar el material dejando una superficie acabada lista para la compactación final mediante rodillos de acero y neumáticos. Estos equipos consisten de dos partes: la unidad de tracción y la unidad emparejadora. La unidad de tracción montada sobre orugas o llantas, sujeta el motor, la transmisión, los controles, la tolva receptora, los alimentadores y barrenas del esparcidor. La unidad emparejadora esta colgada y se remolca de dos brazos largos de nivelación. Consiste de la apisonadora de compactación o unidades del vibrador, el ajustador del grosor, del ajustador del abovedado, los calentadores y la placa de la emparejadora. La barra apisonadora compacta

y empareja el material de compactación, de manera que la placa de la emparejadora se puede pasar suavemente sobre el material que se coloca. La placa de la emparejadora crea una acción de planchado y proporciona una acción de flotación estable en el material colocado.

1.5.11 Compactador de Llantas

Su función principal es darle sellamiento a la mezcla asfáltica para evitar filtraciones de agua en la misma, siempre operan después de trabajar con el vibrocompactador de rodillos.

Estos equipos trabajan con rodillos de neumáticos que son extremadamente flexibles debido a que su esfuerzo de compactación es una combinación de presiones de las ruedas, el tamaño de las ruedas y el peso del compactador. El apisonamiento final debe efectuarse antes de que la temperatura de la mezcla se haya enfriado mas allá del punto especificado.

Figura 15. Terminadora asfáltica



1.5.12 Carrotanque irrigador

La función principal es proporcionar riegos de liga y de imprimación. El irrigador (figura 16) es un tanque de asfalto montado sobre un camión o un remolque, adaptado con bombas, barras rociadoras y controles apropiados para regular la cantidad de asfalto que sale por las boquillas de la barra rociadora; incluye un sistema de calentamiento con base en quemadores de combustible o gas, para mantener el asfalto a la temperatura correcta de aplicación y un accesorio manual de rociado para aplicar asfalto en las áreas que las barras no pueden alcanzar.

Figura 16. Carrotanque irrigador



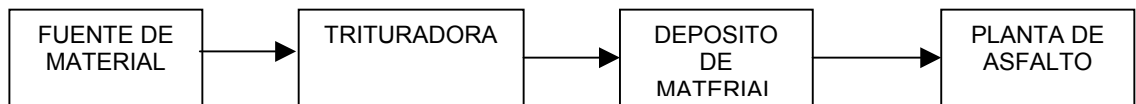
1.6 RELACION DE LOS EQUIPOS EN CADA PROCESO

En la figura 17 se describe la secuencia del trabajo realizado por los equipos en los diferentes frentes.

Figura 17. Secuencia de los equipos en el proceso de construcción de vías

FRENTE No. 1

RETROEXCAVADORA



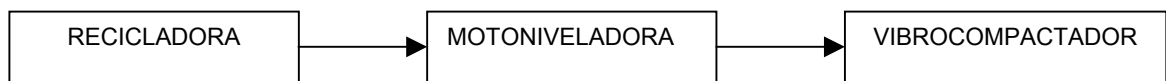
VOLQUETA Y
CARGADOR

CARGADOR

CARGADOR

La retroexcavadora explota el material de un río o cantera, que es movilizado hacia la trituradora por medio de volquetas o cargadores; el material es triturado a diferentes tamaños y apilado al final de cada banda transportadora y luego es transportado a las tolvas de la planta de asfalto para iniciar el proceso de mezcla asfáltica, luego se apila en el silo de la planta para ser despachado en volquetas hacia la vía.

FRENTE No.2

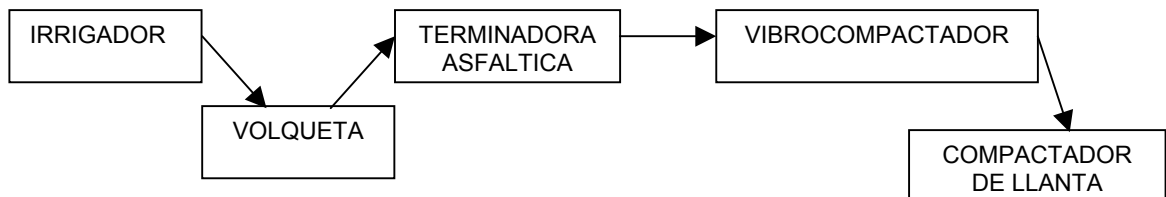


CARROTANQUE

CARROTANQUE

En la recuperación de la vía trabaja la recicladora, para luego dar paso al carrotanque que va humedeciendo el terreno para evitar el levantamiento de polvo, luego trabaja la motoniveladora para nivelar el piso y nuevamente pasa el carrotanque irrigando agua para proporcionar la humedad necesaria para que trabaje el vibrocompactador y establezca la densidad requerida en el terreno, dejándolo listo para aplicar la capa de rodadura.

FRENTE No.3



El tanque va irrigando liga asfáltica para que la mezcla se adhiera al piso, luego llegan las volquetas con el asfalto y descargan el material en la terminadora asfáltica que a su vez va esparciendo la capa de material para formar la capa de rodadura, inmediatamente entra a trabajar el vibrocompactador para establecer la densidad requerida y luego entra a trabajar el compactador de llantas para sellar la carpeta y a su vez evitar filtraciones de agua.

2. PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO

En las últimas décadas, los adelantos en la tecnología de ingeniería y el aumento del uso de sistemas automáticos e hidráulicos han hecho que los equipos de construcción sean mas versátiles y efectivos, pero también requieren de personas especializadas para sus respectivos mantenimientos.

2.1 MANTENIMIENTO

Mantenimiento es el conjunto de acciones, operaciones y actitudes que aseguren que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas a un costo óptimo y en condiciones satisfactorias de calidad, seguridad y protección del medio.

Un concepto que se debe tener bien claro es que no se puede mantener lo inmantenible, o sea aquello que por el grado de deterioro, por haber llegado al fin de su vida útil, o por la explotación indiscriminada sin un mínimo de mantenimiento, o por fallas reiteradas o por una mala practica del sistema de mantenimiento, se consumen todos los recursos y esfuerzos disponibles en reparar lo que continuamente se deteriora y se termina por realizar el mantenimiento del bombero “apaga incendios”. Lo que se debe hacer es detener ese circulo vicioso de rotura y reparación y aplicar la inversión necesaria para restablecer las condiciones lo mas cercanas posibles a las iniciales del equipo; al reestablecer las condiciones iniciales de los equipos y aplicando conceptos modernos de mantenimiento organizado y eficaz y dejar de lado el bomberismo, practica que generalmente es desarrollada por algún caudillo del cual dependía toda la empresa o complejo cuando ocurría el evento desgraciado que lo hacia

revindicarse como el salvador indispensable, para luego desvanecerse hasta la próxima desgracia.

2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

- ◇ Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- ◇ Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- ◇ Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- ◇ Asegurar rápidas reparaciones de emergencia.
- ◇ Maximizar la productividad del equipo existente.
- ◇ Entrenar el personal de mantenimiento.
- ◇ Asesorar y apoyar la adquisición y operación de equipos.
- ◇ Trabajar en equipo con producción para garantizar la calidad del producto terminado.

2.3 APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

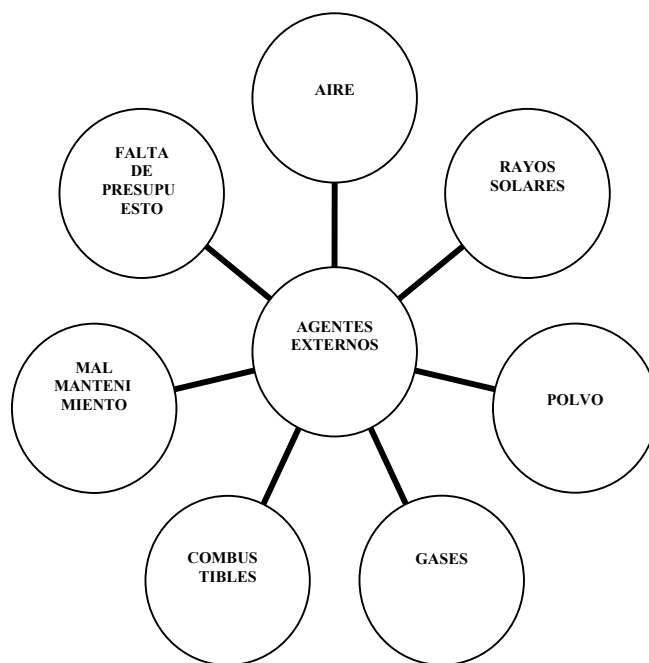
Todos los equipos e instalaciones, están sujetas en mayor o menor grado, a la acción deteriorante de agentes externos (figura 18) o a la acción dañina de los agentes propios internos (figura 19). Conociéndolos y evaluando como cada uno de estos agentes entran a afectar los equipos, se pueden implementar acciones para contrarrestarlos y disminuir su acción sobre los mismos.

El mantenimiento es de gran importancia por que:

- ◇ Es una garantía para la conservación del capital.

- ◇ A mayor automatización se intensifica la planeación y los sistemas de inspección.
- ◇ Los equipos de alta tecnología requieren servicios mas especializados
- ◇ En las grandes series productivas las interrupciones son muy costosas, el cumplimiento de los productos disminuyen los mantenimientos.
- ◇ Los defectos de los equipos se ven reflejados en la calidad del producto.
- ◇ Al efectuar un buen control disminuyen los costos de inventario.
- ◇ Controla presupuestos y reduce costos.
- ◇ Si no se tiene, se llega al punto en que los equipos ya no pueden producir y no se obtendrá capital para renovarlos.

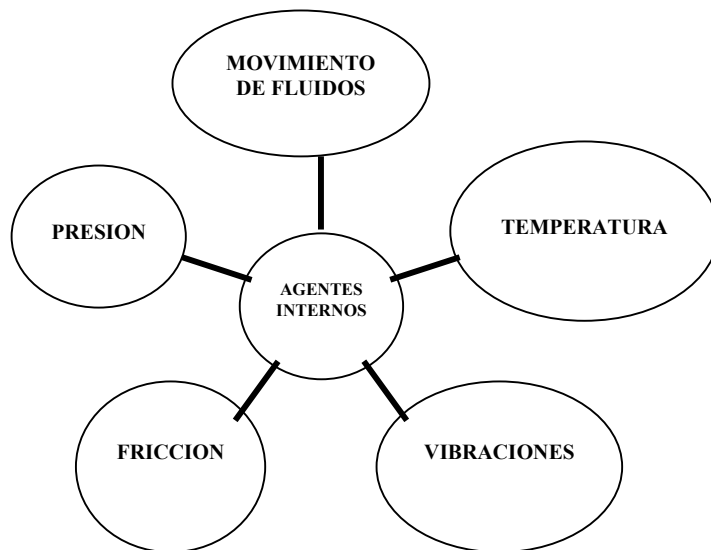
Figura 18. Agentes externos



2.4 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento ha evolucionado a la par de la industria y se ha mantenido muy ligado a las ciencias administrativas de cada época y a sus características del momento. Tabla 1.

Figura 19. Agentes internos



2.5 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

- ◇ Mantenimiento del equipo (equipos, edificios, instalaciones).
- ◇ Inspección y lubricación de equipos.
- ◇ Estudio y ejecución de mejoras.
- ◇ Planeación de construcciones y montajes de equipos nuevos.
- ◇ Ser asesor en compra de nuevos equipos.
- ◇ Operación de equipos.

- ◇ Almacenamiento y protección de materiales.
- ◇ Administración del personal, seguridad y protección del medio ambiente.

2.6 MODELOS DE GESTION DEL MANTENIMIENTO

Gestión del mantenimiento es realizar actividades que tengan como objetivo garantizar la disponibilidad de los equipos a mínimos costos.

En las organizaciones actuales se manejan las siguientes formas de gestión:

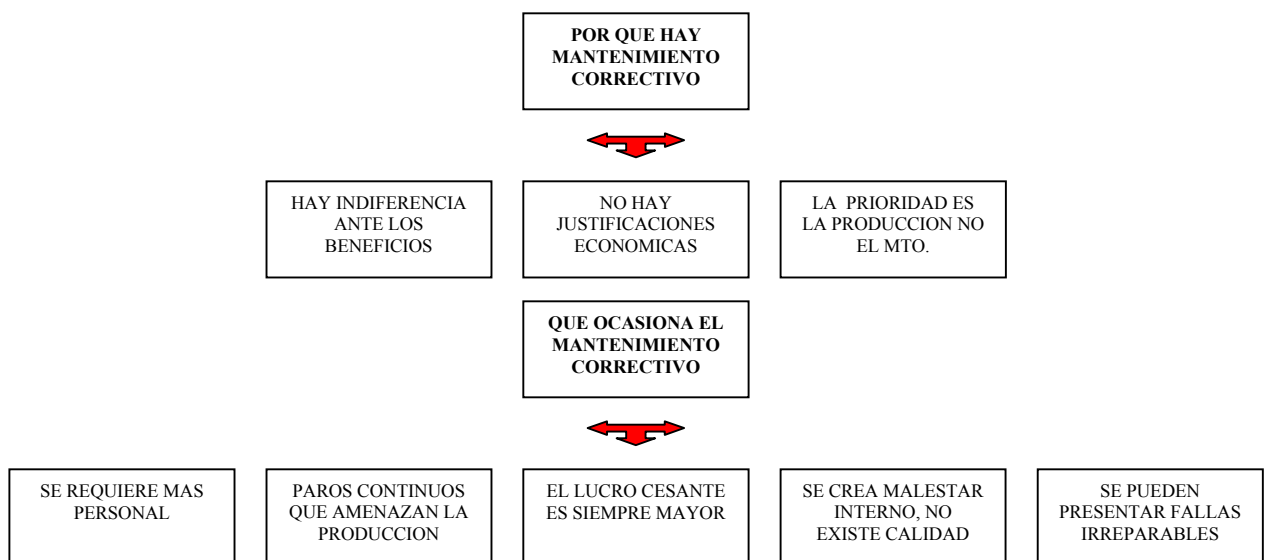
Tabla 1. Características de la evolución del mantenimiento

PRIMERA GENERACION (1930-1950)	SEGUNDA GENERACION (1950-1960)	TERCERA GENERACION (1960-1980)	CUARTA GENERACION (1980-1999)	QUINTA GENERACION (1999-)
Solo existía mantenimiento correctivo.	Inicio el mantenimiento preventivo.	Hay mayor disponibilidad y confiabilidad de los equipos.	Las filosofías de mantenimiento, empieza a tener en cuenta no solo la empresa a la que pertenece sino a otras organizaciones.	Las gestiones del mantenimiento se apoyan en diversas áreas del conocimiento como: la logística, administración y finanzas. Se pone de manifiesto la importancia de establecer estrategias de mantenimiento.
Se llevaban los equipos hasta el punto de falla.	Se incremento la cantidad de maquinaria.	Se trabajan con herramientas estadísticas.	La gestión de mantenimiento se orienta hacia la competitividad.	
Altos consumos de recursos	Habían grandes paradas de planta.	Hay monitoreo continuo de los equipos críticos.		
Altos inventarios	Altos inventarios	Hay planeación en los procesos.		
Gran dificultad en la medición de costos.	Se incremento la disponibilidad del personal	Hay sistemas de información y mejoramiento continuo.		

2.6.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es una **acción**, es el que se realiza únicamente cuando el equipo ya no funciona, se realiza la operación de mantenimiento y se desentiende del equipo hasta que nuevamente vuelva a fallar. El encargado de realizar este mantenimiento es una persona con un muy buen conocimiento del equipo, de las partes susceptibles a fallas y a un diagnostico acertado y rápido de las causas. El convivir con el mantenimiento correctivo (figura 20) puede ocasionar demasiado daño a una organización.

Figura 20. Características del mantenimiento correctivo



2.6.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es una **filosofía**, es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas y paros de producción, es una rápida detección y tratamiento de las anomalías del

equipo antes de que causen defectos o pérdidas. La ejecución del mantenimiento tiene sus repercusiones (tabla 2).

Tabla 2. Aspectos del mantenimiento preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
◇ Mayor vida útil de las maquinas. ◇ Aumenta su eficacia y calidad en el producto. ◇ Hay buena relación beneficio/costo. ◇ Incrementa la disponibilidad. ◇ Aumenta la seguridad operacional. ◇ Incrementa el cuidado del medio ambiente. ◇ El mantenimiento es proactivo. ◇ Las cargas de trabajo son repartidas. ◇ Hay estandarización de los procedimientos. ◇ Disminuyen los inventarios. ◇ Hay integración del área de mantenimiento con las demás.	◇ Costo del accionar preventivo del plan. ◇ Problemas que se crean por los continuos desarmes afectando a los sistemas que de no haberse tocado estarían trabajando. ◇ Limitación de la vida útil de los elementos que se cambiaron. ◇ Un mantenimiento inepto hace que el equipo este expuesto a un daño potencial. ◇ Al haber alta producción el acceso al equipo es muy limitado.

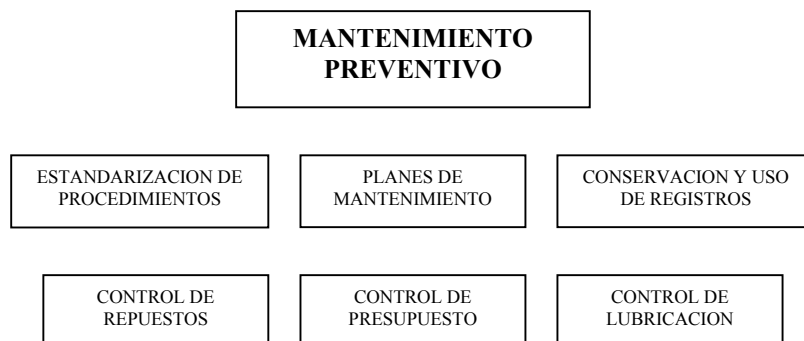
El mantenimiento preventivo consiste en dos actividades básicas; inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. La rutina de mantenimiento diario se considera como

mantenimiento preventivo. Las intervenciones periódicas tienen como objetivo:

- ◇ Inspeccionar y mejorar el estado de la maquinaria.
- ◇ Tomar acción antes de que los costos de las reparaciones sean demasiado altas.
- ◇ Facilitar que las reparaciones se hagan en las mejores condiciones posibles.
- ◇ Evitar el daño de piezas importantes.

En el mantenimiento preventivo se analizan las actividades planeadas de plazo intermedio y largo conducidas por el departamento de mantenimiento (figura 21).

Figura 21. Actividades del mantenimiento preventivo



2.6.3 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es aquel que utiliza datos extrapolados o tendencias para determinar la vida de servicio sin problemas de una maquina, se realiza mediante la utilización de registros. Este mantenimiento es planificado y programado con base en el estado y condición del equipo.

Los métodos constituyen un nuevo tipo de mantenimiento preventivo que usa medición moderna y técnicas de señal de proceso para diagnosticar la condición del equipo durante operación y determinar cuando se requiere mantenimiento.

Los intervalos para el mantenimiento periódico convencional y reexaminación son usualmente decididos determinando el máximo tiempo de operación de las estadísticas de descomposturas y de la inspección visual y ha sido sujeto de largos errores experimentales.

Los tipos de descomposturas a las cuales el mantenimiento predictivo es aplicable, esta limitado a esos equipos a los cuales los cambios, en los parámetros seleccionados previamente son usados para proyectar descomposturas. No es apropiado cuando no hay medio de detectar mal funciones por adelantado, tampoco es apropiado cuando los costos del monitoreo sean mas altos que los costos de operación o que las perdidas de producción.

El mantenimiento predictivo tiene como objetivos los siguientes:

- ◇ Reducir descomposturas y accidentes causados por el equipo.
- ◇ Incrementar los tiempos de producción y operación.
- ◇ Reducir los costos y tiempos de mantenimiento.
- ◇ Incrementar la calidad de los servicios y productos.

Las técnicas aplicadas para el diagnostico de la maquina son las siguientes:

- ◇ métodos térmicos. Incluyen el uso de pintura térmica para dar al equipo una termografía visible de los calentamientos.
- ◇ Monitoreo del lubricante. Monitorea color, oxidación y partículas de metal contenidos en un análisis espectroquímico.

- ◇ Detección de fugas. Fugas de vasos de presión se detectan con ultrasonido o gases halógenos.
- ◇ Detección de fisuras. Son detectados usando un flujo magnético, resistencia eléctrica, ondas ultrasónicas o radiación.
- ◇ Monitoreo de vibración. Choque y pulsos son usados en maquinaria con partes móviles.
- ◇ Monitoreo del ruido. Varios tipos de detectores monitorean a través del ruido que genera.
- ◇ Monitoreo de la corrosión. Las emisiones acústicas y otros métodos son usados para monitorear la condición de los metales.

2.6.4 Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total TPM, es un sistema diseñado para mantener los equipos en el punto de máxima efectividad operativa. Es un mantenimiento preventivo eficaz.

En la aplicación de este mantenimiento no es simplemente que el equipo siga en producción, sino que lo haga de la mejor manera posible.

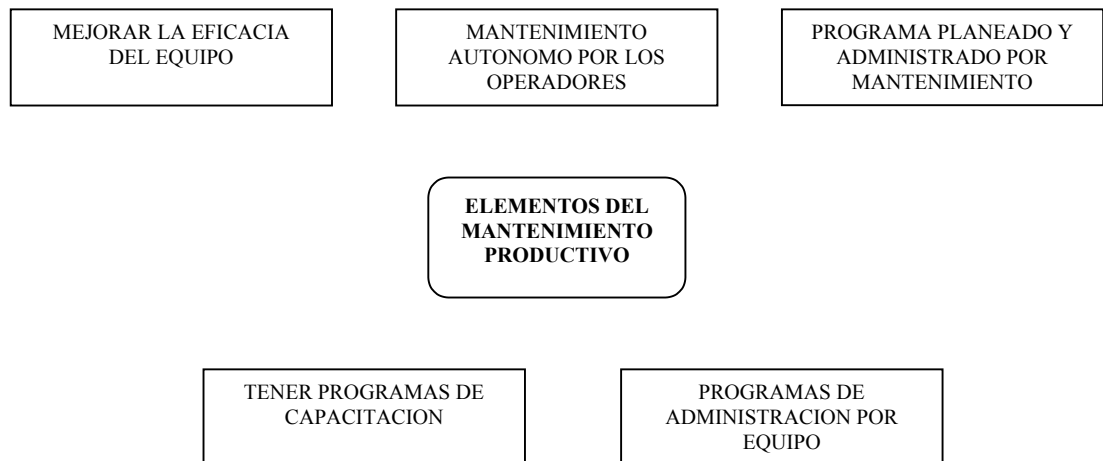
El mantenimiento productivo total busca cumplir los siguientes objetivos:

- ◇ Maximizar la eficacia del equipo.
- ◇ Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo
- ◇ Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen equipo en la implementación del TPM.
- ◇ Involucrar a los empleados de todos los niveles.

- ◇ Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos.

Para introducir TPM en una fabrica, la alta dirección debe incorporar el TPM dentro de las políticas básicas de la compañía y concretar metas , tales como incrementar el periodo de uso del equipo a mas del 80%, reducir las descomposturas en 50% ,etc. Una vez que las metas han sido establecidas cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades de pequeños grupos en el lugar de trabajo, que aseguren el cumplimiento de las metas. En TPM, los grupos pequeños establecen sus propias metas basadas en las metas globales. Los pasos específicos para desarrollar el TPM, deben ser desarrollados por cada compañía, es decir ajustado a sus requerimientos; cumpliendo con los mínimos requerimientos (figura 22) para desarrollar el programa de TPM.

Figura 22. Elementos claves del TPM



2.6.5 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) consiste en un proceso sistemático dirigido a optimizar la confiabilidad operacional y estrategias asociadas de mantenimiento con respecto a los requerimientos operacionales.

El mantenimiento centrado en confiabilidad toma la experiencia de todos los involucrados en la gestión de los activos (diseño, construcción, operación, mantenimiento, contratistas), basados en las funciones de los sistemas y su contexto o medio ambiente operacional, para desarrollar las estrategias de mantenimiento mas adecuadas para los equipos.

2.7 PLANEACION DEL MANTENIMIENTO

La planeación del mantenimiento es estudiar a fondo un trabajo de mantenimiento para conocerlo en detalle. Se debe responder las preguntas **(QUE? Y COMO SE HACE ?)**. Dentro de la planeación se hace la programación de mantenimiento con todos los interesados para la ejecución de un trabajo de mantenimiento, se calculan costos y tiempos, es un proceso de toma de decisiones orientado hacia el futuro; a través de la planeación la información se convierte en hechos cumplidos. La planeación es un proceso (figura 23), con sus respectivas formas de planear (figura 24).

Figura 23. Proceso de planeación

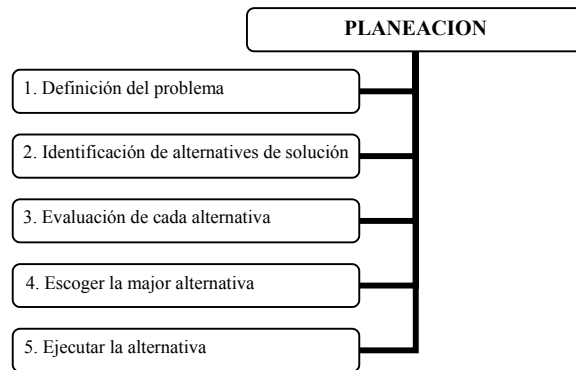
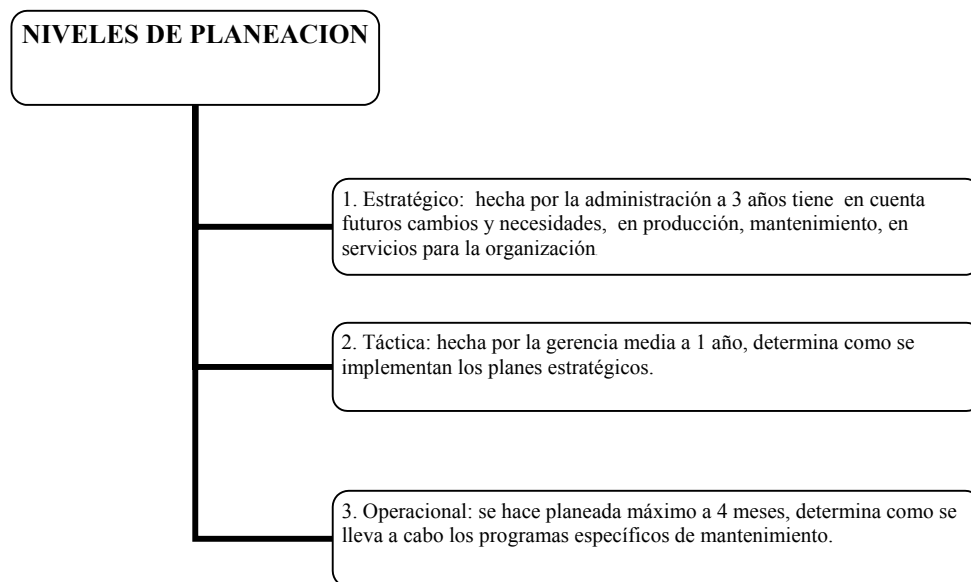


Figura 24. Niveles de planeación



El mantenimiento planeado permite:

- Reparaciones periódicas.
- Respuestas planeadas a fallas.
- Largos tiempos de funcionamiento y cortos tiempos de reparación.
- Mínima cantidad de inspecciones.
- Amplia utilización de contratistas.
- La utilización de indicadores.
- Mejoramiento continuo.
- Seguimiento al estado de la maquinaria.
- Control centralizado de la maquinaria.

Objetivos de la planeación:

- Mejorar la realización del mantenimiento.
- Ayudar a la organización a ser dinámica y flexible.
- Estimular la interacción entre mantenimiento y producción.
- Suministrar información para predecir requerimientos.
- Ayudara a la gerencia a alcanzar metas.

La planeación es desarrollada por integrantes de todas las áreas de la organización y sus efectos (figura25) se deben apreciar a mediano plazo.

Figura 25. Efectos de la planeación en el trabajo



2.8 PROTECCION DEL OPERADOR Y LA MAQUINA

Un operador con experiencia, trabajando en condiciones apropiadas y utilizando una maquina moderna y bien equipada constituye un equipo de operador – maquina que puede obtener la máxima producción. Estos factores, junto con una normativa adecuada en el sitio de trabajo y procedimientos apropiados de comunicación, son esenciales para coordinar el trabajo de maquinas y operadores. Si se mantiene y protege la maquina adecuadamente, se reduce la posibilidad de que sufra una avería prematura de un componente y le permita al operador la confianza y la seguridad necesaria para realizar su trabajo. Además el entrenamiento del operador no es completo hasta que este lea, comprenda y decida seguir las instrucciones contenidas en los manuales de operación y mantenimiento de cada equipo.

2.8.1 Capacitación del operador y prácticas de protección

Cualquier maquina o dispositivo mecánico puede ser peligroso si no se mantiene en buenas condiciones, si lo maneja un operador falto de

capacitación o poco cuidadoso o si se hace funcionar de forma irresponsable.

A continuación se describen algunos pasos básicos que se deben tener en cuenta en las obras.

- ◇ Dar capacitación apropiada para operar la maquina, que labores va a desempeñar y el lugar donde las va a realizar. A si sean dos maquinas iguales cada una de ellas tiene sus propias características de operación y los supervisores deben conocerlas e informarlas a los operadores.
- ◇ Hacer leer y comprender los manuales de operación, mantenimiento y seguridad de la maquina, de que se trata y decirle que hay una copia de los manuales en el compartimiento del operador.
- ◇ Hacer evaluaciones sobre conocimiento de los manuales a operadores y mecánicos.
- ◇ Mostrar los equipos de seguridad que tiene cada equipo y enseñarlos a utilizar, esto incluye artículos tales como cascos, guantes, gafas de seguridad, protección de oídos y zapatos de seguridad.
- ◇ Enseñar las condiciones del trabajo y los equipos que hay a su alrededor e informarles las condiciones de peligro a las que están expuestos.
- ◇ Asegurar que los operadores están bien despiertos y en condiciones físicas y mentales apropiadas para realizar el trabajo con seguridad.
- ◇ Examinar el lugar de trabajo para ver si hay peligros, por encima o por debajo del nivel del suelo. Hay que inspeccionar todas las posibles fuentes de peligro.
- ◇ Hay que proporcionar al operador la maquina correcta para el trabajo que va a realizar.
- ◇ Se debe asegurar que los equipos reciben los mantenimientos adecuados.

- ◇ Si en alguna inspección se descubre que hay algún elemento que vaya en contra de la seguridad del operador o la maquina, no se debe dejar funcionar la maquina hasta que se arregle la falla.

2.8.2 Modificaciones a las maquinas

No deben hacerse modificaciones a las maquinas que:

- ◇ Interfieran con la visibilidad del operador.
- ◇ Interfieran con la entrada y salida de la maquina.
- ◇ Excedan la carga útil nominal o el peso bruto combinado nominal de la maquina resultando en sobrecarga de los frenos y/o el sistema de dirección o de la estructura.
- ◇ Coloquen objetos en la cabina que puedan interferir con el espacio del operador o que no estén firmemente sujetos.

2.8.3 Opciones de equipo relacionadas con el operador

Cada trabajo presenta condiciones únicas que deben tenerse en consideración. Hay que tener en cuenta peligros directos al operador a si como todas las causas posibles de distracciones que puedan reducir la eficiencia del operador y aumentar la posibilidad de errores peligrosos y costosos. Si los elementos con los que cuenta la maquina no son suficientes para garantizar la seguridad del operador se deben tomar las medidas necesarias para anular cualquier accidente; estas modificaciones pueden ser parabrisas mas gruesos, rejillas o cualquier otro elemento de protección que se requiera.

2.8.4 Protección de la maquina

Hay que examinar la tarea a realizar para ver si existen condiciones especiales que puedan causar una avería prematura o el desgaste excesivo de los componentes de la maquina. Puede ser necesario utilizar dispositivos adicionales de protección tales como protectores de servicio pesado del radiador, protectores del carter, cubiertas del motor, protectores de rodillos y de frenos.

2.8.5 Prevención de incendios

Casi todos los fluidos que hay en los equipos de construcción de vías son inflamables.

Para reducir al mínimo el peligro de incendio hay que tomar las siguientes precauciones:

- ◇ Quitar toda basura (hojas, troncos, papeles) que pueda haberse acumulado en el compartimiento del motor.
- ◇ No operar la maquina si se observa una fuga de un fluido inflamable. Hay que repararla antes de continuar operando el equipo.
- ◇ Mantener el acceso a los compartimientos principales de la maquina en buen funcionamiento para permitir el uso de equipos antiincendio.
- ◇ Evitar conectar cables eléctricos con el equipo en funcionamiento.
- ◇ Seguir prácticas de reabastecimiento de combustible.
- ◇ Tener en la maquina un extintor de 4.5 kilogramos como mínimo.

2.8.6 Normas de seguridad

Cumplir con normas de seguridad establecidas por estamentos gubernamentales o establecidos por cada obra como son:

- ◇ Cinturones de seguridad.
- ◇ Bocinas de advertencia.
- ◇ Alarmas de marcha atrás.
- ◇ Niveles de ruido al que puede estar expuesto el operador.
- ◇ Instalaciones de protección adicional para el compartimiento del operador en aplicaciones forestales, de demolición y otras aplicaciones especiales.
- ◇ Prohibición de personas en los equipos mientras están operando.

2.8.7 Reducción de ruidos

En diferentes áreas geográficas se tiene diferentes requisitos sobre producción de ruidos. Las normas sobre ruidos normalmente especifican límites para operadores y para espectadores.

Si el ruido producido sobrepasa los límites, en los lugares de trabajo se reducen las horas de trabajo permisibles.

2.9 SISTEMAS DE INFORMACION EN MANTENIMIENTO

Un Sistema de información es el compendio de todos los procesos, procedimientos y recursos involucrados en mantener la organización en funcionamiento, con retroalimentación a través de su propia producción de información y a través de generación de información externa a ella, ejerciendo control de los parámetros vitales de la misma.

Una muy buena gestión del mantenimiento solo puede ser posible con un excelente sistema de información que lo apoye (figura 26). Por que además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento.

Figura 26. Elementos del sistema de información



3. ORGANIZACION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

Hay que tener conocimiento sobre los costos de operación, insumos y mantenimientos que se realizan a los equipos, como también conocer cuales son las debilidades y fortalezas que tiene el área de mantenimiento para a si mismo poder establecer estrategias de optimización.

3.1 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA

Para las empresas constructoras de vías la mayor parte de los activos están representados en los equipos que representan una inversión de capital muy significativa y para obtener los beneficios esperados de esas inversiones de capital, el equipo debe ser confiable y operar con tiempo de inactividad mínimo.

Dentro de las empresas constructoras los equipos son parte fundamental en el desarrollo de las obras como a si mismo la experiencia y capacidad de cada uno de sus operadores, los proyectos son diseñados de tal forma que ninguna empresa se puede dar el lujo de tener un equipo inactivo y mucho menos llevar equipos para tenerlos en stock. Muchas de las obras se realizan en lugares alejados de los centros de operaciones de cada empresa por lo que el transporte de cada equipo es muy costos a si como los montajes como es el caso de las trituradoras y plantas de asfalto.

Cuando se toma la decisión de tener un equipo en la obra se deben las siguientes consideraciones:

- Garantizar la disponibilidad de los equipos mediante planes de mantenimiento eficientes.

- Asegurar que cada equipo es lo suficientemente rentable como para tenerlo en la obra.
- Certificar que el conocimiento y experiencia de cada operador son suficientes para garantizar el buen manejo del equipo y el desarrollo de las actividades que debe realizar con el mismo.

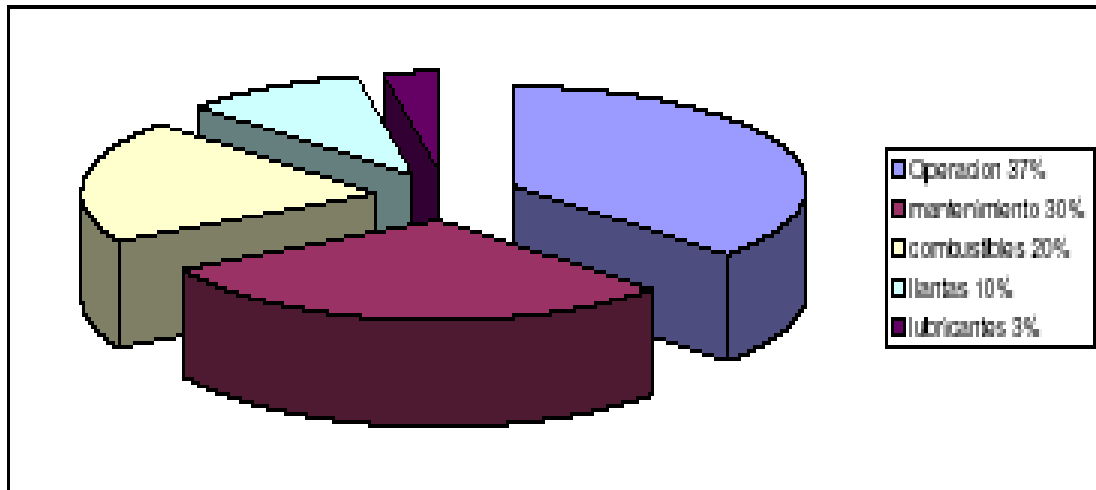
Son tres cosas que los gerentes siempre piden y piensan que es fácil de conseguir, pero no es así; cuando una empresa gana una licitación para desarrollar un proyecto y saben de antemano que equipos van a necesitar no se aseguran en saber como están los equipos sino que los van mandando a las obras como estén para que los interventores observen que ya se va a trabajar y piensan que durante la obra se van reparando y ajustando los equipos, comienzan las obras y como los equipos no están listos entonces mandan mas para reemplazar los que están inactivos; para así resultar haciendo reparaciones en lugares alejados donde toda reparación sale mas cara.

Un punto primordial en el buen funcionamiento del equipo es el operador; como se tienen que bajar siempre los costos la mayoría de gerentes de estas empresas piensan que como hay un alto desempleo se pueden conseguir operadores con sueldos iguales a lo que pagaban hace tres o cuatro años y no miran que personas en esas condiciones si se consiguen pero la calidad va disminuyendo y repercute en el desarrollo de la obra y en el cuidado del equipo.

Un solo equipo que no este en optimas condiciones puede ocasionar el atraso de una obra y por consiguiente el pago de pólizas de cumplimiento suceso que puede llevar una empresa a la desaparición.

El mantenimiento de los equipos representa entre el 30 y 40% de los costos totales de operación (figura 27). Aunque son datos históricos, estas cifras pueden ser mejoradas, adicionando utilidades sustanciales al estado financiero de las empresas.

Figura 27. Costos totales de operación



3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE ATENCION DE FALLAS EN MANTENIMIENTO

En la figura 28 se muestra como se les presta atención en algunas ocasiones a las fallas.

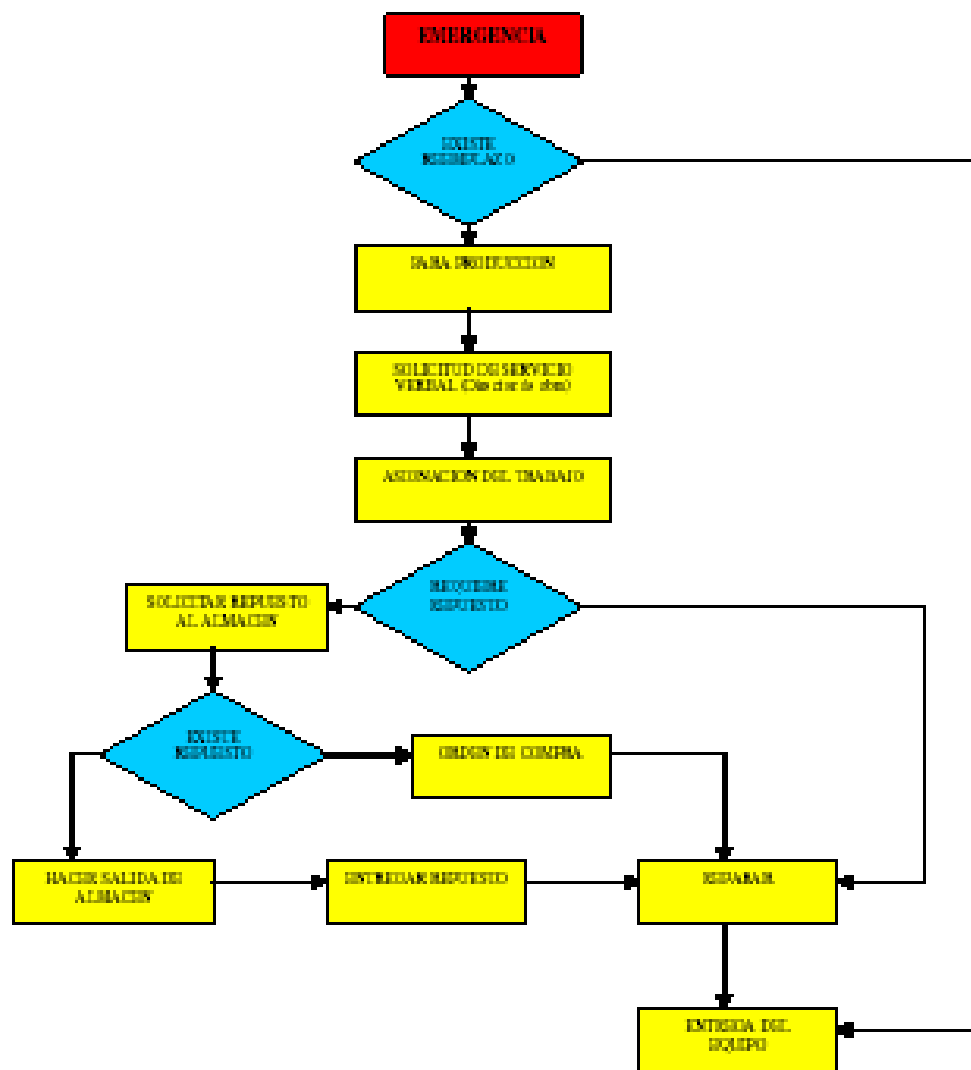
3.3 DIAGNOSTICO

Es de gran importancia, antes de iniciar cualquier plan de mantenimiento, analizar detenidamente la relación entre las variables mas importantes y

determinar la situación competitiva del área de mantenimiento (tabla 3). Lo que permitirá plantear el plan de acción a seguir para el logro de objetivos.

La elaboración del diagnostico organizacional del área del mantenimiento, permite determinar los procesos a tener en cuenta en la implementación del plan de mantenimiento para obtener una mejor prestación del servicio y un aumento en la disponibilidad de los equipos.

Figura 28. Diagrama de atención de fallas

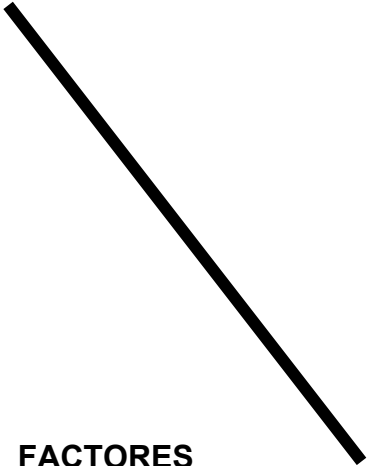


3.4 PLAN ESTRATEGICO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de desarrollo estratégico se llevara de la siguiente forma:

- Establecimiento de políticas de calidad para el área de mantenimiento que estén en concordancia con las políticas de la empresa.
- Organización del área de mantenimiento.
- Diseñar un sistema de información.
- Establecer programas de capacitación.
- Establecer un sistema de costos.
- Establecer indicadores.

Tabla 3. Análisis actual del área de mantenimiento

FACTORES INTERNOS  FACTORES EXTERNOS	FORTALEZAS (F) ⇒ Experiencia y conocimiento del personal. ⇒ Un solo turno de producción. ⇒ Disponibilidad del recurso humano a la solución de problemas con el mínimo de recursos.	DEBILIDADES (D) ⇒ No hay políticas de mantenimiento. ⇒ Ausencia de renovación de equipos. ⇒ Inventario obsoleto. ⇒ Desorganización de información técnica y operativa. ⇒ Desorden de datos estadísticos para la generación de índices. ⇒ No hay programas de capacitación técnica para el personal de mantenimiento y operación. ⇒ Las obras se realizan en zonas muy apartadas y hay restricción para los mantenimientos. ⇒ Estabilidad laboral dada por terminación de obra. ⇒ Tener simultáneamente varias obras en diferentes zonas del país.
OPORTUNIDADES (O) ⇒ Estandarización de los procesos bajo la norma ISO 9000. ⇒ Reactivación de construcción de la malla vial. ⇒ Aplicación de técnicas administrativas para la determinación de resultados.	ESTRATEGIA (FO) ➤ Capacitar al personal operativo en actividades de mantenimiento. Incentivar a jefes y supervisores para ser instructores. ➤ Adopción de técnicas administrativas que permitan mayor participación de los empleados en el estudio de problemas y toma de decisiones.	ESTRATEGIA (DO) ➤ Establecer políticas de mejoramiento y reposición de equipos. ➤ Centralizar la información técnica y operativa. La sistematización de datos confiables permitirá la generación de índices de control, importantes para una adecuada toma de decisiones. ➤ En cada obra tener personal capacitado para suministrar información y solucionar problemas.
AMENAZAS (A) ⇒ Competencia de otras empresas similares. ⇒ equipos obsoletos de bajo rendimiento que no permiten ser competitivos. ⇒ Pérdida de información por retiro de personal antiguo. ⇒ Peligro por orden público donde no hay presencia militar. ⇒ Cambios en reglamentaciones gubernamentales.	ESTRATEGIA (FA) ➤ Desarrollo funcional del personal capacitándolo en la operación y cuidados de los diferentes equipos y en el fortalecimiento de nuevas disciplinas técnicas.	ESTRATEGIA (DA) ➤ Estandarización de actividades y procesos para minimizar tiempos de operación.

4. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

4.1 SISTEMA DE INFORMACION

Un sistema de información que pueda entregar datos claros y a la hora precisa es fundamental para el buen desarrollo del mantenimiento, por que facilita la presentación de informes y contribuye a un control continuo.

El objetivo principal del sistema de información es proporcionar una base de datos correcta y oportuna para la planificación del mantenimiento y su evaluación.

Todas las empresas constructoras tienen un mínimo de información sobre los equipos que poseen como son manuales de mantenimiento y operación, manuales de partes, servicios suministrados por proveedores, actas de importación y facturas de compra; con todos estos documentos se puede comenzar el sistema de información.

Para dar mayor agilidad al sistema de información se requiere que todos los documentos sean procesados en un computador que permite obtener datos de forma inmediata.

Para implementar el sistema de información se requiere la participación y el compromiso de las personas involucradas en el desarrollo del programa que además de ser una herramienta del mantenimiento se puede hacer de forma integral que de cumplimiento con los estándares propuestos por los sistemas de calidad.

4.1.1 Elementos del sistema de información

- ❖ Ficha técnica: Es el documento que identifica cada equipo con sus características técnicas (figura 29A y 29B).
- ❖ Cuadro de inspecciones: es el registro de las inspecciones que se hacen a los equipos (figura 30A y 30B).
- ❖ Programación de mantenimientos: es el documento donde se especifican los mantenimientos preventivos que hay que realizar con sus frecuencias (figura 31A y 31B).
- ❖ Control de mantenimiento preventivo: son registros que se diligencian cuando se realizan los mantenimientos preventivos (figura 32A y 32B).
- ❖ Historia del equipo: es el documento donde se anotan todos los mantenimientos que se le realizan al equipo, las horas trabajadas, disponibles y varadas (figura 33).
- ❖ Registro de transporte: es un registro que tiene dos funciones principales; el primero es establecer las condiciones de transporte y el segundo el de evaluar como sale y como llega un equipo a una obra (figura 34A y 34B).
- ❖ Orden de trabajo: Es el documento fundamental para la planeación y se generan básicamente por solicitud de servicio o por emisión de mantenimiento programado (figura 35). Para lograr una normal gestión, es preciso que todas las tareas realizadas sean colocadas por escrito sin importar el volumen de trabajo; esto permitirá una planificación y programación apropiadas y servirá para determinar el trabajo de mantenimiento pendiente. La ejecución de la orden de trabajo se realiza de acuerdo a la figura 36.

Figura 29A. Ficha técnica del equipo

		FICHA TÉCNICA		
MAQUINA		MARCA	MODELO	No. DE SERIE
No. INTERNO	CAPACIDAD DE TRABAJO	AÑO DE FABRICACIÓN	FECHA DE ARRANQUE	SUMINISTRADO POR

CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA EN LA FICHA TÉCNICA DE CADA EQUIPO

1. MOTOR
 - * Clase de motor (eléctrico, gasolina o diesel con referencia)
 - * No. de tiempos y cilindros
 - * Potencia
 - * Sistema de combustible
 - * Sistema eléctrico
2. TRANSMISIÓN
 - * Tipo de transmisión
 - * Velocidades de desplazamiento
3. FRENOS
 - * Tipo de freno (disco, campana o mixto)
 - * Accionamiento (hidráulico, neumático o mixto)
4. SISTEMA ELÉCTRICO
 - * Voltaje
 - * Referencia y cantidad de baterías
5. DIRECCIÓN
 - * Tipo de dirección (hidráulica, neumática)
6. SISTEMA HIDRÁULICO
 - * Tipo de bombas
 - * Caudal y presiones
 - * Cantidad y tipo de cilindros
7. CABINA DE CONTROL
 - * Elementos a controlar

Figura 29B. Ficha técnica del equipo

 FICHA TÉCNICA				
MAQUINA		MARCA	MODELO	No. DE SERIE
No. INTERNO	CAPACIDAD DE TRABAJO	AÑO DE FABRICACIÓN	FECHA DE ARRANQUE	SUMINISTRADO POR

8. NEUMÁTICOS

* Referencia

* Cantidad

* Presión de inflado

9. SISTEMAS ADICIONALES

* Control del cucharon

* Hoja topadora

* Cuchilla

* Sistema de rotor de recicladora

* Sistema vibratorio

* Sistema de giro

* Bandas transportadoras

* Conos

* Mandibulas

10. CAPACIDADES DE LLENADO

* Tanque de combustible

* Sistema de enfriamiento

* Carter

* Transmisión

* Diferencial delantero

* Diferencial trasero

* Sistema Hidráulico

11. PESO BRUTO DE LA MAQUINA

12. DIMENSIONES

Figura 30A. Reporte de inspección

LOGOTIPO REPORTE DE INSPECCIÓN MENSUAL Consecutivo _____					
MAQUINA	MARCA	MODELO	No. de SERIE	No. INTERNO	FECHA

PARTE	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
1. Motor (M)				
Sistema de combustible				
Sistema de enfriamiento				
Sistema de admisión combustión				
Sistema de lubricación				
Turboalimentador				
Funcionamiento general del motor				
Sistema admisión y enfriamiento				
Filtros				
2. Transmisión (T)				
Funcionamiento				
Fugas de aceite				
Operación normal				
Todos los cambios operan				
3. Frenos (F)				
Operan normalmente				
Freno de estacionamiento				
Freno de servicio				
4. Sistema Eléctrico (E)				
Batería				
Switch de arranque				
Lámparas				
Cables en general				
Motor de arranque				
5. Dirección (D)				
Funcionamiento				
Fugas de aceite				
Operación normal				
6. Sistema Hidráulico (H)				
Bombas Hidráulicas				
Cilindros Hidráulicos				
Válvulas de cilindros				
Filtros				

[illegible]

Figura 31A. Ficha de mantenimiento preventivo

LOGOTIPO FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
MAQUINA	MARCA	MODELO	No. DE SERIE	No. INTERNO
TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO				
a) Mantenimiento a realizar cada 10 horas de servicio o diariamente 1, Comprobar nivel de aceite del cárter 2, Comprobar nivel de aceite de la transmisión 3, Comprobar nivel de aceite del tanque hidráulico 4, Comprobar nivel del refrigerante del radiador 5, Hacer inspecciones visuales alrededor de la maquina 6, Inspeccionar el cinturón de seguridad 7, Probar frenos, indicadores y medidores 8, Comprobar la presión de inflado de los neumáticos b) Mantenimiento a realizar cada 50 horas de servicio o semanalmente ** 1, Limpiar filtros 2, Lubricar c) Mantenimiento a realizar cada 350 horas de servicio o mensualmente ** 1, Cambiar el filtro y aceite del motor 2, Inspeccionar y ajustar correas del alternador y del ventilador 3, Inspeccionar baterías 4, Hacer lavado general de la maquina 5, Cambiar los filtros o limpiar la rejilla del sistema de combustible NOTA ENGRASAR DESPUÉS DEL LAVADO				
REALIZÓ:		REVISÓ:		APROBÓ:
CARGO:		CARGO:		CARGO:

Figura 31B. Ficha de mantenimiento preventivo

LOGOTIPO FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
MAQUINA	MARCA	MODELO	No. DE SERIE	No. INTERNO
TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO				
d) Mantenimiento a realizar cada 500 horas de servicio o trimestralmente ** 1, Cambiar filtro de aceite de la transmisión 2, Cambiar los filtros del sistema del aceite hidráulico e) Mantenimiento a realizar cada 1000 horas o semestralmente ** 1, Cambiar el aceite de la transmisión 2, Inspeccionar la estructura de protección contra vuelcos f) Mantenimiento a realizar cada 2000 horas de servicio o anualmente ** 1, Cambiar aceite del tanque hidráulico 2, Cambiar aceite de las diferenciales 3, Inspeccionar frenos de disco húmedo 4, Realizar muestreo atómico g) Mantenimiento a realizar cada 3000 horas de servicio o cada 2 años ** 1, Cambiar refrigerante del sistema de enfriamiento NOTA: * No efectuar ningún procedimiento de mantenimiento sin haber leído y comprendido el manual de mantenimiento. * Al realizar los mantenimientos descritos se debe llenar el control de seguimiento de mantenimiento preventivo ** Al realizar estos mantenimientos se deben realizar todos los anteriores.				
REALIZÓ:	REVISÓ:	APROBO:		
CARGO:	CARGO:	CARGO:		

Figura 32A. Ficha control de mantenimiento

	CONTROL DE SEGUIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
MAQUINA	MARCA	MODELO	No. de SERIE	No. INTERNO

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

NOTA: ESTE FORMATO SE LLENABA DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

TRABAJOS A REALIZAR CADA 10 HORAS DE SERVICIO O DIARIAMENTE

	1	2	3	4	5	6	7	8
FECHA								
OPERARIO								
MECÁNICO								
INGENIERO								

	9	10	11	12	13	14	15	16
FECHA								
OPERARIO								
MECÁNICO								
INGENIERO								

	17	18	19	20	21	22	23	24
FECHA								
OPERARIO								
MECÁNICO								
INGENIERO								

	25	26	27	28	29	30	31
FECHA							
OPERARIO							
MECÁNICO							
INGENIERO							

TRABAJOS A REALIZAR CADA 50 HORAS DE SERVICIO O SEMANALMENTE

FECHA			
OPERARIO			
MECÁNICO			
INGENIERO			

**TRABAJO A REALIZAR CADA
350 HORAS O MENSUALMENTE**

FECHA	
OPERARIO	
MECÁNICO	
INGENIERO	

Figura 32B. Ficha control de mantenimiento

	CONTROL DE SEGUIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
---	---

MAQUINA	MARCA	MODELO	No. de SERIE	No. INTERNO

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

NOTA: ESTE FORMATO SE LLENABA DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

TRABAJO A REALIZAR CADA 500 HORAS DE SERVICIO O TRIMESTRALMENTE

FECHA				
OPERARIO				
MECÁNICO				
INGENIERO				

FECHA				
OPERARIO				
MECÁNICO				
INGENIERO				

TRABAJO A REALIZAR CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O SEMESTRALMENTE

FECHA				
OPERARIO				
MECÁNICO				
INGENIERO				

TRABAJO A REALIZAR CADA 2000 HORAS DE SERVICIO O ANUALMENTE

FECHA		
OPERARIO		
MECÁNICO		
INGENIERO		

TRABAJO A REALIZAR CADA 3000 HORAS O CADA 2 AÑOS

FECHA	
OPERARIO	
MECÁNICO	
INGENIERO	

NOTA: * LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO SE REALIZAN, DE ACUERDO A LO QUE SE CUMPLA PRIMERO (FECHA O HORAS DE SERVICIO)

Figure 39. Ficha Historica

[illegible]

Web: <http://www.elsevier.com/locate/bsc>

Figura 34A. Ficha de Transporte

		FICHA DE CONTROL EN EL TRANSPORTE			
Consecutivo _____					
SITIO DE ORIGEN _____		SITIO DE LLEGADA _____			
MAQUINA	MARCA	MODELO	No. de SERIE	No. INTERNO	FECHA
INSPECCION DE RECIBO _____		NOMBRE DEL TRANSPORTADOR _____			
INSPECCION DE SALIDA _____		VEHICULO _____			
		PLACA _____			
ALTURA SOBRE CAMA-BAJA _____, LARGO _____, ANCHO _____, PESO _____					
ELEMENTOS DE TRANSPORTE					
PERMISO DEL INVIAS _____, POLIZA DE SEGURO _____, ESCOLTA _____					
PARTE	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES	
1. Motor (M)					
Sistema de combustible					
Sistema de enfriamiento					
Sistema de admisión combustión					
Sistema de lubricación					
Turboalimentador					
Funcionamiento general del motor					
Sistema admisión y enfriamiento					
Filtros					
2. Transmisión (T)					
Funcionamiento					
Fugas de aceite					
Operación normal					
Todos los cambios operan					
3. Frenos (F)					
Operan normalmente					
Freno de estacionamiento					
Freno de servicio					
4. Sistema Eléctrico (E)					
Batería					
Switch de arranque					
Lámparas					
Cables en general					
Motor de arranque					

Figura 34B. Ficha de Transporte

		FICHA DE CONTROL EN EL TRANSPORTE			
					Consecutivo _____
SITIO DE ORIGEN _____		SITIO DE LLEGADA _____			
MAQUINA	MARCA	MODELO	No. de SERIE	No. INTERNO	FECHA

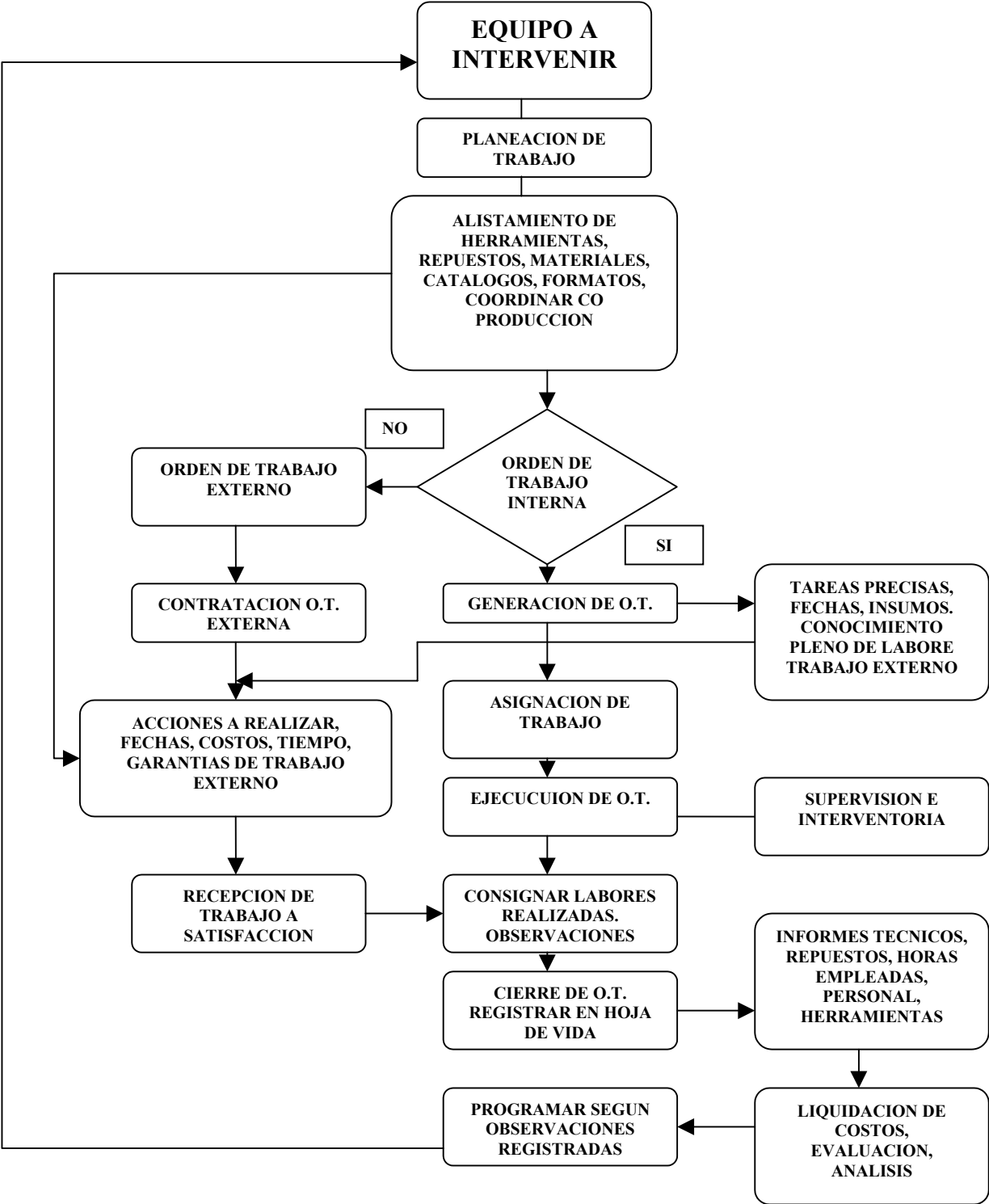
PARTE	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
5. Dirección (D)				
Funcionamiento				
Fugas de aceite				
Operación normal				
6. Sistema hidráulico (H)				
Bombas hidráulicas				
Cilindros hidráulicos				
Vástagos de cilindros				
Filtros				
7. Cabina de Control (CC)				
Tablero de instrumentos				
Horometro				
Indicador de temperatura				
Indicador presión aceite motor				
Indicador de presión combustible				
Indicador presión aceite transmi.				
Indicador presión aceite freno				
Indicador presión sist. hidráulico				
Amperimetro				
8. Sistema de movilización (SM)				
Carriles				
Tensoras				
Zapatas				
Cadena				
Rueda dentada				
Neumáticos				
Cilindro				
9. Sistemas adicionales (SA)				

VBo. Jefe de Mantenimiento

Figura 35. Ficha solicitud de servicios

SOLICITUD DE SERVICIOS					
		DEPENDENCIA Presentado a: _____ Por: _____		No. _____ Día: _____ Mes: _____ Año: _____	
MAQUINA	MARCA	MODELO	No. de SERIE	No. INTERNO	FECHA EMISION
Descripción del servicio solicitado: 					TIPO DE SOLICITUD Normal: _____ Urgente: _____ Nombre del solicitante: _____ Firma: _____
NOTAS DEL JEFE DE MANTENIMIENTO: ☐ Interno ☐ Mto. Correctivo ☐ Garantía ☐ Mto. Preventivo ☐ Emergencia ☐ Modificación ☐ Contratar ☐ Otros ☐ Otro CONFIRMACION Normal _____ Urgente _____ Firma Jefe de Mantenimiento: _____					
FECHA DE ASIGNACION DE TRABAJO 			FECHA DE REGISTRO 		
Motivos posibles atrasos 			Observaciones y recomendaciones 		
FECHA INICIA EL TRABAJO Día _____ Mes _____ Año _____			FECHA TERMINA EL TRABAJO Día _____ Mes _____ Año _____		
ANEXOS TECNICO: SI _____ NO _____			REGISTRAR EN HOJA DE VIDA: SI _____ NO _____		
MATERIALES Y REPUESTOS UTILIZADOS					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	V. TOTAL	
ENTREGADO POR: _____ RECIBIDO POR: _____					

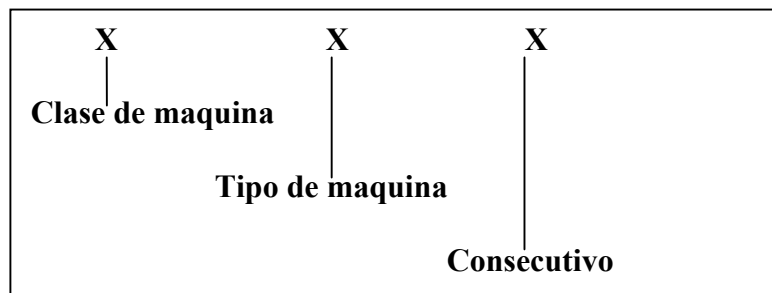
Figura 36. Ejecución de orden de trabajo



4.1.2 Codificación para los diferentes equipos

Dentro de la organización del mantenimiento es muy importante establecer códigos para los equipos, por que se marcan diferencias en equipos que presentan similitud en las características técnicas, esta codificación debe hacerse de tal manera que la implantación no resulte muy costosa.

Un ejemplo de codificación es el siguiente:



GRUPO DE TRABAJO	TIPO DE MAQUINA
01- Trituradoras	01- Mandíbulas 02- Cono
10- Plantas de Asfalto	01- Producción continua 02- Bache
20- Maquinas de transporte de material	01- En carretera 02- Fuera de carretera
30- Equipos de compactación	01- Vibrocompactadores 02- Compactador de llantas
40- Equipos de carga de material	01- Cargadores 02- Retroexcavadora
50- Equipos que extienden material	01- Motoniveladora 02- Buldozer

Ejemplo de codificación de 2 cargadores iguales

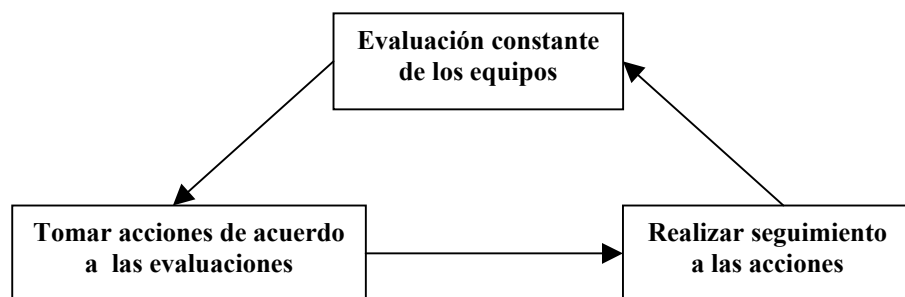
40-01-01 Cargador No. 1

40-01-02 Cargador No. 2

4.2 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

El dinamismo de los equipos de construcción, implica poseer un sistema de mantenimiento igualmente dinámico, que logre anteponerse a los hechos y permita el control de la situación a todo momento (figura 37).

Figura 37. Sistema de mantenimiento dinámico



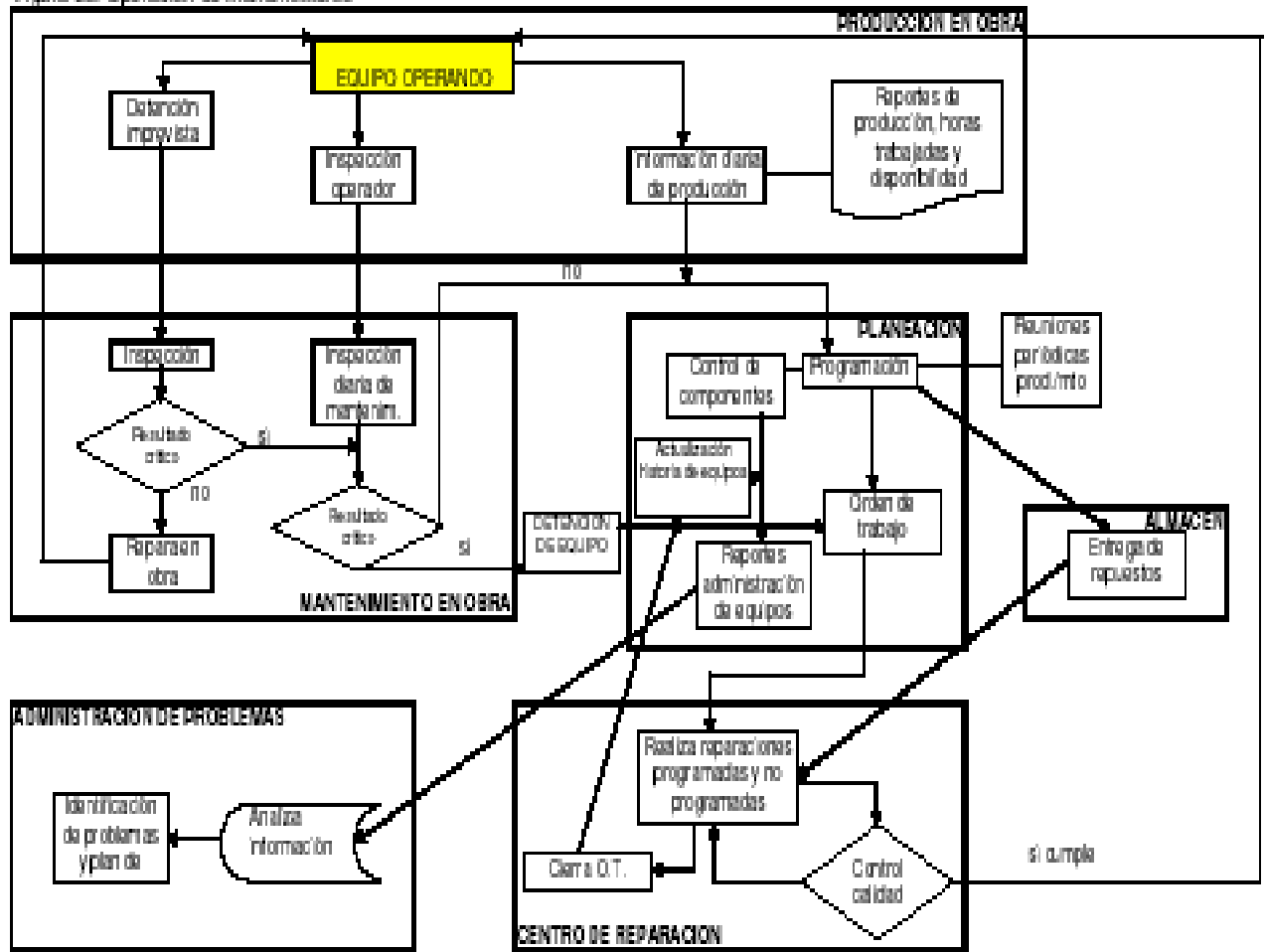
- Evaluar constantemente los equipos, es verificar los informes diarios de operadores y mecánicos, usar las fallas y detenciones como fuente de información.
- Tomar acciones, es tener como meta reparar antes de la falla, es definir claramente responsabilidades.
- Realizar seguimiento, es revisar los procesos con respecto a las acciones tomadas para estarlos mejorando, es reevaluar lo ya hecho.

El requisito básico para lograr los objetivos propuestos por mantenimiento es poseer un sistema lógico y claro de operación, compartido y comprendido por todos los miembros de la organización. El sistema debe poseer claras áreas funcionales y responsabilidades. La figura 38 muestra la interacción de las diferentes áreas que son:

a) El área de planeación: es la columna vertebral del sistema, combina la retroalimentación de las demás áreas funcionales y la información de producción, para generar los programas de mantenimiento y reparaciones generales. Dentro de sus funciones están:

- ◇ Generar y controlar ordenes de trabajo.
- ◇ Mantener la historia del equipo.
- ◇ Generar programas de mantenimiento
- ◇ Establecer, de acuerdo a recomendaciones del fabricante y características propias de operación.
- ◇ Controlar el avance y ejecución del programa de mantenimiento preventivo.
- ◇ Administrar las reparaciones pendientes.
- ◇ Definir inventario de partes.
- ◇ Generar reportes periódicos.
- ◇ Controlar costos tendientes a definir el costo operacional de los equipos y de la operación de mantenimiento.
- ◇ Crear y mantener actualizada la biblioteca técnica.
- ◇ Ser parte del equipo de administración de problemas.
- ◇ Realizar correcciones en su funcionamiento de acuerdo a planes de acción definidos por el equipo de administración de problemas.

Figura 38. Operación de mantenimiento



b) Mantenimiento en obra: es el primer nexo entre producción y mantenimiento y tiene como funciones:

- ◇ Atender reparaciones imprevistas de corta duración.
- ◇ Efectuar programas de inspecciones de mantenimiento.
- ◇ Ayudar a mejorar la operación de los equipos informando al inspector de vía.
- ◇ Realizar el primer diagnostico en la detención de un equipo.
- ◇ Detectar necesidades de entrenamiento de personal.

- ◇ Efectuar acciones correctivas necesarias definidas por el equipo de administración de problemas.

c) Centro de reparación: Realiza trabajos programados e imprevistos determinados por las obras y tiene como funciones:

- ◇ Realizar programación de mantenimientos preventivos y correctivos.
- ◇ Atender fallas imprevistas mayores
- ◇ Entregar información a planeación.
- ◇ Participar en reuniones de coordinación con producción.
- ◇ Usar recursos eficientemente.
- ◇ Realizar entrenamiento
- ◇ Realizar control de calidad en el taller.
- ◇ Ser parte del equipo de administración de problemas y efectuar acciones correctivas.

d) Almacén: es área de apoyo logístico fundamental para el desarrollo de los planes de mantenimiento y tiene como funciones:

- ◇ Controlar el inventario.
- ◇ Proveer a tiempo las partes necesarias para realizar los programas de mantenimiento preventivo.
- ◇ Alertar a planeación sobre deficiencias de insumos.
- ◇ Detectar necesidades de entrenamiento personal.
- ◇ Efectuar acciones correctivas necesarias definidas por el equipo de administración de problemas.

e) Administración de problemas: en esta área se buscan soluciones a través del trabajo en equipo integrado por personas de planeación, talleres, producción, materiales, proveedores, fabricantes, salud ocupacional y medio ambiente, teniendo como funciones:

- ◇ Analizar información provista por planeación.
- ◇ Identificar problemas de acuerdo a prioridades de análisis de operación.
- ◇ Identificar soluciones.
- ◇ Definir planes de acción.

4.3 ORGANIZACIÓN DEL AREA DE MANTENIMIENTO

Se propone la siguiente organización, para dar satisfacción a los requerimientos funcionales (figura 39). Las funciones de cada uno de ellos son las siguientes:

- a) Gerente: marca el rumbo de la operación, definiendo prioridades y asumiendo decisiones de nivel superior.
- b) Secretaria: Permite que los encargados del área se concentren en sus funciones específicas.
- c) Jefe de Mantenimiento: coordina las diferentes áreas operativas a cargo, define prioridades de atención, fuerte en toma de decisiones rápidas y efectivas.
- d) Supervisor de obra: fuerte en diagnóstico y toma de decisiones. Sus decisiones influyen directamente sobre el éxito del área de taller.
- e) Supervisor de taller: Coordinación estrecha con planeación, especialista en trabajos de gran envergadura.
- f) Supervisor de lubricación: Especialista en lubricación, su intervención es de mantenimiento preventivo.
- g) Jefe de planeación: detecta y alerta sobre posibles desviaciones en corto y largo plazo.
- h) Jefe de almacén: estrecha relación con planificación que permite mantener y adecuar la existencia apropiada de repuestos e insumos, control de inventario.

4.4 INDICADORES DE GESTION

La tabla No. 4 contiene 13 indicadores que son recomendados para usar y controlar el rumbo de la gestión de mantenimiento.

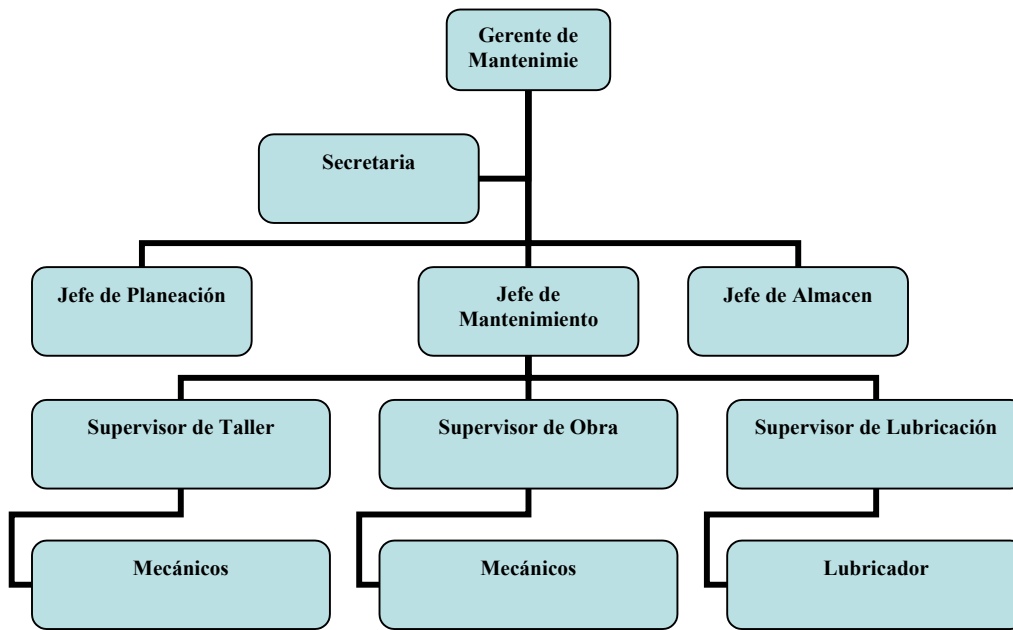
4.4.1 Evaluar la situación

La evaluación en todo momento de la situación es la base para cualquier acción a seguir y esto se consigue a través de los cinco primeros indicadores.

- ◇ Historial del equipo.
- ◇ Disponibilidad.
- ◇ Utilización.
- ◇ Tiempo promedio entre fallas MTBF
- ◇ Tiempo promedio para reparar MTTR

El manejo de estos cinco indicadores revela el rendimiento de la operación de mantenimiento.

Figura 39. Organización del departamento de mantenimiento



4.4.2 El esfuerzo invertido

El indicador 6 relación de mantenimiento (MR), muestra que eficiente ha sido, la asignación de recursos, efectividad de mano de obra y la dimensión adecuada de la fuerza de trabajo.

4.4.3. Cumplimiento General de trabajo

Indicadores 7 y 8, precisión de la ejecución del servicio y porcentaje de trabajo programado. Indica si el equipo o la organización están dirigiendo la operación. Si es el equipo, este se detendrá en forma imprevista y los recursos de mano de obra

e instalaciones nunca serán suficientes. La organización esta dedicada a extinguir incendios, por lo menos el 80% de las detenciones serán programadas y se estará usando el recurso eficientemente.

4.4.4 Fallas y problemas repetitivos

Indicadores 9 y 10, lista de problemas y fallas por sistemas / componentes. Hasta el momento se conoce el estado de salud de la operación, pero no donde aplicar el remedio. Es esto lo que persiguen estos dos indicadores, entregar el planos de ubicacion, de las áreas a corregir y su influencia en los resultados de gestión.

Es necesario recordar lo primeros 10 problemas, se estructura de acuerdo a las prioridades de análisis del momento, esto es costo, disponibilidad, confiabilidad, mano de obra etc. Y este ranking mostrara la mejor acción a estas fallas.

4.4.5 Control de reparaciones pendientes

El indicador 11, control de trabajos pendientes, da idea de que tan estable es la situación actual, bajo el punto de vista de problemas potenciales, que pueden transformarse en fallas imprevistas. Importante por lo tanto, tener la capacidad de registrar las necesidades de las reparaciones a controlar.

4.4.6 Evaluación de registros

El indicador 12 registros es un indicador para poseer el soporte de información necesaria para la obtención de todas las medidas presentadas. La evaluación de los registros mantenidos por la organización refleja el compromiso y comprensión de la gestión, de cada uno de los integrantes.

4.4.7 Predecir el futuro

El indicador 13 mide y analiza en forma de tendencia todo lo que sea posible. Es la base para poder predecir que pasara mañana.

4.5 CAPACITACION

El compromiso de las empresas constructoras debe estar enfocado a mantener un proceso de capacitación continua para todo el personal, es un costo que hay que asumir y que se vera ampliamente retribuido, por que es mas rentable para una organización mantener un plantel de personas calificadas, motivado y responsable, que solucione todos los problemas que se presenten en forma eficiente y económica, generadores de valor agregado y no dar ventajas con un personal sin capacitación, sin experiencia y con alto nivel e rotación.

El personal es el factor más importante dentro de cualquier organización y el desempeño eficiente dentro de ella esta ligado a tres aspectos básicos, el conocimiento, las habilidades y la destreza que poseen. La capacitación debe estar dirigida a fortalecer estos tres aspectos en las personas, dentro del la planeación es fundamental la capacitación.

Tabla No.4 Indicadores de gestión

	Indicador	CALCULO	REQUERIMIENTOS	RESULTADOS
1	Historia de la Máquina (Horas/Horómetro Trabajo Realizado)	-	Registros - Horómetro - Historia Servicio - Control Componentes	Edad de los equipos
2	Disponibilidad		Control Horas Operacionales Control Horas Mantenimiento	Nivel de satisfacción a los Requerimientos de Operaciones
3	Utilización		Control Horas Operacionales	Uso del Equipo Estimación mano de Obra/Partes, Carga de Trabajo
4	MTBF Tiempo promedio entre Fallas		Control Horas Operacionales Control de Incidencias o Paradas	Confiabilidad Tiempo de devolver el Equipo a producción. (Efectividad & Respuesta al Reparar).
5	MTTR Tiempo Promedio para Reparar		Control Horas Operacionales Control de Incidencias o Paradas	
6	MR Relación Mantenimiento		Control Horas-Hombre Mantenimiento Control Horas Operacionales	Esfuerzo invertido Estoy comprando disponibilidad? Cantidad y Calidad Mano Obra
7	PRECISIÓN DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO	SHP: Horas Programadas para el Servicio SHE: Horas reejecución del Servicio	Programa /servicios (Horas) Horas ejecución Programa /Servicios	Rendimiento de Planificación y Programación Los Centros de Reparación siguen los programas de trabajo? Cumplimiento General de Plan de Trabajo
8	% TRABAJO PROGRAMADO		Contador de detenciones con identificación de tipo de falla. (Programada o No Programada).	Quién tiene el CONTROL! La organización de Mantenimiento o la Máquina
9	PROBLEMAS Ranking de los Diez Primeros Problemas	-	Registro de Incidentes identificado: Reparar/Espera/Parte & material usado/ Mano de Obra, causa si es conocida.	Ubicación y Severidad del dolor Correcta respuesta a Fallas: Inventario partes Entrenamiento Técnico Entrenamiento Operadores y supervisores Información Fundamental para el EQUIPO DE ADMINISTRACIÓN DE PROBLEMAS
10	DETENCIONES POR SIST./COMPONENTES	-	Prioridad de Análisis: - Costos / disponibilidad/ Confiabilidad/consumo mano de Obra	
11	CONTROL TAREAS PENDIENTES	- Cantidad de tareas pendientes - Tiempo de tares - Horas acumuladas de estimación de Reparación	Programa de Inspecciones de mantenimiento Operador/supervisores Sistemas Administración de tareas pendientes con un eficiente Sistema de Registro	Es esta una situación estable? Condición general equipos Rendimiento del Depto. De Partes & Planeación Calidad Programa Inspección & PM Uso de la Ventana de Oportunidad
12	REGISTROS	-	Formularios diseñados para capturar la Información necesaria/sistema computarizado Compromiso del personal de la Organización	Fuente de información de la Operación de mantenimiento
13	TENDENCIAS	-	Control consumible, S.O.S.- Interpretación Resultados Tests/Resultados	Pronósticos Administración de Vida de componentes Fuente Información para Equipo Administración de Problemas

En los últimos años el movimiento para incrementar la productividad y una producción de costo competitivo ha conducido a equipos sofisticados y operado a altas velocidades. La experiencia del personal de mantenimiento y producción es limitado a ediciones y tecnologías relacionadas a sus propias áreas de responsabilidad.

Los operadores deben ser instruidos con su propio equipo y desarrollar experiencia práctica y destreza necesaria para mantener operando bien el equipo. Los operadores deben entender la estructura y funciones del equipo demasiado bien para operarlo apropiadamente. El personal de mantenimiento debe tener destreza y conocimiento para que los operadores confíen en ellos.

Los operadores de equipos desempeñan cuatro tipos de trabajo de mantenimiento simple para mantener el equipo corriendo suavemente:

- ◇ Llevan una revisión al arrancar, revisa los niveles de aceite (motor, servos, transmisiones, catalinas etc.), buscan vibraciones inusuales y otras anormalidades.
- ◇ Periódicamente revisan la temperatura, velocidad etc. Durante la operación y continúan escuchando si hay ruidos y vibraciones inusuales.
- ◇ Revisan el tablero de instrumentos regularmente para ver los niveles de corriente y presión.
- ◇ Se aseguran de que el equipo este bien lubricado y se agregue el lubricante que requieren y el que es.

Finalmente cuando nota una condición que pudiera ser problema de seguridad o mecánico, informan que hay una anormalidad. Todo operador debe recibir capacitación sobre lo antes mencionado; es una capacitación que se puede dar internamente con un costo mínimo.

Los mecánicos deben tener capacitación sobre:

- ◇ Planeación del mantenimiento.
- ◇ Medición periódica de temperaturas y presiones.
- ◇ Estimación óptima del intervalo de reemplazo de partes.
- ◇ Planear y seleccionar lubricantes adecuados, material y partes de maquina.
- ◇ Corregir debilidades de diseño de equipo.
- ◇ Restaurar el equipo rápidamente
- ◇ Proveer educación y entrenamiento de mantenimiento a operadores
- ◇ Mejorar sus destrezas de mantenimiento y aprender nuevas tecnologías.

Un curso fundamental para dar capacitación interna seria hacer un curso de entrenamiento para entrenamiento de instructores, que ayudaría a preparar instructores para los programas de entrenamiento interno, como parte del entrenamiento se les invita a formar parte del currículo. La experiencia lograda como entrenadores, prueba sus destrezas de mantenimiento y provee una oportunidad para practicar liderazgo.

4.6 PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL

Se debe establecer una política que contenga los siguientes puntos:

- ◇ Cumplimiento de las normas legales vigentes en Colombia sobre salud ocupacional y seguridad integral.
- ◇ Protección y mantenimiento del mayor nivel de bienestar, tanto físico como mental.
- ◇ Preservación de buenas condiciones de operación.
- ◇ Garantía de que las condiciones y el manejo de residuos no contaminen el medio ambiente.
- ◇ Responsabilidad de todos los niveles de dirección por proveer un ambiente sano y seguro de trabajo.

- ◇ Responsabilidad de todos los trabajadores por su seguridad, la del personal bajo su cargo y el de la empresa.

En el programa de salud ocupacional parte de la gerencia, su desarrollo efectivo se alcanzara en la medida que logre una concepción clara de la importancia del mismo en los niveles de la organización.

Se debe tener un coordinador del programa de salud ocupacional que tiene las siguientes funciones:

- ◇ Asumir la dirección del programa asesorando a la gerencia para la formulación de reglas, procedimientos y objetivos.
- ◇ Supervisar el cumplimiento de la política establecida.
- ◇ Mantener un programa educativo y promocional de salud para los trabajadores.
- ◇ Establecer mecanismos de evaluación para verificar el cumplimiento de las actividades.
- ◇ Interpretar leyes de entidades oficiales relacionadas con salud ocupacional.
- ◇ Establecer campanas de motivación y divulgación de normas.
- ◇ Integrar las actividades de medicina preventiva, medicina del trabajo, higiene y seguridad industrial.
- ◇ Mantener constante comunicación con entidades asesoras en el tema y tomar parte activa de las actividades programadas.
- ◇ Establecer panorama general de riesgos profesionales para la empresa.

4.7 SEGURIDAD

4.7.1 Objeto y alcance

El objeto y el alcance es dar a conocer las precauciones y advertencias de seguridad para realizar el mantenimiento preventivo, sin que nadie resulte lesionado o accidentado fatalmente.

4.7.2 Condiciones generales

La mayoría de los accidentes que ocurren durante el mantenimiento y las reparaciones de estos equipos, resultan por la negligencia de no observar las precauciones, advertencias y las reglas de seguridad básicas. Todo accidente puede evitarse reconociendo las situaciones potencialmente peligrosas antes que el accidente ocurra. También se debe tener la instrucción, la habilidad y las herramientas necesarias para desempeñar adecuadamente estas funciones.

4.7.3 Reglas de de seguridad

Haga todo el mantenimiento de la siguiente manera, a no ser que se especifique de otra manera.

- ◇ La máquina estacionada en un suelo horizontal.
- ◇ Los controles del accesorio respectivo en posición FIJO.
- ◇ El control de la transmisión.
- ◇ El freno de estacionamiento conectado.
- ◇ El motor parado.
- ◇ El interruptor de arranque con llave DESCONECTADO y la llave fuera.
- ◇ El interruptor general DESCONECTADO y la llave fuera.

4.7.4 Aire comprimido

El aire comprimido puede causar lesiones al personal. Cuando use aire comprimido para la limpieza, póngase máscara, ropa y zapatos de protección adecuados.

La presión máxima del aire para la limpieza debe ser inferior a 30 psi.

4.7.5 Penetración de fluidos

Siempre que busque fugas hágalo con una tabla o cartón. El fluido que escapa a presión, aún la fuga más pequeña, puede penetrar la piel y causar lesiones graves o fatales. Si le penetra un líquido en la piel, se debe buscar la atención de un médico especialista en este tipo de lesiones.

4.7.6 Información sobre el asbesto

Si se usa cualquier pieza que contenga asbesto, se deben seguir las siguientes pautas para manipular estas piezas y los residuos de asbesto.

- ◇ Se debe tener precaución para evitar respirar el polvo generado al manipular componentes que contengan fibras de asbesto. Si este polvo se respira puede ser perjudicial para su salud.
- ◇ Los productos que pueden contener asbesto son las bandas y forros de frenos y conjuntos de revestimiento, los discos de embrague y algunas empaquetaduras.
- ◇ La manipulación normal no es peligrosa, siempre y cuando no se forme polvo que contenga asbesto.

Si se genera polvo que contenga asbesto, se deben seguir las siguientes pautas:

- ◇ Nunca use aire comprimido para la limpieza.
- ◇ Evite cepillar o triturar materiales que contengan asbesto.
- ◇ Haga la limpieza con un trapo mojado o con una con un filtro de aire altamente eficiente.
- ◇ Póngase un respirador aprobado si no hay otra forma de controlar el polvo.

4.7.7 Refrigerante

A la temperatura de operación, el refrigerante del motor está caliente y bajo presión. El radiador y todas las mangueras a los calentadores o al motor contienen refrigerante caliente o vapor. Cualquier contacto con estos componentes puede causar quemaduras graves.

Compruebe el nivel del refrigerante solo con el motor parado y la tapa de llenado lo suficientemente fría para quitarla con la mano. Afloje lentamente la tapa de llenado del sistema para aliviar presión.

Antes de drenar el sistema de enfriamiento, deje que se enfríen los componentes del sistema.

4.7.8 Aceites

No permita que el aceite ni los componentes calientes toquen la piel. A la temperatura de operación todos los aceites se calientan y están bajo presión. Quite la tapa de llenado del tanque sólo con el motor parado y la tapa de llenado fría y afloje lentamente para aliviar la presión especialmente la del tanque hidráulico.

Alivie las presiones de los sistemas de aire, aceite, combustible y de enfriamiento antes de desconectar o desmontar tuberías o conexiones relacionadas con estos sistemas.

4.7.9 Baterías

Las baterías despiden gases inflamables que pueden explotar. No fume mientras comprueba el nivel de electrolito.

El electrolito es un ácido que puede causar lesiones si le cae en la piel u ojos. Póngase siempre anteojos de protección cuando trabaja con baterías.

4.7.10 Prevención contra incendios o explosiones

Todos los combustibles, la mayoría de los lubricantes y algunas mezclas de refrigerante son inflamables.

El combustible que fuga o se derrama en superficies calientes o en componentes eléctricos puede causar incendios.

4.7.11 Tuberías y mangueras

No doble ni golpee tuberías de alta presión. No instale tuberías o mangueras dobladas o averiadas.

Repáre toda tubería de combustible o de aceite. Las fugas pueden causar incendios.

Cuando busque fugas no lo haga con la mano. Siempre que busque fugas use una tabla o un cartón. Apriete todas las conexiones al par de apriete recomendado.

Asegúrese que todas las abrazaderas, guardas y protectores térmicos estén correctamente instalados para evitar vibraciones, fricción con otras piezas y el calor excesivo durante la operación.

4.7.12 Neumáticos o ruedas

Las explosiones de ruedas infladas con aire se deben a la combustión de gases inducida por el calor dentro de las ruedas.

La explosión de una rueda es mucho más violenta que un reventón. La explosión puede aventar la rueda, el aro y los componentes del mando final hasta 500 metros de la máquina o más lejos. La fuerza de la explosión y el material expulsado puede causar lesiones, accidentes fatales y daños a la propiedad.

Para evitar un inflado excesivo, es necesario utilizar el equipo apropiado y tener el adiestramiento en su uso. El uso inadecuado de un equipo puede producir el reventón de una rueda o la falla de los aros.

En el inflado de las ruedas, utilice una boquilla de conexión automática y póngase detrás de la banda de rodadura. Fije el regulador de inflado del equipo a una presión no superior a 20 psi sobre la presión de inflado recomendada.

4.7.13 Sistema de frenos

El acumulador del freno es un cilindro de alta presión. No saque la válvula, la conexión hidráulica o el núcleo de válvula, ni desarme ningún componente mientras no haya aliviado la presión.

Antes de soltar manualmente el freno de estacionamiento, apague el motor y bloquee las ruedas. Antes de desarmar el freno, alivie la presión de aceite de los

frenos aplicando repetidamente los frenos hasta que el indicador de presión muestre cero.

4.7.14 Símbolo de advertencia

En todos los equipos móviles de construcción, en ciertos componentes, trae el símbolo advertencia (figura 40), que significa **¡Preste atención! ¡Esté alerta! ¡Está en juego su seguridad!**, nunca hay que menospreciar u olvidar este símbolo.

Figura 40. Símbolo de advertencia



4.8 MEDIO AMBIENTE

Es claro, que se puede impactar positivamente el Medio Ambiente, a través de un programa de mantenimiento, en el que se consiga una reducción en los aceites usados, logrando extender los periodos de cambio, un manejo adecuado de los filtros y aceites usados (drenados).

4.8.1 Intervalos de cambio de aceite

La extensión de los intervalos de cambio de aceite, sólo podrá darse, como el resultado del continuo análisis y monitoreo, de los reportes recibidos periódicamente del laboratorio.

A pesar de ser un punto bastante delicado que podría desencadenar una serie de eventos catastróficos, sino se maneja adecuadamente, también es muy cierto, que

bajo una adecuada gestión, generará grandes beneficios al medio ambiente y al proceso productivo mismo.

El beneficio directo contra el medio ambiente, es la menor cantidad de aceite usado drenado, como resultado de la extensión de los intervalos de cambio.

4.8.2 Gestión de los aceites usados

La gestión es el conjunto de acciones encaminadas a ofrecer un destino adecuado a los aceites usados, que no perjudique al medio ambiente.

En general, dichas acciones consisten en la recolección, almacenamiento, transporte y tratamiento de los lubricantes usados, que puede finalizar con su reutilización como combustible o materia prima, para elaborar nuevos aceites.

En términos sencillos, aceite usado es exactamente lo que su nombre implica cualquier aceite proveniente de petróleo crudo o sintético que haya sido utilizado.

Durante el uso normal del aceite pueden mezclarse con éste impurezas tales como tierra, partículas de metal, agua y productos químicos que afecten a la larga el rendimiento de dicho aceite. Tarde o temprano éste debe ser reemplazado con aceite virgen o vuelto a refinar para que pueda continuar realizando su función.

El aceite usado, de origen mineral o sintético, que se emplea como lubricante en motores, tiene entre sus componentes diversos elementos contaminantes.

Tal es el caso de aditivos como el zinc, cadmio, aluminio, plomo, cloro, fósforo, azufre, que se añaden al aceite base para conferirle estabilidad, durabilidad y potenciar su cualidad lubricante.

Así mismo, presenta una serie de sedimentos procedentes del desgaste de las partes móviles del motor y subproductos derivados de la combustión, los que van a parar al aceite y acentúan aun más su toxicidad.

Si al carácter contaminante de estos desechos, se suma la propiedad impermeable que tienen los aceites en general, actuando de barrera ante el paso de oxígeno, se pone de manifiesto el doble efecto perjudicial que producen cuando se vierten al medio: contaminación y asfixia.

Es de resaltar además, la gran expansión o alcance de su toxicidad, hecho que se manifiesta con las siguientes cifras:

Un litro de aceite usado contamina un millón de litros de agua.

Cinco litros de aceite usado quemado, contaminan el volumen de aire respirado por una persona durante tres años.

Verter cinco litros de aceite usado en el mar, crea una fina película de grasa de 5000 m² que dificulta y contamina la vida marina.

En resumen, los elementos peligrosos que contienen los aceites usados y la gran capacidad de expansión de su toxicidad, hacen que estos tengan un potencial de contaminación muy importante.

A pesar de todo lo anterior, los aceites son:

- ◇ Vertidos al mar, originando una fina película impermeable que impide la oxigenación y contamina el agua, la cual dificulta (y en caso extremo destruye) el desarrollo de la vida marina.
- ◇ Vertidos en tierra, recubriendo el suelo, por lo que destruye el humus vegetal ante la falta de oxígeno y, por tanto, la fertilidad del suelo.
- ◇ Además, estos aceites se filtran en el subsuelo y pueden llegar hasta los acuíferos, contaminando el agua que se bebe procedente de pozos y galerías.
- ◇ Vertidos en los sistemas de alcantarillado, provocando serios daños en las estaciones depuradoras e impidiendo la recuperación del agua para la agricultura.

- ◇ Quemados inadecuadamente, emitiendo gases tóxicos provenientes de los compuestos de cloro, fósforo, azufre, desprendiéndose además gran cantidad de plomo.

Todas estas prácticas son habituales y producen graves daños a la salud humana y al medio ambiente.

Una vez que el aceite ha sido usado, éste puede recogerse, reciclarse y usarse una y otra vez. Se estima 380 millones de galones de aceite usado son reciclados cada año. El aceite usado reciclado se puede utilizar algunas veces para la misma función o en una función totalmente diferente.

Por ejemplo, el aceite de motor usado puede volverse a refinar y venderse de nuevo como aceite de motor o se puede procesar para usarse como combustible para calefactores. El aceite para el laminado de aluminio también se puede filtrar en el sitio y volverse a utilizar.

El aceite usado puede ser reciclado de las siguientes maneras:

- ◇ **Reacondicionándolo:** En el mismo sitio, lo cual incluye la eliminación de sus impurezas y su uso subsiguiente. Aunque esta forma de reciclaje puede no restaurar el aceite a su forma original si prolonga su vida útil.
- ◇ **Insertándolo en una refinería de petróleo:** Lo cual incluye la introducción del aceite usado como material de alimentación en el extremo frontal del proceso o en el coquizador para producir gasolina.
- ◇ **Volviéndolo a Refinar:** Lo cual incluye el tratamiento del aceite para eliminar las impurezas de forma que se pueda utilizar como base del aceite de lubricación nuevo. Este proceso prolonga la vida de la fuente de aceite indefinidamente. Esta forma de reciclaje es la mejor opción posible ya que cierra el círculo de reciclaje al volver a usar el aceite para fabricar el mismo

producto que era al principio y por lo tanto utiliza menos energía y menos aceite virgen.

4.8.3 Tratamientos de los filtros usados

Los filtros de aceite usado, se consideran como materiales reciclables debido a que son fabricados de acero. Hoy en día son reciclados siendo llevados a productos como acero nuevo, aplicación de manufactura de carros y en materiales de construcción.

El adecuado drenaje de los filtros es el primer paso a seguir. De acuerdo con algunas disposiciones ecológicas y de manejo de residuos peligrosos, los filtros usados quedan excluidos de la lista de material peligroso siempre y cuando hayan sido drenados adecuadamente de aceite usado.

El aceite usado debe ser removido adecuadamente de los filtros de aceite antes de desecharlos. Los filtros de aceite deben ser drenados en caliente. Hay cuatro distintos métodos para hacerlo:

- ◇ Perforar y Drenar -- La perforación del filtro puede ser efectuada con un destornillador o con cualquier otro objeto puntiagudo que permita al aire ayudar a evacuar el aceite restante del filtro. El drenado "en Caliente" significa drenar el aceite a la temperatura de operación del motor o equipo. Cuando se retira un filtro de la maquinaria, éste debe ser colocado con el empaque hacia abajo en un recipiente adecuado de recolección. Si el filtro tiene alguna válvula de anti-drenado, la parte posterior del filtro debe ser perforada para que el aceite pueda salir libremente. El filtro debe permanecer drenando un promedio de 12 a 24 horas.
- ◇ Comprimir y Drenar: El filtro puede comprimirse por medios mecánicos, neumáticos o hidráulicos para exprimir el aceite usado y compactar los materiales restantes del filtro.

- ◇ Desarmado y Drenado: El filtro se separa en sus diferentes partes utilizando un dispositivo mecánico, esto permite al aceite usado salir del filtro y además reciclar por separado el papel y el metal.
- ◇ Presión de Aire y Drenado: El filtro se coloca en un dispositivo que por medio de aire a presión provoca la salida del aceite del filtro.

5. CONCLUSIONES

El principal apoyo para producción ha sido siempre mantenimiento y en la actualidad ha cobrado gran importancia dentro de las organizaciones por el gran capital que hay invertido en los equipos y por los niveles de calidad, competitividad y productividad exigidos por el mercado; después de muchos años mantenimiento dejó de ser la cenicienta de las organizaciones y estas han visto la importancia de realizar una gestión de mantenimiento acorde con las tecnologías de los equipos de construcción y lograr el establecimiento de políticas y objetivos que vayan en concordancia con las empresas para ser siempre competitivos garantizando plena satisfacción en los clientes.

Después de haber realizado esta monografía llego a las siguientes conclusiones:

- Todas las empresas constructoras tienen toda clase de documentos (manuales de mantenimiento y operación, de partes, planos y registros que describen los aspectos técnicos de cada equipo), con esto y con información recopilada mediante entrevistas con operadores, mecánicos y personas relacionadas con los equipos se puede iniciar con la ayuda de un computador un sistema de información, que sería el primer paso para organizar el área de mantenimiento.
- Se debe buscar un mecanismo para crear en los operadores sentido de pertenencia y mediante capacitaciones formarlos para que presten los primeros auxilios a los equipos que operan ya que el éxito de un buen mantenimiento parte de ellos que son las personas directamente responsables por su operación debido a que muchas obras se desarrollan en lugares dispersos y muy lejanos.

- La información concreta, el adecuado manejo de papeleo y el llevar los registros de daños e intervenciones a los equipos, son de vital importancia en la gestión de mantenimiento para la toma de decisiones con mayor acierto.
- Los índices de gestión permitirán al administrador del área, evaluar los resultados obtenidos periódicamente y determinar si se cumple el verdadero objetivo del mantenimiento, el cual es obtener una producción a bajo costo y buena calidad del producto.
- Al implementar un programa de mantenimiento se busca la reducción de las tareas emergentes y la ampliación del tiempo de intervención de los equipos y permitirá al personal centrar sus conocimientos en actividades específicas de mejoramiento para aumentar la confiabilidad.

BIBLIOGRAFIA

BOTERO, Ernesto. Mantenimiento preventivo. UIS, Bogotá. 2003.

Gecolsa, Manual de rendimiento. 29 Edición. EE.UU. 1998.

GONZALEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. UIS, Bogotá, 2002.

GONZALEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Seminario IV: Evaluación de la investigación. UIS, Bogotá, 2003.

GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de especialización. UIS, Bogotá. 2003.

BITELLI, Manual de operación y mantenimiento de compactador modelo 1997.

FINISHER, Manual de operación y mantenimiento de terminadora asfáltica modelo 1999.

LIEBHERR, Manual de operación y mantenimiento retroexcavadora modelo 1997.

ALLIS FACO, Manual de operación y mantenimiento de trituradoras de mandíbulas y cono modelos 1985 a 1998.

MACK, Manual de operación y mantenimiento de volquetas doble troque modelo 2001.

NICHOLS, Herbert. Reparación y mantenimiento de maquinaria pesada. 2ª Edición. Mexico: Editorial McGraww-Hill. 1995.

TAMAYO DOMINGUEZ, Carlos Mario. Organizaciones del mantenimiento. UIS,

Bogotá, 2003.

