

**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR PILARES DE  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN EMVARIAS**

**JOHAN SNEIDER GARCÍA LONDOÑO  
YERSON DANIELA SAMPEDRO PEREZ  
SEBASTIAN DE JESUS MARIN MUÑOZ**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO  
(IDEGMA)**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2016**

**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR PILARES DE  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN EMVARIAS**

**JOHAN SNEIDER GARCÍA LONDOÑO  
YERSON DANIEL SAMPEDRO PEREZ  
SEBASTIAN DE JESUS MARIN MUÑOZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**ASESORES:**

**MARÍA ISABEL ARDILA MARÍN  
LUIS CARLOS OLMOS VILLALBA**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO  
(IDEGMA)**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2016**

**PAGINA DE ACEPTACION**

**Nota de aceptación**

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Medellín, marzo 2016**

## **Agradecimientos**

A los profesores, María Isabel Ardila y Luis Carlos Olmos que nos sirvieron como guía y apoyo en la realización de este proyecto de investigación y al grupo de investigación IDEGMA.

A EMVARIAS (empresas varias de Medellín) por abrirnos las puertas y apoyarnos en todo momento con la gestión de visitas, procedimientos y material que requerimos para la ejecución del proyecto.

A los técnicos que nos instruyeron en algunas intervenciones que desconocíamos del mantenimiento que se le realizaba a los vehículos.

A nuestros compañeros del grupo de trabajo que pese a las dificultades que se presentaron siempre estuvieron comprometidos, firmes y convencidos de la calidad y potencial de este proyecto, actuando con paciencia, dedicación y entrega.

A Frenos Nutibara, Rodal Diésel, Andar, Kenworth de la montaña que nos permitieron ver como realizaban las intervenciones a los compactadores y nos acogieron brindándonos información y algunas recomendaciones de vehículos.

## CONTENIDO

	<i>Pág</i>
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
4. JUSTIFICACIÓN.....	5
5. OBJETIVOS.....	6
6. METODOLOGÍA .....	7
6.1. Las seis grandes pérdidas .....	7
7. METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN 4 PILARES DEL TPM EN EMVARIAS .....	9
7.1. Mejoras enfocadas.....	10
7.2. Mantenimiento autónomo.....	10
7.3. Mantenimiento planeado.....	11
7.4. Educación y entrenamiento .....	11
8. PRIMERA ETAPA: DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA METODOLOGÍA.....	15
8.1. Estructura organizacional .....	15
8.2. Grupos de trabajo .....	16
8.3. Niveles de mantenimiento .....	17
8.4. Grupo piloto.....	18
9. SEGUNDA ETAPA: IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES Y CONDICIONES QUE PROVOCAN PROBLEMAS EN LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	19
9.1. Análisis de fallas.....	19
9.2. Tabla 1. Formato de análisis de fallas.....	22
10. TERCERA ETAPA: IMPLEMENTACIÓN DE LOS PILARES MEJORAS ENFOCADAS (ME).....	29

10.1. Mantenimiento autónomo.....	30
10.2. Mantenimiento planeado.....	32
10.3. Propuesta de formación.....	33
11.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
12.REFERENCIAS.....	36

## Resumen

En este trabajo se plantea la metodología para desarrollar esta propuesta el proyecto:

Etapa uno: caracterización contexto operacional y planes de mantenimiento actuales del parque automotor

Esta primera etapa se desarrollara mediante las siguientes actividades:

- Visita a Emvarias para obtención del inventario de los vehículos que conforman el parque automotor y los programas de mantenimiento que actualmente están planteados para estos activos.
- Visita a los proveedores de los servicios de mantenimiento para verificar el cumplimiento de los diferentes programas existentes.
- Verificación de los procedimientos existentes para las actividades de mantenimiento, a nivel de planeación, organización, ejecución y control.

Etapa dos: mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo.

La segunda etapa se desarrollará con las siguientes actividades:

- Diseño de las listas de chequeo para socializar con los conductores y proveedores de servicios de mantenimiento
- Diseño de formatos para el reporte de anomalías por parte de los conductores de los vehículos
- Diseño del plan de capacitación para conductores, proveedores y departamento administrativo y de mantenimiento de Emvarias sobre: fundamentos del TPM, implementación de 5S, listas de chequeo, registro de anomalías y mantenimiento autónomo

Etapa tres: mantenimiento planeado.

Las actividades a desarrollar en la tercera etapa serán:

- Análisis del programa de mantenimiento actual.
- Propuesta de modificaciones para el programa de mantenimiento, que incluyan las actividades de mantenimiento autónomo.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas por su búsqueda permanente de satisfacer al cliente, para el logro de sus objetivos organizacionales, deben ser competitivas; de lo contrario su permanencia y crecimiento en el medio productivo corren grandes riesgos. En este sentido el mantenimiento toma cada vez más importancia, presentándose en esta área de las compañías grandes oportunidades de mejora, puesto que contribuye directamente con el aumento de la productividad y rentabilidad de estas.

Con la evolución del mantenimiento a través de la historia, hoy en día las actividades básicas de mantenimiento, correctivo, preventivo y predictivo; pueden ser complementadas con los enfoques modernos de gestión de activos, entre los que se encuentra el TPM (Total Productive Maintenance), mantenimiento productivo total.

Para Empresas Varias de Medellín es necesario garantizar la disponibilidad de los equipos con los que presta el servicio de recolección de basuras, y por ser el mantenimiento de estos equipos subcontratado con terceros se hace importante dentro de su interés por lograr su objetivo organizacional implementar estrategias que contribuyan con la adecuada ejecución y control del mantenimiento.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se pretende diseñar una metodología para iniciar el proceso de implementación del TPM. Este proceso involucra 8 pilares, la metodología que quiere diseñarse está orientada a la implementación de los pilares base de este enfoque: mejora enfocada, mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado. Esto además de optimizar la gestión del mantenimiento actual, contribuirá con un cambio de cultura en el que toda la organización participará y a la vez se beneficiará de las ventajas que conlleva.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las llamadas “seis grandes pérdidas” de los equipos, con el objetivo de facilitar la implantación de la forma de trabajo “Just in Time” o “justo a tiempo”.

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción y/o operaciones debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima de productos y/o servicios con la calidad esperada, sin paradas no programadas, sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva y/o operativa, debidas al estado de los equipos (Japan Institute of Plant Maintenance, 1995). Esto supone:



- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos

Es por esto que el nombre “Mantenimiento Productivo Total” se entiende como el mantenimiento que aporta a una productividad máxima o total. El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo u operativo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que el TPM se ha implantado, toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Este enfoque se basa en cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta.
- Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la “eficacia global”.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas, mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

## **IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El modelo de subcontratación del mantenimiento que utiliza Emvarias requiere de un control bien estructurado, de modo que se logre el cumplimiento de los mantenimientos y la optimización de los recursos disponibles. En este sentido se han evidenciado enormes dificultades por los correctivos que se atienden continuamente, demostrándose la importancia de optimizar los planes de mantenimiento preventivo para disminuir los tiempos muertos de los vehículos, solicitudes de garantías, baja calidad de los mantenimientos y poca confiabilidad en la información que se tiene de las actividades que realizan los diferentes contratistas en sus intervenciones a los vehículos.

Por lo anteriormente expuesto, Emvarias es consciente de la necesidad de optimizar la gestión del mantenimiento para el logro del objetivo principal que es aumentar la disponibilidad de sus vehículos para la prestación del servicio que ofrece a la comunidad, centrando gran interés en la participación que se requiere de todo el personal que interactúa diariamente con los vehículos, tanto directa como indirectamente. Solo si se logra conformar un adecuado equipo de trabajo con el personal directamente vinculado a la compañía como con el subcontratado, se podrá iniciar un proceso de mejoramiento continuo en la gestión de sus activos.

## JUSTIFICACIÓN

El enfoque TPM (Mantenimiento Productivo Total), se originó en el sector automotriz con la finalidad de mejorar los niveles productivos y alcanzar altos estándares de calidad, teniendo gran éxito en el occidente por la conciencia que se ha alcanzado sobre la importancia del factor humano en cualquier proceso. Lo que pretende el TPM es evidenciar que el sistema “hombre-máquina-empresa” debe funcionar integrado y de forma eficiente y coordinada (Pistarelli, 2010), en la búsqueda principal de implementar una gestión del conocimiento que logre en cada individuo involucrado en el proceso habilidades y compromisos para realizar las diferentes actividades con mayor eficacia y eficiencia, alcanzando la productividad total efectiva de los equipos.

“El modelo parte del supuesto que las empresas poseen una cultura de empresa con valores ya desarrollados de alta participación, compromiso del personal, formación elevada (90 % de los operarios japoneses poseen titulación universitaria) y la tecnología disponible es alta, factores estos que en otros países no están desarrollados como en Japón” (Lopez, 2009)

Es necesario entonces para implementar el TPM, iniciar el cambio cultural a través de la implementación de 8 pilares, logrando con estos optimizar la ejecución de las tareas. Para iniciar este proceso se recomienda por iniciar con los 3 primeros pilares: MEJORAS ENFOCADAS, MANTENIMIENTO AUTONOMO y MANTENIMIENTO PLANEADO. Para ello se requiere de la participación de todas las personas involucradas con los activos; un programa de formación que los involucre en el proceso y abra espacios de participación en busca del mejoramiento de los procedimientos, para este caso, todo lo referente a la operación y mantenimiento de los vehículos.

En la medida que se logre involucrar a las personas con la ejecución de las listas de chequeo y el reporte de anomalías, se establecerá un método de comunicación asertivo con el área administrativa del mantenimiento y los contratistas en busca de diagnósticos a tiempo, intervenciones adecuadas, optimización en el uso de recursos; por lo tanto disminución de paros imprevistos para aumentar así la disponibilidad de los activos.

## **OBJETIVOS**

Objetivo general:

Establecer la metodología para implementar los pilares de TPM, Mejoras Enfocadas, Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planeado, con el fin de generar gestión del conocimiento al interior de la empresa de tal modo que aumente la disponibilidad del parque automotor.

Objetivos Específicos:

Caracterizar los vehículos del parque automotor de Emvarias, su contexto operacional y sus programas de mantenimiento actuales.

Establecer el programa de capacitación que genere conocimiento y habilidades en los conductores, personal de mantenimiento y proveedores, para iniciar el programa de mantenimiento autónomo.

Proponer la estandarización de frecuencias, inspecciones y reporte de anomalías, basados en el plan de mantenimiento actual.

## **METODOLOGÍA**

### **LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS**

Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos, está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendientes a evitarlos en el futuro. TPM identifica seis fuentes de pérdidas, denominadas las “seis grandes pérdidas”, que reducen la efectividad por interferir con la producción y/o la operación en una compañía (Arias, 2009).

1. Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
  2. Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella. Por ejemplo, al inicio en la mañana, al cambiar de lugar de trabajo, al cambiar una matriz o molde, o al hacer un ajuste.
  3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores) durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, entre otros.
  4. Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
  5. Defectos en el proceso, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.
  6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, entre otros.
- El análisis cuidadoso de cada una de estas causas de baja productividad lleva a encontrar las soluciones para eliminarlas y los medios para implementar estas últimas. Es fundamental que el análisis sea hecho en conjunto por el personal de producción u operación y el de mantenimiento, porque los problemas que causan la baja productividad son de ambos tipos y las soluciones debenser adoptadas en forma integral para que tengan éxito(Arias, 2009).

Después de tener clara cada uno de estas seis grandes pérdidas, es donde vienen a entrar los grandes pilares del TPM, para organizar, estructurar y dar

respuestas organizacionales a esas necesidades encontradas. Los pilares del TPM son:

- Mejoras enfocadas
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento de Calidad
- Mantenimiento en áreas administrativas
- Seguridad, Salud y Medio ambiente
- Control inicial
- Educación y Entrenamiento

Teniendo en cuenta las necesidades y las características de la empresa, y además lo que propone la filosofía TPM se adecuará una metodología que pueda brindar como resultado una gestión de mantenimiento ceñida al tipo de empresa y mantenimiento que ejecuta.

## **METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

### **BASADO EN 4 PILARES DEL TPM EN EMVARIAS**

Antes de entrar a diseñar la metodología de gestión de mantenimiento, se realizó un pequeño análisis para identificar el tipo o de que características es la empresa Emvarias. En este análisis solo se tuvo en cuenta el área de mantenimiento, a pesar de que se debe considerar que el TPM vincula todas las áreas de la empresa, por ende este análisis se hace para alimentar esta metodología. El análisis del área de mantenimiento presenta algunas características de la empresa, las cuales se mencionan a continuación:

- La empresa maneja dos tipos de contratación para realizar actividades de mantenimiento: una, mediante la contratación laboral de personal calificado y la segunda, mediante contratos con compañías especialistas en temas de mantenimiento. Donde las compañías especializadas manejan aproximadamente un 85% de este mantenimiento y que además, las actividades más complejas se realizan por fuera de las instalaciones de Emvarias, siendo estas las más influyentes en la productividad y disponibilidad equipos, en este caso los vehículos.
- La empresa no maneja un plan de mantenimiento adecuado para cada uno de los sistemas de los vehículos, se evidenciaron los siguientes aspectos de la gestión del mantenimiento:
  - Falta de un plan de mantenimiento global para cada uno de los sistemas del vehículos.
  - Falta de información estadística de las actividades de mantenimiento.
  - Alto porcentaje de actividades de mantenimiento correctivo, baja programación de mantenimientos preventivos y nulas actividades de mantenimiento predictivo y proactivo.
  - Problemas de comunicación entre el operario y quien programa y/o ejecuta las actividades de mantenimiento.
  - Actividades de mantenimientos similares ejecutados por diferentes actores y con diferentes procedimientos.
  - Algunas actividades del mantenimiento preventivo se realiza mediante listas de chequeo.
  - Se tiene un software de mantenimiento, el cual es una buena herramienta para la gestión de mantenimiento.

- Se cuenta con personal idóneo en el área de mantenimiento, solo que falta una mejor comunicación entre todos los actores que intervienen en todo en el objeto de la empresa.
- Es necesario mejorar el área de capacitaciones en procesos de mantenimiento.
- No se evidencia un seguimiento y una retroalimentación de los procedimientos de las actividades de mantenimiento. Es decir, no es claro si los procedimientos para realizar una actividad de mantenimiento es la adecuada.
  
- No existen estándares de mantenimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que en la empresa se pueden mejorar los procesos en la gestión de mantenimiento, pero no con una filosofía ceñida estrictamente al TPM, esto debido a que la empresa tiene algunos limitantes en el control de cada una de las actividades de este departamento por tener un gran porcentaje de su mantenimiento a cargo del outsourcing. Por ende la metodología que se presenta será basada en cuatro pilares del TPM, más no será TPM, requiriéndose un esfuerzo adicional en la capacitación del personal subcontratado para involucrarlos en el proceso. Además se requiere un importante compromiso y rigurosidad por parte de la gerencia, pues desde allí es de donde se generan las directrices a seguir en la metodología.

Los pilares del TPM que se tomaron en cuenta para desarrollar la metodología son:

**Mejoras Enfocadas:** son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo cuyo objetivo es maximizar la efectividad global de los equipos, procesos y plantas. Estas actividades emplean una metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 6 pérdidas existentes (Arias, 2009).

**Mantenimiento Autónomo:** este pilar representa la principal novedad del TPM con respecto a otros sistemas de mantenimiento y es uno de los principales responsables del aumento de la productividad. Su propósito es involucrar al operario en el cuidado del equipo que maneja a través de un alto grado de formación y preparación profesional para que controle las condiciones de operación y conserve el área de trabajo libre de contaminación, suciedad y desorden. El mantenimiento autónomo se basa en los conocimientos que el trabajador tiene del equipo que utiliza, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. La formación ayudará a los operarios a comprender la importancia de conservar las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, asimismo le permitirá participar en el análisis de problemas y en una primera etapa realizar pequeños trabajos de mantenimiento, para luego asimilar acciones más complejas (Arias, 2009).



**Mantenimiento Planeado:** el objetivo del mantenimiento planificado es eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para planificar las actividades de mantenimiento es necesario tener bases de datos ordenadas, aumentar la formación basándose en esos datos, facilitar herramientas de trabajo que permitan realizar la programación de recursos, utilizar tecnologías de mantenimiento y motivar y coordinar al equipo humano encargado de estas actividades (Arias, 2009).

**Educación y Entrenamiento:** las habilidades de operación tienen que ver con la forma correcta de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Las habilidades se obtienen con la experiencia, pero las empresas pueden acelerar el proceso mediante entrenamiento. Los trabajadores con habilidades operativas interpretan correctamente las condiciones de funcionamiento del equipo y ante situaciones de posible avería saben cómo actuar para minimizar las consecuencias hasta que el departamento de mantenimiento pueda actuar. Por lo tanto, se requiere personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los
- Conservar el conocimiento obtenido como resultado de la experiencia y transmitirlo
- Cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

Se seleccionaron estos pilares debido a que se desea iniciar el proceso con las áreas de la empresa que tienen relación directa con los vehículos y que interactúan diariamente con estos, debido al conocimiento de la historia de su manejo. Aunque la capacitación de sensibilización e introducción de la filosofía debe incluir a todo el personal de la empresa inicialmente, pues lo que se pretende es que todos y cada uno de los miembros de la empresa tengan identificado el objetivo de TPM y el rol que deben desempeñar a la hora de ser parte activa de la metodología.

Por ende el grupo de trabajo que se propone para llevar a cabo esta metodología será:

- Jefe área de mantenimiento: será el encargo de dirigir el grupo de trabajo, realizará la programación de las capacitaciones, reuniones y los planes de trabajo.
- Jefe área de operaciones: Tendrá el deber de aportar la experiencia en su cargo para mejorar los procesos y generar los medios y espacios requeridos para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa interactuados con los objetivos de la metodología, logrando que las operaciones se empiecen a estandarizar de manera conjunta.
- Coordinador de Mantenimiento Predictivo y Preventivo: tendrá un rol importante debido a que es la persona que maneja el software de mantenimiento y la programación de este, además es quien maneja la información histórica de las actividades de mantenimiento. Además ejecutará las actividades de análisis de averías, planes de mantenimiento y estándares técnicos para que la gestión del área sea medible mediante indicadores de gestión que puedan mostrar dicha gestión y puedan también ser el soporte para que se puedan mejorar actividades propias del área en función del logro de sus propios objetivos y acordes a la implementación de esta metodología.
- Coordinador de CCV: como líder del área de supervisores y técnicos, debe dirigir y apoyar al jefe área de mantenimiento a direccionar los procesos y velar por su cumplimiento.
- Coordinador de Operaciones: su participación es esencial debido a que podrá aportar sus experiencias en cuanto a los tiempos muertos en los cumplimientos de las correrías, calidad del producto y/o servicio procesos a otros compañeros.
- Supervisores: serán los encargados de ejecutar e incentivar para que se cumplan actividades de la metodología, además deben aportar toda su experiencia para lograr tener la mayor y mejor información posible.
- Técnicos Mecánicos y Eléctricos: debido a que son los que ejecutan todas las actividades de mantenimiento a cargo de la empresa, son actores muy importantes en el proceso.
- Contratistas: son los actores con la mayor parte de las actividades del mantenimiento, por ende son de suma importancia, no solo aportarán con sus conocimiento si no que serán los que ejecutarán gran parte de los lineamientos que se generan a partir de la implementación de la metodología.

- Conductores: serán los actores a los cuales se les dé un gran interés, debido a que ellos son los operarios, los que están día a día con el activo más importante de la empresa, por ende entrarán en cada una de las etapas propuestas.
- Interventores: deben conocer la filosofía TPM en general, las actividades y formatos que la metodología propone, puesto que pueden apoyar el proceso desde la verificación de las actividades que ellos realizan cotidianamente.

El tiempo necesario para completar la metodología varía de 1 a 2 años, lo cual depende del interés y el sentido de pertinencia de los actores, por lo tanto se sugiere trabajar de la siguiente manera:

1. La Gerencia da a conocer a toda la empresa y contratistas su decisión de poner en práctica la metodología. El éxito del programa depende del énfasis que ponga la Gerencia General en su anuncio a todo el personal.
2. Se realiza una campaña masiva de información y entrenamiento a todos los niveles de la empresa de tal manera que todo el mundo entienda claramente los conceptos de TPM y la metodología presentada. Se utilizan todos los medios posibles como charlas, posters, diario mural, entre otros, de tal manera que se genere una atmósfera favorable al inicio del programa.
3. Se deben crear grupos de trabajo, como unos Grupos de Tarea para analizar cada tema.  
Estos se presentan en la primera etapa.
4. Se definen y emiten las políticas básicas y las metas que se fijarán. Con este objeto se realiza una encuesta a todas las operaciones de la empresa a fin de medir la efectividad real del equipo operativo y conocer la situación existente con relación a las "6 Grandes Pérdidas", como conclusión se fijan metas y se propone un programa para cumplirlas.  
Primera etapa.
5. Se define un plan maestro de desarrollo que se traduce en un programa de todas las actividades y etapas.
6. Una vez terminada la etapa preparatoria anterior se da la "partida oficial" a la implementación de la metodología con una ceremonia inicial con participación de las más altas autoridades de la empresa y con invitados de todas las áreas.
7. Se define el sistema y se forman grupos autónomos de mantenimiento que inician sus actividades inmediatamente después de la "partida oficial". La idea es velar por el cumplimiento de las actividades propuestas y además medir la eficacia de lo planeado.

8. Se implementa un sistema de mantenimiento programado en el departamento de mantenimiento.
9. Se inicia el entrenamiento a operadores (conductores) y mantenedores (supervisores, técnicos y contratistas) a fin de mejorar sus conocimientos y habilidades.
10. Se crea el sistema de mejoramiento de los equipos de la planta que permite llevar a la práctica las ideas de cambio y modificaciones en el diseño para mejorar la confiabilidad y mantenibilidad.

Después de tener claro, cuáles son las características de la empresa, los pilares del TPM en los que se basará la metodología, los actores que intervendrán en el proceso y las principales acciones a realizar, se presenta la metodología la cual se presenta en tres etapas: Definición de la estructura de la metodología, identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en las actividades del mantenimiento e implementación de pilares.

## PRIMERA ETAPA: DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA METODOLOGÍA

En esta etapa se definen la estructura organizacional, los grupos de trabajo, el grupo piloto y los niveles de mantenimientos.

### ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura, en cuanto a la línea de liderazgo, que se presenta tiene la finalidad de mostrar los grados de responsabilidad de cada actor que interviene en este proceso, se debe tener en cuenta que los líderes principales deben tener una cualidad muy importante y es la de saber motivar e infundir el sentido de pertenencia hacia la empresa, además de transmitir un mensaje claro y preciso de los beneficios que tendrá la implementación de la metodología.

La estructura que se propone es la siguiente:

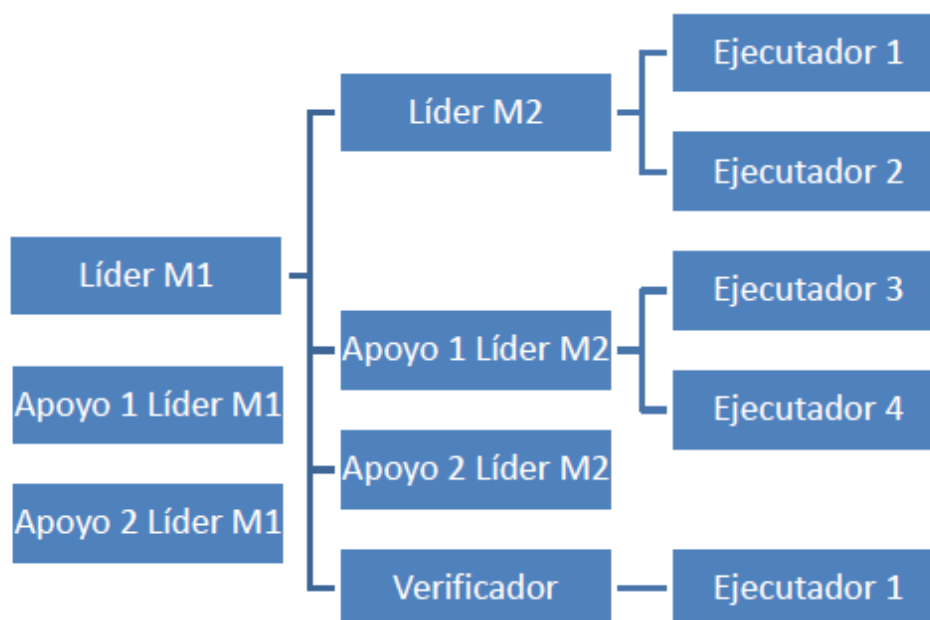


Figura 1. Estructura organizacional propuesta para aplicar la metodología.

El Líder M1 debe ser el Jefe Área de Mantenimiento.

El Apoyo 1 Líder M1 debe ser el Jefe Área Operaciones, el cual brindará apoyo en la toma de decisiones desde el aspecto de la logística de la empresa.

El Apoyo 2 Líder M1 debe ser un representante de la gerencia que tenga la potestad de tomar decisiones en cuanto a temas de presupuestos.

El Líder M2 debe ser el Coordinador de Mantenimiento Predictivo y Preventivo, el cual tendrá la responsabilidad de liderar a los Ejecutores 1 y 2, los cuáles serán contratistas y conductores, respectivamente.

El Apoyo 1 Líder M2 deber ser el Coordinador de CCV, este tendrá a su dirección los Ejecutores 3 y 4, siendo Supervisores y Técnicos, respectivamente.

El Apoyo 2 Líder M2 deber ser el Coordinador de Operaciones. Este actor aportará mejoras y sugerencias desde un punto exterior del área de mantenimiento, permitiendo tener otro punto de vista.

El Verificador serán los interventores, los cuales tendrán como principal función velar por el cumplimiento de actividades pactadas entre la empresa y los contratistas (Ejecutor 1), que sean plasmadas en el contrato o mediante un acta de compromiso.

Esta estructura podrá ser modificada según las necesidades que se vayan presentado en la implementación de esta metodología, de igual manera los instrumentos que acá se presentan.

### GRUPOS DE TRABAJO

Los grupos de trabajos que se proponen serán tres, y tendrán como función desarrollar y poner en marcha cada una de las siguientes etapas, por ende los grupos serán

<p>Grupo 1:</p> <p>Líder M1 Apoyo 1 Líder M1 Apoyo 2 Líder M1 Líder M2</p>	<p>Grupo 2:</p> <p>Líder M2 Apoyo 1 Líder M2 Apoyo 2 Líder M2 Verificador</p>
<p>Grupo 3:</p> <p>Líder M2 Apoyo 1 Líder M2 Ejecutor 1 Ejecutor 2 Ejecutor 3 Ejecutor 4</p>	

Funciones de los grupos:

- Grupo 1: establecer programas de capacitación, incentivos, asignación de recursos y proponer las metas de corto, mediano y largo plazo.

- Grupo 2: planear y controlar la ejecución de las actividades que propone la metodología, especialmente las reuniones de seguimiento a la implementación del proceso.
- Grupo 3: capacitar sobre la metodología a implementar, diligencian los formatos y ejecutar las actividades que la metodología propone.

Se propone la creación de los llamados PET (pequeños equipos de trabajo), los cuales se encargan de analizar las diferentes actividades propuestas de la metodología, se sugiere que estos PET estén conformados por un contratista, un interventor y un supervisor, además que se creen tantos PET como numero de contratistas maneje la empresa. Estos grupos de trabajo se deben reunir semanalmente, para lograr que el análisis sea inmediato y la solución sea a corto plazo y así poder llevar seguimiento a las actividades propuestas. Por ejemplo, estudiar y mejorar los instrumentos que se proponen en esta metodología.

### **NIVELES DE MANTENIMIENTO:**

En esta metodología es muy importante definir niveles de mantenimiento, para tener claro responsabilidades y como participan estos actores en los pilares del TPM en los que se basó este trabajo.

*Nivel 1 - Nivel de Conductor*, que se ocupará de tareas de mantenimiento operativo rutinarias, las cuales no requieren conocimiento técnico para su realización. Están presentes Mejoras Enfocadas, Mantenimiento Autónomo y Educación y Entrenamiento como acompañamiento permanente

*Nivel 2 - Nivel de técnico*: esta persona resuelve las reparaciones de pequeñas averías hasta los problemas de mayor rigurosidad para el que se necesitan mayores conocimientos, también realizará diagnósticos de los informes provenientes del Nivel 1. Pero está allí, cercano, no es necesario avisar a nadie o esperar. El repuesto también está descentralizado, estos siempre deben estar a la mano de los técnicos. Están presente Mejoras Enfocadas, Mantenimiento Autónomo y Educación y Entrenamiento.

Para este nivel, en Emvarias existe un procedimiento que separa el Nivel 1 del Nivel 2, el cual en algunas ocasiones presenta problemas de comunicación, por ende se aconseja poder tener comunicación directa entre estos dos niveles.

*Nivel 3 - Nivel de Contratista*, Se realizan revisiones programadas que impliquen desmontajes complejos, ajustes delicados, entre otros; en este caso se cuenta contratistas que poseen talleres externos con las herramientas y los procedimientos adecuados para realizar estas actividades de mantenimiento. Están presente Mejoras Enfocadas, Mantenimiento Planeado y Educación y Entrenamiento.

## GRUPO PILOTO

El grupo piloto es un conjunto de equipos, en este caso, una flota de vehículos con las mismas características, que permitan implementar la metodología y pueda ser evaluada antes de aplicarla a todos los vehículos de la empresa. Para seleccionar este grupo piloto se utilizaron dos criterios: flota con mayor cantidad de fallas que afecten los indicadores de disponibilidad y el modelo de la flota, debido a que se quiere que esta metodología pueda tener una evaluación en el tiempo.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos de la empresa las flotas que se acomodan a la búsqueda son:

**International 1999:** presentan muchos daños, son los vehículos que se usan para rutas de recolección de madera y presentan mucha falla también en sistema de caja compactadora.

**International 2012:** tienen un mal diseño en el sistema de compactación, presenta muchas fallas y también se comenzaron a evidenciar muchas fallas en sistema motriz.

De estas dos flotas se recomienda que el grupo piloto al cual se debe aplicar la metodología sea la International 2012, no es una flota vieja, la cual nos puede brindar datos en el futuro de la efectividad o no de la metodología y además presenta una serie de fallos significativos.

Luego de que el grupo piloto este avanzado en la metodología (aproximadamente en el paso 3 de MA) se propone continuar con la implementación de la metodología en otro grupo debidamente escogido, este proceso se le llamara Grupo replica y recogerá todas las experiencias y avances adquiridas en el grupo piloto y empoderarse de ellos y así lograr resultados más prontos y eficientes.



## **SEGUNDA ETAPA: IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES Y CONDICIONES QUE PROVOCAN PROBLEMAS EN LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO**

Para comenzar con pie derecho es muy importante identificar cuáles son las fallas, las actividades y/o procedimientos que generan tiempos muertos en el grupo piloto, y por ende baja disponibilidad y calidad en el servicio prestado por la empresa. Para dar respuesta a esto se propone trabajar con dos métodos: análisis de fallas y las “Seis grandes pérdidas”.

### **ANÁLISIS DE FALLAS**

El análisis de fallas es una ayuda que permite estructurar el raciocinio acerca de la operación del mantenimiento después de las intervenciones correctivas, tiene como función principal buscar las soluciones más robustas, que impedirán no sólo la repetición de la avería, sino también la repetición de los errores propios de la organización que penalizaron la duración de la intervención (errores de diagnóstico, falta de formación, reactividad insuficiente, ausencia de piezas de recambio, etc.). Este soporte ayudará en el control de las acciones, y en la difusión de las experiencias, a través de la estandarización de las buenas prácticas, busca también las soluciones más robustas, que impedirán no sólo la repetición de la avería, sino también la repetición de los errores propios de la organización que penalizaron la duración de la intervención (errores de diagnóstico, falta de formación, reactividad insuficiente, ausencia de piezas de recambio, etc.) (Abugaus, 2010). Dentro de su política se definen los siguientes objetivos para el logro de análisis eficaces:

- Resumir el desarrollo de la intervención
- Definir el fenómeno ocurrido
- Identificar las desviaciones que se presentaron en el restablecimiento de la avería y aportar soluciones correctivas (medios, instrumentos, conocimientos, etc.)
- Encontrar la causa raíz de la avería y erradicarla completamente ejecutando un plan de acción
- Resumir el desarrollo de la intervención.
- Definir el fenómeno ocurrido.
- Encontrar la causa raíz de la avería.
- Aportar soluciones correctivas (medios, instrumentos, conocimientos, etc.)

El método 5 W's + 1 H es una herramienta de análisis que apoya la identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en los procesos de trabajo o la vida cotidiana. Las 5 w's vienen del inglés, y son Who, What, Where, When, Why (quién, qué, dónde, cuándo, por qué), ésta última (why, por qué), tantas veces como sea necesario (al menos 5 veces como sugería y se incluye la H, "How" (cómo).

Cuando se identifica un problema y se pregunta varias veces ¿por qué?, las respuestas muestran una jerarquía vertical de problemas, en donde la primera respuesta es "el gran problema" a partir del cual se pueden identificar una serie de condiciones que lo crean, y que se relacionan entre sí. Esta serie de condiciones "problema" muestran un esquema más claro de lo que es el "verdadero problema".

En esta sección se determinan los 5w+1h que ayudan a encontrar la causa raíz del evento que causo la avería y así definir el fenómeno y el plan de acción a seguir para que dicha avería no vuelva a ocurrir.

Además asociado a los 5W+1H se tiene también dentro del análisis los 5 "¿Porques?" que ayudan a reconocer la causa raíz del evento que se encuentra en observación esta herramienta de análisis utilizada para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta "¿por qué?" hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las acciones necesarias para erradicarla y solucionar el problema.

El número cinco no es fijo y hace referencia al número de preguntas a realizar, de esta manera se trata de ir preguntando sucesivamente "¿por qué?" hasta encontrar la solución, sin importar el número de veces que se realiza la pregunta.

### **Modo de aplicación.**

Para aplicar correctamente la técnica de los 5 porqués se realizan los siguientes pasos:

- Definir el problema a solucionar o aquel punto que se quiere mejorar.
- Empezar la serie sucesiva de preguntas "¿por qué?", algunas de las preguntas típicas son:
  - ¿Por qué ha surgido este problema?
  - ¿Por qué no funciona este mecanismo?
  - ¿Por qué no se mejora este proceso?

Cuando no se puede contestar una de las preguntas significa que se ha llegado a la causa raíz del problema.

**Ejemplo: Piezas de plástico salen mal de una inyectora**

¿Por qué las piezas salen deterioradas de la máquina? - El sistema de expulsión las deteriora.

¿Por qué las deteriora el sistema de expulsión? - Las piezas aún están muy calientes, no están solidificadas y los expulsores se incrustan en las piezas.

¿Por qué las piezas no están solidificadas? - El molde está muy caliente.

¿Por qué el molde está tan caliente? - No funciona el circuito de refrigeración.

¿Por qué no funciona el circuito de refrigeración? - Se ha roto la bomba del circuito de refrigeración.

**CAUSA RAÍZ: Rotura de la bomba de refrigeración**

¿QUE IDENTIFICA EL PROBLEMA?

Es asociado con el modo de falla (avería, rotura, desgaste, atranque, contaminación, incidente, ajustes, limpiezas, entre otros)

¿CUANDO EL PROBLEMA HA OCURRIDO?

Relaciona con tiempo a referenciar un evento o situación, bajo que circunstancias ocurre el problema.

¿DÓNDE USTED HA VISTO EL PROBLEMA?

Lugar preciso donde se presenta (línea, maquina, sistema, subsistema, componente, referencia)

¿CUÁL ES LA TENDENCIA QUE SE PERCIBE EN EL PROBLEMA?

Es una situación aleatoria o si persigue un patrón.

¿CÓMO EL ESTADO DIFIERE DEL NORMAL

Como es el cambio del estado ideal con lo que se ve en el estado actual

Todo lo anterior se plasma en el formato de la Tabla 1, y que se adjunta como anexo 1.

Tabla 1. Formato de Análisis de Fallas

ANÁLISIS DE FALLAS				
1. INFORMACIÓN				
Fecha:	Proceso	Equipo:	Sistema:	Componente:
Hora inicio paro:		Hora de llamada:		Participantes del análisis.
Tiempo paro equipo:		Hora de inicio de la		
Tiempo afectación producción:		Duración de la		
2. DESCRIPCIÓN DE LA AVERÍA				
Describa las acciones realizadas por el personal operativo (conductor) antes de llamar al personal técnico				
Acciones realizadas		Explicación de la acción	Duración	
Describa las acciones realizadas por el personal técnico de <b>(mantenimiento)</b> hasta la solución del problema				
Acciones realizadas		Explicación de la acción	Duración	Resultado (ok -)


3. 5W +		
QUÉ ?	Qué Qué identifica	
CUÁNDO?	Cuándo ocurre el	
DÓNDE?	Dónde ha	

	problema? En qué producto	
QUIÉN ?	El problema está relacionad o con la habilidad	

CUÁL ?	La ocurrencia es aleatoria v/o sigue	
CÓ MO?	Como el estado óptimo Cual es la diferenci	
<b>4.</b>		

Antes del paro, existían indicios de la avería (ruidos, rearmes, etc.)?	SI	N	Observaciones sobre respuestas sombreadas:
Existe un mantenimiento preventivo sobre el vehículo y componentes?	SI	O	
Este mantenimiento preventivo se realizó?	SI	O	
Se trata de un paro repetitivo?	SI	N	
Se ha realizado alguna modificación técnica o de operación en el vehículo?	SI	N	
		O	

**6. ACCIONES DE PROGRESO**

Identificación de la causa raíz

Por Qué? 1		
Por Qué? 2		
Por Qué? 3		
Por Qué? 4		
Por Qué? 5		

**Causa raíz:**

Acciones para erradicar la causa raíz

Plan de Acción	Responsa	Fecha prevista	Fecha real

Análisis de tiempos (identificación de desviaciones de tiempo en la intervención del paro)

1 cuadro = \_ minutos

Paro del vehículo																					
Tiempo afectación de																					
Tiempo respuesta real técnico																					
Tiempo respuesta Obj. técnico																					
Diagnóstico real																					
Diagnóstico Obj.																					

## LAS “SEIS GRANDES PÉRDIDAS”

Las “Seis grandes pérdidas” se modificaron para que quedarán acordes a las necesidades de la empresa, y se diseñó un instrumento para poder desarrollar cada una, el instrumento en general es el que se presenta en la Figura 1 Figura 2.

FORMATO PARA IDENTIFICAR LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS						Pag 1	
Nombre de la pérdida	Pérdidas de tiempo propias del día a día	Frecuencia	Duración del trabajo	Responsable	Grupo piloto	Fecha de Creación / última modificación	Elaborador por:
Nombre de la operación	Definir las pérdidas asociadas	Cada cuanto se debe realizar actualización del formato	Tiempo de la reunión	xxxxxxxx	Flota xxxx		
Equipo de trabajo	Las personas que se consideren necesarias.	Recomendaciones		1. Tener el historial de fallos de la grupo piloto a evaluar	3. El conductor debe manejar el grupo piloto evaluado.		
				2. Tanto el supervisor y el conductor, deben ser personas con una duración en la empresa no menor a dos años.	4. Incluir al personal de la empresa que se considere importante.		
#	ACTIVIDAD	TIEMPO DISPUESTO O PERIODO		RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR TIEMPOS			

Figura 2. Instrumento para identificación de fallas.

En el formato se tuvieron en cuenta los siguientes ítems:

- Nombre de la pérdida:** acá solo se colocó el nombre de la pérdida a evaluar.
- Nombre de la operación:** identificar las pérdidas.
- Equipo de trabajo:** para cada pérdida se propuso un grupo de trabajo de acuerdo a la pertinencia que tiene cada actor, sin embargo en la primera reunión del Grupo de Trabajo 1, estos podrían cambiar según las necesidades de la empresa.
- Frecuencia:** cada cuanto se debe reunir el grupo para actualizar el formato, acá también se propuso un tiempo el cual puede ser modificado.
- Duración de trabajo:** es la duración que le tomé al grupo propuesta en identificar las pérdidas.
- Responsable:** en cada grupo siempre debe haber un responsable que garantice la calidad y el compromiso del grupo, se recomienda que siempre sea que esté en mayor rango según la estructura organizacional presentada en la Figura 1.

Es necesario crear información MP de control inicial?	SI	NO			
Otro:	SI	NO			



**Grupo piloto:** es importante dejar claro sobre que vehículos se está trabajando.

**Fecha de elaboración:** se debe registrar la fecha en que se realiza cada formato para llevar una estadística y así evaluar la evolución del proceso.

**Elaborado por:** acá se debe colocar el nombre de la persona que desarrollo el formato o quien lo actualizo.

**Actividad:** se plasmaran las actividades que se vayan identificando y que sean representativas para la pérdida evaluada.

**Tiempo dispuesto o perdido:** este ítem puede varían entre las pérdidas, debido que en algunos casos no se puede medir por tiempo si no por causas.

**Recomendaciones u observaciones:** acá se debe plasmar las mejoras que se propongan para disminuir las fallas o tiempos muertos.

Se deja claro que cada pérdida tiene su formato a desarrollar, y se anexan al documento como Anexo del 2 al 7. Las pérdidas para la empresa serian:

*Primera pérdida:* fallos del grupo piloto, que producen pérdidas de tiempo inesperadas. Acá se deben plasmas las fallas que los conductores reportan en el día a día y que retrasan una correría. Anexo 2.

*Segunda pérdida:* Puesta a punto y ajustes del grupo piloto (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación. Acá se deben plasmar las actividades necesarias u obligatorias que deben realizar el conductor o el técnico para que el vehículo pueda salir a realizar una correría. Anexo 3.

*Tercera pérdida:* averías menores durante una correría normal que producen pérdidas de tiempo. Acá se pueden plasmar las averías que generan varadas en correría y sus causas. Anexo 4.

*Cuarta pérdida:* velocidad y/o capacidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse el cumplimiento de las correrías según los tiempos programados. En este punto se deben colocar las fallas que puede presentar el grupo piloto para no cumplir con los tiempos establecidos por cada correría, por ejemplo problemas en la capacidad de compactación. Anexo 5.

*Quinta pérdida:* defectos en el proceso, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas. Por ejemplo, diagnósticos incompletos que generar

el reprocesamiento de órdenes de trabajo, alta programación de mantenimientos correctivos. Anexo 6.

*Sexta pérdida:* pérdidas de tiempo propias del día a día, acá se deben identificar las actividades del día a día que representen tiempos muertos en la operación y que dificulten tener una buena disponibilidad y calidad del grupo piloto, como por ejemplo capacitaciones de conductores, incapacidades, incumplimiento de horarios, entre otros. Anexo 7.

Los resultados de cada uno de estos formatos se deben aterrizar en cada uno de los pilares propuestos e incluirlos en los planes de mantenimiento.

Este proceso se recomienda ser desarrollado en un periodo de un año, de tal manera que se pueda realizar una buena base de información y dejar los formatos lo más acertado posible.

### TERCERA ETAPA: IMPLEMENTACIÓN DE LOS PILARES MEJORAS ENFOCADAS (ME)

Después de tener claras las seis grandes pérdidas y el análisis de falla de la empresa, una de las mejores herramientas son las ME, debido a que se pueden ejecutar en cortos periodos de tiempos, las cuales las pueden sugerir los tres niveles de mantenimiento, y también quedan abierta a ser presentadas por personal administrativo. El formato para presentar ME se puede observar en la Figura 3, en la cual se entraran los lineamientos mínimo que deberá presentar para que una ME pueda ser ejecutada, Anexo 8.

FORMATO DE MEJORAS ENFOCADAS				Pag 1
Proceso a mejorar	Fallos encontrados		Nombre de quien propone la ME	
	Fallo	Tiempo muerto generado	Área de trabajo	
			Grupo de trabajo	Si no pertenece a grupos de trabajo coloque NA
			Tiempo a recuperar con la mejora	
			Imagen de vehiculo y/o sistema a mejorar, si es un proceso solo identifique brevemente el proceso.	
Paso a paso de como preteate realizar la mejora				
Informe técnico donde se justifique la viabilidad de la mejora				
Página 1				

Figura 3. Formato para ME.

Se sugiere a la empresa que estas ME ejecutadas tengan un incentivo económico dependiendo el impacto de la mejora, se propone en la Tabla 2.

Tabla 2. Tabla de incentivos para ME

Indicador	Número de referencia	Incentivo obtenido
Aumento de la disponibilidad	10%	10%*SMMLV
	30%	15%*SMMLV
	50%	20%*SMMLV
Reducción de tiempos en procesos administrativos	10%	5%*SMMLV
	30%	7.5%*SMMLV
	50%	10%*SMMLV
Reducción de número de vehículos varados	50%	15%*SMMLV
	70%	20%*SMMLV
	100%	25%*SMMLV

Estos incentivos son importantes para mantener a todo el grupo de trabajo motivado en pro a mejorar todos los procesos de la empresa, se propone que sean anuales. Esta tabla puede ser modificada o abolida si así lo considera la empresa.

### **MANTENIMIENTO AUTONOMO (MA)**

Es indispensable la participación del conductor en las actividades de cuidado del vehículo a cargo. Para Emvarias se denota un caso especial por el personal tercerizado (modalidad de outsourcing) que emplea para el cuidado de su parque automotor, lo que representa un reto, pues la autonomía en el conductor (operador) parte del fundamento práctico del control administrativo de la empresa sobre su personal, esto limita la profundidad requerida para que el MA se realice de forma segura, ágil y efectiva.

Mantenimiento autónomo se implementa en 7 fases que desarrollan las habilidades necesarias y definen las tareas para que los operarios cuiden su propio equipo.

- **Fase 1. Aseo inicial**

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se realiza una puesta a punto del equipo (se reparan todos los defectos conocidos).

- **Fase 2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas**

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular (fugas de aceite, por ejemplo), se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

- **Fase 3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación**

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción / operación. Se preparan en esta fase procedimientos estándar para que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

- **Fase 4. Inspecciones generales del equipo**

Conseguido que el personal operativo se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

- **Fase 5. Inspecciones autónomas**

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas, estas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

- **Fase 6. Orden y Armonía en la distribución**

La estandarización y la procedimentación de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el

TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, entre otros.

- **Fase 7. Optimización y autonomía en la actividad**

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción y/u operación.

Se busca entonces, que el personal operativo (conductores) realice actividades autónomas de inspección en los equipos que están bajo su responsabilidad y a través de los cuales Emvarias presta el servicio a la comunidad. La garantía de que estas actividades se cumplan implica una adecuada implementación del principio de auto inspección, el cual determina algunas actividades que permitan identificar fallas potenciales o ya existentes en los vehículos para evitar la pérdida de función de algún componente utilizando el formato propuesto de lista de chequeo (check list), el cual se acondiciona para el nivel operativo. Ver formato “check list conductor” para las inspecciones rutinarias del conductor, en el anexo 9.

Empoderar a los operadores con su máquina y lugar de trabajo, enfocándose hacia el logro de los objetivos de cero accidentes, cero defectos y cero fallas.

Se propone el “check list” técnico –LILA, (ver anexo 10) para las inspecciones rutinarias de limpieza, inspección, lubricación y ajustes, que ayudan a detectar anomalías a tiempo, antes de que se generen paros mayores y costosos.

## **MANTENIMIENTO PLANEADO (MP)**

Objetivo: lograr reducir el número de fallas con el fin de mantener la confiabilidad de los equipos y su interacción con los procesos de forma efectiva, segura y al menor costo.

Los pasos de mantenimiento planeado son los siguientes.

- Paso 1: diagnóstico inicial del equipo, se verifica en qué estado está el recurso asignado
- Paso 2: restaurar el deterioro, recuperar las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos.
- Paso 3: estructuración del control de información y datos, alimentación permanente de los planes de mantenimiento aumentar la confiabilidad.
- Paso 4: estructuración del mantenimiento periódico (TBM), se estructura el mantenimiento basado en el tiempo.
- Paso 5: estructuración del mantenimiento predictivo (CBM), inspecciones predictivas basados en las condiciones de los equipos.

- Paso 6: evaluar el sistema de mantenimiento, analizar la reducción de averías en los equipos para garantizar el logro de los objetivos de mitigar las averías.

Parte del principio de lograr la confiabilidad de los equipos que se tienen a cargo, logrando reducir fallas imprevistas; para lo cual se debe generar un plan de mantenimiento que adapte todas las tareas y frecuencias, el cual al irse ejecutando, ajustando y controlando mostrara los beneficios que genera frente al mantenimiento correctivo. Siempre debe dejarse registro de las actividades realizadas y las recomendaciones a seguir.

En este punto se propone el programa de mantenimiento preventivo, ver anexo 11, donde se identifican los diferentes sistemas, subsistemas y componentes, con sus respectivas intervenciones y frecuencias. En este punto se presenta un ejemplo del programa con los sistemas de frenos, suspensión y dirección, cabe aclarar que las frecuencias propuestas en el formato son resultado del análisis del histórico de las intervenciones realizadas durante 8 meses del año 2015 y las recomendaciones de los fabricantes que lograron obtenerse; estas frecuencias deben ajustarse a medida que el plan se vaya cumpliendo según observaciones y análisis de los responsables de la ejecución y control de dicho programa preventivo de mantenimiento de acuerdo al contexto operativo de los diferentes vehículos (condiciones reales de operación de acuerdo a las rutas).

## **PROPUESTA DE FORMACIÓN (EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO)**

Objetivo: desarrollar habilidades en las personas para garantizar altos niveles de desempeño en su puesto de trabajo, a través de programas de formación.

Para este paso se contemplan los siguientes pasos:

Paso 1: políticas y directrices, definición de metas y políticas.

Paso 2: programa de desarrollo, elaboración de planes de formación para mejorar las habilidades.

Paso 3: entrenamiento en habilidades, descripción de cómo mejorar las habilidades de las personas hasta lo requerido en las metas.

Para lograr cumplir con los objetivos organizacionales de Emvarias, se requiere que el personal que interactúa directamente con los vehículos se forme permanentemente tanto a nivel operativo como técnico desde lo que plantea el TPM (Mantenimiento Productivo Total). Si las capacitaciones son efectivas se logrará la detección de anomalías a tiempo e incluso se participará en su solución de manera asertiva. Cuando se conoce el equipo que se tiene a cargo y que además se opera, gracias al entendimiento de sus componentes y funcionamiento; se disminuirán los paros imprevistos, costos de mantenimiento y la posibilidad de accidentes por fallas.

El programa de formación para las características de Emvarias requiere ser diseñada para los siguientes responsables:

- Gerencia General y de Mantenimiento
- Interventores y contratistas
- Conductores

Los métodos de formación que se proponen son:

- Ciclo IDEAS
- LUP's
- Aprendiendo con el experto

Los temas de capacitación principales que se proponen son:

- Para la Gerencia:
- Fundamentos de TPM
- 5S
- Métodos de Formación para Interventores y Contratistas:
- Fundamentos de TPM
- 5S
- Métodos de Análisis de Falla
- Manejo de herramientas
- Sistemas de información en mantenimiento
- Para los conductores
- Sistemas de seguridad de los vehículos: Frenos- Suspensión- Dirección
- Listas de chequeo (Check List)



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda como primer aspecto para que la metodología sea eficiente y logre los objetivos estratégicos que busca Emvarias, el total y decidido compromiso de la administración para generar los espacios y los recursos necesarios para sacar adelante las iniciativas planteadas en base a la metodología.

Basados en la metodología se recomienda para la correcta ejecución del MA (mantenimiento autónomo) y del MP (mantenimiento planeado) tener jerarquizadas las actividades de mantenimiento así:

NIVEL 1: actividades realizadas por el conductor (basados en el formato “check list conductor” para los tres sistemas analizados). La característica principal de las actividades de este nivel es

su facilidad, frecuencia y tiempo que requieren para realizarse.

NIVEL 2: actividades realizadas por el técnico de Emvarias (basados en los formatos “check list técnico” y “programa de mantenimiento preventivo” para los tres sistemas analizados). La característica principal de las actividades de este nivel radica en que requiere formación técnica para su ejecución.

NIVEL 3: actividades realizadas por el técnico contratista (basados en los formatos “check list técnico” y “programa de mantenimiento preventivo” para los tres sistemas analizados). Las actividades de este nivel requieren personal técnico y especialista, y además tiempos de paro mayores para su ejecución.

El formato CHECK LIST tanto para el conductor como para el técnico, contemplan las actividades que se deben realizar a los tres sistemas de seguridad (dirección, suspensión y frenos) de manera estructurada, con la frecuencia recomendada para inspeccionar los componentes respectivos, incluyendo las actividades básicas LIMPIEZA – INSPECCIÓN – LUBRICACIÓN - AJUSTE. Esto facilita la ejecución del programa de mantenimiento preventivo con la disminución de los paros imprevistos en el parque automotor.

Para el cumplimiento de las actividades que se proponen en este informe y el debido registro e estas en los formatos (check list y programa de mantenimiento) se requiere el compromiso de la alta gerencia y la capacitación a cada dependencia involucrada en este proyecto.

## **REFERENCIAS**

Arias, E. A. (2009). El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso

humano para su exitosa implementación. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Japan Institute of Plant Maintenance. (1995). TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP

Hoshin.