

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL  
(TPM), EN EL PARQUE AUTOMOTOR DE GSINT LTDA (GRUPO DE  
SOLUCIONES INTEGRALES LTDA) EN EL SECTOR MINERO**

**JUAN JOSE CASTAÑO PEÑA**

**JOSE GUILLERMO LEÓN PEÑA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**BUCARAMANGA**

**2014**

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL  
(TPM), EN EL PARQUE AUTOMOTOR DE GSINT LTDA (GRUPO DE  
SOLUCIONES INTEGRALES LTDA) EN EL SECTOR MINERO**

**JUAN JOSE CASTAÑO PEÑA**

**JOSE GUILLERMO LEÓN PEÑA**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en  
Gerencia de Mantenimiento

Director: **ALEX CALDERÍN OLIVARES**

Ingeniero Mecánico

Esp. Gerencia en proyectos de ingeniería

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**BUCARAMANGA**

**2014**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo que ha sido fruto de mi sacrificio y esfuerzo se lo dedico a Dios y a la virgencita, a mis padres Saúl Castaño y Rosmira Peña que siempre me han brindado su apoyo incondicional en todos los proyectos que he realizado, a mis hermanas, cuñados y sobrinos, pero en especial a mi esposa Suzanne por comprenderme y estar a mi lado en todo momento; en general a toda mi familia que hoy están presentes celebrando mi triunfo, y a todas aquellas personas que confiaron y siguen creyendo en mí.

**Juan José Castaño Peña**

A Dios por permitirme este logro en mi vida, a mis hijos José Enrique, Alberto Mario y José Guillermo a mi querida esposa Yecenia, por darme siempre ánimos de seguir adelante en los momentos más duros y a todas las personas que han estado a mi lado apoyándome incondicionalmente.

**José Guillermo León Peña**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a todas aquellas personas que de alguna otra manera intervinieron en este trabajo.

Al profesor Holger Velandia, coordinador académico de la especialización. Por habernos brindado su colaboración y orientación a lo largo de este estudio.

Al ingeniero Mauricio Márquez, por su confianza y apoyo en algunas dificultades que se presentaron.

Al ingeniero Alex Calderín por sus valiosas orientaciones, como director del proyecto.

A nuestros compañeros de clases y a todo el personal de profesores del programa de la especialización en gerencia de mantenimiento, al personal que labora en Gsint Ltda, al jefe de taller por la colaboración prestada y a los técnicos que aportaron su grano de arena en el trabajo.

**Juan José & José Guillermo**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	18
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	20
1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA	20
1.2 RESEÑA HISTORICA	20
1.3 MISIÓN	21
1.4 VISIÓN	21
1.5 OBJETIVOS DE LA EMPRESA	22
1.5.1 Objetivo General	22
1.5.2 Objetivos Específicos	22
1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	23
1.7 UNIDAD DE SERVICIOS	23
1.7.1 Cubrimiento de servicios	23
1.8 CLIENTES	24
2. MARCO CONCEPTUAL	26
2.1 LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO	26
2.2 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	26
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO	27
2.3.1 Mantenimiento correctivo	27
2.3.2 Mantenimiento programado	28
2.3.3 Mantenimiento preventivo	28
2.3.4 Mantenimiento predictivo	28
2.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	29
2.4.1 Definición TPM	29
2.4.2 Pilares del TPM	31

2.4.3 Metas del TPM	33
2.4.4 Objetivos del TPM	34
2.4.5 Pasos para la implementación del TPM	34
2.4.6 Beneficios del TPM	35
2.4.7 Mantenimiento autónomo	36
2.5 LAS 5´S (SEIRI – SEITON – SEISO – SEIKETSU – SHITSUKE)	38
2.5.1 Metodología de las 5´S	38
2.6 INDICADORES DE GESTIÓN	41
2.7 EL AUTOMÓVIL	42
2.7.1 Sistema del automóvil	43
3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL EN GSINT LTDA	47
3.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL TALLER	47
3.1.1 Equipo de trabajo	47
3.1.2 Organización de trabajo	48
3.1.3 Área de mecánica y mantenimiento	48
3.1.4 Área de electricidad y electrónica	49
3.1.5 Área de colisión y pintura	50
3.1.6 Área de lavado	50
3.1.7 Bodega de repuestos	51
3.1.8 Herramientas	51
3.2 PROCEDIMIENTO ACTUAL DE REPARACIÓN DE VEHICULOS	52
3.3 SISTEMA DE INFORMACION TECNICA	54
3.3.1 Características de funcionamiento	54
3.3.2 Diagnóstico del parque automotor	55
4. DISEÑO PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	60
4.1 INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	60
4.2 METODOLOGIA DEL PLAN	60
4.2.1 Paso 0 – las 5´S	61
4.2.2 Paso 1. “Inspeccionar bajo una limpieza inicial”	67
4.2.3 Paso 2. “Eliminar fuente de contaminación”	70

4.2.4 Paso 3. “Estándares de limpieza”	72
4.2.5 Paso 4. “Inspección general de equipos”	73
4.2.6 Paso 5. “Inspección general – autónoma”	75
4.2.7 Paso 6. “Estandarización”	75
4.2.8 Paso 7. “Autogestión”	76
4.3 METAS Y BENEFICIOS DEL MA	76
4.3.1 Metas	76
4.3.2 Beneficios	77
5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO SISTEMA PRÁCTICO	78
5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR EL FABRICANTE	78
5.1.1 Recomendación Toyota Hilux 4 x 4 Diesel - Gasolina	78
5.1.2 Recomendación Ford Ranger 4 x 4	80
5.1.3 Recomendación Mitsubishi l200 4 x 4	81
5.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	82
5.2.1 Plan de acción	85
5.2.2 Procedimientos	85
6.0 INDICES DE GESTION DE MANTENIMIENTO	89
6.1 INDICES DE CLASE MUNDIAL	89
6.1.1 Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF)	89
6.1.2 Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR)	90
6.1.3 Tiempo Medio Para la Falla (TMPF)	90
6.1.4 Disponibilidad de equipos	90
6.1.5 Costo de mantenimiento por facturación (CMFT)	91
7. CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFIA	94
PAGINAS WEB	95
ANEXOS	97

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica de Gsint Ltda.	20
Figura 2. Organigrama de la empresa.	23
Figura 3. Evolución del mantenimiento.	27
Figura 4. Pilares del TPM	31
Figura 5. Metas del TPM	33
Figura 6. Clasificación de las 5´S	38
Figura 7. Motor de combustión interna	43
Figura 8. Tren motriz	44
Figura 9. Suspensión delantera y trasera	45
Figura 10. Sistema de dirección	46
Figura 11. Área de lavado del taller	49
Figura 12. Área de colisión	50
Figura 13. Área de lavado del taller	51
Figura 14. Vehículos de Gsint Ltda	55
Figura 15. Diagrama de pareto	56
Figura 16. Diagrama causa-efecto de las fallas en los vehículos	58
Figura 17. Área de almacén	61
Figura 18. Área de lubricación	61
Figura 19. Área de soldadura	62
Figura 20. Área de oficinas	62
Figura 21. Cada herramienta en lugar	64
Figura 22. Eliminar la mugre en el taller	65
Figura 23. Señalización del área y su código de colores	66
Figura 24. Tarjeta de anomalías, desarrollada por mantenimiento	68
Figura 25. Tarjeta de anomalías, desarrollada por los operadores	

(conductores)

69

Figura 26. Formato de orden de trabajo

87

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 2. Clientes actuales de Gsint Ltda.	24
Tabla 3. Pasos de implementación del TPM.	34
Tabla 4. Beneficios del TPM (Organizativos-seguridad-productividad).	35
Tabla 5. Pasos del mantenimiento autónomo.	36
Tabla 6. Herramientas utilizadas actualmente en el taller	52
Tabla 7. Características de los vehículos de Gsint Ltda	55
Tabla 8. Fallas más comunes en las camionetas de Gsint Ltda	56
Tabla 9. Formato para separar los artículos	63
Tabla 10. Formato de control de anomalías	70
Tabla 11. Formato de fuentes causantes de problemas	71
Tabla 12. Formato de estándar de limpieza	73
Tabla 13. Formato de lecciones de un punto	74
Tabla 14. Boletín de servicio Toyota	76
Tabla 15. Boletín de servicio Ford	80
Tabla 16. Boletín de servicio Mitsubishi	81
Tabla 17. Mantenimiento preventivo tipo 1	82
Tabla 18. Mantenimiento preventivo tipo 2	83
Tabla 19. Mantenimiento preventivo tipo 3	84
Tabla 20. Plan de acción para mantenimiento	85
Tabla 21. Formato de calidad en las reparaciones	86

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Ficha técnica Toyota Hilux 4 X 4	98
ANEXO B. Ficha técnica Ford Ranger	101
ANEXO C. Ficha técnica Mitsubishi	103

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), EN EL PARQUE AUTOMOTOR DE GSINT LTDA (GRUPO DE SOLUCIONES INTEGRALES LTDA) EN EL SECTOR MINERO.<sup>1</sup>

**AUTORES:** JUAN JOSE CASTAÑO PEÑA, JOSE GUILLERMO LEÓN PEÑA \*\*

**PALABRAS CLAVES:** GESTIÓN, MANTENIMIENTO, TPM, PREVENTIVO, LAS 5'S, DISPONIBILIDAD, CONFIABILIDAD.

**DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:** Este artículo presenta un modelo estratégico para un sistema de gestión de mantenimiento, que en la actualidad son herramientas esenciales para cualquier compañía, los fabricantes de automóviles ofrecen sistemas de control de alta tecnología, que requieren una gestión de mantenimiento eficiente a la hora de obtener los objetivos propuestos.

El modelo propone el diseño en varios pasos del mantenimiento autónomo como pilar del TPM, las cuales deben desarrollarse según los estados operacionales de la empresa, y puedan generar un impacto positivo en la gestión, el programa de mantenimiento preventivo es fundamental para cualquier proyecto que se requiera implementar, y más aún en el auge del sector automotriz donde ponemos en riesgo la vida de las personas, es por eso la propuesta de diseñar formatos de servicios para mejorar los mantenimientos en los vehículos, las cuales son utilizados por distintos clientes que hacen uso en las minas de carbón a cielo abierto más grandes del país.

Se espera que este modelo pueda implementarse en la empresa para retirar aquellas malas rutinas y actitudes que manejan los técnicos de operación y mantenimiento, esto implica la colaboración de los directivos y administradores de la empresa en su participación en el proceso y en los recursos necesarios a utilizar tales como: brindarle buenas capacitaciones al personal, motivarlos, buenas herramientas, y ofrecerles un ambiente laboral seguro.

---

<sup>1</sup> Monografía.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Alex Calderín Olivares, Ingeniero Mecánico.

## SUMMARY

**TITLE:** DESIGN OF A TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM), IN THE PARK AUTOMOTIVE GSINT LTDA (INTEGRATED SOLUTIONS GROUP LTD) IN THE MINING SECTOR.\*

**AUTHORS:** JUAN JOSE CASTAÑO PEÑA, JOSE GUILLERMO LEÓN PEÑA.\*\*

**KEYWORDS:** MANAGEMENT, MAINTENANCE, TPM, PREVENTIVE, THE 5'S, AVAILABILITY, RELIABILITY.

**SUBJECT OR DESCRIPTION:** This article presents a strategic model for a maintenance management system, which at present are essential tools for any company, manufacturers of automobile control systems offer high-tech, requiring efficient maintenance management in obtaining the objectives.

The model proposes the design in several steps of autonomous maintenance as a pillar of TPM, which should be developed by the company's operating states and can generate a positive impact on the management, preventive maintenance program is essential to any project that is required to implement, and even more in the booming automobile sector where we risk people's lives, which is why the proposal to design formats to improve maintenance services in the vehicles, which are used by different customers using in-pit coal mine country's largest Open Air.

It is expected that this model can be implemented in the company to remove those bad routines and attitudes that manage operation and maintenance technicians, this involves the collaboration of managers and directors of the company in its participation in the process and the necessary resources use such as staff provide good training, motivating, good tools, and provide a safe working environment.

---

\* Monograph.

\*\* Faculty of Physics-Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization, Manager: Alex calderín Olivares, Mechanical Engineer.

## INTRODUCCION

Desde la época de la revolución industrial, y la creación de la maquina a vapor, los planes de mantenimiento no existían, el hombre simplemente hacia las reparaciones pertinentes a las fallas ocurridas en la máquina. Existieron varias empresas que lograron implementar un sistema preventivo en el siglo XX y luego fueron modificando su desarrollo en el concepto de mantenimiento, que se refería a seguir las recomendaciones del fabricante sobre el cuidado que se debe tener en el momento de operación, lo denominaron “mantenimiento preventivo”. Años más tarde los japoneses decidieron implementar estrategias de mantenimiento para competir en el mercado mundial, garantizando la calidad en sus productos y maximizando la eficiencia de todo el sistema productivo, a esta nueva etapa se le denomina mantenimiento productivo total (TPM), una herramienta fundamental en el proceso de mejora continua, donde todo el personal de la empresa intervienen directamente en el desarrollo tecnológico, innovación, productividad, seguridad y calidad total para con sus equipos e instalaciones.

El programa se desarrollara en Gsint Ltda (grupo de soluciones integrales Ltda), una empresa prestadora de servicios de mantenimiento de equipos livianos a contratistas adscrita a diferentes minas de carbón a cielo abierto que se encuentran en el sector rural del departamento del cesar. El departamento de mantenimiento presenta muchos inconvenientes en el proceso por la mala comunicación de los operadores (conductores) hacia los administradores del taller, no se tiene un registro donde los conductores explican su inconformidad en las fallas que presentan los vehículos, no llevan una rutina de mantenimiento adecuado con check list disponible para verificar los ítems recomendados por el fabricante, la solicitud de repuestos son demoradas, existen situaciones fuera de control al momento de una falla de un vehículo en campo, poca mano de obra calificada por la falta de capacitación del personal, la desorganización del área de

trabajo provocando atrasos y errores en las actividades diarias. Dada esta situación se diseña una estrategia de mantenimiento productivo en su primer nivel que ayude a reducir estos inconvenientes que se presentan en el manejo de las actividades de mantenimiento en la empresa y un cambio de cultura organizacional en toda su infraestructura.

Por ello se plantean los siguientes objetivos que facilitaran la realización de este proyecto, los cuales consisten en realizar un diagnóstico del estado actual del taller, se realizará un programa de mantenimiento productivo total (TPM), en su nivel de autónomo y su desarrollo en las 5'S, y se elaborara un programa de mantenimiento preventivo a los vehículos con la finalidad de hacer un programa practico, al realizar procedimientos o acciones del mantenimiento preventivo y llevar sus indicadores de gestión.

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Gsint (grupo de soluciones integrales Ltda). Identificada con número de Nit. 900.009.105-0, actualmente se encuentra ubicada en la loma, departamento del César donde presta sus servicios de mantenimiento.

**Figura 1.** Ubicación geográfica de Gsint Ltda.



Fuente: <http://www.google.com/earth/>

### 1.2 RESEÑA HISTORICA.

Desde el año 2003 los señores Marco Reinaldo Gómez Acero y Antonio Rafael De La Ossa Arraut, venían trabajando juntos en el alquiler y mantenimiento de vehículos para el sector minero en el departamento del César, y no poseían ningún contrato legal con ninguna empresa. Se dieron a conocer en el sector hasta que

en el año de 2005 la compañía prodeco con dos minas de carbón a cielo abierto decidió organizar y estandarizar su flota de vehículos, fue así como pidió a estos señores la creación de una empresa legal para la adquisición de su flota de vehículos con contratos a tres años para cada equipo. El 15 de febrero de 2005 por escritura pública fue constituida la sociedad limitada GRUPO DE SOLUCIONES INTEGRALES LTDA (GSINT).

Trabajó con en el alquiler y mantenimiento de vehículos con la empresa prodeco hasta el año de 2010 y siguió prestando servicio a otras empresas como Renting Colombia, Vale Coal, Serviparamo, Grúas Montejo, Mafylm, y muchas otras contratistas del sector minero de la costa.

### **1.3 MISION.**

Somos una empresa dedicada a ofrecer soluciones a través de servicios integrales de la mejor calidad a las organizaciones, con el fin de contribuir a su productividad y a evitar la desatención de su actividad económica, convirtiéndonos así en sus aliados estratégicos.

### **1.4 VISION.**

Ser reconocido en el mercado Regional Norte en el año 2018 como la mejor proveedora de soluciones integrales de servicios de operación y mantenimiento, construcción, montajes, arrendamientos operativo para la industria y en general todo tipo de usuarios.

## **1.5 OBJETIVOS DE LA EMPRESA.**

A continuación se presenta los objetivos que Gsint Ltda se plantea alcanzar y garantizar para su desarrollo, bienestar y avance de mejora.

### **1.5.1 Objetivo General.**

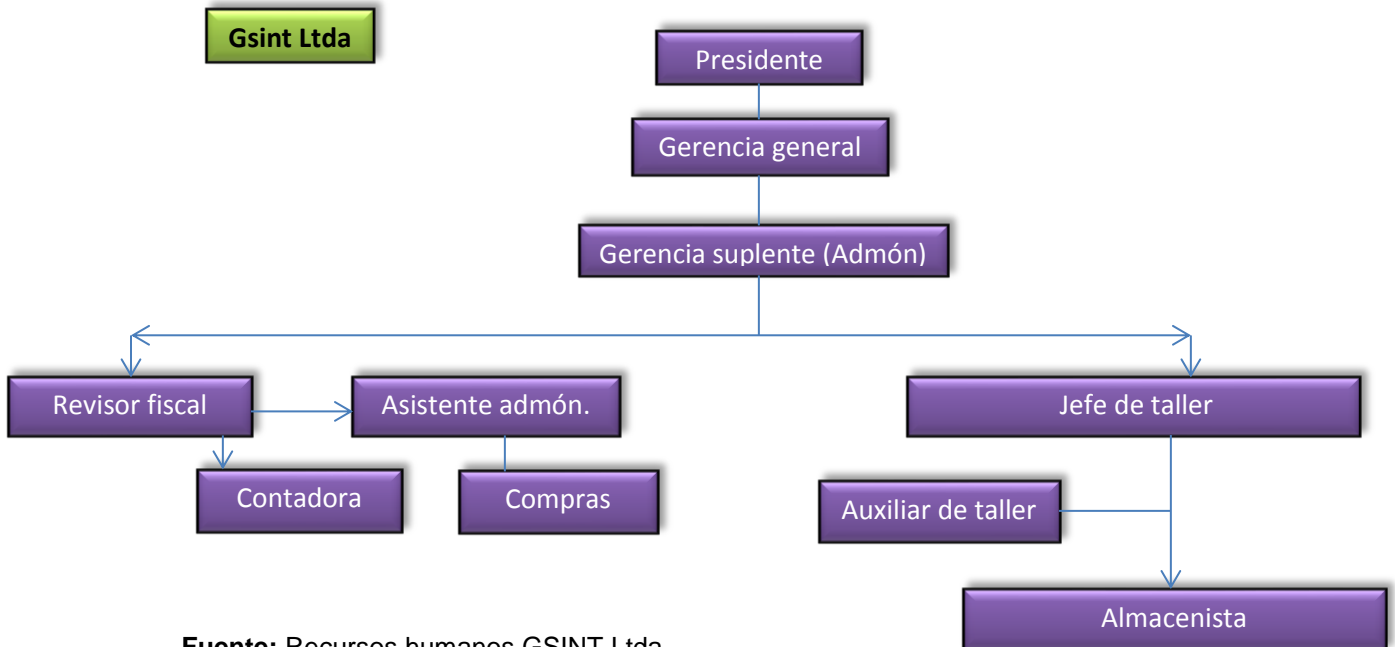
Liderar con calidad el servicio de mantenimiento de vehículos para el sector minero.

### **1.5.2 Objetivos Específicos.**

- Cumplir con las expectativas del cliente.
- Ofrecer garantías de calidad.
- Innovar continuamente sus procesos de modo que garanticen la rentabilidad y la continuidad de los clientes.
- Mantener excelentes relaciones con los clientes y proveedores.
- Velar por la seguridad del personal y bienes de la empresa.
- Contribuir en el proceso de un ambiente de trabajo confortable y saludable.

## 1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Recursos humanos GSINT Ltda.

## 1.7 UNIDAD DE SERVICIOS.

Gsint Ltda, se encarga de prestar servicios de mantenimiento automotriz a vehículos automotores, tanto de gasolina como tipo Diesel, estos servicios son realizados a flotillas de automóviles de su propiedad, pero que trabajan con contratistas adscritas en diferentes minas de carbón a cielo abierto, entre los servicios prestados actualmente se pueden mencionar:

- Mantenimiento a falla
- Mantenimiento preventivo por kilometraje
- Alineación y Balanceo
- Alistamiento para ingreso a minería

- Colisión y pintura

Además, cuenta con una bodega interna para el manejo y suministro de todos los repuestos, insumos y accesorios necesarios para el desarrollo de las actividades de los servicios prestados.

## 1.8 CLIENTES.

**Tabla 1.** Clientes actuales de Gsint Ltda

Clientes
Orica Mining
serviparamo
Indumil

- Orica Mining: es el principal proveedor mundial de explosivos comerciales, Trabajamos junto a nuestros clientes para mejorar la productividad, resultados económicos y medioambientales de cada mina. Esto, lo hacemos a través de la aplicación avanzada de soluciones en voladura, adaptadas a sus necesidades y desafíos específicos.<sup>2</sup>
- Serviparamo S.A: es una empresa dedicada al segmento de la ingeniería, enfocada en el servicio de mantenimiento y reparación de aires acondicionados.<sup>3</sup>
- Indumil: dedicada a explotar los ramos industriales que permitan la utilización de las maquinarias y equipos de sus fábricas, con miras a complementar las necesidades industriales del país y de la exportación, Produce, importa y

<sup>2</sup> Orica Mining, Consultado 20/09/13, Disponible en: <http://www.oricaminingervices.com>

<sup>3</sup> Serviparamo S.A, Consultado 20/09/13, Disponible en: <http://www.serviparamo.com.co/>

comercializa materias primas para utilización industrial con las cuales puedan formarse mezclas explosivas.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> INDUMIL, Industria militar, Consultado 21/09/13, Disponible en: <https://www.indumil.gov.co>

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO**

La importancia del mantenimiento en la empresa es vital, porque esta se refleja en su productividad. El desarrollo de las actividades de mantenimiento se debe llevar organizadamente y con una buena comunicación, que a su vez es reflejada en sus resultados.

El mantenimiento se define como “la combinación de actividades que se realizan de forma secuencial con el objetivo de mantener o restablecer el estado de un equipo”. Para que este cumpla sus funciones referente a su diseño inicial se debe garantizar el mantenimiento adecuado que garantice la seguridad, calidad y procesos que son de suma importancia para el desarrollo de la empresa.

Mantenimiento es el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.<sup>5</sup>

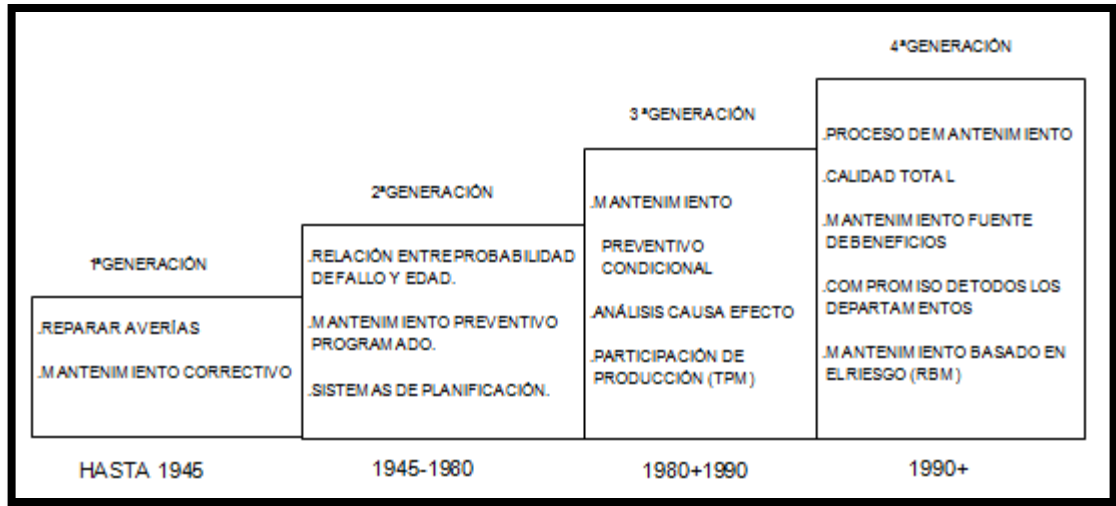
### **2.2 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO**

La evolución del mantenimiento, se ha acelerado considerablemente con el pasar de los años, aumentando la importancia de esta actividad dentro de las empresas, han ido surgiendo distintas formas de mejorar la eficiencia y eficacia del mantenimiento a través de la tecnología y de las nuevas formas de organización en los procesos de gestión.

---

<sup>5</sup> BARROSO, Fernando. Introducción a la gestión de mantenimiento, [consultado 21/07/13]  
Disponible en:  
<http://www.slideshare.net/fernandobarroso1/introduccion-a-la-gestion-del-mantenimiento>. Pág. 2

**Figura 3.** Evolución del mantenimiento



**Fuente:** Historia y evolución del mantenimiento, [consultado 21/07/13]  
 Disponible en: <http://mntoindustrial.blogspot.com/2012/09/2.html>

## 2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO<sup>6</sup>

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada uno tiene sus propias características como lo describiremos a continuación.

**2.3.1 Mantenimiento correctivo.** Consiste en ejecutar labores cuando el equipo deja de proporcionar servicio para la cual fueron diseñados. Según Botero es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presenta en un determinado momento, su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo son:

- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.

<sup>6</sup> BOTERO, Camilo. Manual del mantenimiento. Ed. Fedemetal – Sena, Santa fe de Bogotá (1991). Pág. 9-11

- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
- Planear la reparación de acuerdo con personal y equipo disponibles.
- Supervisar las actividades por desarrollar.
- Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personas, y repuestos de la labor realizada.

**2.3.2 Mantenimiento programado.** Se basa en la suposición de que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo periodo de tiempo, así se esté trabajando bajo condiciones diferentes, se lleva a cabo un estudio detallado de los equipos de la fábrica y a través de él se determina, con ayuda de datos estadísticos e información del fabricante, las partes que se deben cambiar, así como la periodicidad con que se deben hacer los cambios.

**2.3.3 Mantenimiento preventivo.** Es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos. Se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo:

- Actividades con el equipo detenido y con el equipo en marcha.
- El tiempo de operación y la periodicidad con que se efectúa.
- Determinar las horas hombre que requiere una operación.
- Personal a emplear en determinado momento.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

**2.3.4. Mantenimiento predictivo.** Consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados, a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les puede permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios o causan daños de cuantían, las mayorías

de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción, los más frecuentes son:

- Desgaste: con espectrofotómetro de absorción atómica.
- Espesor: con ultrasonido.
- Fracturas: con rayos X, partículas magnéticas, tintas reveladoras o corrientes parásitas.
- Ruido: con medidores de nivel de ruido o decibelímetro.
- Vibraciones: con medidores de amplitud, velocidad y aceleración
- Temperatura: con rayos infrarrojos (termografía).

El mantenimiento predictivo solo informa y sirve de base para un buen programa de mantenimiento preventivo.

## **2.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

Estrategia destinada a elevar la productividad mejorando el mantenimiento y las practicas correspondientes, hoy se le reconoce como una excelente herramienta para llevar a cabo todos esos índices de gestión que se requiera durante la optimización del mantenimiento, esta estrategia en condiciones administrativas es llamada TPM (mantenimiento productivo total), la cual implica la participación de todo el personal desde la dirección hasta el nivel técnico.

### **2.4.1 Definición<sup>7</sup>**

Una definición completa del TPM, incluye los siguientes cinco elementos:

- El TPM contempla maximizar la efectividad del equipo (Costos, MTBF, MTTR= efectividad global).
- El TPM establece un sistema completo de PM para la vida entera del equipo.

---

<sup>7</sup> NAKAJIMA, Seiichi. Introducción al TPM. Norwalk-Connecticut, Massachusetts (1984) Pág. 10-11

- El TPM se implementa por varios departamentos (Ingeniería, Operación, Mantenimiento, Recursos Humanos).
- El TPM incluye a cada empleado particular, desde la alta dirección hasta los trabajadores de la planta.
- El TPM se basa en la promoción del PM a través de la dirección de la motivación: Actividades autónomas de pequeños grupos.

La meta dual de TPM es cero averías y cero defectos, cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costos se reducen, el stock puede minimizarse y como consecuencia la productividad en términos de índices y personal aumenta.

Por lo anterior descrito implementando el TPM logramos que la compañía sea más competente, teniendo en cuenta el cumplimiento de algunos factores como calidad, costos y entrega a tiempo en las reparaciones, aumentamos la eficiencia en los sistemas de gestión obteniendo cero pérdidas en los departamentos con la participación de todo el personal de la compañía.

En mantenimiento productivo total, la palabra “total” tiene tres significados que describen las características principales del TPM.

- Efectividad total: persigue la eficiencia económica o rentabilidad.
- Sistema de mantenimiento total: incluye prevención del mantenimiento y mejora del mantenimiento.
- Participación total de todos los empleados: incluye el mantenimiento autónomo por los operarios a través de las actividades de pequeños grupos.

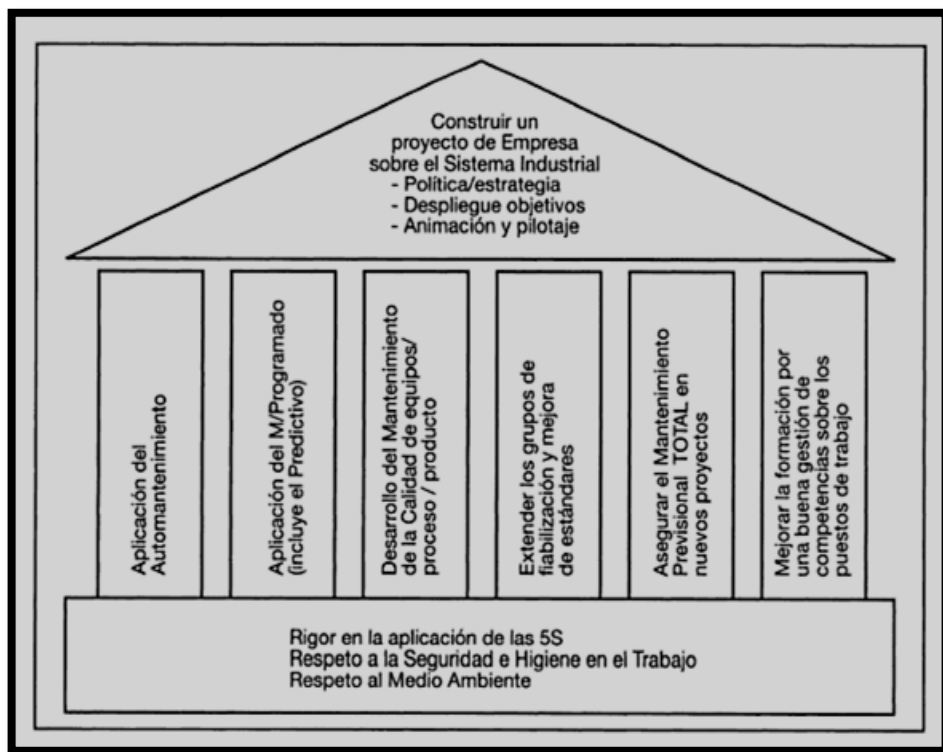
## 2.4.2 Pilares del TPM<sup>8</sup>

El TPM es el resultado de una forma de actuar y estar en la compañía que se refleja en el trabajo diario, podemos visionarlo como una casa organizacional, formado por los siguientes componentes. Ver figura 4.

**2.4.2.1 Tejado o Cabeza.** Integrado por las etapas de la preparación del proyecto y programa TPM, es decir:

- El proyecto de empresa en base a la estrategia de la dirección de la compañía.

**Figura 4.** Pilares del TPM



**Fuente:** REY SACRISTÁN, Francisco. Mantenimiento total de la producción, Fundación Confemetal-Editorial (2001), Pág. 48-49

<sup>8</sup> REY SACRISTÁN, Francisco. Mantenimiento total de la producción, Fundación Confemetal-Editorial (2001), Pág. 48-49

- La animación y pilotaje en base a la identificación de una célula de pilotaje y de aplicación, preparando ésta los planes de formación e información de toda la estructura de la empresa.
- El conocimiento de la situación de partida: estado de los lugares de equipo y organización.

#### **2.4.2.2 los tres pilares básicos.** Integran:

- Los grupos de fiabilización para eliminar por mejoras todo tipo de di funcionamiento.
- La aplicación del auto mantenimiento y mantenimiento espontaneo.
- La aplicación del mantenimiento programado.
- El mantenimiento de la calidad de los equipos.
- Las actividades del mantenimiento previsional en el diseño de nuevos equipos capitalizando todo tipo de experiencias (Ingeniería de mantenimiento).
- La formación y el perfeccionamiento continuo en competencias de todos los empleados.

#### **2.4.2.3 Cimiento o base.** Aplicación de las 5´S y el respeto a la seguridad e higiene en el trabajo, así como el medio ambiente.

Esta estructura se controla periódicamente para evaluar la evolución del proyecto de la empresa y el logro de sus objetivos.

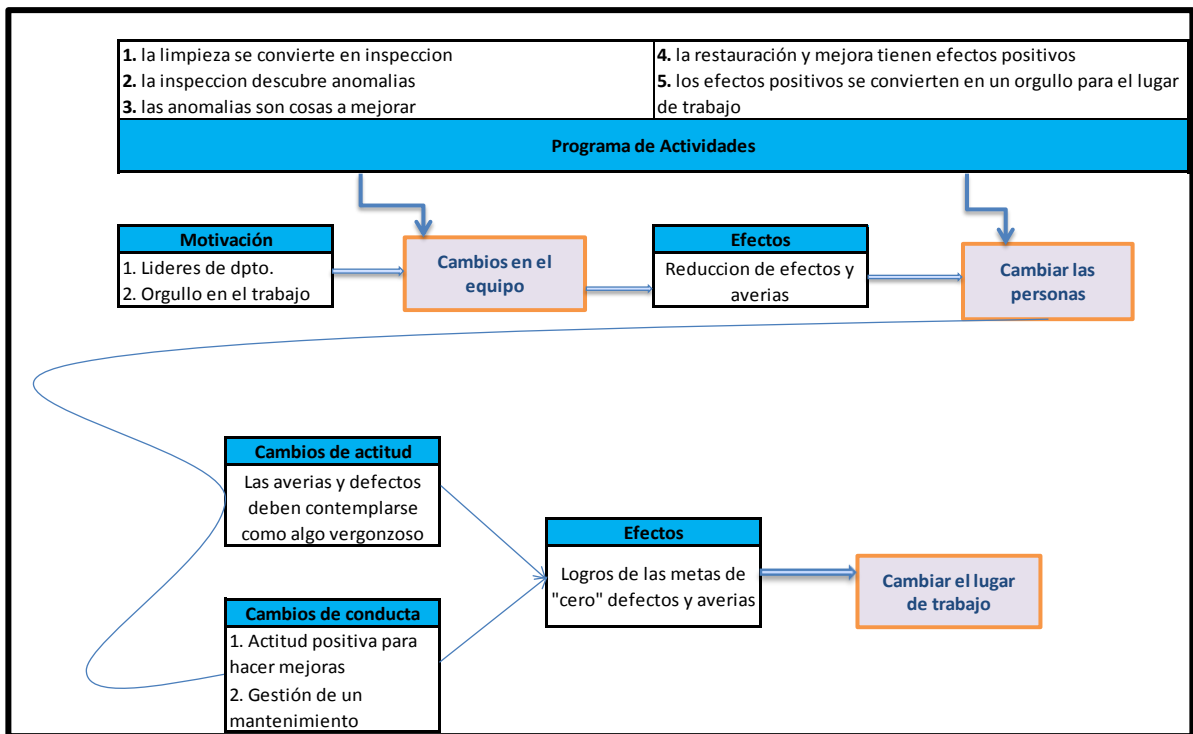
El TPM es una forma de integrar a cada operario en el mantenimiento diario, con el fin de prevenir fallas eventuales, realizando actividades de limpieza, lubricación, operación adecuada y sentido de pertenencia a los equipos. Para aumentar los conocimientos y habilidades del personal debemos capacitarlos de manera continua para que puedan desarrollar sus actividades eficientemente, logrando mejorar la calidad general de los equipos.

### 2.4.3 Metas del TPM

Las dos metas del mantenimiento productivo total (TPM) son el desarrollo de las condiciones óptimas en el taller como sistema hombre-máquina y mejorar la calidad general del lugar del trabajo.<sup>9</sup>

Para mantener un sistema de gestión global es importante crear un ambiente de trabajo sin accidente y sin contaminación, tener un buen enfoque ambiental nos ayuda a optimizar el proceso aumentando la productividad y calidad en los trabajos realizados. Implementar métodos para preservar un buen estado de los equipos, un ambiente de salud física, social y mental de todos los empleados.

Figura 5. Metas del TPM



Fuente: <http://campuscurico.utralca.cl/~fepinos/CONCEPCION%20TPM%20MANTENIMIENTO%20PRODUCTIVO%20TOTAL.pdf>.

<sup>9</sup> ESPINOSA, Fernando. TPM-Mantenimiento productivo total, Charlas para la gestión de mantenimiento. Agosto 5 de 2013. Disponible en: <http://campuscurico.utralca.cl/~fepinos/CONCEPCION%20TPM%20MANTENIMIENTO%20PRODUCTIVO%20TOTAL.pdf>. Pág. 10

#### 2.4.4 Objetivos del TPM

Los objetivos que busca esta estrategia son:

- Cero averías en los equipos
- Cero defecto en la producción
- Cero accidentes laborales
- Mejorar la producción
- Minimizar los costos

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimo coste de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de la empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa.<sup>10</sup>

#### 2.4.5 Pasos para la implementación del TPM.

La industria japonesa recomienda que para la implementación de la estrategia debamos seguir estas fases para lograr el objetivo requerido en la empresa.

**Tabla 3.** Pasos de implementación del TPM

FASE	PASOS
IMPLANTACIÓN	1. Divulgación alta dirección 2. Lanzamiento campaña educativa 3. Creación de equipos 4. Establecer políticas y metas 5. Formulación plan maestro
IMPLEMENTACIÓN	6. Lanzamiento del programa 7. Mejorar la eficiencia de las máquinas 8. Mantenimiento autónomo 9. Programa de mantenimiento planeado 10. Entrenamiento para mejorar la operación de mantenimiento 11. Desarrollo de un programa de gestión de equipo
ESTANDARIZACIÓN	12. Implantación perfecta del TPM, seguimiento y contemplación de metas más elevadas

**Fuente:** NAKAJIMA, Seiichi. Implantación TPM, Madrid-España, Ed. Español 1991, pág. 185

<sup>10</sup> Alexandra. Mantenimiento total productivo, Proyecto en ingeniería en mantenimiento mecánico, Consultado Septiembre 04 de 2013, Disponible en: <http://www.slideshare.net/Alexandra797/mantenimiento-productivo-pdf>. Pág. 2-3

La implementación del TPM en las compañías representa unas ventajas antes sus más fuertes competidores, por eso en la actualidad se ha dado importancia a las estrategias de mantenimiento para mejorar sus procesos de gestión, a continuación presentamos un cuadro donde encontramos los diferentes beneficios, así como el impacto que tendrá la compañía durante su optimización.

#### 2.4.6 Beneficios del TPM.<sup>11</sup>

**Tabla 4.** Beneficios del TPM (Organizativos-seguridad-productividad)

<u>Organizativos</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Productividad</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de calidad del ambiente de trabajo.</li> <li>• Mejor control de las operaciones.</li> <li>• Incremento de la moral de los operadores.</li> <li>• Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.</li> <li>• Aprendizaje permanente.</li> <li>• Creación de un ambiente donde la participación, colaboración, y creatividad sea una realidad</li> <li>• Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal</li> <li>• Redes de comunicación eficaces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar las condiciones ambientales.</li> <li>• Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.</li> <li>• Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.</li> <li>• Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.</li> <li>• Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.</li> <li>• Mejora la disponibilidad y fiabilidad de los equipos.</li> <li>• Reducción de los costos de mantenimiento.</li> <li>• Mejora de la calidad del producto final.</li> <li>• Menor coste financiero por recambios.</li> <li>• Mejora de la tecnología de la empresa.</li> <li>• Crear capacidades competitivas desde la fábrica.</li> </ul>

**Fuente:** Alexandra. Mantenimiento productivo total, proyecto en ingeniería de mantenimiento mecánico, consultado [06/09/13, Disponible en: <http://www.slideshare.net/Alexandra797/mantenimiento-productivo-pdf>. Pág. 5-6

<sup>11</sup> Alexandra. Mantenimiento productivo total, proyecto en ingeniería de mantenimiento mecánico, consultado Septiembre 06 de 2013, Disponible en: <http://www.slideshare.net/Alexandra797/mantenimiento-productivo-pdf>. Pág. 5-6

## **2.4.7 Mantenimiento Autónomo.**

Permite a todos los operadores a realizar una inspección diaria a los equipos con el fin de reportar cualquier anomalía que se estén presentando y para prevenir alguna falla. Esta actividad cuenta con la participación de producción dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas del mantenimiento de los equipos, liderado por los gerentes o por los responsables de esta estrategia de mantenimiento.

**2.4.7.1 Objetivo del mantenimiento autónomo.** La misión del departamento de producción es producir buenos productos tan rápidamente y baratos como sea posible. Una de sus funciones más importante es detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo, que es precisamente el objetivo de un buen mantenimiento. El mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretenda mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción. Los objetivos son:

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.
- Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido permanentemente.

Otro objetivo importante es utilizar el equipo como medio para enseñar nuevos modos de pensar y trabajar.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso, Madrid-España: TGP-Hoshin 1995. Pág. 87-88

**2.4.7.2 Paso a paso mantenimiento autónomo.** Se implanta en 7 pasos, empezando por la limpieza inicial y procediendo regularmente hasta la plena autogestión.

Con ello se pretenden establecer unas condiciones de proceso óptimas aplicando repetidas interacciones del ciclo de dirección para la mejora continua.<sup>13</sup>

**Tabla 5.** Pasos del mantenimiento autónomo

<b>PASOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>1. Realizar limpieza inicial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Eliminar el polvo y la suciedad del equipo.</li> <li>° Descubrir las irregularidades tales como los ligeros defectos, fuentes de contaminación, lugares inaccesibles, y defectos de calidad.</li> <li>° Eliminar los elementos innecesarios y raramente usados y simplificar el equipo.</li> </ul>
<b>2. Eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Reducir el tiempo dedicado a dejar en orden el equipo, eliminando las fuentes de polvo y suciedad, evitando la dispersión, y mejorando las partes que sean de limpieza, chequeo, lubricación, apretado o manipulación difíciles.</li> </ul>
<b>3. Establecer estándares de limpieza y lubricación y apretado de pernos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Formular estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza, lubricación y apretado de pernos a niveles adecuados con mínimo tiempo y esfuerzos.</li> <li>° Mejorar la eficiencia del trabajo de inspección introduciendo controles visuales.</li> </ul>
<b>4. Realizar la inspección general del equipo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Facilitar formación sobre técnicas de inspección con base en manuales.</li> <li>° Poner en condición óptima a elementos individuales del equipo mediante la inspección general.</li> <li>° Modificar al equipo para facilitar el chequeo, hacer un uso extenso de los controles visuales.</li> </ul>
<b>5. Realizar inspecciones generales de los procesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Facilitar instrucción sobre los rendimientos del proceso, operaciones y ajustes, adiestrar sobre el manejo de anomalías con el fin de mejorar la fiabilidad operacional y tener operarios competentes.</li> <li>° Impedir las duplicidades u omisiones en la inspección, incorporando en la inspección periódica de cada equipo estándares provisionales de inspección, limpieza, y reposición de procesos entero o del área.</li> </ul>
<b>6. Mantenimiento autónomo sistemático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Instaurar el mantenimiento de calidad y de seguridad estableciendo claros procedimientos y estándares.</li> <li>° Mejorar los procedimientos de preparación y reducir el tiempo en proceso.</li> <li>° Establecer un sistema de auto-gestión, para mejorar el flujo en el lugar de trabajo, las piezas de repuestos, herramientas, trabajo en curso, productos finales, datos, etc.</li> </ul>
<b>7. Práctica plena de la auto-gestión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Desarrollar actividades de mejoras y estandarizarlas de acuerdo con los objetivos y políticas, y reducir costos, eliminando el desperdicio en los lugares de trabajo.</li> <li>° Mejorar continuamente los equipos llevando registros precisos del mantenimiento y analizando los datos sistemáticamente.</li> </ul>

**Fuente:** SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso, Madrid-España: TGP-Hoshin 1995. Pág. 102

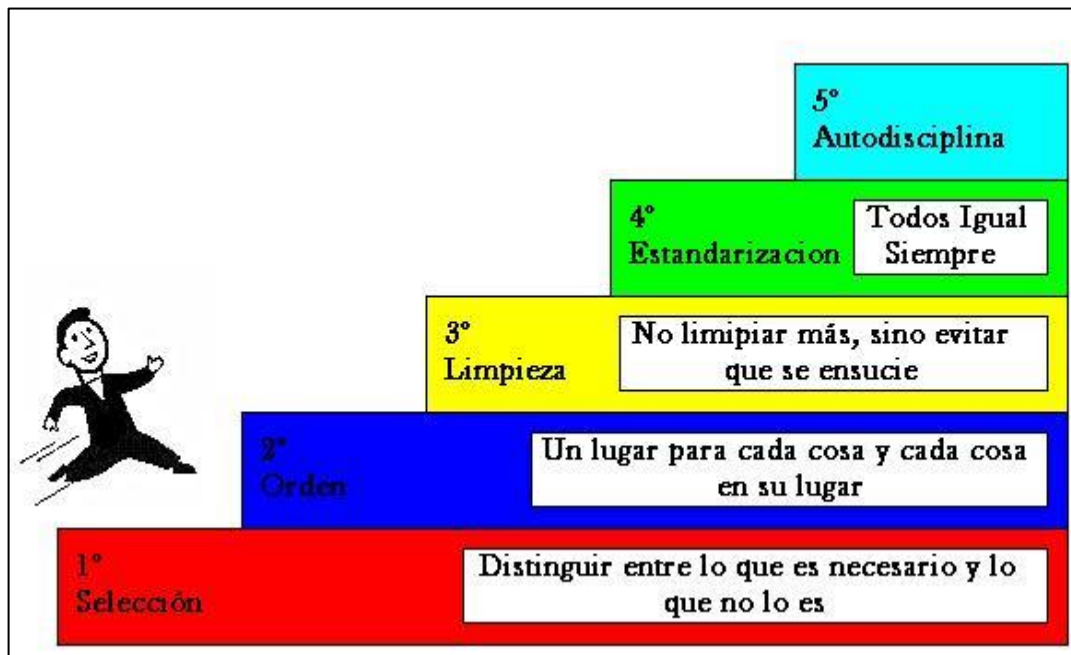
<sup>13</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso, Madrid-España: TGP-Hoshin 1995. Pág. 101

## 2.5 LAS 5´S (SEIRI – SEITON – SEISO – SEIKETSU – SHITSUKE)

Las 5´S es una herramienta de trabajo que está basada en cinco palabras japonesa, cinco disciplinas para lograr un equipo de trabajo auto-disciplinario para la práctica de hábitos que construyen un ambiente para la calidad, limpio y organizado.

### 2.5.1 METODOLOGIA DE LAS 5´S.<sup>14</sup>

**Figura 6.** Clasificación de las 5´S



**Fuente:** CERDA, Jesús. Manual de las 5´S en las industrias, Consultado junio 12 de 2013, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos92/manual-5s-industrias/manual-5s-industrias.shtml>. Parte 1

**2.5.1.1 Seiri – Clasificar.** El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas. Los elementos necesarios se deben

<sup>14</sup> VARGAS, Héctor. Manual de implementación programa 5´S, Consultado 8 de septiembre 2013, disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>. Pág. 12-24

mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar. Se obtendrán los siguientes beneficios:

- Más espacio.
- Mejor control de inventario.
- Eliminación del despilfarro.
- Menos accidentabilidad.

**2.5.1.2 Seiton – Organizar.** Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes, de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

Permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen el área ante el cliente “da la impresión de que las cosas se hacen bien”, mejora el control de stocks de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos. En la oficina facilita los archivos y la búsqueda de documentos, mejora el control visual de las carpetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información. Se obtiene los siguientes beneficios:

- Nos ayuda a encontrar fácilmente documentos u objeto de trabajo, economizando tiempo y movimientos.
- Facilita regresar a sus hogar los objetos o documentos que hemos utilizados.
- Ayuda a identificar cuando falta algo.
- Dar una mejor apariencia.

**2.5.1.3 Seiso – Limpiar.** Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución. Se obtiene los siguientes beneficios:

- Aumenta la vida útil del equipo e instalaciones.
- Menos probabilidad de contraer enfermedades.
- Menos accidentes.
- Mejor aspecto.
- Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.

**2.5.1.4 Seiketsu –Estandarizar.** En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Estandarización:

Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución. Se obtiene los siguientes beneficios:

- Se guarda el conocimiento producido durante años.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.

- Se evitan errores de limpieza que pueden conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

**2.5.1.5 Shitsuke – Disciplina.** La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. En lo que se refiere a la implantación de las “5´S”, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras **S** se deteriora rápidamente.

Disciplina:

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras **S** que se explicaron anteriormente. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. Se obtienen los siguientes beneficios:

- Se evitan reprimendas y sanciones.
- Mejora nuestra eficacia.
- El personal es más apreciado por los jefes y compañeros.
- Mejora nuestra imagen.

## **2.6 INDICADORES DE GESTIÓN**

Los indicadores de gestión se pueden utilizar para el análisis de factores que se interrelacionan con la función mantenimiento y permite resaltar las principales causas de la falla de los equipos, rendimiento de la mano de obra y/o recursos, frecuencia de ocurrencia de averías con vistas a establecer mejoras en los planes de inspecciones y reparaciones correspondientes para el buen desempeño de la organización. Los indicadores empleados en esta investigación fueron: confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad de equipos, costos de mantenimiento,

por facturación, costos de mantenimiento por valor de reposición, no cumplimiento de mantenimientos, sobrecarga de mantenimiento, alivio de mantenimiento, personal de control, personal de supervisión, tasa de frecuencia de accidentes, tasa de gravedad de accidentes, costos de mantenimiento con relación a la producción, costos de mano de obra propia con relación al costo total de mantenimiento, costos de mano de obra contratada con relación al costo total de mantenimiento, costos de los recursos con relación al costo total de mantenimiento, costos de capacitación, costos de parada programada, costos de paradas no programadas, horas invertidas en mantenimiento con relación a las disponibles en el sistema productivo; y partiendo de estos índices se pueden derivar otros por tipo de mantenimiento, actividad y parada.<sup>15</sup>

## 2.7 EL AUTOMOVIL

En la actualidad es el medio de transporte terrestre más completo y sofisticado que tenemos para nuestra vida diaria, sea para una actividad laboral o personal.

Fue inventado en Alemania en 1886 por Carl Benz, pocos después otros pioneros presentaron a su vez otros modelos. En 1910 Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje, sistema totalmente innovador que le permitió alcanzar cifras de fabricación hasta entonces impensables. El futuro del automóvil reside en la no contaminación de éste, debido a que uno de los mayores problemas actuales está en la contaminación.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> LEAL, Sandra. Índices e indicadores de gestión de mantenimiento en la pymes del estado Táchira, consultado agosto 14 de 2013, Disponible en: [http://www.uruman.org/3er\\_congreso\\_docs/trabajos\\_tecnicos/Articulo%20-%20URUMAN%20-%20Indicadores.pdf](http://www.uruman.org/3er_congreso_docs/trabajos_tecnicos/Articulo%20-%20URUMAN%20-%20Indicadores.pdf). Pag.1

<sup>16</sup> G, Cristina. Inventos de la historia, el automóvil, consultado agosto 16 de 2013, disponible en: <http://inventosdelahistoria.blogspot.com/2006/12/el-automvil.html>

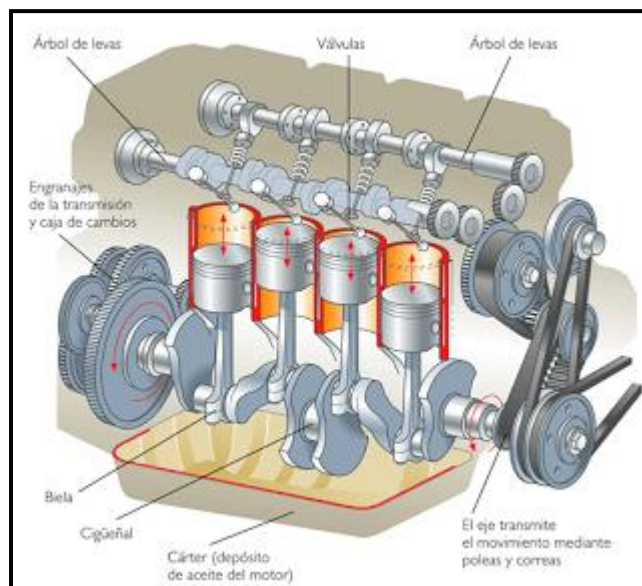
## 2.7.1 SISTEMAS DEL AUTOMOVIL<sup>17</sup>

Para entender mejor como trabaja el automóvil a continuación presentamos los siete sistemas que lo componen:

### 2.7.1.1 Motor

Es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Un motor tiene de 120 a 150 partes móviles que deben ser lubricadas para evitar el desgaste excesivo.

**Figura 7.** Motor de combustión interna



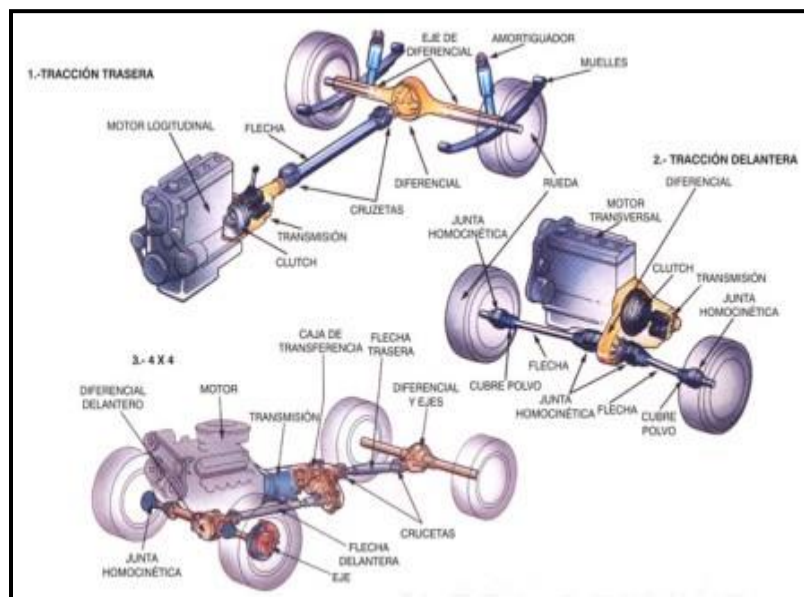
**Fuente:** Tecnoblog, motor 4 tiempos, consultado [21-08-13], disponible en: <http://tecnoblog-tecno.blogspot.com/2008/04/motor-4-tiempos.html>

<sup>17</sup> QUINTERO, Diego. Los 7 principales sistema del automóvil, consultado [21-08-13], disponible en: <http://www.sociedadtecnologia.org/blog/view/26378/los-7-principales-sistemas-del-automovil>

### 2.7.1.2 Tren propulsor

La fuerza motriz que entrega el motor llega a las ruedas por medio del tren propulsor, sus componentes dependen de la posición del motor y el tipo de transmisión (delantera o trasera), en todos los casos encontramos la caja de cambios que permite variar la fuerza, velocidad y dirección en que avanza el automóvil.

**Figura 8.** Tren motriz



**Fuente:** Abecedario del automóvil, consultado [21-08-13], disponible en: [http://abecedariodelautomovil.com/?doc=sa\\_transmision](http://abecedariodelautomovil.com/?doc=sa_transmision)

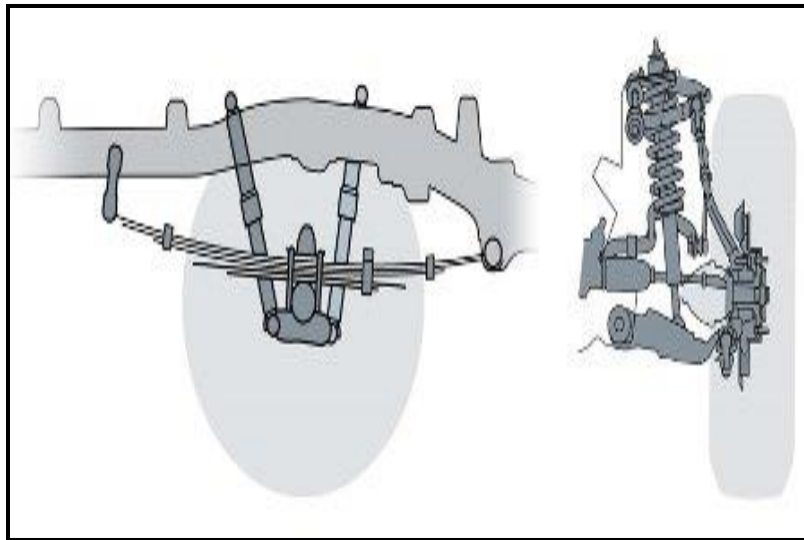
### 2.7.1.3 Rines, Llantas y Frenos

Estos elementos trabajan en conjunto soportando el peso del automóvil y resistiendo diversas fuerzas. Además permiten un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque y la disminución o detención total del automóvil.

#### 2.7.1.4 Suspensión

Es el conjunto de elementos que absorben las irregularidades del terreno por el que se circula el automóvil para aumentar la comodidad y el control del vehículo. El sistema de suspensión actúa entre el chasis y las ruedas, las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada.

**Figura 9.** Suspensión delantera y trasera

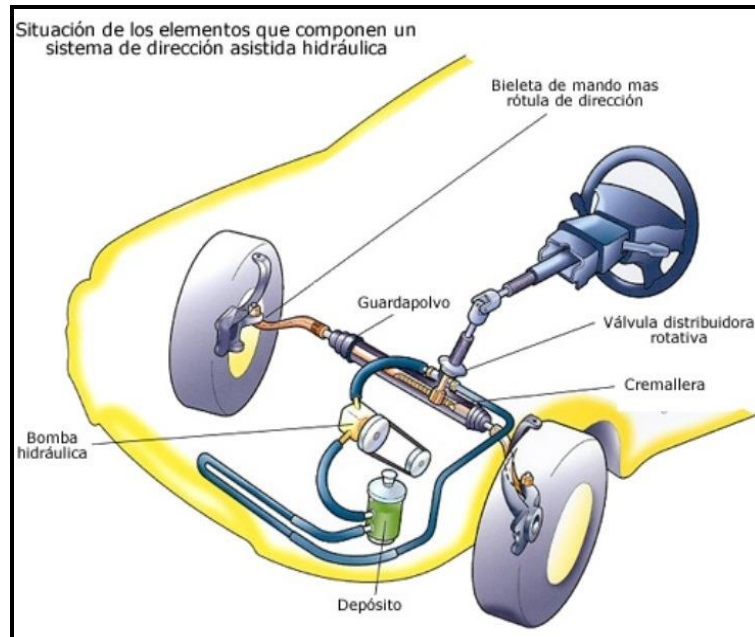


**Fuente:** consultado [22 – 08 – 13], disponible en: <http://www.hilux.com.ve/performance/>

#### 2.7.1.5 Dirección

Es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el automóvil tome la trayectoria deseada por el conductor.

**Figura 10.** Sistema de dirección



**Fuente:** mecánica automotriz, consultado [24-08-13], disponible en:

<http://mecanicageneral1.blogspot.com/2009/09/como-funciona-la-direccion-hidraulica.html>

### 2.7.1.6 Sistema Eléctrico

Este se compone por una batería de 12 voltios la cual proporciona la corriente inicial al motor de arranque, también envía corriente a la bobina que la transforma hasta en 40000 voltios y luego la envía a las bujías que dan la ignición al motor, además junto con el alternador proporcionan corriente suficiente para todos los demás accesorios del automóvil, entre estos las luces.

### 2.7.1.7 Carrocería y Chasis

Son el soporte básico para todos los componentes del automóvil, desde el motor hasta los asientos, además protegen a todos sus elementos y a los pasajeros de las condiciones ambientales.

### **3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL EN GSINT LTDA**

#### **3.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL TALLER**

El departamento de mantenimiento automotriz es el encargado de velar por la integridad de la flota de vehículos de la empresa, donde se realizan diferentes actividades requeridas por los clientes. Las funciones asignadas al departamento son las siguientes:

- Coordinar los programas de mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos de los vehículos.
- Coordinar las reparaciones que se hagan fuera del taller o en campo.
- Solicitar servicios externos de talleres, grúas, personal especializado.
- Solicitar la compra de repuestos, insumos, materiales, herramientas.
- Supervisar a los conductores de los vehículos en cuanto a operación, seguridad, y que tenga buena actitud para con el trabajo.

##### **3.1.1 Equipo de trabajo**

Actualmente Gsint Ltda, cuenta con un personal encargado de cumplir con todas las obligaciones, este personal tiene funciones específicas dependiendo del perfil que tenga cada cargo.

- Técnico mecánico: repara las fallas de los diferentes sistemas vehiculares, realiza las inspecciones, pruebas técnicas, gestiona los repuestos, realiza las órdenes de trabajo con los más altos estándares de calidad.
- Ayudante de mecánica: servir de soporte en las actividades de mantenimientos y reparación de los vehículos.
- Técnico soldador: apoya en las reparaciones de rellenar, unir y cortar piezas de los vehículos en colisión.
- Técnico eléctrico: soporte a mantenimiento eléctrico automotriz.

- Técnico bodega (almacenista): administrar una pequeña bodega donde se almacena, y organizan los repuestos.
- Técnico de latonería: repara, endereza, ensambla y ajusta piezas dañadas en partes del vehículo.
- Técnico pintor: encargado de embellecer con pintura especial el vehículo y darle un aspecto atractivo y preventivo de la corrosión en el metal.
- Auxiliar de taller: Ofrece soporte necesario al jefe y a su equipo de trabajo, mediante la realización de labores técnico-administrativa (asesor de servicio).
- Jefe de taller: brindar apoyo profesional y técnico, ejecutar los planes de mantenimiento a los vehículos administrando los recursos asignados para tal fin con criterios de optimización de costos, calidad y eficiencia.

### **3.1.2 Organización de trabajos**

El personal operativo labora por turnos de 6 x 1 (6 días trabajando y 1 día descansando), en turnos de:

- 6:00 Am @ 6:00 Pm

El personal administrativo labora por turnos de 6 x 1 (6 días trabajando y 1 día descansando), en turnos de:

- 6:00 Am @ por ser declarado personal de manejo y confianza puede laborar pasada los 6:00Pm

### **3.1.3 Área de mecánica y mantenimiento**

El área cuya extensión es esencial para laboral, se realiza las inspecciones, ajustes, lubricación y reparaciones de los vehículos, los técnicos mecánicos cuentan con sus herramientas especiales para la realización de estas actividades,

y los equipos disponibles tales como: elevador, alineador de dirección, compresor de aire, gato hidráulico, y mesa de trabajo son de uso general.

**Figura 11.** Área de mecánica y mantenimiento



**Fuente:** Taller de servicio de Gsint Ltda.

### **3.1.4 Área de electricidad y electrónica**

Un área pequeña donde el técnico eléctrico realiza sus labores de inspección, reparación y diagnóstico de fallas eléctricas y electrónicas en los vehículos, utilizan sus herramientas como el escáner automotriz, multímetros, comprobadores de corriente, equipos sofisticados para la limpieza de inyectores, y equipo para el sistema de aire acondicionado.

### 3.1.5 Área de colisión y pintura

En el área de carrocería poseen personal con experiencia y conocimiento en la realización de pequeñas actividades de latonería y pintura en los vehículos, teniendo en cuenta que si se presenta una colisión de gran magnitud su aseguradora responde por su restauración, cuenta con herramientas especializadas como máquina de enderezado, reparación de plástico, soldadura mig, eléctrica y autógena, y cabina de pintura.

**Figura 12.** Área de colisión

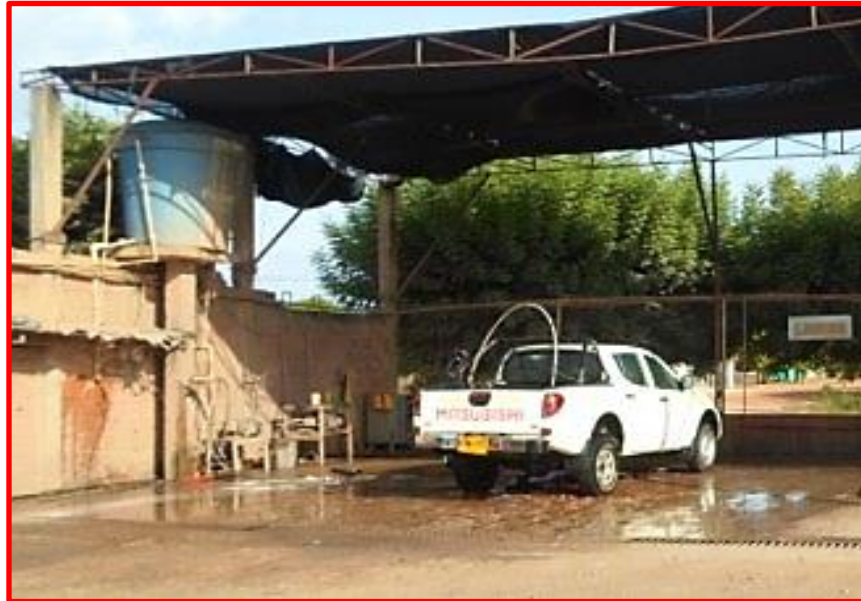


**Fuente:** Taller de servicio de Gsint Ltda.

### 3.1.6 Área de lavado

El área de 50 m<sup>2</sup>, cuenta con una persona que se encarga de manipular la máquina de lavado con una determinada presión y temperatura, diariamente se lavan los vehículos que ingresan al taller para su mantenimiento o cualquier otra reparación que se requiera.

**Figura 13.** Área de lavado del taller



**Fuente:** Taller de servicio de Gsint Ltda.

### **3.1.7 Bodega de repuestos**

Es administrada por una persona con experiencia en este medio, la cual controla, dirige y responde por el almacenamiento, manejo, entradas y salidas de repuestos, insumos, u otro tipo de materiales que usamos para las actividades, además vela por la existencia de los máximos y mínimos de repuestos más críticos del proceso, con la finalidad de que los técnicos realicen los trabajos oportunamente y sin contratiempos.

### **3.1.8 Herramientas**

Durante el inventario se escogieron las principales herramientas que son utilizadas por los técnicos para los trabajos en el taller. Las herramientas que necesitan de calibración son llevadas a especialistas en un periodo de 6 meses o dependiendo de su uso.

**Tabla 6.** Herramientas utilizadas actualmente en el taller

<b>HERRAMIENTAS</b>
Llaves T, juego estándar de 6 - 14 mm
Tubo para bujía 13/16 largo
tubo de bujía 5/8 - 1/2
Tubo para bujía encastre de 1/2
Extractor de polea cigüeñal
Dado largo de 100 mm
Extractor de engranajes
Prensa aros (para pistones)
Soplete de limpieza
Juego de 20 piezas machos, rosca métrica M3-M12
Caja de dados de 3/4, juego de 21 piezas
Destornillador de impacto
Juego de dado Torx hembra, 1/4 y 3/8
Extractor de esparrago
Taladro eléctrico
Caja de dados de 1/4
Medidor de presión de aceite
Juego de dados multifunción
Machos extractores de tornillos
Dado de movimiento universal
Juegos de llaves pipas
Llave francesa 10" - 250 mm
Caja de dados 3/8
Llave allen por 9
Llave torx 5 puntas
Dados de impacto de 1/2
Sacafiltro a cadena
Juego de llaves combinadas de 6 - 24 mm
Palanca de mandos de 1/2 - 3/4
Prensa válvula
Medidor de compresión
Martillos grandes, serrucho, cinceles
Pistola neumática de 1/2 - 3/4
Cargador de baterías
Llave dinamométrica de 300 - 600 libras

Fuente: Tool Room de Gsint Ltda

### 3.2 PROCEDIMIENTO ACTUAL DE REPARACIÓN DE VEHICULOS

EL procedimiento actual del parque automotor de la empresa es como sigue:

El vehículo es llevado al taller por los conductores, este le informa al jefe de taller el motivo por el cual el vehículo tiene que ingresar al taller, el jefe de taller examina, verifica, y diagnostica si realmente el vehículo requiere de una atención técnica: mantenimiento, ajuste, reparación, o latonería y pintura (en el caso de llegar en colisión), una vez de culminar esta actividad el jefe de taller le comunica al auxiliar de taller para recibir el vehículo, abriendo una orden de trabajo, para que le sea asignado a un técnico y pueda realizar una inspección pormenorizada del sistema que está en cuestión y una vez encontrada la causa del problema se listan los repuestos que se van a necesitar y verificar si está en la bodega de stock de repuestos, de lo contrario la lista es llevada al jefe de taller para que le dé su visto bueno y comunicarle al auxiliar que se encargue de tramitar todo los repuestos en una solicitud de compra y que sea autorizada por el jefe de taller. El departamento de compra le da el trámite necesario a la solicitud y verifica si los repuestos pueden ser comprados utilizando la caja menor o en su defecto se realiza un cuadro comparativo de cotizaciones y es llevado al asistente administrativo quien aprueba y elabora una orden de compra de 30 días para el proveedor seleccionado. Y hasta aquí el proceso en el mejor de los casos tiene varios días.

Llega el repuesto a la empresa, el jefe de taller con un técnico líder inspecciona la mercancía y se la entrega al almacenista que es el encargado del control y administración de la bodega, procede a registrarlos en la base de datos y a codificarlos, luego los repuestos son entregados al técnico para su reparación, una vez culminado el trabajo se le avisa al jefe de taller para su revisión y este a su vez le comunica al auxiliar para cerrar la orden de trabajo y entregarle el vehículo al conductor correspondiente.

En la mayoría de los casos cuando llega un vehículo con un sistema dañado y en el taller hay un vehículo que requiere de una reparación mayor que durara varios

días, se le retira la parte que este en buenas condiciones y se instala al vehículo que necesite de estos repuestos.

Existe una orden para contratar personal externo para cualquier reparación que requiera una atención detallada y que los técnicos de la empresa no resolvieron, con el fin de encontrar la causa raíz del problema. En el caso de una falla fuera de las instalaciones es enviado un técnico a revisar y reparar si es posible, en caso contrario comunicarse con el jefe de taller para que preste los servicios de una grúa y cancelar el servicio inmediatamente lleve el vehículo al taller.

### **3.3 SISTEMA DE INFORMACION TECNICA**

Teniendo en cuenta la situación actual del parque automotor de Gsint Ltda, se realizó un diagnostico en el cual se encontraron las características de funcionamiento-mantenimiento y las fallas más comunes en los vehículos.

#### **3.3.1 Características de funcionamiento**

Mantenimiento preventivo incluyen los siguientes ítem: lavado general, cambio de aceite, cambio de filtros, engrase, revisión de líquidos, revisión del sistema de aire acondicionado, algunas veces alineación, verificar presión de los neumáticos y revisión final.

Para el cumplimiento de las metas en el departamento de mecánica debemos garantizar un buen plan de mantenimiento preventivo con el fin de prolongar el estado de los vehículos y minimizar en tiempo el mantenimiento correctivo.

Los vehículos a utilizar deben ser asignado con un kit de carretera, linterna, caja de herramientas, gato, cruceta, y llanta de repuesto, air bag, frenos ABS, Botiquin completo, extintor, alarma sonora de retroceso, cuñas, baliza estroboscópica, cinta

reflectiva, barra de protección antivuelco y el cinturón de seguridad en buenas condiciones.

Para el cumplimiento de todas estas herramientas antes de ingresar los vehículos al taller se inspecciona para verificar si están completos los elementos y también al momento de culminar la reparación o mantenimiento.

### 3.3.2 Diagnóstico del parque automotor

La finalidad de esta inspección es conocer las fallas más frecuentes en el parque automotor y así poder determinar cuáles son sus causas. Este estudio es fundamental para llevar un control de los daños que presentan los vehículos en su vida útil en la empresa.

Para realizar este diagnóstico se hace el uso de una herramienta estadística: diagrama de Pareto aplicando la ley 80 – 20. Los siguientes datos para el diagnóstico se obtuvieron de una base de datos del taller.

En la actualidad existen:

**Tabla 7.** Características de los vehículos de Gsint Ltda

CANTIDAD	MARCA	TIPO	AÑO	CILINDRADA	POTENCIA	COMBUSTIBLE
17	Toyota	Hilux 4 x 4	2011 - 2012	3.0 L	160,9 Hp-Cv @ 3400 rpm	Diesel
10	Toyota	Hilux 4 x 4	2010 - 2012	2.7 L	158,2 Hp-Cv @ 5200 rpm	Gasolina
10	Ford	Ranger 4 x 4	2011 - 2012	3.0 L	148,3 Hp @ 4900 rpm	Gasolina
10	Mitsubishi	L200	2011 - 2012	2.5 L	136 Cv @ 4000 rpm	Diesel

**Fuente:** Taller de servicio Gsint Ltda

En la tabla 7, se aprecia la cantidad de vehículos asignados a los diferentes clientes, las cuales estos prestan sus servicios como contratistas en las diferentes minas de carbón a cielo abierto en el departamento del Cesar.

**Figura 14.** Vehículos de Gsint Ltda.

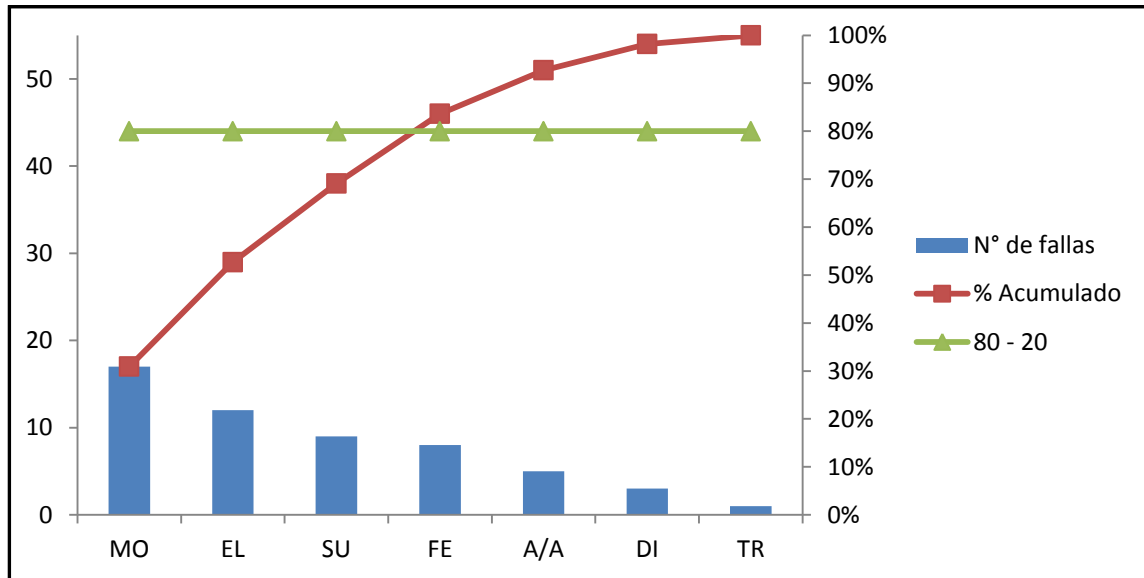


**Tabla 8.** Fallas más comunes en las camionetas de Gsint Ltda

SISTEMAS EN FALLA	Abreviatura	N° de fallas	% de fallas	% acumulado
Motor	MO	17	30,91	30,91
Eléctrico (batería, luces, limpia-vidrio, baliza, buggy)	EL	12	21,82	52,73
Suspensión	SU	9	16,36	69,09
Frenos y embragues	FE	8	14,55	83,64
Aire acondicionado	A/A	5	9,091	92,73
Dirección	DI	3	5,455	98,18
Otros	TR	1	1,818	100%
<b>TOTAL</b>		55	100%	

En la tabla anterior la columna “abreviatura” es para representar las palabras escritas en el sistema de fallas y graficarlas.

**Figura 15.** Diagrama de pareto

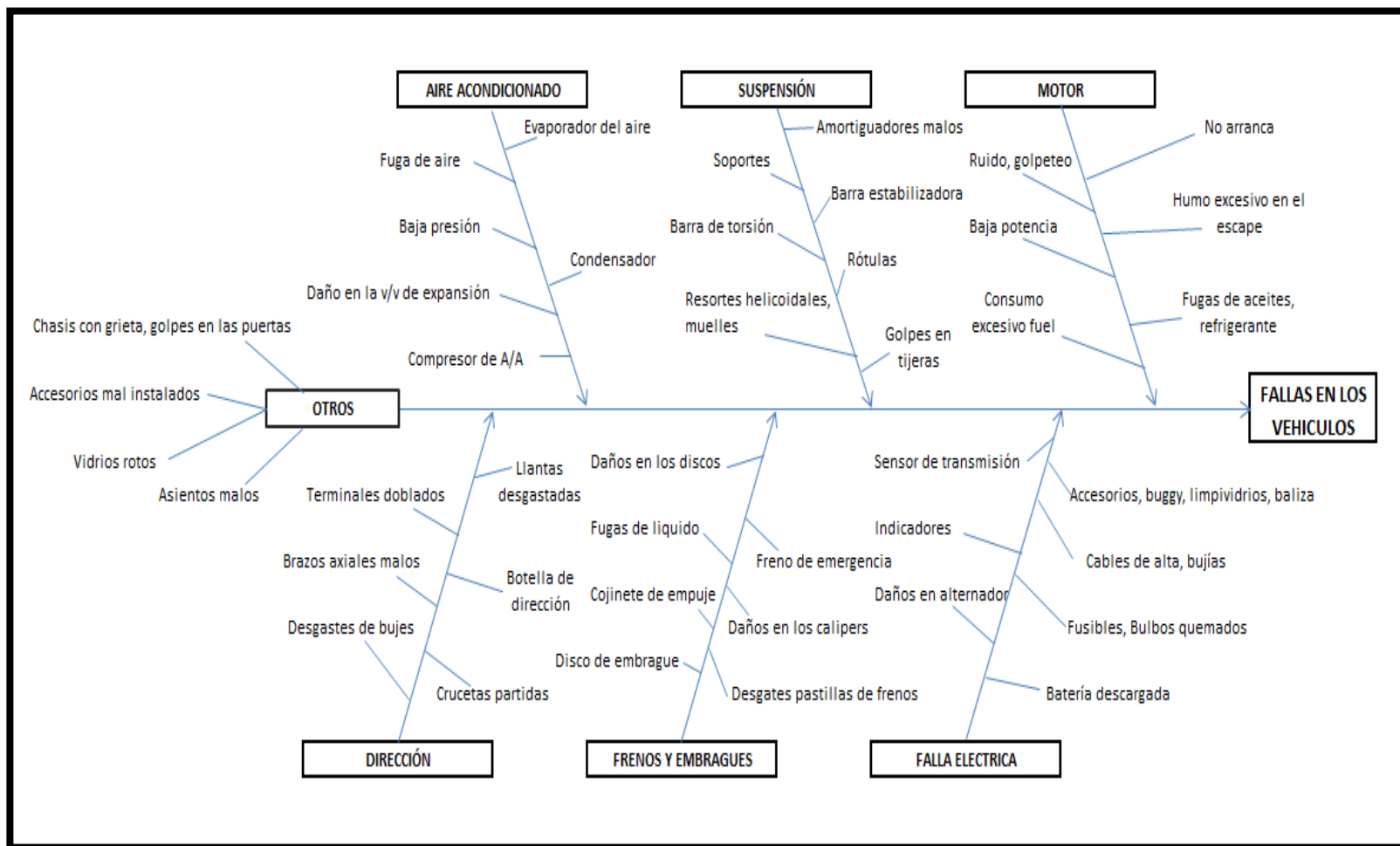


**Fuente:** Por autores

Analizando el diagrama identificamos los daños más representativos en el vehículos descritos anteriormente, aquellas fallas como el motor, sistema eléctrico y suspensión representan el 69.09% del total de las fallas, las cuales debemos corregir de manera prioritaria implementado una buena estrategia y plan de mantenimiento para eliminar sus causas que provocan la mayoría de los daños.

A continuación mostraremos las causas más comunes de las fallas de los vehículos, con la finalidad de tomar las medidas preventivas de los casos, solucionarlos con calidad y en el menor tiempo posible, estas causas se expresan mediante el diagrama ishikawa o espina de pescado. Ver figura 16

**Figura 16.** Diagrama causa – efecto de las Fallas en los vehículos



**Fuente:** Por autores

Una vez analizado esta situación en el taller de Gsint Ltda, se seleccionara el mantenimiento autónomo y un programa de mantenimiento preventivo basado en el fabricante, como una herramienta para disminuir esas causas que ocasionan alrededor del 80% de las fallas en los equipos, lograr una buena comunicación entre producción (conductores) y mantenimiento (mecánicos), solucionar los problemas de “pero no me dijeron nada”, se espera que con esta estrategia, producción inspeccionen sus equipos antes de cada labor, y reparen fallas que estén a su alcance, o de lo contrario avisar inmediatamente a los magos del taller.

## **4. DISEÑO PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

### **4.1 INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

El mantenimiento productivo total y su pilar del mantenimiento autónomo es una estrategia para los sistemas de gestión que nos ayuda a mejorar continuamente la disponibilidad, el desempeño y la calidad en los vehículos, es una forma de integrar una serie de actividades que conducen a elevar la eficiencia global de producción y su competitividad en el mercado.

La alta dirección se comprometerá con el programa y facilitará el apoyo físico, económico y moral de sus trabajadores con el fin de obtener los resultados deseados. Realizar campañas de divulgación y planes de formación interno al personal durante 2 semanas, es garantizar que todos comprendan las características del TPM.

Para mantener estas actividades en el programa es necesario promover una pequeña oficina y estructura organizacional en pequeños grupos que sean capaces de dirigir las pautas, planes de acción o maestros, campañas sobre temas específicos, manejar la publicidad en el taller, indicadores, y resultados adquiridos en esta disciplina.

### **4.2 METODOLOGIA DEL PLAN**

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares más importantes del TPM y se desarrolla teniendo en cuenta los 7 pasos y 1 de preparación como es el caso de las 5'S.

#### 4.2.1 Paso 0 – las 5´S

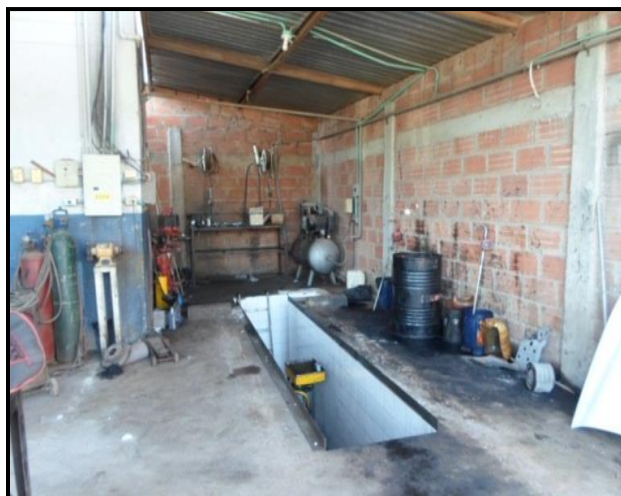
La metodología de la 5´S es crear una cultura organizacional basada en el compromiso, la disciplina y la creación de las condiciones (hábitos) para la productividad y la calidad.

Situación actual en las diferentes áreas del taller sin la implementación de las 5´S.

**Figura 17.** Área de almacén



**Figura 18.** Área de lubricación



**Figura 19.** Área de soldadura



**Figura 20.** Área de oficinas



Para cumplir con la metodología de las “S”, seguiremos las siguientes etapas:



#### 4.2.1.2 SEITON – Ordenar

**Objetivo:** “Trabajar adecuadamente”

**Procedimiento:** Luego de clasificar los objetos necesarios debemos organizarlos en forma estratégica de manera que se nos haga más fácil realizar su búsqueda.

- Definir un lugar para cada articulo
- Ordenar los artículos de acuerdo a la frecuencia, ver figura 21.
- Señalizar de acuerdo a parámetros establecidos: el lugar de la máquina de soldadura, el equipo de oxiacetilénico, los tanques de aceites, herramientas etc.

**Figura 21.** Cada herramienta en su lugar



Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

#### 4.2.1.3 SEISO – Limpiar

**Objetivo:** “Eliminar la mugre en el área de trabajo”

**Procedimiento:** Una vez seleccionado y organizado los objetos procedemos a limpiar estrictamente el lugar de trabajo eliminando toda fuente de suciedad.

- Definir un líder de área para que sea responsable de la limpieza que se realiza diariamente en el lugar.
- Limpiar los pasillos, áreas, equipos o vehículos todos los días.

- Establecer rutinas de limpieza que garanticen la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

**Figura 22.** Eliminar la mugre en el taller



Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

#### **4.2.1.4 SEIKETSU – Estandarización**

**Objetivo:** “mantener los objetivos propuestos”

**Procedimiento:** Si en un proceso de mejoramiento no logramos conservar estos logros propuestos anteriormente, retornamos a los objetos innecesarios.

- Practicar las 3´S anteriores
- Revisar estándares y procedimientos de trabajo (paso a paso de actividades de lubricación, ajuste, cartas de servicios).
- Codificar las señales en colores bien pintadas
- Carteles, avisos, tableros bien diseñados

**Figura 23.** Señalización del área y su código de colores



Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

#### 4.2.1.5 SHITSUKE - Autodisciplina

**Objetivo:** “Lograr el sostenimiento del programa”

**Procedimiento:** desarrolla una cultura de autocontrol en el taller, mantiene las instalaciones organizadas y limpias, creando en el empleado un sentido de pertenencia con los recursos de la empresa.

- Cambios de hábitos
- Crea un bienestar físico y moral de los trabajadores
- Cultura de respeto y sensibilidad
- Clientes satisfecho con el programa y sus estándares de calidad

El método de las 5´S, llega a romper los procedimientos anteriores, crea una cultura de mejores hábitos en sus trabajadores, logra un ambiente agradable y limpio cumpliendo con todos los objetivos de la empresa.

#### **4.2.2 Paso 1. “Inspeccionar bajo una limpieza inicial”**

Mediante la limpieza diaria en los equipos o maquinas detectamos unas series de anomalías, fallas y deformaciones que están ocultos por la suciedad, esta etapa crea una cultura autónoma en el personal técnico, operativo y administrativo con el objeto de tener contacto siempre con sus máquinas.

Conocer los equipos y comprender su funcionamiento es prolongar la vida útil en condiciones óptimas de operación como la limpieza, lubricación y ajuste.

Limpieza: con el apoyo de las “S”, busca eliminar todas las anomalías extrañas que se adhieren al equipo, y descubrir aquellos defectos ocultos con el fin de eliminarlos.

Lubricación: mantener a los equipos con una buena lubricación es evitar problemas como la vibración, calentamiento, desgastes en los principales componentes del equipo.

Ajustes: se comenta que más del 60% de las fallas en los equipos se deben a problemas en los ajustes de las piezas, la solución es que por medio de las tarjetas de anomalías se corrija esta clase de condición.

#### **Formato de registros**

Durante la etapa se debe elaborar una base de datos y unos tableros para manejar la información registrada y llevar los registros de las tarjetas.

- Tarjetas de anomalías

**Objetivo:** nos permiten ubicarnos e indicar las fallas en el equipo y se clasifican en 2 una azul y otra roja.

Las tarjetas rojas son utilizadas por el personal de mantenimiento para solucionar las anomalías más complejas y que requieren de un cierto tiempo.

**Figura 24.** Tarjeta de anomalías, desarrollada por mantenimiento

**TARJETA F. MANTENIMIENTO** No.

Paso MA

Criticidad

Máquina

Elaborada Por

Qué se observa?

Dónde se observa?

Cómo se observa?

**Mantenimiento**

Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

Las tarjetas azules son utilizadas por el personal de producción (operación), la cual resolvieron una anomalía sin ningún tipo de complicación.

**Figura 25.** Tarjeta de anomalías, desarrollada por los operadores (conductores)

El formulario, titulado "TARJETA F. OPERADOR", está diseñado para registrar anomalías. Incluye un campo "No." con un recuadro para el número. A continuación, se encuentran los campos "Paso MA" (con botones numerados del 1 al 7) y "Críticidad" (con botones A, B, C y un recuadro para "km / hora / día"). Los campos de texto incluyen "Máquina", "Elaborada Por", "Qué se observa?", "Dónde se observa?" y "Cómo se observa?", cada uno con líneas para escribir. En la parte inferior, hay un botón azul con el texto "Operador".

**Fuente:** [www.google.com](http://www.google.com)

**Forma de uso:** cada tarjeta debe ser llenada completamente y sin ningún tipo de manchas, correcciones, en forma clara y concisa, estas tarjetas deben registrarse en una carpeta que obtiene cada vehículo en su guantera, para revisarlo diariamente, al momento de solucionar las anomalías, mantenimiento o producción se las entregan al auxiliar del taller para registrarlas en un formato de control y luego desecharlas.

- Control de anomalías

**Objetivo:** Registrar estas anomalías encontradas en los vehículos y corregir dependiendo de su alcance.





**Forma de uso:** en la columna de las partes se ingresa el componente que tiene algún problema, el trabajo que se puede realizar, limpieza, lubricación, ajuste, chequeo, en la columna de problema se indica la falla actual del componente y su acción correctiva inmediata o temporal.

#### **4.2.4 Paso 3. “Estándares de limpieza”**

El objetivo de esta etapa es lograr los objetivos del paso 1 y 2, asegurando el mantenimiento de las condiciones básicas, utilizando procedimientos estandarizados de limpieza, lubricación y ajustes identificados en cada máquina, el personal operativo (conductores) debe conocer los estándares descritos por el personal de mantenimiento para la realización de esta actividad, guiarlos en los puntos de chequeo, motivarlos y brindarles la oportunidad de formular estándares reales con el fin de prevenir fallas en los equipos.


#### **Formato de registros**

- Estándares de limpieza y chequeo

**Objetivo:** facilitan a los operarios a realizar una actividad de limpieza y chequeo mediante rutinas de trabajo.

**Forma de uso:** en la columna de figura aparece el componente a inspeccionar, en la siguiente columna es el número de la pieza y su nombre completo, en la columna de criterio es si el componente o pieza presenta alguna fuga, un ruido o una vibración que podamos chequear, el método es limpiar si está sucio, escuchar, e inspeccionar el funcionamiento del equipo, el tipo de herramienta que se necesite es un factor muy importante para esta actividad y su responsable.

**Tabla 12.** Formato de estándar de limpieza

ESTANDAR DE LIMPIEZA							TARJETA N°		
EQUIPO:				CLIENTE:					
				Vo Bo LIDER:					
FIGURA	N°	ITEM	CRITERIO	METODO	TIPO DE HERRAMIENTA	RUTINA			RESP
						D	S	M	
									

RUTINA: DIARIO (D), SEMANAL (S), MENSUAL (M)

**Fuente:** por autores

En estos 3 primeros pasos y la implementación de las S, se logra conseguir cualquier objetivo propuesto en cuanto a disponibilidad, calidad y desempeño se requiera con resultados impactantes y buena satisfacción.

**4.2.5 Paso 4. “Inspección general de equipos”**

El objetivo es desarrollar inspecciones rutinarias más efectivas para la detección de averías, y para cumplirlo se debe capacitar al personal operativo en sus máquinas o equipos, que puedan identificar y corregir anomalías o fallas en los vehículos.

**Formato de registros**

- Lecciones de un punto o LPP

**Objetivo:** comprender la información de mejora, la cual es transmitida a todo el personal, y archivar esta información en carpetas a la espera de su implementación. Realizar cualquier cantidad de lecciones de un punto.

**Tabla 13.** Formato de lecciones de un punto

LECCIONES DE UN PUNTO			
Fecha:	Paso:	Tema:	Número:
Elaborado por:		Vehículo:	
Clasificación	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> CM	<input type="checkbox"/> CP <input type="checkbox"/> S
INDICADORES:	<input type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> Q	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> M
DESCRIPCIÓN			

**Fuente:** GIRALDO, Sebastián. Especialización en gerencia en mantenimiento, mantenimiento productivo total 2013.

**Forma de uso:** en la parte superior se trata de la fecha, el paso y el tema que se va a tratar, en la siguiente columna la firma de la persona que elaboró el lup y el vehículo en representación, en el cuadro de clasificación encontramos unas abreviatura que significan: conocimiento básico (CB), caso de mejora (CM), casos

de problemas (CP) y seguridad (S), en el grupo de indicadores son: productividad (P), calidad (Q), costos (C), envíos (D), seguridad (S), y moral (M), en descripción se detalla la información a tratar, que sea didáctica y fácil de entender.

#### **4.2.6 Paso 5. “Inspección general – autónoma”**

Revisar los estándares de limpieza, lubricación, ajustes, realizar y formalizar con mayor eficiencia, seguridad y sin ningún tipo de errores las inspecciones.

El propósito de esta etapa es romper ese círculo vicioso y crear empresas seguras, libres de pérdidas y desperdicio. La fiabilidad operacional y la seguridad del equipo se elevan formando a los operarios para convertirlos en competentes en proceso, operaciones y en técnicas de inspección general.

La inspección general requiere unas listas de chequeo que deben registrarse e incorporar en los manuales.

En las siguientes etapas ya no se relaciona mucho con los equipos, son etapas que están ligadas directamente con los métodos de actuación del personal operativo.

#### **4.2.7 Paso 6. “Estandarización”**

Impulsar a los operarios que realicen un mantenimiento autónomo minucioso, reportando cada anomalía encontrada que afecten la calidad en los trabajos de mantenimiento, con el fin de mejorar la eficiencia en los equipos y mantener un sistema de efectivo de inspección autónoma. Dentro de las actividades a realizar están:

- Tiempos de preparación y ajustes
- Elaboración de registros de datos

- Controles a herramientas
- Patrones de calidad
- Administración de repuestos
- Detección y control de las anomalías
- Mejorar el rol del operador

Cumplir con todas las actividades, debemos gestionar la capacitación a los operadores para que sean capaces de detectar las anomalías por anticipado, y puedan ser competentes en todo el proceso de gestión.

#### **4.2.8 Paso 7. “Autogestión”**

En esta etapa los trabajadores desarrollan los ejercicios de manera independiente (autónomo), más profesionales, competentes, con moral alta, y en los que se puede confiar, de los que cabe esperar que verifiquen su propio trabajo e implante mejora continuamente.

Es favorable realizar unas auditorías periódicas que permitan asegurar el correcto funcionamiento de la estrategia de mantenimiento autónomo.

### **4.3 METAS Y BENEFICIOS DEL MA**

#### **4.3.1 Metas**

- Desarrollar un sistema de gestión productivo para la vida útil de los vehículos.
- Capacidad de reducir: Fallas, Defectos, Tiempo de reparación, costos, y accidentabilidad.

- Capacitación constante del personal de producción (conductores) y mantenimiento.
- Sistematizar el proceso de gestión con una base de datos o CMMS.
- Aumentar la efectividad total (OEE), en más del 85%.

#### **4.3.2 Beneficios**

- Operadores con muchas habilidades.
- Vehículos más confiables y seguros.
- Mejoramiento del lugar y área de trabajo.
- Reducir las situaciones fuera de control al momento de una falla.
- Mejores prácticas de mantenimiento preventivo.
- Buena comunicación entre los empleados y los empleadores.
- Entender la importancia de mantenimiento
- Lograr la satisfacción del cliente

Para la elaboración de este método se debe diseñar un plan maestro, con el fin de llevar un responsable, los criterios en los equipos, alcance de cada una de las etapas, capacitación, fechas, y actividades a realizar.

## 5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO SISTEMA PRACTICO

### 5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADO POR EL FABRICANTE

En detalle mostraremos los diferentes planes de mantenimientos por kilometraje que el fabricante recomienda para conservar los vehículos en buen estado, ellos trabajan incansablemente para mejorar sus servicios de posventa, y darle una buena satisfacción al cliente.

#### 5.1.1 Recomendación Toyota Hilux 4 x 4 Diesel - Gasolina

**Tabla 14.** Boletín de Servicio Toyota

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO TOYOTA HILUX 4X4		<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>Ajustar y/o comprobar</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>Inspeccionar, cambiar si es necesario</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>Reemplazar</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>Torquear según las especificaciones</td> </tr> </table>									A	Ajustar y/o comprobar	I	Inspeccionar, cambiar si es necesario	R	Reemplazar	T	Torquear según las especificaciones
		A	Ajustar y/o comprobar															
I	Inspeccionar, cambiar si es necesario																	
R	Reemplazar																	
T	Torquear según las especificaciones																	
Intervalo de servicio (Use la lectura del cuentakilómetros o meses completados, lo primero que cumpla)	1000	10000	20000	30000	40000	50000	60000	70000	80000									
Correa de distribución Según indicador T- BELT	Reemplace cada 150000 Km.																	
Holguras de válvulas, inspecciones con sondas					I				I									
Correas transmisoras			I		I		I		I									
Filtro y aceite motor		R	R	R	R	R	R	R	R									
Manguitos y conexiones del sistema refrigerador y calefactor. Compruebe que entre el condensador y el radiador esté libre de suciedad que impida el normal paso de aire. Cumplidos 80000 kms o 48 meses inspeccione cada 20000 km o 12 meses					I				I									
Refrigerante de motor Utilice solo SLLC	Reemplace a 160000 km, luego cada 80000 km																	
Nivel de refrigerante motor					I				I									
Batería	I	I	I	I	I	I	I	I	I									
Filtro de combustible			R		R		R		R									
Sedimentador de agua		I	I	I	I	I	I	I	I									
Filtro de aire	I	I	I	R	I	I	R	I	I									
Humos de escape y rendimiento					I				I									
Tapa de tanque, línea, conexiones y válvula controladora de vapores de combustible. Cumplidos 80000 kms o 48 meses inspeccione cada 20000 km o 12 meses.					I				I									

Pedal de embrague	I								
Pedal de freno y freno de mano	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Zapatillas y tambores de freno				I			I		
Pastillas y disco de freno		I	I	I	I	I	I	I	I
Fluido de freno	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Fluido de embrague									
	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Tuberías, mangueras y conectores de freno	I		I		I		I		I
Fluido de dirección		I	I	I	I	I	I	I	R
Bolsa de aire	<b>Inspeccione inicialmente a los 120 meses y luego cada 24 meses</b>								
Extremos de articulados y cremallera de dirección			I		I		I		I
Articulaciones y sus guardapolvos			I		I		I		I
Guardapolvo de árbol transmisor			I		I		I		I
Tornillos del árbol transmisor			T		T		T		T
Fluido de transmisión manual					I				I
Fluido de transferencia (si es separada de la transmisión)					R				
Fluido de diferencial trasero			I		R		I		R
Neumáticos, presión de inflado y rotación		I	I	I	I	I	I	I	I
Suspensión trasera y delantera			I		I		I		I
Tornillos y tuercas de chasis y carrocería; montantes y brazos									
		T	T	T	T	T	T	T	T
Bocina, luces, limpia y lavaparabrisas		I	I	I	I	I	I	I	I
Filtro de acondicionador de aire		I	I	I	I	I	I	I	I
Refrigerante de acondicionador de aire	I		I		I		I		I

## 5.1.2 Recomendación Ford Ranger 4 x 4

**Tabla 15.** Boletín de servicio Ford

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO FORD - RANGER		I: inspeccionar A: ajustar L: lubricación S: sustituir									
ITEM	10000	20000	30000	40000	50000	60000	70000	80000	90000	100000	
Cuadro de instrumentos											
Faros	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Luces de emergencia											
Intermitentes y bocina											
Embrague y freno	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Equipo de aire acondicionado y calefacción	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Lava/limpiaparabrisas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Escobillas de limpiaparabrisas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Luces interiores											
Testigos											
Iluminación del cuadro de instrumentos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Cinturones de seguridad											
Tablero de instrumentos											
Freno de estacionamiento	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Airbag	Cada 15 años										
Luces exteriores											
Luces de emergencia	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Luces indicadores de giro											
Bocina											
Cerradura / Pestillo de seguridad del capó											
Bisagras	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Retenedor de puerta											
Luz del compartimento motor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Cableados, tuberías, tubos flexibles, circuitos de aceites, combustibles y refrigeración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Sistema de emisiones del carter			I			I			I		
Motor											
Bomba de vacío	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Radiador											
Paneles de radiadores	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Correas auxiliares	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Líquido del sistema de enfriamiento	Cada 100000 km										
Líquido del sistema hidráulico	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Líquido de freno y embrague	Cada 50000 km o 2 años										
Líquido de lavaparabrisas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Aire acondicionado y calefacción	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Bornes de batería	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Sistema de inyección de combustible			I			I			I		
Filtro de combustible	Cada 20000 km										
Filtro de aire	Cada 60000 km										
Aceite motor y filtro	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Sistema de escape	Cada 50000 km o 2 años										
Suspensión delantera y trasera	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	
Frenos del y traseros	IAS	IAS	IAS	IAS	IAS	IAS	IAS	IAS	IAS	IAS	
Dirección	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

### 5.1.3 Recomendación Mitsubishi I200 4 x 4

**Tabla 16.** Boletín de servicio Mitsubishi

SERVICIO DE INSPECCIÓN PERIODICA MITSUBISHI I200		I:inspección R: reemplazo o cambio L: lubricación										
ITEM	DIESEL	10000	20000	40000	60000	80000	100000	120000	140000	160000	180000	200000
Correas en V		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Manguera de aceite de la bomba de vacío				I		I		I		I		I
Manguera de aire de admisión			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Correas de distribución del motor		Cada 100000 km										
Holgura de válvula		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Tubos flexibles del radiador por si se presentan algún daño.				I		I		I		I		I
Refrigerante del motor		I	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Elemento del filtro de aire			I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Líquido de freno y embrague		I: primero 1000 km, después cada 10000 km										
Batería		I: primero 1000 km, después cada 10000 km										
Boquilla de inyección		I: cada 50000 km o 2.5 años										
Filtro de combustible			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Aceite motor		Cada 10000 km o un año										
Filtro de aceite motor		Cada 10000 km o un año										
Velocidad de marcha en vacío		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Válvula EGR			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Suspensión	sistema suspensión	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	juntas esférica		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	cubiertas contra polvo		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	brazo de suspensión		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	varillaje de dirección		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	juntas del eje propulsor		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Varillaje de la dirección			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Aceite para engranaje de transmisión			I	I	I	I	R	I	I	I	I	R
Aceite para engranaje de transferencia			I	I	I	I	R	I	I	I	I	R
Aceite para engranaje diferencial			I	I	I	R	I	I	I	R	I	I
Conexiones tubo de escape			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Juego del pedal de freno y embrague		I: cada 10000 km o 6 meses										
Juego y carrera de la palanca de freno		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Alineación de ruedas			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Mangueras y tubos de combustibles				I		I		I		I		I
Cojinetes de las ruedas del y traseras					I			I			I	
Frenos	mangueras y tubos		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	zapata y tambores			I		I		I		I		I

## 5.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

De acuerdo al mantenimiento estipulado por el fabricante correspondiente al kilometraje que posee cada vehículo, se realizó un programa de mantenimiento preventivo general y cuenta con tres tipos de actividades, la cual incluimos tareas diferentes que son necesarias en cierto tiempo, con el fin de mantener en estado óptimo la flota vehicular de Gsint Ltda.

Este modelo es diseñado teniendo en cuenta las condiciones severas de las carreteras de las minas y sus alrededores, los turnos de trabajos de las camionetas implican realizarle un buen mantenimiento para disminuir considerablemente los mantenimientos correctivos.

**Tabla 17.** Mantenimiento preventivo tipo 1

<b>BOLETIN DE SERVICIO CAMIONETAS 4 X 4</b>	
<b>LISTA DE COMPROBACIÓN</b>	<b>5000-15000-25000-35000...</b>
Aceite motor	Cambiar
filtro de aceite motor	Cambiar
Filtro de aire	Por condición-Limpiar
Sistema de frenos del y traseros (pastillas - tambor)	Cambiar-Por condición
Líquido de frenos y embrague	Inspeccionar
Líquido de dirección, hidráulico, refrigerante	Inspeccionar
líquido de limpiaparabrisas	Inspeccionar
Eje cardán	Lubricar
Luces, pluma, accesorios	Inspeccionar
Fugas internas - externas de líquidos	Inspeccionar
correas en V, sistema motor	Inspeccionar - ajustar
Bornes, líquido de batería	Inspeccionar
Filtro de combustible	Cambiar
volante, varillaje, botella	Inspeccionar
Suspensión delantera y trasera	Inspeccionar
Daños - Golpes en chasis	Verificar
Seguros, bisagras, y cerraduras	Lubricar
Freno de estacionamiento	Verificar recorrido
Funcionamiento de los cinturones de seguridad	Inspeccionar
Asientos delanteros y traseros	Verificar
Elevavidrios, espejos, pito y alarma	Inspeccionar
estado - presión de las llantas	Verificar
<b>Inspección final</b>	

Este mantenimiento se realiza cada 5000 – 15000 – 25000 – 35000 – 45000 – 55000 – 65000 – 75000 km y así sucesivamente, algunos puntos de inspección sujeto a cambios, y por condición de acuerdo el estado.

**Tabla 18.** Mantenimiento preventivo tipo 2

<b>BOLETIN DE SERVICIO CAMIONETAS 4 X 4</b>	
<b>LISTA DE COMPROBACIÓN</b>	<b>10000 - 30000 - 50000</b>
Aceite motor	Cambiar
filtro de aceite motor	Cambiar
Filtro de aire	Por condición-Limpiar
Sistema de frenos del y traseros (pastillas - tambor)	Cambiar-Por condición
Líquido de frenos y embrague	Inspeccionar
Líquido de dirección, hidráulico, refrigerante	Inspeccionar
líquido de limpiaparabrisas	Inspeccionar
Eje cardan	Lubricar
Luces, pluma, accesorios	Inspeccionar
Fugas internas - externas de líquidos	Inspeccionar
correas en V, sistema motor	Inspeccionar - ajustar
Bornes, líquido de batería	Inspeccionar
Filtro de combustible	Cambiar
volante, varillaje, botella	Inspeccionar
Suspensión delantera y trasera	Inspeccionar
Daños - Golpes en chasis	Verificar
Seguros, bisagras, y cerraduras	Lubricar
Freno de estacionamiento	Verificar recorrido
Funcionamiento de los cinturones de seguridad	Inspeccionar
Asientos delanteros y traseros	Verificar
Elevavidrios, espejos, pito y alarma	Inspeccionar
estado - presión de las llantas	Verificar
Holguras de válvula	Verificar
Sedimentador de agua	Cambiar
Humos de escape y rendimiento	Inspeccionar
Tuberías, mangueras, conectores de freno	Inspeccionar
Aceite transmisión, transferencia, diferencial	Verificar
Articulaciones y sus guardapolvos	Verificar
<b>Inspección final</b>	

**Fuente:** por autores

Este mantenimiento se realiza cada 10000 km, teniendo en cuenta los cambios de refrigerante cada 30000 km, y algunos puntos que por inspección se cambian.

**Tabla 19.** Mantenimiento preventivo tipo 3

<b>BOLETIN DE SERVICIO CAMIONETAS 4 X 4</b>	
<b>LISTA DE COMPROBACIÓN</b>	<b>20000 - 40000 - 60000</b>
Aceite motor	Cambiar
filtro de aceite motor	Cambiar
Filtro de aire	Cambiar
Sistema de frenos del y traseros (pastillas - tambor)	Cambiar-Por condición
Líquido de frenos y embrague	Inspeccionar
Líquido de dirección, hidráulico, refrigerante	Inspeccionar
líquido de limpiaparabrisas	Cambiar
Eje cardan	Lubricar
Luces, pluma, accesorios	Inspeccionar
Fugas internas - externas de líquidos	Inspeccionar
correas en V, sistema motor	Inspeccionar - ajustar
Bornes, líquido de batería	Inspeccionar
Filtro de combustible	Cambiar
volante, varillaje, botella	Inspeccionar
Suspensión delantera y trasera	Inspeccionar
Daños - Golpes en chasis	Verificar
Seguros, bisagras, y cerraduras	Lubricar
Freno de estacionamiento	Verificar recorrido
Funcionamiento de los cinturones de seguridad	Inspeccionar
Asientos delanteros y traseros	Verificar
Elevavidrios, espejos, pito y alarma	Inspeccionar
estado - presión de las llantas	Verificar
Holguras de válvula	Verificar
Sedimentador de agua	Cambiar
Humos de escape y rendimiento	Inspeccionar
Tuberías, mangueras, conectores de freno	Inspeccionar
Filtro del aire acondicionado	Cambiar
Aceite transmisión, transferencia, diferencial	Verificar
Articulaciones y sus guardapolvos	Verificar
<b>Inspección final</b>	

Este mantenimiento se realiza cada 20000 – 40000 – 60000 km, añadiendo algunos cambios en distintas actividades.

### 5.2.1 Plan de acción

Para cumplir con el programa de mantenimiento preventivo, se realiza un plan de acción, con el fin de preservar las funciones de los vehículos y generar un ambiente laboral agradable, motivador al personal, en la realización de las actividades.

**Tabla 20.** Plan de acción para mantenimiento

ACTIVIDAD	PROGRAMAS	PORQUE	DONDE	CUANDO	RESPONSABLE
Programar capacitaciones al personal técnico y operativo	Curso completo de los sistemas de las camionetas en las diferentes marcas	Aumenta las habilidades y destrezas en la realización de los trabajos	En las oficinas internas del taller	Mensual	Gerencia /Gerencia suplente
Realizar los formatos de manto preventivo, tipo 1, 2 y 3	Llevar una base de datos con todos los formatos realizados a los equipos	Garantiza la ejecución y control de los trabajos	A los equipos	Por turno	Mantenimiento
Realizar procedimientos (paso a paso), para automatizar los trabajos a realizar	Llevar una base de datos de la información que se realiza, los procedimientos pueden ser llevados en carpetas	Nos permite garantizar los trabajos de excelente calidad y confiabilidad	En el taller	Por turno	Jefe de Taller / Auxiliar de taller
Realizar formatos de control de calidad	Después de realizar los trabajos, llenar el formato en su totalidad y llevarlo en una base de datos	Es una actividad coordinada para cumplir con una buena satisfacción al cliente y cumplir con los objetivos de la empresa	A los equipos	Por labor	Jefe de Taller / Auxiliar de taller
Realizar inspecciones diarias de seguridad	Monitorear cada trabajo crítico a realizar, tomar evidencias y plasmarlo en un formato de seguridad	Podemos identificar los peligros existentes y evaluar los riesgos en los puestos de trabajo	Mantenimiento, colisión, administración	Por labor	Técnico de seguridad

### 5.2.2 Procedimientos

En el proceso de organización del trabajo, ya sea durante la programación es necesario conocer a fondo las actividades, para poder intervenir oportunamente ante cualquier dificultad, esta información es necesario consignarla en una series

de formatos donde se determinará la calidad, la prioridad y la documentación de los mantenimientos.

### 5.2.1.1 Formato de calidad

En este formato se registra las observaciones de las reparaciones o mantenimientos realizados por los técnicos.

**Tabla 21.** Formato de calidad en las reparaciones



FORMATO DE CALIDAD			
<b>SEDE:</b>	_____	<b>PLACA:</b>	_____
<b>FECHA DE ENTRADA:</b>	_____	<b>HORA:</b>	_____
<b>FECHA DE SALIDA:</b>	_____	<b>HORA:</b>	_____
<b>DEPARTAMENTO:</b>	_____	<b>KM:</b>	_____
INSPECCIÓN	BUENO	MALO	OBSERVACIONES
Bateria (electrolito)			
Aceite de transmisión			
Aceite de motor			
Fluido hidra - dire			
Líquido de freno y embrague			
Líquido limpiaparabrisa			
Nivel de refrigerante			
Radiador (tapa - fugas)			
Mangueras, tuberías, cables			
Correas (tensión)			
Sistema de escape (fugas)			
Dirección			
Amortiguadores			
Guardapolvos			
rótulas			
ejes			
Pastillas de frenos			
Fugas en el motor			
Presión de llantas			
Fijación de las llantas			
Arranque - encendido			
Freno de estacionamiento			
Verficar los cambios			
Temperatura motor			
Funcionamiento motor			
Funcionamiento general			
Frenado			
Ruidos, chirridos, vibraciones			
Pedales (operación, juego)			
Golpes, sumido			
Entrada de agua			
_____		_____	
Firma Técnico		Firma Jefe de Taller	

**Fuente:** por autores

### 5.2.1.2 Orden de trabajo

Para que un programa de mantenimiento preventivo pueda funcionar con eficiencia, se necesita preparar una solicitud de servicio o una orden de trabajo que abarquen todas las tareas a realizar.

**Figura 26.** Formato de orden de trabajo

 <b>CENTRO DE SERVICIO AUTOMOTRIZ</b> NIT. 900.000.105-0 REGIMEN COMUN				HORA	DÍA	MES	AÑO	<b>ORDEN DE TRABAJO</b> No.			
				FORMA DE PAGO							
				EFFECTIVO	CREDITO	CHEQUE	TARJETA				
EMPRESA:		EMPRESA:		DIRECCION:							
CONTACTO:		CONTACTO:		CONDUCTOR:		TEL:					
DATOS DEL VEHICULO			INVENTARIO								
NIVEL DE COMBUSTIBLE	PLACA		ITEM	OK	OBSERVACIONES	ITEM	OK	OBSERVACIONES	ITEM	OK	OBSERVACIONES
			GATO			PLACAS			ENCENDIDOR		
CLASE DE COMBUSTIBLE	KMETRAJE		CRUCETA			STOP			OBJETS PERSON		
			ANTENA			PAPELES			EQ. CARPETER		
MARCA	COLOR		SAPETES			REPUESTO			BAGGY, BALDA		
			ESPEJOS			CONDOS			TAPA GASOL		
MODELO	CLIMORAJE		COMPS			CARTAS RD			EXTINGUIDOR		
OTROS ACCESORIOS:											
<b>REPORTE OPERADOR</b>											
<b>DESCRIPCION TRABAJOS Y REPUESTOS</b>											
										<b>VALOR</b>	
1-											
2-											
3-											
4-											
5-											
6-											
7-											
8-											
9-											
10-											
11-											
12-											
13-											
14-											
15-											
16-											
17-											
18-											
19-											
20-											
21-											
22-											
23-											
										<b>SUB - TOTAL</b>	
										<b>IMP - VENTAS</b>	
										<b>TOTAL</b>	
Condiciones: 1. Los materiales y piezas de repuesto son suministrados por la empresa, salvo indicación de lo contrario. 2. Los riesgos y peligros del vehículo corresponden al propietario o la empresa poseedora del mismo y no al personal de la empresa que realiza el servicio. 3. La empresa no se responsabiliza por daños a terceros o daños al vehículo durante el servicio. 4. La empresa no se responsabiliza por daños a terceros o daños al vehículo durante el servicio. 5. La empresa no se responsabiliza por daños a terceros o daños al vehículo durante el servicio. 6. La empresa no se responsabiliza por daños a terceros o daños al vehículo durante el servicio. 7. El conductor debe cumplir con las condiciones de seguridad y no debe consumir alcohol.						<b>DETALLES DE LA LATONERIA</b>					
											
FIRMA CLIENTE						FIRMA TECNICO					

Fuente: Gshint Ltda



## 6. INDICE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento debe ser desarrollado muy estratégicamente y con efectividad para lograr una máxima seguridad en el funcionamiento adecuado de sus equipos y para evaluar esta condición se hace necesario llevar una serie de indicadores que nos muestren algunos valores a medir y comparar con los sugeridos por los clientes y por cualquier grado de certificación que requiera la empresa.

Medir esta gestión es buscar mejoras en el proceso, que los directivos analicen y entiendan por este método, como están las condiciones del servicio, de sus equipos, del personal, y de los costos de mantenimiento, y que sean capaces de tomar decisiones correctas ante cualquier situación.

En general, los índices de mantenimiento se emplea de forma preferencial, existe cualquier cantidad de índices las cuales proponemos para la realización de este trabajo, los considerados por los gerentes de mantenimiento.

### 6.1 INDICES DE CLASE MUNDIAL.<sup>18</sup>

Son llamados "índices de clase mundial" aquellos que son utilizados según la misma expresión, de los seis "índices de clase mundial", cuatro son los que se refieren al Análisis de la Gestión de Equipos y dos a la Gestión de Costos, de acuerdo con las siguientes relaciones:

**6.1.1 Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF)** – Relación entre el producto de número de ítems (NI) por sus tiempos de operación (TO) y el número total de fallas detectadas en esos ítems (NTF).

---

<sup>18</sup> TAVARES, Lourival. Administración moderna de mantenimiento, Novo Polo, Brasil. Pág. 52-55. Pág 57

$$\text{TMEF} = \frac{\text{NI X TO}}{\sum \text{NTF}}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

**6.1.2 Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR)** – Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con fallas (TTI) y el número total de fallas detectadas en esos ítems (NTF).

$$\text{TMPR} = \frac{\sum \text{TTI}}{\text{NTF}}$$

Este índice debe ser usado, para ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

**6.1.3 Tiempo Medio Para la Falla (TMPF)** – Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables (TTO) y el número total de fallas detectadas en eso ítems (NTF).

$$\text{TMPF} = \frac{\sum \text{TTO}}{\text{NTF}}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de ocurrencia de una falla.

**6.1.4 Disponibilidad de equipos** – Es obtenida por la relación entre el tiempo medio entre fallas (TMEF) y su suma con el tiempo medio para reparación (TMPR), y los tiempos ineficaces del mantenimiento.

$$\text{DISP} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}} \times 100$$

Es posible observar que esta es la expresión más simple ya que es obtenida a partir de la relación entre dos otros índices normalmente ya calculados.

**6.1.5 Costo de mantenimiento por facturación (CMFT)** – Relación entre el costo total de mantenimiento (CTMN) y la facturación de la empresa en el periodo considerado (FTEP).

$$\text{CMFT} = \frac{\text{CTMN}}{\text{FTEP}} \times 100$$

**6.1.6 Costo de mantenimiento por el valor de reposición (CMRP)** – Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo (CTMN) y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo, valor de reposición (VLRP).

$$\text{CMRP} = \frac{\sum \text{CTMN}}{\text{VLRP}} \times 100$$

Teniendo en cuenta estos índices de gestión la empresa tendrá la posibilidad o interés para determinar la forma de implementarlos, sea urgente o de manera parcial, los otros dos índices importantes como la confiabilidad y mantenibilidad se presentara de acuerdo a la evolución de implementación del proyecto, o en su defecto cuando se requiera iniciar un proceso de certificación.

También existe la posibilidad que la empresa requiera de otros dos indicadores, para ver el sentido de cumplimiento y satisfacción para con el trabajo tales como:

- Cumplimiento de los mantenimientos ejecutados y no ejecutados por mes.
- Costo de mantenimiento por kilometraje, para analizar cuales tipo de camionetas generan más gastos, en un periodo de 30 días.

## 7. CONCLUSIONES

- La empresa Gsint Ltda, solicita el diseño de un programa de mantenimiento productivo total (TPM), debido a que su taller actual se encuentra un poco desolado y opaco ante una escasa motivación en todos los niveles al personal de la empresa, y esto conlleva a las malas prácticas de gestión del mantenimiento, lo cual se transforma en fallas repetitivas en todos los sistemas del vehículo.
- Al realizar un diagnóstico del estado actual de mantenimiento, se obtuvo una lista detallada de las principales fallas y sus causas que ocurren frecuentemente en los vehículos mediante el análisis de Pareto y diagrama Ishikawa.
- Se elaboró un programa de mantenimiento autónomo, y su nivel de preparación, analizando más a fondo los tres primeros pasos del pilar, con el fin de mejorar algunas situaciones adversas que se dan en la empresa, además de un cambio cultural estricto que se puede dar al implementar este trabajo.
- Se elabora un plan de mantenimiento preventivo teniendo como base las especificaciones de servicio del fabricante para llevarlo a cabo en las ejecuciones de los mantenimientos de los vehículos y llegar a romper esa idea paradigmática de cambiar aceite y filtro únicamente.
- Se plantearon seis indicadores básicos de gestión, para que sean capaces de controlar y analizar los resultados que arrojan los mismos, se pueden tomar decisiones asertivas en un mismo momento y en el tiempo necesario.
- Lo más importante de este trabajo es lograr que la empresa llegue a optimizar los procesos de gestión de tal manera que se puedan involucrar los altos mandos, administrativos y operativos.

## RECOMENDACIONES

- Lograr implementar este trabajo para una mejor organización en el programa de mantenimiento.
- Invertir en mantenimiento ya que es la base del negocio, motivar a diario al personal en: capacitaciones, salarios buenos, bonos de alimentación, etc...para que tenga una buena moral y sentido de pertenencia con el trabajo.
- Se requiere de más investigación para el programa, específicamente en los últimos pasos del mantenimiento autónomo, para que se pueda lograr una buena implementación de esta estrategia.
- Poner en práctica los indicadores planteados, y comprometer a los trabajadores y operarios de la importancia de las buenas prácticas de mantenimiento.
- Buscar un software de mantenimiento o CMMS, como herramienta para ofrecer soluciones rápidas y organizadas, beneficiando en el rendimiento y desarrollo productivo.

## BIBLIOGRAFIA

BARROSO, Fernando. Introducción a la gestión de mantenimiento. Espoch-Ecuador Agosto (2009).

BOTERO, Camilo. Manual del mantenimiento. Ed. Fedemetal – Sena, Santa fe de Bogotá (1991).

ESPINOSA, Fernando. TPM-Mantenimiento productivo total, Charlas para la gestión de mantenimiento.

GIRALDO, Sebastián. Especialización en gerencia en mantenimiento, mantenimiento productivo total 2013.

MORA G, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Alfa omega – México (2009).

NAKAJIMA, Seiichi. Introducción al mantenimiento productivo total (TPM), Norwalk-Connecticut, Massachusetts (1984).

REY SACRISTÁN, Francisco. Mantenimiento total de la producción, Fundación Confemetal-Editorial (2001).

SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso, Madrid-España: TGP-Hoshin 1995.

TAVARES, Lourival. Administración moderna de mantenimiento, Novo Polo, Brasil (1996).

## PAGINAS WEB

Alexandra. Mantenimiento total productivo, Proyecto en ingeniería en mantenimiento mecánico, Consultado Septiembre 04 de 2013, Disponible en: <http://www.slideshare.net/Alexandra797/mantenimiento-productivo-pdf>.

CERDA, Jesús. Manual de las 5´S en las industrias, Consultado junio 12 de 2013, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos92/manual-5s-industrias/manual-5s-industrias.shtml>.

G, Cristina. Inventos de la historia, el automóvil, consultado agosto 16 de 2013, disponible en:

Historia y evolución del mantenimiento, Disponible en:

<http://mntoindustrial.blogspot.com/2012/09/2.html>.

<http://inventosdelahistoria.blogspot.com/2006/12/el-automvil.html>.

LEAL, Sandra. Índices e indicadores de gestión de mantenimiento en la pymes del estado Táchira, consultado agosto 14 de 2013, Disponible en:

[http://www.uruman.org/3er\\_congreso\\_docs/trabajos\\_tecnicos/Articulo%20-%20URUMAN%20-%20Indicadores.pdf](http://www.uruman.org/3er_congreso_docs/trabajos_tecnicos/Articulo%20-%20URUMAN%20-%20Indicadores.pdf).

Tecnoblog, motor 4 tiempos, consultado [21-08-13], disponible en: <http://tecnoblog-tecno.blogspot.com/2008/04/motor-4-tiempos.html>.

VARGAS, Héctor. Manual de implementación programa 5´S, Consultado 8 de septiembre 2013, disponible en:

<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>.

## ANEXOS

## ANEXO A. ficha técnica Toyota Hilux 4 x 4

ITEMS	2.5 Diesel 4x2	2.5 Diesel 4x4	2.7 gasolina 4x2	2.7 gasolina 4x4	3.0 Diesel mec.	3.0 Diesel aut.	2.7 gasolina 4x2 chasis
PRECIO	\$ 76.000.000	\$ 86.500.000	\$ 56.850.000	\$ 88.300.000	\$ 110.550.000	\$ 113.750.000	\$ 51.150.000
Combustible	Diesel		gasolina	gasolina	Diesel		gasolina
Potencia	100 a 3.600 (HP-CV/rpm)		158,2 a 5.200 (HP-CV/rpm)	158,2 a 5.200 (HP-CV/rpm)	160,9 a 3.400 (HP-CV/rpm)	160,9 a 3.400 (HP-CV/rpm)	\$ 110.550.000
Torque máximo	26,5 de 1.600 a 2.400 (kg-m/rpm)		24,5 a 3.800 (kg-m/rpm)	24,5 a 3.800 (kg-m/rpm)	34,9 de 1.400 a 3.200 (kg-m/rpm)	34,9 de 1.400 a 3.200 (kg-m/rpm)	Diesel
Ubicación	longitudinal delantero						
No. de cilindros	cuatro en línea						
Diámetro x Carrera	92 x 93,8 (mm)	95 x 95 (mm)	95 x 95 (mm)	96 x 103 (mm)	96 x 103 (mm)	96 x 103 (mm)	longitudinal delantero

<b>Cilindraje</b>	2.494 (cm3)	2.694 (cm3)	2.694 (cm3)	2.982 (cm3)	2.982 (cm3)	2.694 (cm3)
<b>Relación de compresión</b>	17,4:1	9,6:1	9,6:1	17,9:1	17,9:1	9,6:1
<b>Alimentación</b>	inyección directa, turbo cargador	inyección indirecta	inyección indirecta	inyección directa, turbo cargador		inyección indirecta
<b>Distribución</b>	cuatro válvulas por cilindro, DOHC					
<b>Caja</b>	mecánica, cinco velocidades				automática, cuatro velocidades	mecánica, cinco velocidades
<b>Tracción</b>	trasera	total conectable con bajo	trasera	total conectable con bajo	total conectable con bajo	total conectable con bajo
<b>Suspensión delantera</b>	independiente					
<b>Suspensión trasera</b>	eje rígido					
<b>Frenos delanteros</b>	discos ventilados (tipo y medida)					

<b>Frenos traseros</b>	tambores (tipo y medida)					
<b>Diámetro de giro mínimo</b>	12,4 (m)	11,8 (m)	12,4 (m)			10,8 (m)
<b>Llantas ancho/perfil/diámetro</b>	205/R16C	205/70 R15	265/70 R16	265/70 R16	265/70 R16	205/70 R15
<b>Dirección</b>	piñón y cremallera, hidráulica					
<b>Consumo medio oficial</b>	N.D. (km/g)					

## **ANEXO B. Ficha técnica Ford Ranger**

**Fabricante:** Ford

**Modelo:** Ranger 3.0

**Año de fabricación:** 2008

**Categoría:** Pickup Trucks

**Motor:** 2970 ccm (180.32 pulgadas cúbicas)

**Tipo de motor:** V6

**Válvulas por cilindro:** 2

**Potencia máxima:** 150.00 PS (109,45 kW o 147,26 HP) at 4900 Rev/min.

**Torque máximo:** 245.08 Nm (24,88 kgf-m o 179,90 ft.lbs) at 3950 Rev/min.

**Transmisión:** Manual, 5-velocidades

**Relación potencia/peso:** 0.1355 PS/kg

**Tracción:** Delantera

**Número de asientos:** 3

**Espacio para pasajeros:** 3058 litros (803,96 galones)

**Número de puertas:** 4

**Emisión de CO2:** 155.0 g/km

**Perímetro de giro:** 12 m (485,76 pulgadas)

**Peso del vehículo:** 1107 kg (2428,30 libras)

**Capacidad de remolque:** 900 kg (1974,28 libras)

**Longitud del vehículo:** 4790 mm (187,66 pulgadas)

**Ancho del vehículo:** 1770 mm (69,35 pulgadas)

**Altura del vehículo:** 1690 mm (66,17 pulgadas)

**Peso máximo del vehículo con carga:** 1488 kg (3264,10 libras)

**Distancia entre el vehículo y el suelo:** 180 mm (7,06 pulgadas)

**Distancia entre ejes:** 2840 mm (111,24 pulgadas)

**Tipo de frenos delanteros:** Discos Ventilados

**Tipo de frenos traseros:** Tambores

**Lubricación:** Wet sump

**Espacio para piernas:** 1080 mm (42,29 pulgadas)

**Coefficiente de arrastre aerodinámico:** 1.0

**Rendimiento del combustible en carretera:** 10.7 litros/100 km (21,89 millas por galón)

**Rendimiento del combustible mixto:** 6.1 litros/100 km (38,37 millas por galón)

**Rendimiento del combustible en la ciudad:** 14.7 litros/100 km (15,92 millas por galón)

**Capacidad máxima del tanque de combustible:** 64.0 litros (16,83 galones)

## **ANEXO C. Ficha técnica Mitsubishi I200**

### **Prestaciones y consumos homologados**

Velocidad máxima (km/h): 167

Aceleración 0-100 km/h (s): 15

Consumo urbano (l/100 km): 10.3

Consumo extraurbano (l/100 km): 6.9

Consumo medio (l/100 km): 8.1

Emisiones de CO2 (gr/km): 215

### **Dimensiones, peso y capacidades**

Tipo de carrocería: Pick Up

Número de puertas: 4

Largo / ancho / alto (mm): 5.185 / 1.750 / 1.775

Batalla / vía delantera - trasera (mm): 3.000 / 1.505

Peso (kg): 1.935

Deposito combustible (litros): 75

Volumen del maletero con una fila de asientos disponible (litros): 0

Volumen mínimo del maletero con dos filas de asientos disponibles (litros): 0

Número de plazas: cinco

## **Motor**

Situación: Delantero longitudinal

Combustible: Gasóleo

Cilindrada (cm<sup>3</sup>): 2.477

Potencia máxima CV - kW / rpm: 136 - 100 / 4.000

Par máximo Nm / rpm: 314 / 2000

Número de cilindros: 4

Material del bloque / culata: Hierro / Aluminio

Diámetro x carrera (mm): 91 x 95

Distribución: 4 válvulas por cilindro. Dos árboles de levas en la culata

Relación de compresión: 17.5:1

Alimentación: Inyección directa por conducto común

## **Transmisión**

Tracción: Total

Caja de cambios: Manual, 5 velocidades

Desarrollos (km/h a 1.000 rpm):

1ª: 8

2ª: 14.7

3ª: 23.9

4ª: 34.3

5ª: 43.5

## **Chasis**

Suspensión delantera (estructura/muelle): Paralelogramo deformable, resorte helicoidal

Frenos delanteros (diámetro mm): Disco ventilado (294 mm)

Frenos traseros (diámetro mm): Tambor

Dirección: Hidráulica, cremallera

Neumáticos: Del: 205/80 R16 104 S - Tra: 205/80 R16 104 S

Llantas: Del: 6 x 16 - Tra: 6 x 16