

**UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**


Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	Jeimmy Katherine	
Apellido (s):	Díaz Muñoz	
Código:	20141375076	
E-mail:	Jeimy_kdm@hotmail.com	
Teléfono fijo:	9000841	
Celular:	3006762356	

Ejecutor 2

Nombre (s):	Andres Camilo	
Apellido (s):	Puerto Aranzales	
Código:	20172375037	
E-mail:	Camilopuerto01@gmail.com	
Teléfono fijo:	3283284	
Celular:	3057323519	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Reestructuración y modificación del plan de mantenimiento de los vehículos Mercedes Benz Atego 1016 para la empresa Gmovil SAS – Patio Tintal I.	
Duración (estimada):	3 meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input checked="" type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Monografía	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de procesos industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Materiales y procesos de manufactura	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Mantenimiento – Mecánica automotriz	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	Mauricio González Colmenares
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 ESTADO DEL ARTE.....	7
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GENERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. MARCO TEORICO	11
3.1 MANTENIMIENTO.....	12
<i>3.1.1 Mantenimiento correctivo</i>	<i>13</i>
<i>3.1.2 Mantenimiento preventivo con base en el tiempo</i>	<i>13</i>
<i>3.1.3 Mnatenimiento con base en las condiciones</i>	<i>13</i>
<i>3.1.4 Planeación de la capacidad de mantenimiento.....</i>	<i>14</i>
3.2 RCM.....	14
4. METODOLOGÍA.....	16
5. CRONOGRAMA	17
6. PRESUPUESTO Y FUENTE DE FINANCIACIÓN	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SISTEMA TIPICO DE MANTENIMIENTO	13
---	----

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. FICHA TÉCNICA VEHÍCULO MERCEDES BENZ ATEGO 1016.....	11
---	----

TABLA 2. PRESUPUESTO	18
----------------------------	----

RESUMEN

En el área de la mecánica automotriz el papel del mantenimiento es fundamental para garantizar la operatividad y disponibilidad de los vehículos, cuando estos se requieran, para lo cual se realizan diversas acciones encaminadas a garantizar la vida útil de los componentes, como lo son revisiones, mediciones, cambio de componentes, reparaciones y ajustes; por lo cual se busca estandarizar grupo de actividades mediante frecuencias e intervalos de kilometrajes que garanticen la funcionabilidad sin generar gran impacto en el tiempo de parada del móvil, por lo cual se emplea el mantenimiento preventivo el cual es coordinado y programado con anterioridad y busca evitar los posibles fallos que se puedan presentar durante la operación y afecten la fiabilidad de la flota de móviles.

Una de las principales herramientas del mantenimiento preventivo son los planes de mantenimiento con los cuales se establecen dichas rutinas y se agrupan para facilitar la ejecución de las mismas y los tiempos de intervención o de parada; Sin embargo estos planes no son estáticos y se deben actualizar según el requerimiento de los equipos, es por ello que se realizaron cambios a los planes de la tipología de vehículos de servicio público Atego 1016, reestructurando las frecuencias y las actividades que contiene cada rutina, con fines de obtener la mayor vida útil de cada componente, esta será la primera fase, por otro lado la evaluación de estos cambios en cuanto a costos, ejecución y tiempos de intervención se presentara en una segunda etapa.

INTRODUCCIÓN

Gmovil SAS es una de las empresas operadoras del sistema integrado de transporte público de pasajeros en la ciudad de Bogotá, su misión se basa en la movilización de usuarios con un sentido de responsabilidad social y una administración eficiente de recursos, por lo cual el área de mantenimiento se vuelve en una parte fundamental para el cumplimiento de la misma.

El objetivo estratégico del área de mantenimiento es velar por la disponibilidad y confiabilidad de la flota, para que la operación pueda cumplir su objetivo, optimizando los recursos humanos, técnicos y financieros de la compañía.

Debido a que uno de los aspectos más importantes e impactantes es el mantenimiento de los vehículos, se establece una reestructuración al plan de mantenimiento preventivo que permita tener un mejor aprovechamiento de los recursos y de esta forma poder influir al cumplimiento de los objetivos del área.

El patio Tintal I cuenta actualmente con 176 vehículos Mercedes Benz Atego 1016 Euro IV – V, vinculados a un plan de mantenimiento preventivo por rutinas de trabajo, emitidas bajo cumplimiento de kilometrajes. El plan de mantenimiento está dividido en tres líneas de actividades; sistemáticos de lubricación, sistemáticos de revisión (cada 10.000 Km sin cambio de componentes) y sistemáticos de patrón (cada 30.000 Km con cambio de componentes). En la modificación del plan de mantenimiento se reestructurarán y establecerán los parámetros de cambio de cada componente.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el cumplimiento del objetivo estratégico del área de mantenimiento es necesario ligarlo a los indicadores de la misma, los cuales son; disponibilidad, confiabilidad y costo. La disponibilidad está relacionada con la cantidad de vehículos que se encuentran fuera de servicio dentro del patio, mientras que la confiabilidad se mide con los ingresos por novedades y servicios interrumpidos por vehículos inmovilizados, en cuanto al costo, es el presupuesto aprobado por la compañía.

En el plan de mantenimiento actual, se tienen establecidas rutinas de cambio de componentes con frecuencias de 30.000 Km, lo que hace necesario reducir el kilometraje de duración de aquellos que no logran llegar a dicho parámetro, afectando de esta forma también el costo por mantenimiento de cada vehículo. Las actividades a ejecutar son ajustadas de acuerdo a las mismas frecuencias, generando así rutinas de mantenimiento con tiempos de intervención demasiado extensas, lo que impacta directamente a la disponibilidad.

El tener un plan de mantenimiento con dos líneas de actividades, revisión y patrón, en frecuencias diferentes y bajo contadores independientes de kilometrajes, genera una mayor cantidad de ingresos al taller.

Para dar cumplimiento al objetivo estratégico del área se va a realizar en la fase 1 del proyecto una modificación y reestructuración al plan de mantenimiento de los móviles Atego 1016, ya que estos representan el 77% de la flota del patio; en la fase 2 se realizará la implementación, el seguimiento y la medición de indicadores.

Para la fase 1 se reestructurarán las rutinas de mantenimiento preventivo, de tal forma que se unifiquen los sistemáticos de revisión y patrón, esto con el fin de reducir ingresos a patio, realizar un mejor aprovechamiento en el kilometraje de duración de los componentes y tener un solo contador para la emisión de las actividades de chasis.

1.1. ESTADO DEL ARTE

Actualmente existen varias empresas operadoras del sistema integrado de transporte público en Bogotá, las cuales basan sus rutinas de mantenimiento en los parámetros establecidos por cada fabricante. Gmovil cuenta con un sistema capaz de almacenar el historial de vida de cada vehículo, lo que le permite tener un sistema de mejora basado en la experiencia.

Existen varias propuestas para el mejoramiento en las actividades de mantenimiento para la administración de flotas, por ejemplo, los estudiantes Christian Wilson Apolo y Carlos Marcelo Matovelle de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador proponen un plan de mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues, estableciendo un estado inicial tanto de instalaciones como de los vehículos mismos, donde se encontró que la falta de factores físicos es una de las principales causales para el deficiente mantenimiento de la institución, la carencia de herramientas, escasez de equipos de diagnóstico, deficiente infraestructura en el taller y recursos humanos insuficientes son parte de dichas causales. Con el plan propuesto se puede organizar la gestión de tareas de mantenimiento, para poder implementarlo se deben realizar acciones como codificación de vehículos y herramientas, así como la creación de formatos y procesos para el correcto desarrollo de las actividades de mantenimiento.

Al realizar una comparación entre los costos actuales del parque automotor respecto a los costos de la propuesta de mantenimiento se puede observar que bastaría con dos años de implementación para que la propuesta sea rentable [1].

En el modelo de plan de mantenimiento para una flota articulada de la empresa Integra S.A. planteado por el señor Juan David Montes, se observa un modelo basado en las políticas del RCM, donde la carga de trabajo rutinaria preventiva se puede reducir desde un 40% hasta un 70%. La razón de esta reducción es que el Mantenimiento Preventivo aplica a los diversos equipos, concienzudamente cada cierta frecuencia, las tareas recomendadas por el fabricante y las sugeridas por la experiencia, sin importar mucho la criticidad de la máquina dentro del proceso productivo, mientras que, en el RCM, primeramente, se determina la criticidad de cada componente dentro del proceso productivo, para posteriormente concentrar esfuerzos en las partes más críticas.

[1] Apolo, C, & Matovelle, C. (2012). Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Es prioritario para la empresa brindar sus servicios más allá de la simple movilización de pasajeros, y poner a disposición de los usuarios un transporte con las altas medidas de

seguridad, calidad y respeto por el medio ambiente, para mantenerla en un nivel de alta competitividad. Para dicho cometido se debe contar con un plan de mantenimiento realizado a partir de criticidad de los elementos que componen sus diferentes sistemas, pues ello dará como resultado una adaptación de las actividades de mantenimiento a las condiciones reales de las situaciones geográfica y medioambiental en las que se encuentra operando la flota.

Las fallas de equipos y maquinaria suelen presentarse siguiendo ciertos patrones los cuales se deben a diversas razones como desgaste, defectos de fabricación, costumbres erróneas de mantenimiento y políticas inadecuadas de gestión de equipos [2].

[2] Montes, J. (2013). Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen varias empresas operadoras del sistema integrado de transporte público, pero ninguna con un modelo efectivo de un plan de mantenimiento preventivo, lo que hace a Gmovil SAS una empresa con una gran distinción ante las demás, ya que cuenta con una amplia experiencia, una base de datos completa y un excelente control en las hojas de vida de los vehículos, permitiendo así una realimentación a cada proceso de mantenimiento.

Debido a la gran demanda de vehículos disponibles para operación dentro del sistema, nace la necesidad de tener un proceso de mantenimiento más efectivo, que permita tener menores tiempos de intervención, así como un mayor aprovechamiento de la vida útil de cada componente, todo esto con el fin tener un menor costo por kilómetro y una mayor participación del mantenimiento preventivo frente al mantenimiento correctivo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Reestructurar y modificar el plan de mantenimiento de los vehículos Mercedes Benz Atego 1016 para la empresa Gmovil SAS – Patio Tintal I.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer mediante modelos matemáticos los kilometrajes máximos y mínimos de duración de los repuestos más significativos incluidos en el plan de mantenimiento actual de los vehículos Mercedes Benz Atego 1016.
- Elaborar una metodología de mantenimiento basado en confiabilidad, con ayuda de los historiales de mantenimiento y versiones de planes de mantenimiento anteriores.
- Definir que repuestos pueden ser reparados y cuales se requieren nuevos, adicionalmente precisar según la capacidad del taller que servicios de proveedores se requieren para desarrollar dicha actividad en caso de poderse reparar algún componente.
- Realizar el análisis de la información obtenida en la duración de los repuestos y distribuir las actividades en intervalos de diez mil kilómetros.
- Redefinir los tiempos y repuestos requeridos para cada actividad incluida dentro de las nuevas rutinas.
- Realizar una proyección de actividades preventivas bajo el nuevo modelo de plan de mantenimiento, con el fin de modelar la capacidad de recurso humano, infraestructura, y presupuesto necesario para la ejecución de las mismas.

3. MARCO TEORICO

Gmovil SAS es una de las empresas operadoras del sistema integrado de transporte público de Bogotá (SITP), encargada de la operación y movilidad de Engativá. Actualmente cuenta con cuatro patios encargados de velar por el mantenimiento y la operación de vehículos de diferentes marcas. Tintal I, uno de los patios encargados de la operación zonal (vehículos azules) y alimentación (vehículos verdes) cuenta con 176 vehículos Mercedes Benz Atego 1016, 15 Chevrolet NPR y 37 Mercedes Benz LO915.

El Mercedes-Benz Atego 1016 Euro IV-V es un chasis araña para bus con una capacidad de 10.500 Kg de peso bruto vehicular, motor electrónico frontal de 156 caballos de potencia, nivel de emisiones Euro IV y Euro V, por medio de tecnología de post tratamiento de gases SCR (Selective, Catalytic, Reduction) caja de velocidades mecánica Mercedes-Benz G60 y llantas 235/70 en Rin 17.

Es un vehículo de origen alemán, desarrollado para el transporte urbano de pasajeros, pudiendo albergar carrocerías de hasta 9.5 metros de longitud como máximo o menos cuando la aplicación así lo requiera.

DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO	
Motor	Mercedes-Benz OM-904 LA Euro IV
Potencia	160cv @ 2.200 RPM
Torque	610 N-m @ 1.200-1.800 RPM
Embrague	Mono disco Seco de Accionamiento hidráulico
Transmisión	MB G-60, 6 Vel., Manuales.
Frenos	Aire comprimido doble circuito con ABS, discos en todas las ruedas
Freno de estacionamiento	Cámaras acumuladoras de fuerza estacionamiento elástica, de accionamiento Neumático

Tabla 1. Ficha técnica vehículo Mercedes Benz Atego 1016

Sistema de tratamiento SCR (Reducción catalítica selectiva / Selective Catalytic Reduction): A través de la optimización de la combustión se reduce el material particulado y se extrae la energía disponible del combustible. Esta acción produce alta concentración de NOx en la salida del motor para lo cual, a este flujo caliente de gases

se inyecta una solución de Urea (AdBlue) para obtener amoniaco, luego este se mezcla con los gases de escape en un catalizador abierto en donde se produce una reacción química generando finalmente nitrógeno y agua.

3.1. Mantenimiento:

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se reestablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. También se puede definir como la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas, puede ser correctivo si las actividades son necesarias debido a que dicha calidad del servicio ya se perdió y preventivo si las actividades se ejecutan para evitar que disminuya la calidad de servicio (Newbrough, 1998) [3].

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, administración, herramientas, refacciones, equipo, etc., y la salida es equipo funcionando, confiable, y bien configurado. Esto nos permite optimizar los recursos para aumentar al máximo las salidas de un sistema de mantenimiento. En la figura 1 se muestra un sistema típico de mantenimiento, junto con las actividades necesarias para que este sistema sea funcional, a saber, planeación, organización y control [4].

[3] Mendez, A. (2011). Conceptos básicos sobre mantenimiento industrial.

[4]. Duffuaa, S, Raouf, A, Campbell, J. (2000), *Sistemas de mantenimiento planeación y control*, Balderas, México D.F., Limusa.



Figura 1. Sistema típico de mantenimiento.

3.1.1. Mantenimiento Correctivo: Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento. Este es el caso cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse.

3.1.2. Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso: El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales. Puede realizarse con base en el uso o en la condición del equipo. El mantenimiento preventivo con base en el uso o en el tiempo se lleva a cabo de acuerdo con el tiempo de funcionamiento o de acuerdo a un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.

3.1.3. Mantenimiento preventivo con base en las condiciones: Este mantenimiento preventivo se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando los parámetros clave del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A esta estrategia también se le conoce como mantenimiento predictivo.

3.1.4. Planeación de la capacidad de mantenimiento: La planeación de la capacidad de mantenimiento determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Estos recursos incluyen: la mano de obra, materiales, refracciones, equipo y herramientas. Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se incluye la cantidad de trabajadores de mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas para el mantenimiento, etc. Debido a que la carga de mantenimiento es una variable aleatoria, no se puede determinar el número exacto de diversos tipos de técnicos.

3.2. RCM:

RCM o Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una instalación industrial y presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde no se obtenían los resultados más adecuados para la seguridad de la navegación aérea. Posteriormente fue trasladada al campo militar y mucho después al industrial, tras comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico.

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. Los objetivos secundarios, pero igualmente importantes son aumentar la disponibilidad y disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento. El análisis de los fallos potenciales de una instalación industrial según esta metodología aporta una serie de resultados:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos.
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta [5].

[5]. García, S. Ingeniería de mantenimiento, manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento (2009-2012). Renovetec.

El primer paso del RCM es definir las funciones de cada bien en su contexto operativo, como así también los estándares de desempeño deseados. Las funciones que los usuarios pretenden que sus bienes desempeñen pueden dividirse en dos categorías:

- Funciones primarias: que sintetizan por que el bien fue adquirido en primer lugar. Esta categoría de funciones cubre temas tales como velocidad, rendimiento, capacidad de transportación o almacenamiento, calidad del producto y servicio al cliente.
- Funciones secundarias, que indican que se espera que todo bien produzca más que simplemente su función primaria. Los usuarios también tienen expectativas en áreas como ser seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia de operación, cumplimiento con las normas medioambientales, y hasta la estética o apariencia del bien [6].

[6]. Moubray, John. Mantenimiento centrado en la confiabilidad. Industrias Press Inc.

4. METODOLOGÍA

1. ANALISIS DE DATOS: Para realizar un correcto análisis se consolidarán bases de datos con repuestos, kilometrajes y vehículos desde el inicio de operación para tener la mayor cantidad de muestras posibles. Se realizarán modelos matemáticos con el fin de establecer los parámetros mínimos y máximos de duración de cada componente establecido en el plan de mantenimiento inicial.
2. MCC: Realizar un estudio y aplicación de conceptos de mantenimiento centrado en la confiabilidad, para iniciar el modelo de plan de mantenimiento.
3. ESTABLECER REPARACIÓN DE REPUESTOS: Se realizará una verificación en conjunto con el fabricante y representantes técnicos, de la posibilidad de reparación de componentes, con el fin de reducir costos. Este parámetro permitirá establecer tiempos y posibles proveedores para la ejecución de dichas tareas.
4. INTERVALOS DE CAMBIO: Se consolidarán bloques de repuestos, de tal forma que se conformen grupos de actividades que permitan minimizar los tiempos de intervención dentro del taller en frecuencias más cortas de mantenimientos. Se establece un intervalo de 10.000 Km, ya que esta es la menor frecuencia que se estipula en el plan de mantenimiento preventivo actual.
5. PROYECCIÓN FINAL: Realizar una proyección de mantenimientos bajo el nuevo modelo de PM, donde se definirán las cantidades de actividades a ejecutar mes a mes. Esto permitirá realizar un modelo de los recursos necesarios para la ejecución de estas actividades.
6. CONSOLIDACIÓN: Generar el formato de plan de mantenimiento preventivo con el consolidado de los repuestos según sus frecuencias de cambio. Finalización de la fase 1.

5. CRONOGRAMA

FASE	ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3	
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10
FASE DOCUMENTAL	Viabilidad del proyecto con base y apoyo en el desarrollo del trabajo										
	Recopilación de información relacionada con bases de datos de repuestos, de acuerdo a los históricos de mantenimientos en la plataforma Infor										
FASE DE CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN	Establecer kilometrajes máximos y mínimos de duración para los repuestos asignados al plan de mantenimiento actual										
	Realizar la organización de los repuestos por grupos en frecuencias de 10.000 Km de acuerdo a las duraciones establecidas de cada componente										
	Asignar a cada repuesto la prioridad de cambio (cambio obligatorio o cambio a condición)										
FASE DE FINALIZACIÓN	Elaboración del formato del plan de mantenimiento para los vehículos Mercedes Benz Atego 1016										
	Desarrollo y elaboración del documento de grado										

6. PRESUPUESTO Y FUENTE DE FINANCIACIÓN

El presente proyecto tendrá una duración de 10 semanas y la financiación económica del mismo corre por parte de la empresa Gmovil SAS.

A continuación, se relacionan los costos asociados a la ejecución del proyecto, los cuales se basan en la mano de obra necesaria para el cumplimiento de las actividades.

DESCRIPCIÓN	COSTO	TIEMPO DE EJECUCIÓN PROYECTO (MESES)	TOTAL
ASIGNACIÓN SALARIAL PROFESIONAL DE MANTENIMIENTO	\$ 4.605.498	2	\$ 9.210.996
ASIGNACIÓN SALARIAL PLANEADOR DE MANTENIMIENTO	\$ 2.681.480	2	\$ 5.362.960
ASIGNACIÓN SALARIAL LIDER TÉCNICO	\$ 2.494.472	2	\$ 4.988.944
PAPELERÍA	\$ 40.000	-	\$ 40.000

Tabla 2. Presupuesto

NOTA: La asignación salarial del personal no presenta recargos ni horas extras, ya que todos son empleados de dirección y confianza.

Además de los costos asociados al personal involucrado en la modificación del plan de mantenimiento, es necesario contar con los costos indirectos, los cuales están relacionados a los tiempos y horarios del tutor a cargo, para el cual se estipula un promedio de 50 horas de asesoría.

BIBLIOGRAFIA

Apolo, C, & Matovelle, C. (2012). Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1936/12/UPS-CT002335.pdf>.

Montes, J. (2013). Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3956/6200046M779.pdf;sequence=1>.

Mendez, A. (2011). Conceptos básicos sobre mantenimiento industrial. Recuperado de http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option=com_content&view=article&id=685:conceptos-basicos-sobre-mantenimiento-industrial&catid=27:artlos&Itemid=288

Duffuaa, S, Raouf, A, Campbell, J. (2.000): Sistemas de mantenimiento planeación y control. México D.F. Limusa Wiley.

Moubray, John. Mantenimiento centrado en la confiabilidad. Industrias Press Inc.

Garcia, S. Ingeniería de mantenimiento, manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento (2009-2012). Renovetec.