

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.2 00
		Página	1 de 59

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARIBABARE E.S.P DEL
MUNICIPIO DE TAME-ARAUCA**

Autor

OMAR ARIEL BLANCO HEREDIA

Director

ELKIN MORA ESPINOSA
Ingeniero Mecánico

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA,
MECATRONICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA,

Sep. 07 de 2016

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	2 de 59

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARIBABARE E.S.P DEL
MUNICIPIO DE TAME-ARAUCA**

Autor

OMAR ARIEL BLANCO HEREDIA

1094271718

Omarbh2393@gmail.com

3213192194

Director

ELKIN MORA ESPINOSA

Ingeniero Mecánico

Elkmes@gmail.com

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA,
MECATRONICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA,

Sep. 07 de 2016

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	3 de 59

Dedicatoria.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Luz Colombia Blanco Heredia, por darme la vida, Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor, por enseñarme que el trabajo con esfuerzo siempre es bien remunerado, gracias mami por tus esfuerzo y tus sacrificios para que hoy yo este alcanzando uno de mis sueño, te lo debo todo y no encuentro palabras para agradecer todo lo que has hecho por mí, te amo mami y espero un día poder devolver un poco de todo lo que me has dado, quiero que sepas que este logro es tu yo, producto de tu dedicación y tu trabajo.

A mi amiga, mi novia y hoy en día mi esposa que siempre estuvo a mi lado apoyándome incondicionalmente Ingrid Saritza Mina Romero, por tu dedicación, por tu amor, por ser ese bastón que nunca me dejo caer, gracias bebe por ayudarme a alcanzar este logro te lo dedico a ti y a nuestra hija, las adoro.

A mis hermanos Geovanny, Duvan, Santiago y Víctor por su apoyo incondicional, por sus consejos que siempre fueron bien recibidos, por ser un espejo de la vida y permitirme aprender de sus errores gracias los quiero mucho.

A mis amigos de toda la vida mis hermanos adoptivos Christian, Oscar, Jonathan, Mónica, por su apoyo y por su amistad gracias y les deseo que cumplan sus sueños al igual que hoy yo lo estoy haciendo. A mis nuevos amigos Davison, Juan, Karen, Jossé, Nixon gracias por brindarme su amistad sepan que en mí siempre encontraran un amigo.

A mis colegas y amigos de universidad por su apoyo, consejos y ayuda que sin ellos no fuera sido posible alcanzar este logro gracias compañeros.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	4 de 59

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar este logro y haber conocido a personas maravillosas que hicieron parte de este proceso, le pido a Dios que les bendiga y les de salud, vida para que sigan ayudando y formando profesionales.

agradezco primera mente al Ing. Aldo Pardo por su buen corazón y la calidad de persona que es.

a mi director de proyecto el Ing. Elkin Mora por brindarme su apoyo cuando lo necesite y por su apoyo intelectual.

a todos y cada uno de mis Docentes de la carrera gracias por sus enseñanzas y sus conocimientos.

A la empresa CARIBABARE E.S.P por darme la oportunidad de realizar mis pasantías, por brindarme ese apoyo y ese calor de hogar de la familia CARIBABARE eternamente agradecido Ing. Mónica Bohórquez.

agradezco a la Universidad de Pamplona por haberme abierto sus puertas para formarme como profesional y persona.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	5 de 59

TABLA DE CONTENIDO

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2.	JUSTIFICACION.....	2
3.	OBJETIVOS	3
3.1	Objetivo General.....	3
3.2	Objetivos Específicos	3
4.	ESTADO ACTUAL	4
4.1	MARCO TEÓRICO.....	4
4.1.1	¿Qué es Mantenimiento?.....	4
4.1.2	Historia del Mantenimiento.....	5
4.1.3	Tipos de Mantenimiento. (Mora Gutiérrez L, A. 2005).....	6
4.2	MARCO CONTEXTUAL	8
	CARIBABARE E.S.P.....	8
4.2.1	Misión	9
4.2.2	Visión.....	9
4.2.3	Política de Calidad	9
5.	ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO.....	9
5.1	ESTRUCTURA.....	9
5.2	Organigrama de la Empresa.....	10
5.3	ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA.....	10
5.3.1	DESCRIPCIÓN	10
5.3.2	DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO.....	11
5.3.3	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARIBABARE E.S.P.....	12
5.3.4	DIAGRAMA RECOMENDADO PARA REALIZAR LA PLANEACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3.5	RUTA DE PROGRAMACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
5.3.6	RUTA DE CONTROL	¡Error! Marcador no definido.
6.	METODOLOGIA APLICADA.....	13
6.1	PLANEACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
6.2	PROGRAMACIÓN.....	15
6.3	EJECUCION	16
6.4	CONTROL.....	21
7.	CODIFICACION DE LOS EQUIPOS	25
7.1	LISTA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DE CARIBABARE E.S.P.....	25

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	6 de 59

7.1.1	CAMION VOLKSWAGEN 2 WORKER VAC-CUN	26
7.1.2	CAMIÓNES COMPACTADORES DE SÓLIDOS.	26
7.1.3	CAMION LIVIANO CHEVROLET NKR modelo 2009.....	27
7.1.4	RETROEXCABDORA NEW HOLLAND B95B.	28
7.1.5	CAMIONETA VAN CHEVROLET N300.	28
7.1.6	MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100.	29
7.1.7	PULIDORA DEWALT.	29
7.1.8	MARTILLO DEMOLEDOR D25980K.	30
7.1.9	COMPACTADOR VERTICAL 6H-120.....	30
7.1.10	COMPRESOR JUMBO DE 2HP.	31
7.1.11	GUADAÑA B-45.....	31
7.1.12	PLACA VIBRADORA V.C500.....	31
7.1.13	MOTOBOMBA HONDA 3" 5.5HP.	32
7.1.14	BOMBA SUMERGIBLE MANN-BARMESA.	32
7.1.15	CORTADORA DE CONCRETO CLIPPE.	32
8.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD (AC).....	33
9.	ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF).....	34
	ELABORACIÓN DE LA TABLA DE AMEF.	34
10.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	35
10.1	ANÁLISIS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	37
10.1.1	CAMION VOLKSWAGEN 2 WORKER VAC-CUN	37
10.1.2	CAMION COMPACTADOR FORD CARGO 1721 MODELO 2006.	38
10.1.3	CAMION COMPACTADOR VOLKSWAGEN VW31.310 modelo 2011.	38
10.1.4	CAMION COMPACTADOR CHEVROLET FVR modelo 2012.	39
10.1.5	RETROEXCABDORA NEW HOLLAND B95B.	39
10.1.6	VOLQUETA 7M ³	40
11.	RESULTADOS.	40
12.	CONCLUSIONES.	41
13.	RECOMENDACIONES	42
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	7 de 59

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tipos de mantenimientos</i>	8
<i>Tabla 2. estructura de la empresa.....</i>	9
<i>Tabla 3. Acciones de mmto y colores de actividades de mmto.....</i>	13
<i>Tabla 4. Cronograma de actividades en km.....</i>	14
<i>Tabla 5. Registro de combustible.....</i>	15
<i>Tabla 6. Planilla de mantenimiento.....</i>	16
<i>Tabla 7. inspección general.....</i>	17
<i>Tabla 8. Inspección pre operativa de vehículos.....</i>	18
<i>Tabla 9. Inspección pre operativa de vehículos.....</i>	19
<i>Tabla 10. Solicitud de servicio.....</i>	20
<i>Tabla 11. Orden de trabajo.....</i>	20
<i>Tabla 12. Informe de averiar.....</i>	22
<i>Tabla 13. Registro de maquinaria.....</i>	23
<i>Tabla 14. Registro de herramientas y equipos.....</i>	23
<i>Tabla 15. Estado de conservación.....</i>	24
<i>Tabla 16. lista de maquinaria y equipos de CARIBABARE E.S.P.....</i>	26
<i>Tabla 17. Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo.....</i>	33
<i>Tabla 18. Matriz de criticidad.....</i>	34
<i>Tabla 19. Formato de AMEF.....</i>	35
<i>Tabla 20. Costos de combustible.....</i>	36
<i>Tabla 21. salario de operadores.....</i>	36
<i>Tabla 22. Costos totales de mantenimiento.....</i>	37

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	8 de 59

LISTA DE GRAFICAS

<i>Grafica 1. Logotipo de la empresa CARIBABARE E.S.P</i>	8
<i>Grafica 2. Organigrama de la empresa CARIBABARE E.S.P</i>	10
<i>Grafica 3. Parquadero empresa CARIBABARE E.S.P</i>	10
<i>Grafica 4. Diagrama de flujo actual</i>	11
<i>Grafica 5. Diagrama de flujo plan de mantenimiento</i>	12
<i>Grafica 6. Diagrama de flujo ruta de planeación</i>	13
<i>Grafica 7. Diagrama de flujo ruta de programación</i>	15
<i>Grafica 8. Diagrama de flujo ruta de control</i>	21
<i>Grafica 9. Camión succión presión</i>	26
<i>Grafica 10. Camión succión presión</i>	28
<i>Grafica 11. Pulidora dewalt</i>	29
<i>Grafica 12. Martillo demoledor</i>	30
<i>Grafica 13. Compactador vertical</i>	30
<i>Grafica 14. guadaña</i>	31
<i>Grafica 15. Placa vibradora</i>	31
<i>Grafica 16. Bomba sumergible</i>	32
<i>Grafica 17. Cortadora de concreto</i>	32
<i>Grafica 18. Mmto vaccum</i>	37
<i>Grafica 19. Mmto Ford 1721</i>	38
<i>Grafica 20. Mmto vw31.310</i>	38
<i>Grafica 21. Mmto Chevrolet fvr</i>	39
<i>Grafica 22. Mmto retroexcavadora</i>	39
<i>Grafica 23. Mmto volqueta</i>	40

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	9 de 59

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARIBABARE E.S.P DEL MUNICIPIO DE TAME-ARAUCA

Blanco Heredia Omar Ariel

a,b Pamplona University, Km 1 Vía B/manga, Pamplona, Colombia

Resumen:

En este documento se evidencia el estudio realizado al plan de mantenimiento actual de la empresa CARIBABARE E.S.P con el fin de conocer los procesos, herramientas y acciones ejecutadas para llevar a cabo este plan, donde se detectó la falta de estas en algunos sectores en especial en el grupo operativo técnico ambiente (GOTA) donde se evidenciaba la falta de formatos del equipo, para corregir esta falencia se diseñaron los formatos de pre operación y se actualizaron las hojas de vida de estos.

La empresa contaba con un plan de mantenimiento donde las actividades se planificaban, semanales, mensuales, trimestrales y anuales este método de programación no estaba dando resultado debido a la falta de compromiso de los operadores y de la empresa al no tener personal capacitado para encargarse de esta labor, se propone un nuevo sistema de programación y planificación de las actividades de mantenimiento, esta propuesta compromete al operador con su equipo siendo este el responsable y encargado de las actividades. El sistema planteado se basa inicialmente en el método de mantenimiento sistemático el cual es programado según las indicaciones del fabricante, al detectarse que los equipos venían presentando fallas específicas en ciertos sistemas se recomienda utilizar el método de mantenimiento condicional este se basa en la constante inspección y revisión de los sistemas con mayor frecuencia de falla con el objetivo de programar la actividades de mantenimiento unas ves se detecte cualquier anomalía. Con la combinación de estos dos métodos y la aplicación de estas filosofías se garantiza la mejora en la planeación, programación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

Con el objetivo de detectar los equipos más importantes de la empresa se realizó un estudio de análisis de criticidad para identificar los equipos más críticos y que requieren de mayor atención, a estos equipos se les realizó un estudio de análisis de modo y efecto de falla de este modo detectando la falla más común de cada equipo evaluado.

El control y la supervisión de los costos del mantenimiento es la mejor herramienta para la administración del mismo, de igual forma nos sirve como indicador, pues con los costos se puede verificar si se están cumpliendo los objetivos propuesto en el plan de mantenimiento. Debido a que la empresa no estudia a fondo los costos, se realizó un análisis de costos de los vehículos más críticos o con mayor frecuencia de falla con el fin de detectar el equipo que genera a la empresa un mayor consumo.

Palabras claves: mantenimiento, actividades, amef, análisis, criticidad, fallas, formatos, equipos, maquinas.

Abstract:

This document describes the study the current program maintenance company in order to understand the processes, tools and actions taken to carry out this plan, where the lack of these were detected in some sectors, especially in the group evidence technical operating acclimates (GOTA) where the lack of formats evidenced team to correct this deficiency formats were designed and pre operation resumes of these were updated.

The company had a maintenance plan where activities are planned, weekly and monthly, quarterly and annual this programming method was not paying off due to lack of commitment by operators and the company not having trained staff to handle this work, a new system of planning and scheduling of maintenance activities proposed, this proposal commits the operator with his team being the responsible and in charge of the activities. The proposed system is based initially on the method of systematic maintenance which is programmed according to the manufacturer, when detecting that the teams came presenting specific faults in certain systems it is recommended to use the method of conditional maintenance this is based on the constant inspection and review of systems failure most often in order to schedule a maintenance activities see any abnormality is detected. With the combination of these two methods and the application of these philosophies improvement is guaranteed in the planning, programming and implementation of maintenance activities.

In order to detect the most important equipment company a study of criticality analysis was performed to identify the most critical equipment and require more attention, these teams were conducted a study analysis mode and effect of failure thereby detecting the most common failure of each team evaluated.

Control and monitoring of maintenance costs is the best tool for managing the same, likewise serves as an indicator, because the costs can check whether they are meeting the proposed maintenance plan objectives. Because the company does not scrutinize costs, a cost analysis of the most critical or failure more often in order to detect the equipment that generates the company increased consumption vehicles was made.

Keywords: maintenance, activities, FMEA, analysis, criticality, failure, formats, equipment, machinery

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.2 00
		Página	1 de 59

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el papel que cumplen los sistemas de mantenimiento para estructurar procesos de mejora de una organización es fundamental. Por lo anterior estructurar un buen proceso de mantenimiento mediante el uso de un buen sistema contribuirá en el fortalecimiento, posicionamiento y aprovechamiento de los recursos económicos y humanos de esta (SENA). Se puede concluir que el mantenimiento es un proceso de mejora continua de allí que la empresa CARIBABARE E.S.P haya tomado la decisión de actualizar el plan de mantenimiento actual, con el fin de mejorar y estar a la vanguardia en esta área tan importante para la empresa.

Se realizó un estudio al plan de mantenimiento actual de la empresa CARIBABARE E.S.P, con el objetivo de detectar las falacias que esta venía presentando. Con la información obtenida se desarrolló una propuesta de optimización donde se plantea la aplicación de nuevos formatos, la mejora de algunos formatos existentes, una metodología más asertiva para planeación y programación de las actividades de mantenimiento, un estudio de equipos críticos y cuáles son los causantes de esta criticidad, este se realizó utilizando la metodología de análisis de criticidad y amef y para finalizar un análisis de costos.

2. EMPRESA CARIBABARE E.S.P

La Empresa de Servicios Públicos CARIBABARE E.S.P de TAME-ARAUCA, es una entidad, que inicialmente fue constituida como un establecimiento público de orden municipal adscrito a la Alcaldía, fue creada mediante Acuerdo No. 003 de febrero de 1989. A finales de 1996 fue transformada en una entidad industrial y comercial del estado, mediante Acuerdo No. 010 del 5 de junio de 1996 fue elevada a Escritura Pública No. 1.292 en la Notaría Única de Tame el 13 de diciembre de 1996. La entidad es la encargada de administrar, operar y mantener los siguientes servicios públicos domiciliarios: Acueducto, Alcantarillado y Aseo con más 27 años de experiencia en servicio al público certificado con estándares de calidad en ISO 9001.

2.1 Descripción Del Mantenimiento

La empresa actualmente cuenta con un plan de mantenimiento programado preventivo el cual no se aplica y se tiende a realizar mantenimiento correctivo, según el plan actual el mantenimiento está a cargo de cada líder de grupo operativo y almacén, esta situación ha generado inconvenientes en la programación y ejecución de las actividades del

mantenimiento. Debido a que en la empresa no se cuenta con técnicos o profesionales en el área, ni se tiene manuales de mantenimiento de los equipos, esta realidad dificulta la programación por parte de los líderes a esto agregamos que al ser un ingeniero civil y una ingeniera ambiental no cuentan los conocimientos que requiere un programador de mantenimiento. Cuando se presenta una avería el operario le comunica al coordinador de grupo el cual diligencia la solicitud de mantenimiento y la hace llegar a almacén, este genera una orden de trabajo que luego es entregada al operador para realizar mantenimiento outsourcing.

2.2 Metodología Aplica

La propuesta de optimización del plan de mantenimiento se llevó a cabo en 4 fases de administración del mantenimiento: planeación, programación, ejecución y control.

2.2.1 planeación

Las actividades de mantenimiento se realizaron aplicando la metodología de mantenimiento preventivo sistemático el cual se basa en seguir las actividades propuestas por el fabricante. Una vez adquirido la información se procedió a realizar el cronograma de mantenimiento el cual está diseñado para efectuarse cada cierta cantidad de kilómetros. Debido a que cada actividad de mantenimiento conlleva una acción, se establece una serie de símbolos para cada una. Según el ingeniero JOHN CASTLES nos dice que las actividades de mantenimiento se resumen en tres tipos: actividades de lubricación, actividades eléctricas y electrónicas, actividades mecánicas, basándonos en esta filosofía se estableció un código de colores para cada actividad, naranja para las actividades de lubricación, amarillo para las actividades eléctricas y electrónicas, rojo para las actividades mecánicas.

			colores mantenimiento
▲ CAMBIO / SUSTITUCION	■ CONTROL NIVEL Y LLENADO		
● REVISAR	◆ LUBRICACION/ENGRASE		lubricacion
● LIMPIEZA	▼ CONTROLAR Y APRETAR		electrico
◆ AJUSTAR	◆ INSPECCIONAR		mechanico

Tabla 1. Acciones de mnto y colores de actividades de mnto.

Una vez que se han estipulado las actividades en el cronograma, se procede a llevar el control del kilometraje y la cantidad de combustible consumido por el vehículo mediante el formato registro de combustible, por medio de este formato se realiza la programación de las actividades de mantenimiento y se le hace un seguimiento al consumo de combustible para identificar cualquier anomalía en el vehículo, ya que este es un indicador de posibles fallas.

2.2.2 programación.

las actividades de mantenimiento se programan teniendo en cuenta el cronograma de las actividades, las inspecciones realizadas,

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	2 de 59

el control de combustible y la disponibilidad de los equipos, la actividad programada debe contar con la autorización del líder de grupo operativo al que pertenece el equipo a intervenir. Esta se diligencia en un formato donde se estipula el día, el equipo que se va intervenir y la actividad que se va a realizar, este formato recibe el nombre de planilla de mantenimiento, las actividades se programan por semana y se expone a la vista del personal para que ellos tengan presente las actividades de mantenimiento que se van a realizar.

2.2.3 ejecución

La ejecución del mantenimiento tal vez es el objetivo más difícil de cumplir ya que requiere de gran compromiso y colaboración tanto de la administración como de los operarios, técnicos y profesionales. Para que el mantenimiento se pueda llevar a cabo es indispensable la labor del operario como inspector y veedor del equipo ya que este es el responsable directo del bien y al pasar la mayoría del tiempo en constante contacto con el equipo su experiencia nos va ayudar a detectar y reparar posibles fallas, para ello se han creado dos formatos, uno de inspección pre operativa y el otro de inspección general que se hará de acuerdo al cronograma de actividades. A los operadores se les hizo la recomendación de llevar un registro de fallas o incidente en un libro de bitácora esto con el fin de crear más compromiso con el equipo.

Las inspecciones más el libro de bitácora, el registro de combustible y el cronograma de actividades nos brindaran la información necesaria para aplicar un mantenimiento más objetivo y a tiempo, una vez esta información es analizada por el programador de mantenimiento o por el personal encargado del mismo, se procede a diligenciar el formato de solicitud de servicio tratando de generar la solicitud antes del daño, de igual forma se diligencia si el equipo ya fallo. Una vez es analizada la solicitud, se estipula el día, la actividad a realizar, donde, materiales, personal que se necesita y el valor de la actividad, esto se hace por medio del formato orden de trabajo.

2.2.4 control

Luego de haber realizado la ejecución del mantenimiento se procede a realizar un informe donde se debe especificar cuál fue la labor que se realizó, que causo la falla y qué medidas se tomaron para evitar posibles fallas futuras. para ello se diseñó el formato de informe de avería.

Toda la información técnica del equipo se digito en el formato registro de maquina el cual está acompañado por el formato estado de conservación, con los cuales se construyó la hoja de vida del equipo a estos dos formatos se le debe anexar las solicitudes de servicio, inspecciones, registros de combustibles e informes.

3. CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

La codificación es una herramienta fácil y sencilla que le permite tanto al profesional, técnico y operario del área de mantenimiento, nombrar de forma corta y simple a los equipos que se les realiza mantenimiento.

Para codificar los equipos tendremos en cuenta las tres primeras letras del nombre del bien, el área a la que pertenece y un número que indica la cantidad de bienes del mismo tipo.

LISTADO EQUIPOS	
EQUIPO	CODIGO
CAMION VOLKSWAGEN 2 WORKER VAC-CUN	CAM-VACGOTA01
CAMION COMPACTADOR FORD CARGO 1721	CAM-COMGOAS01
CAMION COMPACTADOR VOLKSWAGEN VW31.310	CAM-COMGOAS02
CAMION COMPACTADOR CHEVROLET FVR	CAM-COMGOAS03
CAMION LIBIANO CHEVROLET NKR	CAM-NKRGOTA01
RETROEXCABDORA NEW HOLLAND B95B	RET-EXCGOAS01
CAMIONETA VAN CHEVROLET N300	CAMT-VAN01
VOLCO 7M ³ VC-7 M ³	VOL-GOAS01
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ33C	MOT-BAJGOTA01
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ34C	MOT-BAJGOTA02
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ35C	MOT-BAJGOTA03
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ36C	MOT-BAJGOTA04
PULIDORA DEWALT	PUL-DEWGOTA01
PLANTA ELECTRICA DIESEL	PLA-ELEGOTA01
MARTILLO DEMOLEDOR D25980K	MAR-DEMGOTA01
COMPACTADOR VERTICAL 6H-120	COM-VERGOTA01
COMPRESOR JUMBO DE 2HP	COMP-JUMGOTA01
GUADAÑA B-45	GUA-GOTA01
PLACA VIBRADORA V.C500	PLA-VIBGOTA01
MOTOBOMBA HONDA 3" 5.5HP	MOT-BOMGOTA01
MOTOBOMBA SUMERGIBLE MANN-BARMESA	MOTB-SUMGOTA01
CORTADORA DE CONCRETO CLIPPER	COR-CONGOTA01

Tabla 2. lista de maquinaria y equipos de CARIBABARE E.S.P

4. ANÁLISIS CRITICIDAD

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. Para determinar la frecuencia y la consecuencia utilizaremos el Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo (William Mora).

Una vez sea realizado el análisis se identifican 3 grupos de criticidad donde:

Índice de criticidad rojo: Equipos críticos para los cuales se les implementará el programa de mantenimiento preventivo.

Índice de criticidad naranja: Equipos de importancia media, que en un determinado momento pueden llegar a ser críticos. A estos equipos se le llevara la documentación necesaria para hacerles control sobre las actividades de mantenimiento.

Índice de criticidad verde: Equipos secundarios en el proceso que pueden ser sometidos a un programa de mantenimiento correctivo.

El análisis arrojó que los equipos críticos de la empresa son los 3 camiones compactadores, el camión succión presión, la retroexcavadora, la volqueta a los cuales se les realizo el análisis de modo y efecto de la falla para detectar cual/es sistemas son los más frecuente en fallar.

5. ANÁLISIS DE COSTOS

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importante es el costo. Por eso el ingeniero tiene que analizar y profundizar respecto a los costos de mantenimiento a fin de conocer su manejo y control, evitando así el crecimiento de estos. (SENA), consideramos ahora un análisis de los costos de mantenimiento de los equipos más críticos de la empresa obteniendo los siguientes resultados.

Los datos analizados corresponden al 1-01-2016 hasta el 30-10-2016, donde se analizaron los costos de operación y los costos de mantenimiento de cada equipo para obtener los costos totales de mantenimiento.

COSTOS DE COMBUSTIBLE X VEHÍCULO				
Código	Equipo	Galones consumidos 10 meses	Costo galón \$	Costos totales \$
CAM-VACGOTA01	VACCUM	985	7000	6.895.000
CAM-COMGOAS01	CAMION 1721	2.632	7000	18.424.000
CAM-COMGOAS02	CAMION VW31.310	3.630	7000	25.410.000
CAM-COMGOAS03	CAMION FVR ISUZU	2.813	7000	19.691.000
RET-EXCGOAS01	RETROEXCADORA	1.531	7000	10.717.000
VOL-GOAS01	VOLQUETA	1.020	7000	7.140.000
COSTOS TOTALES DE OPERACION				88.277.000

Tabla 3. Costos de combustible.

SALARIO DE OPERARIOS POR VEHÍCULO					
Código	Equipo	Salario conductor \$	Salario operador \$	# de operad.	Costos totales \$
CAM-VACGOTA01	VACCUM	1.880.200	689.455	2	3.259.110
CAM-COMGOAS01	CAMION 1721	1.412.400	689.455	2	2.791.310
CAM-COMGOAS02	CAMION VW31.310	1.518.200	689.455	2	2.897.110
CAM-COMGOAS03	CAMION FVR ISUZU	1.412.400	689.455	2	2.791.310
RET-EXCGOAS01	RETROEXCADORA	1.416.700	689.455	0	1.416.700
VOL-GOAS01	VOLQUETA	689.455	689.455	0	689.455
COSTOS TOTALES DE OPERACION					13.844.995

Tabla 4. salario de operadores.

COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO X VEHÍCULO				
Código	Equipo	Costos mantenimiento	Costo operación	Costos totales
CAM-VACGOTA01	VACCUM	6.757.000,00	39.496.100	46.243.100
CAM-COMGOAS01	CAMION 1721	12.946.000,00	46.337.100	59.283.100
CAM-COMGOAS02	CAMION VW31.310	10.370.000,00	54.381.100	64.751.100
CAM-COMGOAS03	CAMION FVR ISUZU	9.024.000,00	47.604.100	56.628.100
RET-EXCGOAS01	RETROEXCADORA	16.873.000,00	24.884.000	41.757.000
VOL-GOAS01	VOLQUETA	3.564.000,00	14.034.550	17.598.550
COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO (COP)				286.260.950

Tabla 22. Costos totales de mantenimiento.

5.1 Análisis De Actividades De Mantenimiento

Según el estudio realizado se identificó que los costos del mantenimiento se encuentran repartido en actividades correctivas y preventivas, como se muestran en las gráficas.

5.1.2 CAMION VOLKSWAGEN 2 WORKER VAC-CUN



Gráfica 18. Mnto vaccum.
Fuente: autor del proyecto

El camión succión presión (vaccum) presenta mantenimiento correctivo en un 59% de las actividades de mantenimiento ejecutadas durante el transcurso de este año, las cuales comprende actividades de reparación y cambio de empaques del sistema hidráulico y bombas. En las actividades preventivas que corresponden al 41% se identificaron actividades de lubricación, lavados, ajustes, limpiezas y revisiones del sistema del camión



las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

5.1.3 CAMION COMPACTADOR FORD CARGO 1721 MODELO 2006.



Grafica 19. Mmto Ford 1721. Fuente: autor del proyecto

En el camión recolector Ford 1721 se presenta el mantenimiento correctivo en un 70% de las actividades de mantenimiento ejecutadas durante el transcurso de este año, comprende actividades de reparación y reconstrucción de piezas mecánicas. En las actividades preventivas que corresponden al 30% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros y lavados que corresponden a un 25%. El 5% restante corresponde a revisiones de los sistemas del camión las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

5.1.4 CAMION COMPACTADOR VOLKSWAGEN VW31.310 modelo 2011.

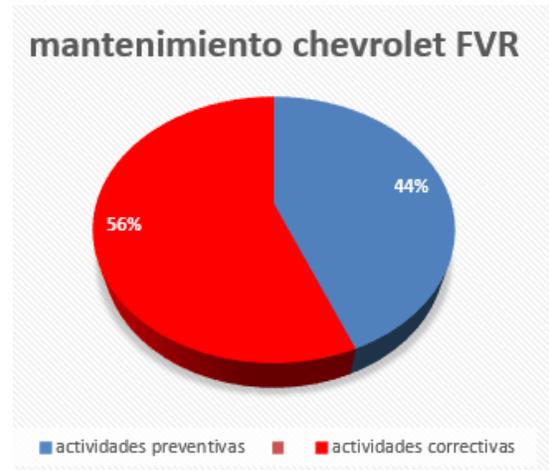


Grafica 20. Mmto vw31.310. Fuente: autor del proyecto

En el camión recolector vw31.310 se presenta el mantenimiento correctivo en un 59% de las actividades de mantenimiento, comprende actividades de reparación y cambio de piezas

mecánicas por deterioro. En las actividades preventivas que corresponden al 41% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros y lavados que corresponden a un 36%. El 5% restante corresponde a revisiones de los sistemas del camión las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

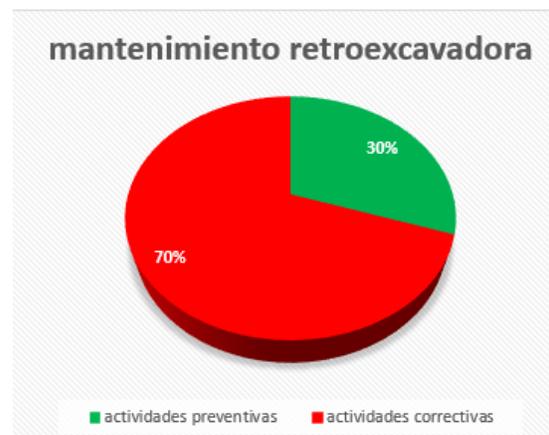
5.1.5 CAMION COMPACTADOR CHEVROLET FVR modelo 2012.



Grafica 21. Mmto Chevrolet fvr. Fuente: autor del proyecto

En el camión recolector Chevrolet FVR se presenta el mantenimiento correctivo en un 56% de las actividades de mantenimiento, comprende actividades de reparación en especial al sistema de frenos y cambio de piezas mecánicas por deterioro. En las actividades preventivas que corresponden al 44% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros y lavados que corresponden a un 39%. El 5% restante corresponde a revisiones de los sistemas del camión las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

5.1.6 RETROEXCABDORA NEW HOLLAND B95B.



Grafica 22. Mmto retroexcavadora. Fuente: autor del proyecto

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	5 de 59

La retroexcavadora B95 se encuentra ubicada en la planta de tratamiento de residuos sólidos y reciclaje la cual se encuentra ubicada a 13 km de la zona urbana del municipio, debido a esta situación el mantenimiento correctivo adquiere un valor adicional elevando los costos del mismo en un 70% de las actividades de mantenimiento, estas comprenden actividades de reparación, cambio de piezas mecánicas por deterioro y arreglos de neumáticos que equivale a 40% de las actividades correctivas. En las actividades preventivas que corresponden al 30% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros, ajustes y revisiones de los sistemas de la retroexcavadora las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

5.1.7 VOLQUETA 7M³.



Grafica 23. Mnto volqueta
Fuente: autor del proyecto

La volqueta ha igual que la retroexcavadora se encuentra ubicada en la planta de tratamiento de residuos sólidos y reciclaje. Las actividades correctivas corresponden al 81% de las actividades de mantenimiento, estas comprenden actividades de reparación, cambio de piezas mecánicas por deterioro y arreglos de neumáticos que equivale a 60% de las actividades correctivas. En las actividades preventivas que corresponden al 19% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros, ajustes y revisiones de los sistemas de la volqueta las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

6. RESULTADOS.

Se ha hecho un gran aporte al área de mantenimiento del grupo operativo técnico ambiental (GOTA), en pro de solucionar la problemática planteada a inicio de ese proyecto, se diseñaron e implementaron los formatos faltantes para las máquinas y los equipos, como formatos pre operativos, de inspección, informe de avería, estado de bien,

registro de combustible y kilómetros, se diseñó un cronograma de actividades enfocados en el mantenimiento sistemático y una planilla de programación de mantenimiento, se establecieron los manuales operativos de los equipos faltantes.

Se propuso un nuevo diseño de formato de registro del equipo, solicitud de servicio y orden de trabajo con el fin de mejorar los formatos debido a que los anteriores entregan poca información, se establecieron las fichas técnicas de los equipos basados en datos del fabricante.

La propuesta de los nuevos formatos se socializó con el personal de la empresa que operan los diferentes equipos y máquinas utilizando la herramienta de presentación power point una vez se socializó se realizó una prueba piloto de los formatos con el objetivo de detectar fallas en los formatos o inconformidades de los operarios hacia los mismos, estos formatos se someterán a prueba una vez aprobados serán ingresados al sistema de calidad de la empresa.

Haciendo uso de las herramientas de mantenimiento se aplicó un análisis de criticidad a los equipos de la empresa con el fin de jerarquizar los equipos más críticos para luego realizar un análisis de modo y efecto de la falla de esta forma detectando los equipos de mayor importancia y a los que se les debe de dar prioridad. El estudio realizado no indica que los camiones recolectores, el camión succión presión, la retroexcavadora y la volqueta son los equipos más críticos.

El estudio AMEF realizado a estos equipos nos muestra que las fallas más comunes corresponden al sistema hidráulico, para evitar esta falla se recomienda realizar mantenimientos preventivos a las bombas, válvulas y realizar el cambio de aceite y filtro hidráulico según lo indique el fabricante (1000 h). otra falla común entre estos equipos es el sistema de frenos, se recomienda realizar inspecciones y labores de mantenimiento por lo general los fallos más frecuentes de este sistema son los desgastes de los empaques y daños en los diafragmas. Se presenta en los camiones compactadores el desgaste de las guayas de cluct y acelerador se recomienda a los operarios realizar la inspección pre operativa para detectar cualquiera anomalía. En los equipos como la retroexcavadora y la volqueta se presenta una falla común, la constata perforación de las llantas falla que hace que se detenga el proceso de producción, para contrarrestar esta falla la acción que se recomienda es comprar y tener en cantidad mechas para parchas neumáticos, inspeccionar el área de trabajo y remover cualquier objeto corto punzante.

En la administración del mantenimiento un pilar fundamental son los costos, acorde a esto

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	6 de 59

se realizó un análisis de costos totales de mantenimiento donde se recolectó la información de los costos de mantenimiento y de operación de cada equipo crítico, en este análisis se muestra en porcentaje las actividades correctivas y preventivas de cada equipo y los costos estos.

7. CONCLUSIONES.

La aplicación de herramientas básicas como la inspección se convierten en la aliada perfecta para la aplicación del mantenimiento nos ayuda a detectar fallas y programar actividades, sirve de control y crea en los operarios sensibilización y apropiación por el equipo.

Se identificó que la utilización de herramientas como el análisis de criticidad nos brindan información concisa a la hora de intervenir un equipo priorizando los sistemas o piezas con mayor tendencia a fallar de esta forma se puede programar las actividades de mantenimientos más objetivas y de acuerdo a la situación real del equipo.

La aplicación del AMEF nos permitió identificar las fallas más comunes en los equipos más críticos, de igual forma se plantearon posibles soluciones a estas fallas que haciendo uso de la inspección se pueden evitar en la mayoría de los casos, en las fallas que presentan patrones repetitivos se pueden programar actividades de mantenimiento, como cambios de empaques, calibraciones, limpiezas y ajustes.

La utilización de formatos es indispensable para el mantenimiento, así mismo la apropiación de estos por parte de los operarios, en el transcurso del proyecto se detectó una cierta apatía a la hora de llenar los formatos para contrarrestar esta tendencia se recomienda realizar charlas y capacitaciones que incentive el compromiso con la empresa, dándoles a entender que todas las acciones que se toman son para mejorar.

Los costos de mantenimiento son muy importantes en especial para la empresa, ya que el estudio de estos nos permite llevar una administración adecuada del mismo, brindándole al administrador un indicador de la calidad del mantenimiento aplicado, una baja en los costos correctivos y una subida justificada en los costos preventivos indican que el plan de mantenimiento utilizado es el adecuado. Haber realizado el análisis de costos me demostró que el plan de mantenimiento actual no es funcional y que se deben de tomar acciones administrativas que permitan mejorar, se recomienda realizar actividades básicas (cambio de aceite) en la empresa, capacitar al personal en el área de mantenimiento y equipar a cada equipo con u

kit de herramientas básico, de esta forma se garantiza una disminución de costos.

8. RECOMENDACIONES

Controlar y verificar que los operarios Diligencien los formatos como es debido, recolectar y estudiar la información para luego almacenarla.

Socializar las actividades de mantenimientos antes y después de ejecutadas, llevar el control y los informes necesario para cada actividad, estas serán anexadas a la hoja de vida brindado así una información clara y concisa al programador de mantenimiento.

El mantenimiento de una empresa industrial debe de garantizar el correcto funcionamiento de las maquinas, equipos, herramientas e instalaciones garantizando la seguridad y la calidad de estos para así brindar un buen servicio, crear ambientes de trabajo adecuados para los operarios con el objetivo de que estos den lo mejor sí. Para que esto se pueda cumplir se debe reforma el mantenimiento de la empresa CARIBABARES E.S.P se recomienda la creación del departamento de mantenimiento donde se deleguen todas las funciones de mantenimiento a un personal capacita en el área, lo que les quitaría carga laboral a los grupos operativos permitiéndole enfocarse más en su trabajo.

Capacitar al personal en actividades de mantenimiento automotriz y realizar la compra de un banco de herramientas que les permita a los operarios realizar tareas básicas de mantenimiento.

Adquisición de un software de mantenimiento que facilite la planeación y programación de las actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alex Mauricio O, C. & Diana Yomali O, L. 2010. CARACTERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN ALGUNAS EMPRESAS DE MANIZALES Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia). Revisado 19 de agosto del 2016.

Antonio F, P & Héctor Romano T, C. 2009. DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO ESTRATEGIA DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MATERIAL RODANTE DE S.T.C. "TALLER ZARAGOZA". Instituto Politécnico Nacional, México D.F. revisado 22 de agosto del 2016.

Jorge Gállego P, L & Javier F, F. 2014. OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN AEROGENERADOR MEDIANTE EL

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	7 de 59

DISEÑO DE TAREAS DE SU FUERZA DE TRABAJO. Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación. Revisado 18 de agosto 2016.

José Luis R. C. 2013. ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y ESTUDIO RCM DEL EQUIPO DE MÁXIMA CRITICIDAD DE UNA PLANTA DESMOTADORA DE ALGODÓN. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Sevilla España. Revisado 24 de agosto 2016.

J.P. Rayo Peinado.2010. OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. Revista Preditec/IRM, S.A. revisado 20 de agosto de 2016.

Lorenzo S, I. 2010.IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN PLANTA DE COGENERACIÓN. Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación. Revisado 18 de agosto 2016.

Leonardo J. S. 2006. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE UNA LLENADORA TIPO LINEAL DE MARGARINA. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. Revisado 25 de agosto de 2016.

MAE. Luis Alberto M, G. 2005. TIPOS DE MANTENIMIENTOS. Universidad politécnica bolivariana. Revisado el 20 de agosto 2016.

María Fernanda P, P. 2005. GERENCIA ESTRATÉGICA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA PLÁSTICOS DEL LITORAL PLASTLIT. Escuela superior politécnica del litoral Guayaquil ecuador. Revisado el 22 de agosto del 2016.

Divulgación tecnológica. manual de mantenimiento sector industrial. Servicio nacional de aprendizaje SENA. Revisado el 20 de septiembre del 2016

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.2 00
		Página	1 de 59

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia según un estudio realizado en Manizales al sector empresarial en el año 2010 por ACOFI (Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería). Indica que el 95% de las empresas aplican el mantenimiento correctivo y el 92,85 % de las empresas encuestadas aplican mantenimiento preventivo, se puede establecer que las empresas cuentan con un plan de mantenimiento preventivo y debido a fallas en la ejecución del plan de mantenimiento se prestan errores que elevan el porcentaje del mantenimiento correctivo. Se concluye que a pesar de que la empresa cuente con un plan de mantenimiento preventivo si no se tiene las herramientas o las acciones adecuadas para ejecutar el plan, se sigue incidiendo en el mantenimiento correctivo.

En la actualidad la empresa regional de servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo CARIBABARE E.S.P de Tame-Arauca viene presentando falencias en la aplicación del plan de mantenimiento preventivo incurriendo en solo mantenimiento correctivo lo cual ha generado y genera sobrecostos para la empresa.

El plan de mantenimiento actual fue creado en el 2011 y durante estos 5 años no se han realizado modificaciones, conjuntamente la empresa ha adquirido nuevos equipos para el parque automotor donde se pueden mencionar un camión de succión presión (vactor), camión Chevrolet NKR, retroexcavadora marca New Holland referencia B95B y tres motocicletas 4t BOXER CT 100 modelo 2012 (CC: 99.27) las cuales no cuentan con instructivos, ni formatos de operación, se cuenta con 3 camiones recolectores de desechos sólidos que se encuentra en estado de deterioro. Debido a esta problemática identificada lo que se busca es que la empresa tome en cuenta la necesidad de actualizar el plan de mantenimiento con el objetivo de cumplir con la norma de calidad ISO 9001 y de esta forma poder crear ventaja competitiva y seguir distinguiéndose de las demás empresas del sector.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	2 de 59

2. JUSTIFICACION

La empresa CARIBABARE E.S.P es una empresa dedicada al servicio público de acueducto, alcantarillado y aseo, para cumplir con sus objetivos cuenta con un parque automotor que requiere de una atención y cuidado especial debido a que son equipos que están en constante uso y no se cuenta con equipos de respaldo, por tanto la empresa debe de garantizar su buen funcionamiento para así cumplir con sus estándares de calidad y lograr aumentar el tiempo de vida útil de los equipos, para ello es necesaria la optimización y aplicación del plan de mantenimiento, el cual es una práctica que requiere de costos adicionales para la empresa, cuando este es bien aplicado se ve reflejado en la operatividad y la calidad de los procesos que realizan las máquinas y los equipos, es por ello que se debe tomar más como una inversión que como un gasto ya que al dejarse el mantenimiento a voluntad propia estamos incurriendo en reparaciones de alto costo, que se pueden evitar, no es fácil lograr este cometido pero con una buena implementación del plan de mantenimiento por parte de los directivos, ingenieros y técnicos se lograrán cambios significativos para el bienestar tanto económico como laboral de la empresa, posicionándola en los primeros lugares del sector.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	3 de 59

3. OBJETIVOS

1.1 3.1 Objetivo General

- Optimizar el plan de mantenimiento de la empresa CARIBABARE E.S.P de Tame-Arauca para garantizar la administración, el control y la supervisión de las actividades del parque automotor.

1.2 3.2 Objetivos Específicos

- Recolectar la información técnica que se posea del parque automotor
- Diseñar formatos y controles para establecer operaciones de mantenimiento necesarias, garantizando la disponibilidad del equipo automotor.
- Crear las hojas de vida de los equipos para llevar un mejor control del mantenimiento de los equipos.
- Implementar un aplicativo del mantenimiento preventivo.
- Realizar un análisis de los beneficios que conlleva aplicar el plan de mantenimiento.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	4 de 59

4. ESTADO ACTUAL

En el año 2010 una encuesta llevada a cabo por la empresa Preditec/IRM, S.A. sobre una muestra de 250 plantas de diferentes segmentos del tejido industrial ESPAÑOL mostraba que más del 55% del mantenimiento llevado a cabo es mantenimiento al fallo (correctivo), un 35% preventivo y un 10% predictivo. En 1988, un estudio de benchmark llevado a cabo en USA indicaba que no menos de un 55% del mantenimiento ejecutado en su industria era correctivo, 30% preventivo, 10% predictivo y sólo un 5% proactivo. El estudio más reciente del SMRP (Society for Maintenance and Reliability Professionals) indica unos porcentajes de 55% correctivo, 31% preventivo, 12% predictivo y 2% “otros”. Estas cifras se desvían notablemente de las que se deben perseguir si se aplican las “mejores prácticas” y que se distribuyen de forma tal que un máximo de 10% debería dejarse a tareas reactivas, entre un 25% y un 35% debe ser preventivo, y 45% a 55% distribuido entre predictivo y proactivo.

En Colombia se realizó un estudio del tipo de mantenimiento que se aplican en el sector empresarial de la ciudad de Manizales y lugares aledaños. El estudio fue realizado a 56 empresa en el año 2010 por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). El estudio indica que el 95% de las empresas aplica el mantenimiento correctivo y el 92,85% de las empresas encuestadas aplican mantenimiento preventivo, lo que indica que éste tipo de mantenimiento no está siendo desarrollado como indica su filosofía por la mayoría de las empresas, se determinó que las causas y los factores que causan el mal mantenimiento son: tiempo (17,85%), mal manejo de equipo (17,85%), obsolescencia de máquinas (14,28%), adquisición de repuestos (16,07%), conocimiento y habilidad (14,28%), economía (10,71%), otros (32,14%), permiten percibir que el área de mantenimiento debe tener una visión globalizada de toda la organización y se deben resaltar al momento de desarrollar su plan de mantenimiento, la variedad de factores para garantizar que sus objetivos sean alcanzables al nivel y tiempo esperado.

1.3 4.1 MARCO TEÓRICO

1.3.1 4.1.1 ¿Qué es Mantenimiento?

La palabra «mantenimiento», del latín manuterer (de manu, mano y de tenere, tener) tiene su origen en el vocabulario militar y designaba la acción de mantener operativas y listas para el combate las unidades más experimentadas, gracias a los complementos materiales de los soldados. La idea elemental era que mantener es dominar. Centrándonos más en el concepto actual, la aparición del término en la industria sucedió hacia 1950 en los Estados Unidos.

Aunque son muchas las normativas que afectan al mantenimiento y cada día son más las directivas europeas que se trasladan y traducen al marco legislativo español aportando un mar de definiciones, el mantenimiento es, en el sentido estricto del término, –según la norma EN 13306:2002– una “*combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual puede desarrollar una función requerida*”.

Otra definición importante la aporta la Asociación Francesa de Normalización –AFNOR– quien define el mantenimiento como un “*conjunto de actividades destinadas a mantener o restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión*”. (Pérez J, G & Fajardo J, F. 2014).

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	5 de 59

1.3.2 4.1.2 Historia del Mantenimiento.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos. Conforme las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

A partir de la Primera Guerra Mundial y, sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos sino además prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento, personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca aumentar y fiabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados. De este modo aparecen casi sucesivamente diversos métodos de mantenimiento, cada uno aplicado a las necesidades concretas de cada proceso industrial: el Mantenimiento Preventivo (revisiones y limpiezas periódicas y sistemáticas), el Mantenimiento Predictivo (análisis del estado de los equipos mediante el análisis de variables físicas), el Mantenimiento Proactivo (implicación del personal en labores de mantenimiento), la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección. Podríamos decir que el RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica. (Sanzol L, I. 2010)

Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas ‘transferidas’ son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir “Cero Averías”. Como filosofía de mantenimiento, el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano (desde el personal de producción y de mantenimiento hasta los altos mandos), en lugar de la tecnología.

TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos.

Como se puede comprobar, las diferentes técnicas de mantenimiento han ido evolucionando a lo largo del último siglo en función de las carencias que se observaban en cada uno de los modelos de mantenimiento al aplicarlos a la

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	6 de 59

situación industrial real, de manera que unas engloban a otras, algunas interactúan entre ellas, y todas se han ido adaptando a los nuevos usos de la industria.

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada industria las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades. Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que incluye las tareas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, integrado siempre en un modelo de Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). (Sanzol L, I. 2010)

1.3.3 4.1.3 Tipos de Mantenimiento. (Mora Gutiérrez L, A. 2005)

Tipo de mantenimiento	Motivo de cambio	Voluntad humana	Quien lo genera	Análisis que soporta
R U T I N A R I O	Se desarrolla diariamente con el fin de detectar alguna falla en el equipo antes de dar inicio a su funcionamiento	Voluntario	Parte de la idea de compromiso que tiene el operario por su lugar y equipo de trabajo con el motivo de evitar un mal funcionamiento	Se realiza una inspección visual para buscar cualquier tipo de irregularidad que no pertenezca al proceso
C O R R E C T I V O	Normalmente se desarrolla cuando hay falla o rotura o cuando definitivamente ya no funciona más el elemento o pieza es inminente e inaplazable	Involuntario	Un hecho; se parte del concepto de que ya sucedió el hecho de la falla para que pueda existir el correctivo	No es posible realizar en el hecho, ningún tipo de análisis (exploratorio, descriptivo o experimental). Tampoco es factible en ella concluir sobre las razones de la falla del elemento o pieza
P R O G	Esta gestión se basa en que el elemento debe ser sustituido o reemplazando indiferentemente si está bueno, regular	Es impositivo y no se basa en medición de variables. Parte de parámetros definidos de tiempo que	Un criterio impositivo de tiempo que puede ser calculado en forma analítica o el otro extremo en	En este tipo no se recomienda hacer ningún tipo de análisis a menos que lo que se



<p>R A M A D O</p>	<p>o malo después de cumplir un determinado periodo de tiempo de estar funcionado, o cuando el desgaste llegue a un valor preestablecido</p>	<p>son inflexibles una vez sucedida la sustitución</p>	<p>forma caprichosa. En muchas ocasiones se basa en frías recomendaciones del fabricante.</p>	<p>desea analizar (cualquier variable) sea función del tiempo o del parámetro de cambio.</p>
<p>P R E V E N T I V O</p>	<p>Tiene cuatro posibles motivos: a) Por DESGATE del elemento que se detecta por medición cualitativa o cuantitativa. b) por AJUSTE del elemento, se detecta igual que el anterior. c) por INSPECCION durante un derrame, se mide igual a los anteriores. d) por INSPECCION programada o periódica, es diferente a mantenimiento programado; en este se define el tiempo de vida útil del elemento y el otro es el día de la inspección</p>	<p>En las cuatro posibilidades es voluntario ya que aún no ha ocurrido la falla y el elemento aun funciona así sea deficientemente</p>	<p>Ya que es voluntario, siempre se basara en mediciones cualitativas y en el juicio, criterio o experiencia humana; en algunas ocasiones se basa en recomendaciones técnicas de los fabricantes o de expertos</p>	<p>En ellas si es posible aplicar análisis exploratorio, descriptivo, o experimental y por ende es factible también encontrar las razones y causas de una posible falla, es más para poder dar criterios de cambio cuando es necesario, que para conocer las fallas.</p>

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	8 de 59

P R E D I C T I V O	Esta gestión se basa en la medición de todas las variables que afecten al vida útil del elemento ; por lo tanto el motivo de cambio estará sujeto a la medición de variables y su condición de estar fuera del rango establecido con antelación.	Es voluntario al basarse en valores del rango establecido para cada una de las variables definidas.	Un monitoreo constante de las diferentes variables importantes del elemento, el establecimiento del rango permisible de la variable solo se basara en aspectos técnicos y de calidad, el concepto del costo pasa a segundo plano en la determinación del rango, este debe basarse en el método científico.	En ellas es donde en forma más científica es posible practicar todo tipo de análisis deseado. Es la mejor gestión que permita detectar posibles fallas. Permite el mejor análisis experimental y concluyente.

Tabla 5. Tipos de mantenimientos
Fuente: revista universidad Eafit-No. 78

1.4 4.2 MARCO CONTEXTUAL

1.4.1 CARIBABARE E.S.P

La Empresa de Servicios Públicos CARIBABARE E.S.P DE TAME-ARAUCA, es una entidad, que inicialmente fue constituida como un establecimiento público de orden municipal adscrito a la Alcaldía, fue creada mediante Acuerdo No. 003 de febrero de 1989. A finales de 1996 fue transformada en una entidad industrial y comercial del estado, mediante Acuerdo No. 010 del 5 de junio de 1996 fue elevada a Escritura Pública No. 1.292 en la Notaría Única de Tame el 13 de diciembre de 1996. La entidad es la encargada de administrar, operar y mantener los siguientes servicios públicos domiciliarios: Acueducto, Alcantarillado y Aseo con más 27 años de experiencia en servicio al público certificado con estándares de cálido en ISO 9001.



Grafica 1. Logotipo de la empresa CARIBABARE E.S.P
Fuente: base de datos empresa CARIBABARE E.S.P

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	9 de 59

1.4.2 4.2.1 Misión

Somos una Empresa Industrial y Comercial del Estado del orden regional, orientada hacia la eficiente prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, en condiciones de calidad, rentabilidad y sostenibilidad ambiental, guiada por un equipo humano idóneo, que propende por la satisfacción permanente del usuario.

1.4.3 4.2.2 Visión

CARIBABARE E.S.P., liderará la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en la región y será reconocida por su compromiso con la calidad, la capacidad de su equipo humano y la responsabilidad social Empresarial.

1.4.4 4.2.3 Política de Calidad

La Empresa de Servicios Públicos de Tame CARIBABARE E.S.P., como entidad prestadora de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, tiene como propósito primordial con la calidad, la búsqueda permanente de la satisfacción del usuario, propendiendo por la conservación del medio ambiente, para lo cual se fundamenta en los siguientes aspectos: Identificación y articulación de cada uno de sus procesos, a través de la mejora continua de cada uno de estos, la consolidación de una planta de personal idónea y competente para lograr los objetivos de la Empresa, y el compromiso con el cumplimiento de las exigencias legales y requisitos normativos.

5. ANALISIS DEL MANTENIMIENTO.

1.5 5.1 ESTRUCTURA.

ESTRUCTURA EMPRESARIAL	CARIBABARE E.S.P
RAZÓN SOCIAL:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE TAME CARIBABARE E.S.P.
MISION:	Somos una Empresa Industrial y Comercial del Estado del orden regional, orientada hacia la eficiente prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, en condiciones de calidad, rentabilidad y sostenibilidad ambiental, guiada por un equipo humano idóneo, que propende por la satisfacción permanente del usuario.
VISION:	CARIBABARE E.S.P., liderará la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en la región y será reconocida por su compromiso con la calidad, la capacidad de su equipo humano y la responsabilidad social Empresarial.

Tabla 6. estructura de la empresa.
Fuente: autor del proyecto

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	10 de 59

1.6 5.2 Organigrama de la Empresa.



Grafica 2. Organigrama de la empresa CARIBABARE E.S.P
Fuente: autor del proyecto

1.7 5.3 ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA.

1.7.1 5.3.1 DESCRIPCIÓN

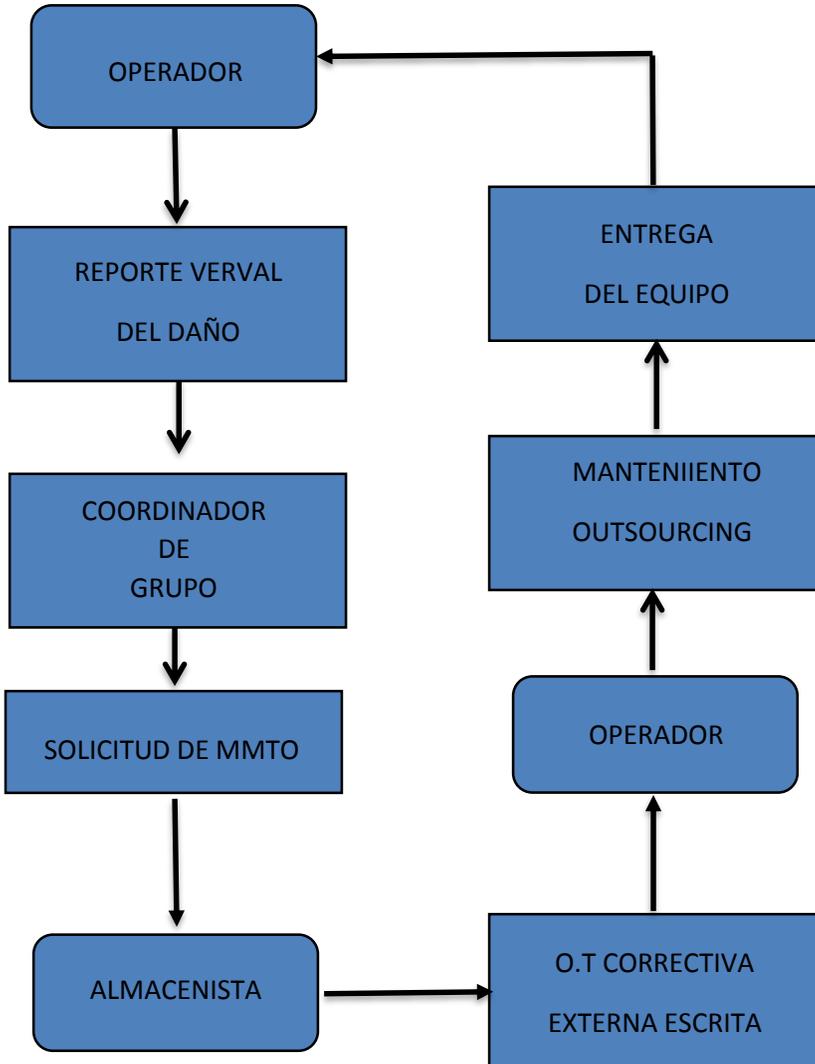
La empresa actualmente cuenta con un plan de mantenimiento programado preventivo el cual no se aplica y se tiende a realizar mantenimiento correctivo, según el plan actual el mantenimiento está a cargo de cada líder de grupo operativo y almacén, esta situación ha generado inconvenientes en la programación y ejecución de las actividades del mantenimiento. Debido a que en la empresa no se cuenta con técnicos o profesionales en el área, ni se tiene manuales de mantenimiento de los equipos, esta realidad dificulta la programación por parte de los líderes a esto agregamos que al ser un ingeniero civil y una ingeniera ambiental no cuentan los conocimientos que requiere un programador de mantenimiento. Cuando se presenta una avería el operario le comunica al coordinador de grupo el cual diligencia la solicitud de mantenimiento y la hace llegar a almacén, este genera una orden de trabajo que luego es entregada al operador para realizar mantenimiento outsourcing.



Grafica 3. Parqueadero empresa CARIBABARE E.S.P
Fuente. Autor del proyecto

1.7.2 5.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO.

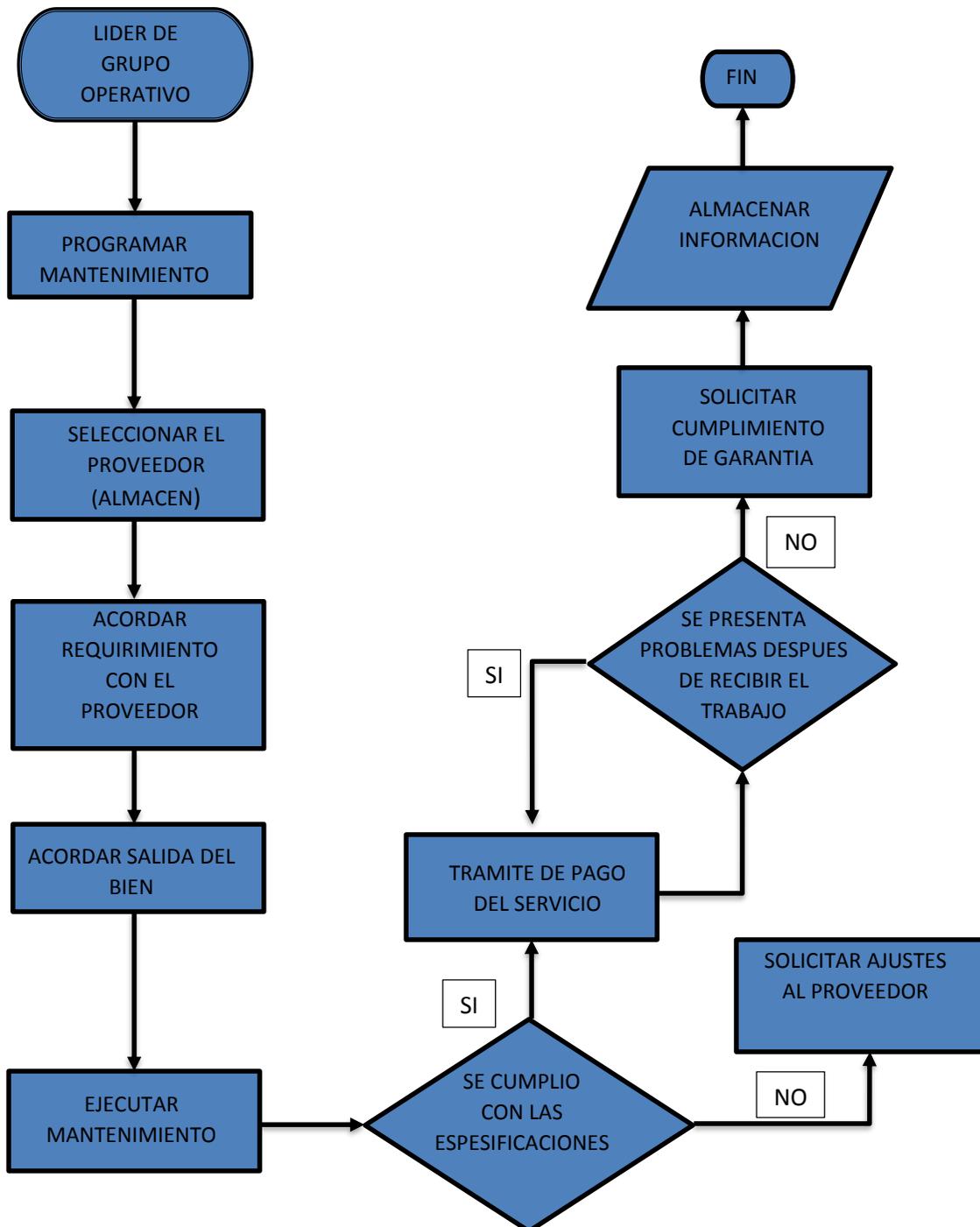
Debido a que no se cuenta con personal capacitado para realizar la programación del mantenimiento se lleva a cabo el siguiente diagrama de flujo actual.



*Grafica 4. Diagrama de flujo actual
Fuente: autor del proyecto*



1.7.3 5.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARIBABARE E.S.P

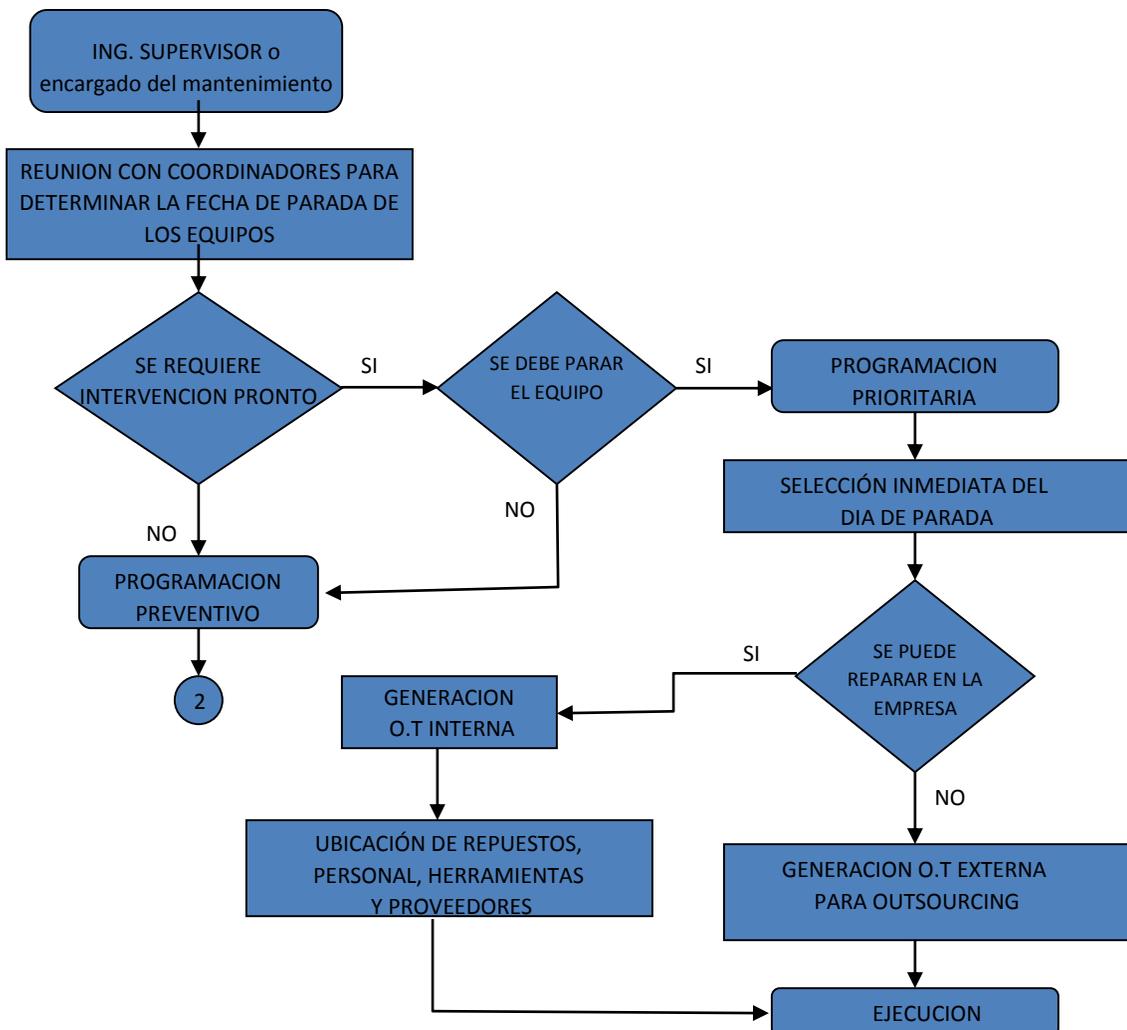


Grafica 5. Diagrama de flujo plan de mantenimiento Fuente: empresa CARIBABARE E.S.P

6. METODOLOGIA APLICADA.

La propuesta de optimización del plan de mantenimiento se llevó a cabo en 4 fases de administración del mantenimiento: planeación, programación, ejecución y control.

1.8 6.1 PLANEACIÓN



Grafica 6. Diagrama de flujo ruta de planeación
Fuente: autor del proyecto

Las actividades de mantenimiento se realizaron aplicando la metodología de mantenimiento preventivo sistemático el cual se basa en seguir las actividades propuestas por el fabricante. Una vez adquirido la información se procedió a realizar el cronograma de mantenimiento el cual está diseñado para efectuarse cada cierta cantidad de kilómetros. Debido a que cada actividad de mantenimiento conlleva una acción, se establece una serie de símbolos para cada una. Según el ingeniero JOHN CASTLES nos dice que las actividades de mantenimiento se resumen en tres tipos: actividades de lubricación, actividades eléctricas, electrónicas y actividades mecánicas, basándonos en esta filosofía se estableció un código de colores para cada actividad, naranja para las actividades de lubricación, amarillo para las actividades eléctricas y electrónicas, rojo para las actividades mecánicas, como se muestra en la tabla 8.

				colores mantenimiento	
▲	CAMBIO / SUSTITUCION	▭	CONTROL NIVEL Y LLENADO		
■	REVISAR	⬇	LUBRICACION/ENGRASE	lubricacion	
●	LIMPIEZA	▾	CONTROLAR Y APRETAR	electrico	
◆	AJUSTAR	⊕	INSPECCIONAR	mecanico	

Tabla 7. Acciones de mmto y colores de actividades de mmto.
Fuente. Autor del proyecto.



Una vez que se han estipulado las actividades en el cronograma, se procede a llevar el control del kilometraje y la cantidad de combustible consumido por el vehículo mediante el formato registro de combustible, por medio de este formato se realiza la programación de las actividades de mantenimiento y se le hace un seguimiento al consumo de combustible para identificar cualquier anomalía en el vehículo, ya que este es un indicador de posible falla.

MANTENIMIENTO	OPERACIONES DE SERVICIO CADA km x (1000)																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
ACEITE MOTOR Y FILTRO	▲																			
ACEITE DE DIFERENCIAL TRASERO E INTEREJE	▲	▲																		
LIQUIDO DE LA DIRECCION HIDRAULICA	■								▲											
ACEITE DE LA TRANSMICION																				
LIQUIDO DE FRENOS	▲							▲												
LIQUIDO REFRIGERANTE	■	▲								▲										
LIQUIDO DE CLUTCH	■	▲		▲																
SISTEMA DE EMFRIAMIENTO DEL MOTOR	■	■		●																
MANGUERA DEL RADIADOR	■							▲												
FILTRO DEL COMBUSTIBLE	●			▲																
TOMA DE FUERZA POT	■	■																		
CHASIS	■	■																		
SISTEMA HIDRAULICO	■																			
RODAMIENTOS		■		■																
BUJIA	■			▲																
CABLEADO	■																			
BATERIAL	■																			
FUSIBLES	■																			
SISTEMA DE LUCES	■																			
PITO	■																			
BRASOS LIMPIADORES (PLUMILLA)	■																			
ALTERNADOR	■																			
ARRANQUE	■																			
PRESION BOMBA DE ACEITE				■																
CAJETIN DE LA DIRECCION																				
SISTEMA DE FRENOS		■																		
SUSPENSION DELANTERA Y TRASERA		■																		
CARBURADOR	■	■	■																	
VALVULA DE VENTILACION POSITIVA (PCV)				▲																
SISTEMA DE AVANCE DEL DISTRIBUIDOR				■																
TIEMPO DEL MOTOR										■										
VALVULAS				■																
MARCHA EN VACIO		■																		
PEDAL DEL CLUTCH		■																		
CORREAS DE TRANSMICION		■				■														
ROTACION DE LLANTAS		■																		
TANQUE Y MAGUERA DE COMBUSTIBLE	■																			
GUAYAS DEL CLUTCH										■										
CAJA DE VELOCIDAD				■																
PALANCA DE CAMBIO										■										
CARDAN DELANTERO				■																
CARDAN TRASERO				■																
CRUSETA CARDAN										■										
RODAMIENTO CARDAN CENTRAL				■																
PINES Y PIBOTES DE DIRECCION		■																		
SISTEMA DE DIRECCION		■																		
JUEGO DE LA BARRA DE DIRECCION	■																			
CAJA DE DIRECCION		■																		
JUEGO DE LA CABRILLA	■																			
DESGASTE DEL DISCO DE FRENO Y CAMPANA		■																		
DESGASTE BANDA DE FRENOS		■																		
MANGUERAS DE FRENOS	■																			
FRENO DE PARQUEO		■																		
CAMPANA Y BANDA DE FRENO DE PARQUEO		■																		
RATCHETS DE FRENO		■																		
SUPENCION HOJAS DE MUELLES		■																		
GRAPAS DE MUELLES	■																			
AMORTIGUADORES		■																		
PERNOS DE RUEDA	■																			
SOPORTES DE CABINA	■																			
TUBERIA DE ADMISION		■																		
SEPARADOR DE AGUA / COMBUSTIBLE	■																			
PRESION DE INYECCION DE COMBUSTIBLE Y PAT																				
TIEMPO DE INYECCION																				
COMPRESOR DE AIRE , REGULADOR Y VALVULA																				
CONEXIONES Y EMPAQUES LINEA DE AIRE TURB	■																			
CUBIERTA DEL SERVO(booster) SITEMA DE CLUTC		■																		
PIVOTE, COLUMPIO DE RESORTE PASADORE DE		■																		
CRUSETA Y BALINERAS DE CARDANES		■																		
SELLOS DE CAUCHO DE LOS CILINDROS DE FREN	■																			
CONEXIONES DEL SISTEMA ELECTRICO	■																			

Tabla 8. Cronograma de actividades en km.
Fuente. Autor del proyecto.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	17 de 59

INSPECCION GENERAL						
 Nit: 800093257-6.	MANTENIMIENTO CARIBABARE E.S.P TAME - ARAUCA					
	INFORME:					
AREA:			ENTREGADO POR:			
EQUIPO:			RECIBIDO POR:			
CODIGO:			FECHA:			
	ESTADO			ESTADO		
	BUENO	MALO	NO T.	BUENO	MALO	NO T.
TAPA DEL RADIADOR						
TAPA DEL ACEITE						
MEDIDOR DE ACEITE						
BATERIA						
DEFENSA DELANTERA						
BOMBA DE AGUA VIDRIO						
LUCES Y COCUYO						
BRAZOS Y PLUMILLAS						
ESPEJOS EXTERIORES						
LLANTAS						
CABINA						
LUZ DIRECCIONAL						
LUZ DE FRENO						
LLANTA REPUESTO						
PINTURA						
LATONERIA						
TAPA GASOLINA						
GATO Y PALANCA GATO						
LUZ DE PARQUEO						
DIRECCION HIDRAULICA						
CAJA DE HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS						
CENICERO						
CINTURON DE SEGURIDAD						
TAPASOLES						
ESPEJOS INTERIORES						
PITO						
COJINERIA						
LUZ INTERIOR						
INSTRUMENTO DEL TABLERO						
SEGURO DEL TIMON						
OBSERVACIONES:						
ENTREGADO POR:			RECIBIDO Y VERIFICADO POR:			
FIRMA:			FIRMA:			
FECHA: ___ / ___ / ___			FECHA: ___ / ___ / ___			

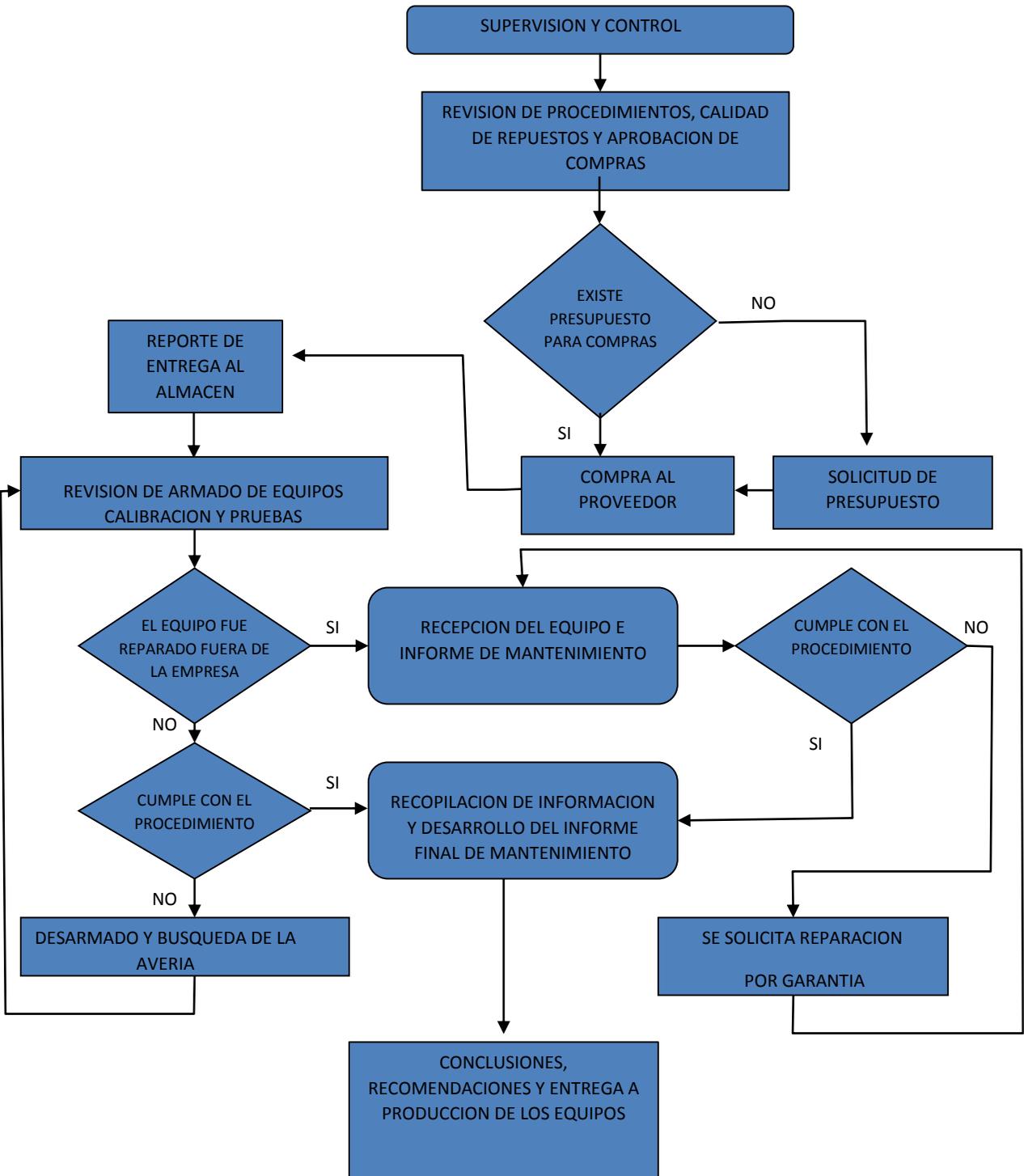
*Tabla 11. inspección general
Fuente. Autor del proyecto.*

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	18 de 59

Formato de Inspección del Operador VEHICULOS								
	MANTENIMIENTO CARIBABARE E.S.P TAME-ARAUCA							
	NOMBRE EQUIPO:			FECHA:				
CODIGO:			OPERARIO:					
Nº	ESTADO FÍSICO DEL OPERADOR						SI	NO
1.	He descansado lo suficiente y me encuentro en condiciones apropiadas para operar el equipo.							
2.	Me siento en buenas condiciones físicas y no tengo ninguna dolencia o enfermedad que me impida operar el equipo en forma segura							
3.	No he tomado medicamentos o si los estoy tomando han sido recetados por un médico quien me ha asegurado que no son impedimento para operar un equipo de forma segura.							
4.	Me encuentro emocional y personalmente en buenas condiciones para poder concentrarme en la operación segura de este equipo.							
5.	Estoy conciente de la responsabilidad que significa operar este equipo, sin poner en riesgo mi integridad, la de mis compañeros ni el patrimonio de la empresa.							
6.	Tengo toda mi documentación al día							
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Si algunas de las respuestas anteriores fue "NO", contacte de inmediato a su supervisor para analizar la situación y tomar una buena decisión, antes de operar el equipo.								
N.	ITEM	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes		
1.	frenos							
2.	neumaticos							
3.	Fijación tuercas de las llantas							
4.	Dirección							
5.	Luces anteriores y direccionales							
6.	Luces posteriores							
7.	Bocina y alarma de retroceso							
8.	Espejo retrovisor (interior y exterior)							
9.	Circulina							
10.	Pértiga (antena)							
11.	Cinturones de seguridad							
12.	Tacos o cuñas							
13.	Conos de seguridad							
14.	Aceite de motor							
15.	Líquido de freno							
16.	Líquido de dirección							
17.	Líquido de embrague							
18.	Agua de limpia-parabrisas							
19.	Agua de radiador							
20.	Estado general de la carrocería							
21.	Estado de la llanta de repuesto							
22.	Estado de la gato hidráulico							
23.	equipo de carretera							
24.	tornillos y tuercas ajustados							
OBSERVACIONES								

Tabla 12. Inspección pre operativa de vehículos.
Fuente. Autor del proyecto.

1.11 6.4 CONTROL



Grafica 8. Diagrama de flujo ruta de control
Fuente: autor del proyecto

Luego de haber realizado la ejecución del mantenimiento se procede a realizar un informe donde se debe especificar cuál fue la labor que se realizó, que causo la falla y qué medidas se tomaron para evitar posibles fallas futuras. para ello se diseñó el formato de informe de avería.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	25 de 59

7. CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

La codificación es una herramienta fácil y sencilla que le permite tanto al profesional, técnico y operario del área de mantenimiento, nombrar de forma corta y simple a los equipos que se les realiza mantenimiento.

Para codificar los equipos tendremos en cuenta las tres primeras letras del nombre del bien, el área a la que pertenece y un número que indica la cantidad de bienes del mismo tipo.

Nombre del bien	Área perteneciente	Numero de bienes
CAM-COM	GOAS	01

Donde.

CAM-COM camión compactador

GOAS grupo operativo de aseo

01 número de camiones compactadores con los que
cuenta la empresa

Por lo tanto, para todos los equipos que tenemos en la empresa tendremos:

1.12 7.1 LISTA DE MAQUINARIA Y EQUIOS DE CARIBABARE E.S.P

LISTADO EQUIPOS	
EQUIPO	CODIGO
CAMION VOLKSWAGEN 2 WORKER VAC-CUN	CAM-VACGOTA01
CAMION COMPACTADOR FORD CARGO 1721	CAM-COMGOAS01
CAMION COMPACTADOR VOLKSWAGEN VW31.310	CAM-COMGOAS02
CAMION COMPACTADOR CHEVROLET FVR	CAM-COMGOAS03
CAMION LIIVANO CHEVROLET NKR	CAM-NKRGOTA01
RETROEXCABDORA NEW HOLLAND B95B	RET-EXCGOAS01
CAMIONETA VAN CHEVROLET N300	CAMT-VAN01
VOLCO 7M ³ VC-7 M ³	VOL-GOAS01
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ33C	MOT-BAJGOTA01
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ34C	MOT-BAJGOTA02
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ35C	MOT-BAJGOTA03
MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100 NJQ36C	MOT-BAJGOTA04
PULIDORA DEWALT	PUL-DEWGOTA01
PLANTA ELECTRICA DIESEL	PLA-ELEGOTA01
MARTILLO DEMOLEDOR D25980K	MAR-DEMGOTA01
COMPACTADOR VERTICAL 6H-120	COM-VERGOTA01

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	26 de 59

COMPRESOR JUMBO DE 2HP	COMP-JUMGOTA01
GUADAÑA B-45	GUA-GOTA01
PLACA VIBRADORA V.C500	PLA-VIBGOTA01
MOTOBOMBA HONDA 3" 5.5HP	MOT-BOMGOTA01
MOTOBOMBA SUMERGIBLE MANN-BARMESA	MOTB-SUMGOTA01
CORTADORA DE CONCRETO CLIPPER	COR-CONGOTA01

*Tabla 20. lista de maquinaria y equipos de CARIBABARE E.S.P
Fuente: autor del proyecto.*

7.1.1 CAMION VOLKSWAGEN 2 WORKER VAC-CUN

El camión succión presión es un equipo que se utiliza en el área de GOTA (grupo operativo, técnico ambiental) para la limpieza y mantenimiento del alcantarillado, este cuenta con un sistema succión el cual utiliza una bomba de vacío ROOTS DRESSER este es un soplador de desplazamiento positivo que genera la presión de vacío necesaria para la succión de los lodos. El sistema de limpieza cuenta con una bomba de agua MEYERS de triple émbolo provee la presión y flujo de agua continuo a la tobera de limpieza, impulsándola a través de la línea de alcantarillado. Todo este sistema está conectado a 5 tanques de almacenamiento de agua y uno de lodos, estos reposan sobre el chasis un camión Volkswagen woker 17-220 modelo 2011



*Grafica 9. Camión succión presión
Fuente. Autor del proyecto*

Motor diésel Cummins C-8.3 con 6 cilindros en línea y 8.270 cc con una Potencia Neta Máxima de 218 KW a 2200 rpm, Par motor Neto Máximo 888 Kgfm a 1400 rpm, transmisión de 7 velocidades 6 adelante y 1 reversa.

1.12.1 7.1.2 CAMIONES COMPACTADORES DE SÓLIDOS.

La empresa actualmente cuenta con una flota de 3 camiones compactadores de solidos los cuales se encargan de la recolección y transporte de la basura del municipio de TAME estos pertenecen a GOAS (grupo operativo de aseo).

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	27 de 59

CAMION COMPACTADOR FORD CARGO 1721 MODELO 2006, motor Cummins C8 3L, turbo aftercooler con 6 cilindros con un desplazamiento de 8268 cc que genera una potencia de 215 hp. Transmisión 7 Velocidades. Dirección Hidráulica con bolas recirculantes y reducción variable Combustible Diésel. Caja compactadora fabricada por RAMONERRE S.A con capacidad de 16 yadr3



*Grafica 10. Camión compactador Ford 1721
Fuente. Autor del proyecto*

CAMION COMPACTADOR VOLKSWAGEN VW31.310 modelo 2011, motor Cummins 6CTAA Turbo Intercooler con 6 cilindros con un desplazamiento de 8270 cc que genera una potencia máxima de 223 kw a 2000 rpm, con un Par motor neto máximo 122 Nm a 1500 rpm. Caja compactadora fabricada por HIDRODUCTOS LITD con capacidad de 25 yadr3



*Grafica 11. Camión compactador vw 31.310
Fuente. Autor del proyecto*

CAMION COMPACTADOR CHEVROLET FVR modelo 2012, motor isuzu 6he1-tcs, con inyección directa, de 6 cilindros en línea y 7.127 cc. Con una potencia máxima de 227 hp a 2500 rpm y un torque de 492 Nm a 1500 rpm. Caja compactadora fabricada por RAMONERRE S.A con capacidad de 16 yadr3.



*Grafica 12. Camión compactador Chevrolet fvr
Fuente. Autor del proyecto*

1.12.2 7.1.3 CAMION LIVIANO CHEVROLET NKR modelo 2009.

El camión NKR hace parte de GOTA (grupo operativo, técnico ambiental) es utilizado para las tareas diarias de mantenimiento del sistema de acueducto allí se

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	28 de 59

transporta la maquina cortadora de asfalto, tubos, mangueras, personal y cualquier otro equipo que se necesite para el mantenimiento.



*Grafica 13. Camión liviano NKR
Fuente. Autor del proyecto*

motor Isuzu 4jb1-tc / ohv con 4 cilindros en linea y 2.771 cc, con una potencia Neta Máxima de 94 PS-3600 rpm y Par motor Neto Máximo 21 kg.m - 2000 rpm con inyección directa turbo intercooler.

1.12.3 7.1.4 RETROEXCABDORA NEW HOLLAND B95B.

La retroexcavadora es utilizada en el área de GOAS (grupo operativo de aseo). en el tratamiento de residuos sólidos, para manipular toneladas de basura y realizar el proceso de tratamiento que la empresa le da a los residuos.



*Grafica 10. retroexcavadora b95b
Fuente. Autor del proyecto*

Motor diésel NEW HOLLAND 445TA/EAA con Inyección Electrónica por common rail de alta presión, Aspiración A través de turbocompresor con 4 cilindros y 273 in³, Potencia bruta 97 hp, Potencia neta 95 hp, Torque máximo 453 Nm a 1400 rpm, Torque neto 452 Nm a 1400 rpm.

1.12.4 7.1.5 CAMIONETA VAN CHEVROLET N300.

La van es utilizada en área de GOAP (grupo operativo de alumbrado público) allí se transportan los operarios de alumbrado y los equipos y herramienta que se utilizan para esta labor.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	29 de 59



*Grafica 15. Camioneta van Chevrolet N300
Fuente. Autor del proyecto*

Motor B12D 1.2l DOHC con 4 cilindros en línea y 1206 cc, con una potencia 81 hp a 5300 rpm y torque de 108 Nm a 4000 rpm con niveles de emisiones euro IV.

1.12.5 7.1.6 MOTOCICLETA BAJAJ BOXER CT 100.

La empresa cuenta con 4 motocicletas que Pertenecen a GOTA (grupo operativo, técnico ambiental) las cuales son el medio de transporte de los operarios que se encargan de la instalación de la acometida del agua y contador de las casas.



*Grafica 16. Motocicleta baja ct100
Fuente. Autor del proyecto*

Estas motos cuentan con un motor mono cilíndrico, 4 tiempos, OHC enfriado por inducción de aire, con una potencia máxima de 8.2 hp a 7500 rpm alcanza una velocidad máxima de 90 km/h.

1.12.6 7.1.7 PULIDORA DEWALT.



*Grafica 17. Pulidora dewalt
Fuente. Dewalt Colombia.*

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	30 de 59

Motor de 5,5 HP de gran potencia con protección a sobrecarga. Cobertura de epoxy en el motor, protege contra abrasiones del material desbastado y maximiza la vida de la herramienta. Mango lateral de 5 posiciones, minimiza fatiga en cada aplicación. Guarda ajustable sin llave. Engranajes helicoidales de acero forjado que aseguran una operación silenciosa y suave con mínima vibración, menor ruido y mayor durabilidad.

1.12.7 7.1.8 MARTILLO DEMOLEDOR D25980K.



*Grafica 18. Martillo demoledor
Fuente. Dewalt Colombia.*

Martillo demoledor marca dewalt modelo d25980k con una potencia de 1.800 watts de 120 voltios y 60 Hz, 870 golpes por minutos, energía de impacto 68 J control de vibración AVC/shocks, herramienta hexagonal 1 1/8" y un peso de 68 lbs.

1.12.8 7.1.9 COMPACTADOR VERTICAL 6H-120.



*Grafica 19. Compactador vertical.
Fuente. Rodríguez & Londoño*

Compactador vertical modelo rx-304h Cuenta con un motor a gasolina marca Honda modelo GX 120 con una potencia máxima de 2,6 kw a 3600 rpm, con una capacidad en el tanque de combustible de 2,5 litros. Con una fuerza de impacto 13,4 kN y 600 a 650 golpes por minuto con velocidad de desplazamiento de 12 a 14 m/mm, área de compactación por hora 235 m², profundidad de compactación máxima recomendada 530 mm.



1.12.9 7.1.10 COMPRESOR JUMBO DE 2HP.



*Grafica 20. compresor
Fuente. Autor del proyecto*

Compresor de aire modelo jumbo con un motor de 230 VAC/ 50 Hz de 2 hp de potencia, con velocidad de 2850 rpm, niveles de potencia acústica 88 dBL, con una presión de aire máxima de 116 psi-8 bar, desplazamiento de aire de 3.5 CFM.

1.12.10 7.1.11 GUADAÑA B-45.



*Grafica 21. guadaña
Fuente. Shindaiwa.com.*

Guadaña modelo B-45, con un motor SM45 de potencia máxima de 2.3 hp a 7500 rpm con Transmisión Automática, embrague centrífugo con cartabón, Combustible y Aceite 50:1 con aceite de mezcla de motor de 2 tiempos Shindaiwa, Capacidad del Tanque de Combustible de 1L, Tipo de Carburador TK, tipo diafragma, Bujía Champion CJ8.

1.12.11 7.1.12 PLACA VIBRADORA V.C500.



*Grafica 22. Placa vibradora.
Fuente. Rodríguez & Londoño*

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	32 de 59

1.12.12 7.1.13 MOTOBOMBA HONDA 3" 5.5HP.



*Grafica 23. motobomba
Fuente. Autor del proyecto*

Tamaño: 3" NPT en succión, 3" NPT en descarga. Motor: a gasolina Honda 5.5 h.p. Consumo de motor: 3.3 Lts/Hr. aprox. Carcaza: Aluminio Voluta: Reemplazable de aluminio Impulsor: Reemplazable de hierro gris semiabierto de 3 aspas, Sello: Tipo mecánico.

1.12.13 7.1.14 BOMBA SUMERGIBLE MANN-BARMESA.



*Grafica 24. Bomba sumergible.
Fuente. Barmesa.com*

1.12.14

1.12.15 7.1.15 CORTADORA DE CONCRETO CLIPPE.



*Grafica 25. Cortadora de concreto.
Fuente. Rodríguez & Londoño*

La cortadora de concreto clíper C13E tiene un motor 4t de 1 cilindro modelo honda gx390 a gasolina, con una potencia de 13 hp a 2850 rpm, con 4 correas motrices, disco cortador de concreto de 18" con una profundidad de corte de 172 mm. Peso neto de 91 kg, capacidad del tanque de agua de 20 L.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	33 de 59

8. ANÁLISIS DE CRITICIDAD (AC).

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. Para determinar la frecuencia y la consecuencia utilizaremos el Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo (William Mora).

Donde:

Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo	
<i>ítem</i>	<i>valores</i>
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por semestre	4
Promedio 1- 2 fallas por semestre	3
Buena 0.5 – 1 falla por semestre	2
Excelente menos de 0.5 fallas por semestre	1
Impacto operacional	
Perdida de todo el despacho	10
La parada del sistema o subsistema tiene repercusión	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de producción y no existe opción de	4
Hay opción de repuesto compartido / almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$2000000	2
Inferior a \$2000000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente – seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas	1

Tabla 21. Método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo
Fuente. Material de estudio de mantenimiento UPA.

Criticidad total = frecuencia de fallas * consecuencias (ecuación 1).

- Frecuencia = tiempo de fallas en un tiempo determinado. (Fallas/año).
- Consecuencias= (Impacto operacional x Flexibilidad) + costos de mantenimiento +Impacto en seguridad, ambiente e higiene.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	34 de 59

A continuación, se muestra en la tabla, la criticidad de las máquinas y equipos de la empresa CARIBABARE E.S.P, los resultados obtenidos de la gráfica frecuencia consecuencia se puede observar en el anexo 3.

MATRIZ DE CRITICIDAD PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA CARIBABARE E.S.P							
CODIGO	EQUIPO	FRECUENCIA FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS MANTENIMIENTO	IMPACTO SEGURIDAD, AMB.	VALOR DE CRITICIDAD
CAM-VACGOTA01	VACCUM	4	4	4	2	3	84
CAM-COMGOAS01	CAMION 1721	4	7	4	2	7	148
CAM-COMGOAS02	CAMION VW31.310	4	7	4	2	7	148
CAM-COMGOAS03	CAMION FVR ISUZU	4	7	4	2	7	148
CAM-NKRGOTA01	CAMION NKR	3	4	2	1	3	36
RET-EXCGOAS01	RETROEXCABADORA	4	7	4	2	7	148
CAMT-VAN01	CAMIONETA VAN	1	4	1	1	3	8
VOL-GOAS01	VOLQUETA	4	7	4	2	3	132
MOT-BAJGOTA01	MOTO NJQ33C	2	4	1	1	3	16
MOT-BAJGOTA02	MOTO NJQ34C	2	4	1	1	3	16
MOT-BAJGOTA03	MOTO NJQ35C	2	4	1	1	3	16
MOT-BAJGOTA04	MOTO NJQ36C	2	4	1	1	3	16
PUL-DEWGOTA01	PULIDORA	1	4	4	1	1	20
MAR-DEMGOTA01	MART. DEMOLEDOR	1	4	1	1	3	8
COM-VERGOTA01	COMPACTADOR VERT.	2	4	1	1	3	16
COMP-JUMGOTA01	COMPRESOR	1	1	2	1	1	4
GUA-GOTA01	GUADAÑA	2	4	2	1	3	24
PLA-VIBGOTA01	PLACA VIBRADORA	2	4	1	1	3	16
MOT-BOMGOTA01	MOTOBOMBA	2	4	4	1	3	40
BOM-SUMGOTA01	BOMBA SUMERGIBLE	1	10	4	1	3	44
COR-CONGOTA01	CORTADORA CONCRETO	2	4	2	1	3	24

Tabla 22. Matriz de criticidad.
Fuente: autor del proyecto

Índice de criticidad rojo: Equipos críticos para los cuales se les implementará el programa de mantenimiento preventivo.

Índice de criticidad naranja: Equipos de importancia media, que en un determinado momento pueden llegar a ser críticos. A estos equipos se le llevara la documentación necesaria para hacerles control sobre las actividades de mantenimiento.

Índice de criticidad verde: Equipos secundarios en el proceso que pueden ser sometidos a un programa de mantenimiento correctivo.

9. ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF).

1.12.16 ELABORACIÓN DE LA TABLA DE AMEF.

Con la información obtenida del análisis de criticidad se desarrolló una tabla de AMEF para los equipos más críticos, esta tabla estaría compuesta de los siguientes elementos:

- Logotipo de la empresa: es importante la identificación ya que el formato de las tablas de AMEF si bien es muy parecido es particular para cada empresa.
- Identificación del activo: se identifica el nombre del activo analizado y su ubicación técnica para asociarlo a la línea de producción a la que pertenece.
- Identificación de la persona que realizó el AMEF: es importante la identificación de la persona que realizó la tabla de AMEF, ya que de esta manera se adquiere la responsabilidad por la información allí expuesta
- Conjunto: en la columna de conjunto de identifica el sistema analizado

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	35 de 59

- **Función:** se colocan todas las funciones del sistema con los estándares de desempeño asociados a ésta. La columna de función viene con otra columna que simplemente lleva la numeración
- **Falla de función o falla funcional:** se listan las fallas funcionales acompañadas por una columna que asocia cada falla funcional a una letra un orden alfabético
- **Modos de falla, efecto de falla, tarea pro-activa:** se listan los modos de falla, efectos de falla y las tareas pro-activas y todas están asociados a una columna que lleva numeración arábica. (Suarez Bermúdez L, J. 2006)

		MANTENIMIENTO CARIBABARE E.S.P ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA										Versión: 001				
												Página: 1				
Equipo:			Elaborado Por: Ing. Omar Blanco					Falla:			Fecha:					
Descripción del Proceso-Propósito del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) de Falla Potencial	Severidad	Clase	Causa(s) de Falla Potencial	Ocurrencia	Controles Actuales: detección prevención	Detección	N P R	Acciones Recomendadas	Área/individuo Responsable y Fecha de Terminación	Resultados de Acciones				
												Acciones Tomadas	Severidad	Ocurrencia	Detección	N P R
Severidad: 1 ... 10 1= Lo menos severo 10= Lo más severo			Clase: C = Crítica, R = Relevante N = Normal					Ocurrencia: 1... 10 1 = Nunca ocurre 10 = Siempre Ocurre			Detección: 1... 10 1 = Lo detecta siempre 10 = No detecta nada					

Tabla 23. Formato de AMEF
Fuente: autor del proyecto

El análisis del modo y efecto de falla se realizó con el objetivo de identificar la causa de las fallas más frecuentes. Este análisis lo encontramos en el anexo 4.

10. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importante es el costo. Por eso el ingeniero tiene que analizar y profundizar respecto a los costos de mantenimiento a fin de conocer su manejo y control, evitando así el crecimiento de estos. (SENA), consideramos ahora un análisis de los costos de mantenimiento de los equipos más críticos de la empresa obteniendo los siguientes resultados.

Los datos analizados corresponden al 1-01-2016 hasta el 30-10-2016, donde se analizaron los costos de operación y los costos de mantenimiento de cada equipo para obtener los costos totales de mantenimiento.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	36 de 59

Para determinar los costos operacionales se tendrán en cuenta el salario de los operadores, el combustible consumido y documentos operacionales (permisos y documentos de ley).

COSTOS DE COMBUSTIBLE X VEHÍCULO				
Código	Equipo	Galones consumidos 10 meses	Costo galón \$	Costos totales \$
CAM-VACGOTA01	VACCUM	985	7000	6.895.000
CAM-COMGOAS01	CAMION 1721	2.632	7000	18.424.000
CAM-COMGOAS02	CAMION VW31.310	3.630	7000	25.410.000
CAM-COMGOAS03	CAMION FVR ISUZU	2.813	7000	19.691.000
RET-EXCGOAS01	RETROEXCABADORA	1.531	7000	10.717.000
VOL-GOAS01	VOLQUETA	1.020	7000	7.140.000
COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN				88.277.000

Tabla 24. Costos de combustible.
Fuente: autor del proyecto

SALARIO DE OPERARIOS POR VEHÍCULO					
Código	Equipo	Salario conductor \$	Salario operador \$	# de operad.	Costos totales \$
CAM-VACGOTA01	VACCUM	1.880.200	689.455	2	3.259.110
CAM-COMGOAS01	CAMION 1721	1.412.400	689.455	2	2.791.310
CAM-COMGOAS02	CAMION VW31.310	1.518.200	689.455	2	2.897.110
CAM-COMGOAS03	CAMION FVR ISUZU	1.412.400	689.455	2	2.791.310
RET-EXCGOAS01	RETROEXCABADORA	1.416.700	689.455	0	1.416.700
VOL-GOAS01	VOLQUETA	689.455	689.455	0	689.455
COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN					13.844.995

Tabla 25. salario de operadores.
Fuente: autor del proyecto

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	37 de 59

COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO X VEHÍCULO				
Código	Equipo	Costos mantenimiento	Costo operación	Costos totales
CAM-VACGOTA01	VACCUM	6.757.000,00	39.486.100	46.243.100
CAM-COMGOAS01	CAMION 1721	12.946.000,00	46.337.100	59.283.100
CAM-COMGOAS02	CAMION VW31.310	10.370.000,00	54.381.100	64.751.100
CAM-COMGOAS03	CAMION FVR ISUZU	9.024.000,00	47.604.100	56.628.100
RET-EXCGOAS01	RETROEXCABADORA	16.873.000,00	24.884.000	41.757.000
VOL-GOAS01	VOLQUETA	3.564.000,00	14.034.550	17.598.550
COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO (COP)				286.260.950

Tabla 26. Costos totales de mantenimiento.
Fuente: autor del proyecto

10.1 ANÁLISIS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Según el estudio realizado se identificó que los costos del mantenimiento se encuentran repartido en actividades correctivas y preventivas, como se muestran en las gráficas.

1.12.17 10.1.1 CAMION VOLKSWAGEN 2 WORKER VAC-CUN



Grafica 26. Mnto vaccum.
Fuente: autor del proyecto

El camión succión presión (vaccum) presenta mantenimiento correctivo en un 59% de las actividades de mantenimiento ejecutadas durante el transcurso de este año,

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	38 de 59

las cuales comprende actividades de reparación y cambio de empaques del sistema hidráulico y bombas. En las actividades preventivas que corresponden al 41% se identificaron actividades de lubricación, lavados, ajustes, limpiezas y revisiones del sistema del camión las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

10.1.2 CAMION COMPACTADOR FORD CARGO 1721 MODELO 2006.



Grafica 27. Mmto Ford 1721.
Fuente: autor del proyecto

En el camión recolector Ford 1721 se presenta el mantenimiento correctivo en un 70% de las actividades de mantenimiento ejecutadas durante el transcurso de este año, comprende actividades de reparación y reconstrucción de piezas mecánicas. En las actividades preventivas que corresponden al 30% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros y lavados que corresponden a un 25%. El 5% restante corresponde a revisiones de los sistemas del camión las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

10.1.3 CAMION COMPACTADOR VOLKSWAGEN VW31.310 modelo 2011.

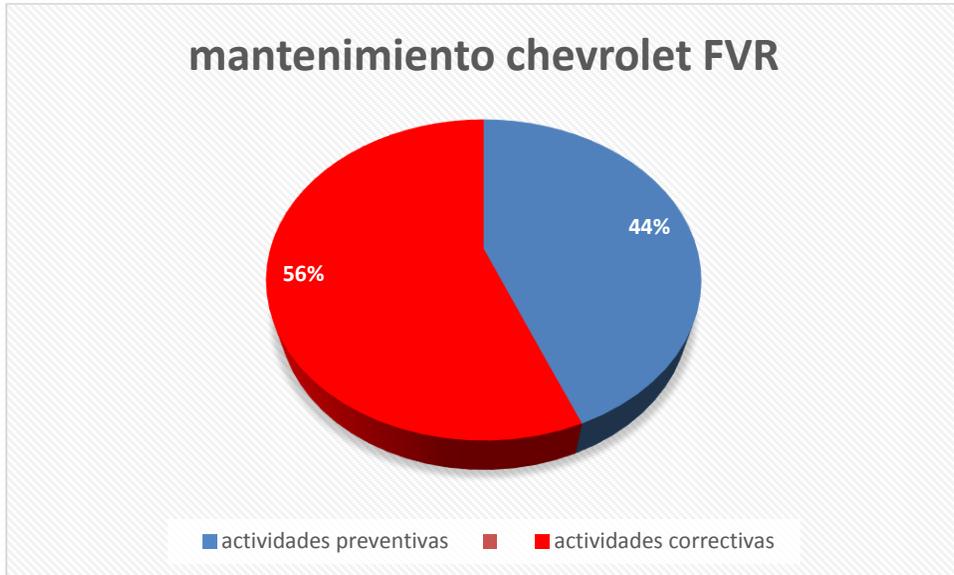


Grafica 28. Mmto vw31.310.
Fuente: autor del proyecto

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	39 de 59

En el camión recolector vw31.310 se presenta el mantenimiento correctivo en un 59% de las actividades de mantenimiento, comprende actividades de reparación y cambio de piezas mecánicas por deterioro. En las actividades preventivas que corresponden al 41% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros y lavados que corresponden a un 36%. El 5% restante corresponde a revisiones de los sistemas del camión las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

10.1.4 CAMION COMPACTADOR CHEVROLET FVR modelo 2012.



Grafica 29. Mmto Chevrolet fvr.
Fuente: autor del proyecto

En el camión recolector Chevrolet FVR se presenta el mantenimiento correctivo en un 56% de las actividades de mantenimiento, comprende actividades de reparación en especial al sistema de frenos y cambio de piezas mecánicas por deterioro. En las actividades preventivas que corresponden al 44% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros y lavados que corresponden a un 39%. El 5% restante corresponde a revisiones de los sistemas del camión las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

1.12.18 10.1.5 RETROEXCABDORA NEW HOLLAND B95B.



Grafica 30. Mmto retroexcavadora.
Fuente: autor del proyecto

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	40 de 59

La retroexcavadora B95 se encuentra ubicada en la planta de tratamiento de residuos sólidos y reciclaje la cual se encuentra ubicada a 13 km de la zona urbana del municipio, debido a esta situación el mantenimiento correctivo adquiere un valor adicional elevando los costos del mismo en un 70% de las actividades de mantenimiento, estas comprenden actividades de reparación, cambio de piezas mecánicas por deterioro y arreglo de neumáticos que equivale a 40% de las actividades correctivas. En las actividades preventivas que corresponden al 30% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros, ajustes y revisiones de los sistemas de la retroexcavadora las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

1.12.19 10.1.6 VOLQUETA 7M³.



*Grafica 31. Mmto volqueta
Fuente: autor del proyecto*

La volqueta ha igual que la retroexcavadora se encuentra ubicada en la planta de tratamiento de residuos sólidos y reciclaje. Las actividades correctivas corresponden al 81% de las actividades de mantenimiento, estas comprenden actividades de reparación, cambio de piezas mecánicas por deterioro y arreglos de neumáticos que equivale a 60% de las actividades correctivas. En las actividades preventivas que corresponden al 19% se identificaron actividades de lubricación, cambio de aceites, filtros, ajustes y revisiones de los sistemas de la volqueta las cuales se efectúan cuando el operario las detecta.

11. RESULTADOS.

Se ha hecho un gran aporte al área de mantenimiento del grupo operativo técnico ambiental (GOTA), en pro de solucionar la problemática planteada a inicio de ese proyecto, se diseñaron e implementaron los formatos faltantes para las máquinas y los equipos, como formatos pre operativos, de inspección, informe de avería, estado de bien, registro de combustible y kilómetros, se diseñó un cronograma de actividades enfocados en el mantenimiento sistemático y una planilla de programación de mantenimiento, se establecieron los manuales operativos de los equipos faltantes.

Se propuso un nuevo diseño de formato de registro del equipo, solicitud de servicio y orden de trabajo con el fin de mejorar los formatos debido a que los anteriores entregan poca información, se establecieron las fichas técnicas de los equipos basados en datos del fabricante.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	41 de 59

La propuesta de los nuevos formatos se socializo con el personal de la empresa que operan los diferentes equipos y maquinas utilizando la herramienta de presentación power point una vez se socializo se realizó una prueba piloto de los formatos con el objetivo de detectar fallas en los formatos o inconformidades de los operarios hacia los mismos, estos formatos se someterán a prueba una vez aprobados serán ingresados al sistema de calidad de la empresa.

Haciendo uso de las herramientas de mantenimiento se aplicó un análisis de criticidad a los equipos de la empresa con el fin de jerarquizar los equipos más críticos para luego realizar un análisis de modo y efecto de la falla de esta forma detectando los equipos de mayor importancia y a los que se les debe de dar prioridad. El estudio realizado no indica que los camiones recolectores, el camión succión presión, la retroexcavadora y la volqueta son los equipos más críticos.

El estudio AMEF realizado a estos equipos nos muestra que las fallas más comunes corresponden al sistema hidráulico, para evitar esta falla se recomienda realizar mantenimientos preventivos a las bombas, válvulas y realizar el cambio de aceite y filtro hidráulico según lo indique el fabricante (1000 h). otra falla común entre estos equipos es el sistema de frenos, se recomienda realizar inspecciones y labores de mantenimiento por lo general los fallos más frecuentes de este sistema son los desgastes de los empaque y daños en los diafragmas. Se presenta en los camiones compactadores el desgaste de las guayas de clutch y acelerador se recomienda a los operarios realizar la inspección pre operativa para detectar cualquiera anomalía. En los equipos como la retroexcavadora y la volqueta se presenta una falla común, la constate perforación de las llantas falla que hace que se detenga el proceso de producción, para contrarrestar esta falla la acción que se recomienda es comprar y tener en cantidad mechas para parchar neumáticos, inspeccionar el área de trabajo y remover cualquier objeto corto punzante.

En la administración del mantenimiento un pilar fundamental son los costos, acorde a esto se realizó un análisis de costos totales de mantenimiento donde se recolecto la información de los costos de mantenimiento y de operación de cada equipo crítico, en estés análisis se muestra en porcentaje las actividades correctivas y preventivas de cada equipo y los costos estos.

12. CONCLUSIONES.

Se identificó por medio de la herramienta análisis de criticidad que los equipos más críticos y que requieren de mayor atención son los 3 camiones compactadores, la retroexcavadora, el camión succión presión y la volqueta.

Por medio de la aplicación del AMEF se pudo identificar que las fallas más comunes en los equipos más críticos, se resumen en problemas hidráulicos como daños en las bombas, válvulas y gatos hidráulicos, reconstrucciones de piezas mecánicas deterioradas, arreglos de neumáticos, daños en el sistema de frenos y caja de cambios.

Del análisis de costos se establece que el costo operativo más alto lo presenta el camión vw31.310 y estos se debe al trabajo extra que realiza, cuando algunos de los otros dos equipos se encuentran en mantenimiento. El costo de las actividades de mantenimiento del camión Ford cargo 1721 es de 12.946.00 los cuales el 59% de estas actividades son correctivas si se invirtiera mejor este dinero con ayuda de las actividades programadas que reduzcan el tiempo muerto de los equipos se les quitaría carga laboral a los equipos vw31.310 y FVR Isuzu reduciendo así también los costos de mantenimiento de los mismos.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	42 de 59

13. RECOMENDACIONES

Controlar y verificar que los operarios Diligencien los formatos como es debido, recolectar y estudiar la información para luego almacenarla Socializar las actividades de mantenimientos antes y después de ejecutadas, llevar el control y los informes necesario para cada actividad, estas serán anexadas a la hoja de vida brindado así una información clara y concisa al programador de mantenimiento.

El mantenimiento de una empresa industrial debe de garantizar el correcto funcionamiento de las maquinas, equipos, herramientas e instalaciones garantizando la seguridad y la calidad de estos para así brindar un buen servicio, crear ambientes de trabajo adecuados para los operarios con el objetivo de que estos den lo mejor sí. Para que esto se pueda cumplir se debe reforma el mantenimiento de la empresa CARIBABARES E.S.P se recomienda la creación del departamento de mantenimiento donde se deleguen todas las funciones de mantenimiento a un personal capacita en el área, lo que les quitaría carga laboral a los grupos operativos permitiéndole enfocarse más en su trabajo.

Capacitar al personal en actividades de mantenimiento automotriz y realizar la compra de un banco de herramientas que les permita a los operarios realizar tareas básicas de mantenimiento.

Adquisición de un software de mantenimiento que facilite la planeación y programación de las actividades.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alex Mauricio O, C. & Diana Yomali O, L. 2010. CARACTERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN ALGUNAS EMPRESAS DE MANIZALES Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia). Revisado 19 de agosto del 2016.

Antonio F, P & Héctor Romano T, C. 2009. DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO ESTRATEGIA DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MATERIAL RODANTE DE S.T.C. "TALLER ZARAGOZA". Instituto Politécnico Nacional, México D.F. revisado 22 de agosto del 2016.

Jorge Gállego P, L & Javier F, F. 2014. OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN AEROGENERADOR MEDIANTE EL DISEÑO DE TAREAS DE SU FUERZA DE TRABAJO. Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación. Revisado 18 de agosto 2016.

	Propuesta trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 00
		Página	43 de 59

José Luis R. C. 2013. ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y ESTUDIO RCM DEL EQUIPO DE MÁXIMA CRITICIDAD DE UNA PLANTA DESMOTADORA DE ALGODÓN. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Sevilla España. Revisado 24 de agosto 2016.

J.P. Rayo Peinado.2010. OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. Revista Preditec/IRM, S.A. revisado 20 de agosto de 2016.

Lorenzo S, I. 2010.IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN PLANTA DE COGENERACIÓN. Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación. Revisado 18 de agosto 2016.

Leonardo J. S. 2006. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE UNA LLENADORA TIPO LINEAL DE MARGARINA. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. Revisado 25 de agosto de 2016.

MAE. Luis Alberto M, G. 2005. TIPOS DE MANTENIMIENTOS. Universidad politécnica bolivariana. Revisado el 20 de agosto 2016.

María Fernanda P, P. 2005. GERENCIA ESTRATÉGICA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA PLÁSTICOS DEL LITORAL PLASTLIT. Escuela superior politécnica del litoral Guayaquil Ecuador. Revisado el 22 de agosto del 2016.

Divulgación tecnológica. manual de mantenimiento sector industrial. Servicio nacional de aprendizaje SENA. Revisado el 20 de septiembre del 2016.