

# “Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz”

Nombre de Autor: Ángel Alberto Bernal Matute  
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
Email del autor: bernal666@hotmail.com

Director de Tesis: Ing. Antonio Viteri M.  
Email: pviteri@hotmail.com

## Resumen

*El presente trabajo está dirigido para los dueños de talleres mecánicos automotrices pequeños, que tiene como objetivo principal darle una forma más óptima en las operaciones de mantenimiento en un taller mecánico automotriz. En este proyecto nos basamos principalmente en el taller “Automotriz Bernal” con el cual tiene problemas en la administración como la mayoría de los talleres automotrices en nuestro país, en el cual con el respectivo diagnóstico del taller pudimos evaluar que con unos pequeños cambios de las herramientas y método se podría minimizar el tiempo utilizado en el mantenimiento de los vehículos. Para lo cual se implementó un plan para minimizar el tiempo de parada del vehículo cuando entra a mantenimiento y además un programa computarizado para el control de datos para un Taller Automotriz, para un mejor control de mantenimiento en los vehículos que nos permite llevar un historial de cada vehículo.*

*Así el propietario o administrador del taller tendrá un total control del ingreso de vehículos, el ingreso y venta de repuestos, control de reparaciones y mantenimiento preventivo del vehículo, así como también trabajos externos realizados.*

*Así se podrá saber que vehículo necesita mantenimiento preventivo, que es lo que se debe y no se debe inspeccionar, cómo inspeccionar y que partes o accesorios inspeccionar y en el menor tiempo posible, igualmente le permitirá llevar un control de gastos y acortar el tiempo de facturación.*

*Para que el propietario o administrador del taller preste a sus clientes la satisfacción y se preste más que todo la seguridad y fiabilidad se su vehículo, y con la responsabilidad de considerar que en él viajan vidas humanas.*

**Palabras Claves:** *software para mantenimiento de vehículos*

## Abstract

*This Project is intended for owners of small automotive repair shops, whose primary object gives a more optimal maintenance operations in an automotive garage. In this project we rely primarily on the workshop “Automotriz Bernal” which has management problems as most automotive shops in our country, which, the respective diagnostic workshop we could evaluate evaluate with small changes in tools and methods could minimize the time spent in maintenance of the vehicle when it comes to maintenance and also a computer program for data control to an auto shop for a better control of maintenance on vehicles allows us to keep a story of each vehicle.*

*So, the owner or manager of the workshop will have a total control of the entry of vehicles, income and sale of spare parts and control of the vehicle preventive maintenance, as well as outside done.*

*So, you can know that vehicle needs preventive maintenance, what should and should not be inspected, how to inspected? And inspected parts or accessories in the shortest possible time, also allow you to keep track of expenses and shorten the time billing.*

*For the owner or manager of the shop customers pay satisfaction and pay more than all the safety and reliability is your vehicle, and the responsibility to consider that traveling its lifes. .*

**Keywords:** *vehicle maintenance software.*

## 1. Introducción

Actualmente la tecnología permea casi todas las partes de nuestras vidas, desde la compra de alimentos, pasando las visitas al doctor y hasta el mismo salón de belleza o restaurante. En todas partes encontramos un software que agilite la administración de los negocios de manera más confiable y controlada.

En nuestro medio los talleres mecánicos pequeños son muy pocos los que cuentan con una debida administración, además de estar equipados con las debidas herramientas, técnicas informáticas y un plan o método. Por lo general se encuentra con la administración del maestro que ha sabido llevar adelante a su taller basándose en sus habilidades adquiridas con el pasar de los años, absteniéndose de moverse de su negocio y limitándole al crecimiento del mismo.

De los que utilizan algún medio de control en sus talleres mecánicos se tienen los siguientes como los más comunes: Hoja Excel, libreta, expedientes, facturas, órdenes de servicios, registros, es decir, la mayoría lo hace todo de manera “manual” además de que muy pocos talleres cuentan con un plan para la realización de los mantenimientos en el menor tiempo posible. Con esto se observa la poca importancia que se le ha prestado a los talleres automotrices menos aun en nuestro medio, que es un país menos avanzado tecnológicamente a pesar de la importancia que tiene el sector de la industria automotriz y lo desatendido que éste se encuentra.

### Problemas actuales de un taller mecánico.

Existen algunos tipos de problemas comunes en los talleres mecánicos y entre los que se pudo notar en el taller “Automotriz Bernal” están:

- Control de vehículos ingresados al taller
- Control de repuestos
- Inventarios
- Control de reparaciones (órdenes de servicio)
- Pérdida de tiempo en la ejecución de los mantenimientos
- Control de trabajos externos realizados
- Otros.

## 2. Objetivo General

Facilitar la administración de un taller mecánico con la implementación de un software y un plan para minimizar el tiempo de parada de un vehículo en mantenimiento.

## 3. Descripción General.

Este proyecto consiste en una manera simple de administrar el mantenimiento de vehículos mediante un software y un plan para minimizar los tiempos de parada del vehículo en mantenimiento. Se orienta principalmente para dueños de talleres mecánicos

automotrices pequeños, el programa consta de las siguientes opciones:

- Ventas de repuestos
- Mantenimiento de vehículos
- Compras artículos (repuestos)
- Clientes
- Facturación

Este proyecto demuestra que un sistema de mantenimiento minuciosamente concebido es la clave para conservar la satisfacción del cliente y la fiabilidad de las partes críticas de un vehículo, el mantenimiento organizado de un vehículo, el examen y el control preventivo periódico, la reparación y sustitución de las piezas y elementos desgastados, cuyas características hayan indicado desviaciones de la norma durante el control, permiten evitar los fallos y prolongar el plazo de servicio del vehículo y mayor seguridad para la vida del cliente, gracias a la implementación de nuevas herramientas y equipos como:

- Software
- Herramientas neumáticas
- Elevadores hidráulicos
- Escáner
- Sistemas y métodos

## 4. Justificación

Para la concepción de la idea de la implementación de equipos y herramientas nuevas nos basamos en las necesidades que se presentaron en el taller “Automotriz Bernal” luego de analizado la situación del taller en el trabajo presentado en tesis mediante un análisis FODA donde se presentó la viabilidad actual de una determinada estrategia competitiva de servicio automotriz se tomó como trabajo principal la idea de la elaboración de un plan para minimizar el tiempo en mantenimiento de un vehículo donde también se incluye una herramienta de ayuda como un software.

### Especificaciones del servicio prestados en taller:

Mantenimientos preventivos y correctivos de vehículos livianos de combustión interna a gasolina y a diesel:

- Suspensión delantera y posterior
- Banda o cadena de distribución
- Embrague
- Frenos
- Correas impulsoras y mangueras
- Escaneo
- Limpieza de inyectores
- Cambio de cualquier componente o accesorio de motor
- Reparación de motor
- Otros

## 5.- Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento de un vehículo son directamente proporcionales a como sea la complejidad de su diseño y también proporcional a su costo de fabricación y a la edad.

En este aspecto se debe considerar: El incremento del costo de la mano de obra del personal de mantenimiento.

El incremento de los costos de repuestos y materiales.

La inflación en el país de origen del vehículo.  
Escases de repuestos.

Por lo tanto se debe llevar un control de los gastos de mantenimiento del vehículo para decidir en un momento determinado por cambiarlo o como se acostumbra en países desarrollados en donde la mano de obra es muy cara se lo desecha.

### 5.1.-Costos de Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo tiene una importancia extraordinaria ya que por medio de este se pueden reducir y evitar daños de cualquier origen, un buen mantenimiento puede frenar y reducir por ejemplo la velocidad del desgaste por rozamiento. Ahora bien cuando no se realiza el mantenimiento preventivo en el vehículo y ocurre una avería, este se para causando los problemas, molestias y gastos. Por lo tanto el costo de parada de un vehículo debe dividirse en tres partes, las cuales son más representativas si el vehículo es una máquina productiva y no únicamente un vehículo personal.

Costo directo de reparación

Costo de inversión (depreciación del vehículo)

Pérdidas de trabajo.

Gracias a un mantenimiento preventivo intensivo, adecuado y correcto se pueden disminuir los costos de reparación en un 20% hasta 50% así se puede disponer de una alta disponibilidad y confiabilidad del vehículo.

Como el mantenimiento preventivo debe realizarse antes de que ocurra la avería se debe añadir un margen de seguridad, que figura como el factor de frecuencia. Los costos de mantenimiento preventivo se clasifican así:

Costo directo de mantenimiento

Costo indirecto de mantenimiento

Gastos generales relacionados con mantenimiento

Entre los costos directos de mantenimiento se pueden mencionar:

Costos de mano de obra, los cuales incluyen los costos hora-hombre de los técnicos y obreros que se necesitan para ejecutar una tarea específica.

Costos de materiales de mantenimiento que incluyen costos de materiales o partes de mantenimiento que se emplearían en cada trabajo como: aceites, grasas, pinturas, desoxidante, etc.

Costos indirectos del mantenimiento preventivo son:

Depreciación del valor del vehículo usado

Costo de bonificaciones para incentivos del personal de mantenimiento.

Como gastos generales entre estos se incluyen:

Gastos de energía eléctrica.

Gastos administrativos del taller.

Gastos de limpieza.

### 5.2.- Costo de Mantenimiento Correctivo

Los costos de mantenimiento correctivo son en general tanto más bajo cuanto más crezcan los mantenimientos preventivos; esto se cumple hasta cierto nivel pues hay muchas reparaciones inevitables e imprevisibles. Por esto se puede pensar que los costos de reparación decrecerán según una curva parabólica (Figura 4), mientras los de mantenimiento preventivo aumentan según una recta (Figura 5), en este aspecto de costos nos centramos en el análisis de una máquina o vehículo productivo, en el cual quizá el mayor costo se centra en el tipo de parada de este; en este factor tiempo los parámetros mensurables serían:

La cantidad de tiempo dedicado al mantenimiento preventivo.

La cantidad de tiempo dedicado a reparaciones.

La cantidad de tiempo de parada por reparaciones.

Además a todos los costos mencionados en el literal de costos de mantenimiento preventivo, en los costos de mantenimiento correctivo se incluyen también:

El valor de los repuestos y accesorios que deben ser cambiados.

### 5.3.-Coeficiente de Tasa de Mantenimiento Preventivo

Este es el principal coeficiente relacionado con las políticas de mantenimiento, este toma en cuenta los dos tipos generales de mantenimiento, es decir el preventivo y el correctivo. Ambos tipos de mantenimiento tienen costos diferentes en magnitud, sin embargo para efectos de aplicación de este coeficiente se toma en consideración exclusivamente los costos directos es decir manos de obra, materiales y repuestos para ambos tipos de mantenimiento.

A este coeficiente se lo designa por TP y es igual a:

$$TP = \frac{CMP}{CMP + CMC}$$

Donde:

CMP= Costo de mantenimiento preventivo

CMC= Costo de mantenimiento correctivo

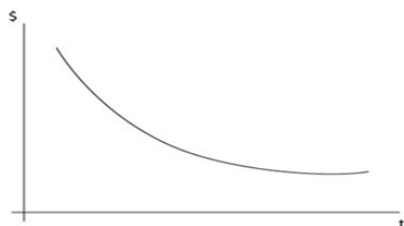


Figura 1- Decrecimiento de los costos de reparación en forma parabólica

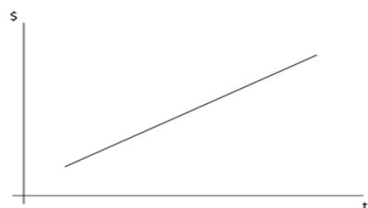


Figura 2- Incremento de los costos preventivos según una recta

### 5.4.- Cálculo de la Tasa de Mantenimiento Preventivo para Motor de Vehículo.

Los cálculos siguientes son realizados a un vehículo

Marca: chev

Modelo: chevntaxi

Año: 2008

Tabla 1.- Tiempo de Mantenimiento

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		OPERACIÓN	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
TRABAJANDO HORAS	PARADO HORAS		TRABAJANDO HORAS	PARADO HORAS
1	1	DESМONTAJE	4	4
		EXAMEN INICIAL	0.25	0.25
		REMOLQUE		1
1.5	1.5	МONTAJE Y PRUEBA	4.5	4.5
		TRABAJO EXTERNO		4
2.5	2.5	TIEMPO TOTAL	8.75	13.75

Tabla 2.-Costo de Mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
30	COSTO DE TRABAJO	60
	COSTO DE TRABAJO EXTERNO	50
50	REPUESTOS	130
5.20	COSTO DE VEHICULO PARADO	28.65
85.50	COSTO TOTAL	268.65

El trabajo realizado es el cambio de una correa de distribución recomendada por el fabricante a los 80.000 km. Con los datos obtenidos en la tabla 1 el tiempo de mantenimiento y en la tabla 2 los costos de mantenimiento, se deduce que los costos del mantenimiento preventivo son bajos en relación al mantenimiento correctivo porque debido a la ruptura de la correa, hubieron mayores daños en el motor, por lo que hubo un desmontaje mayor, y un trabajo

realizado en una rectificadora (trabajo externo), por ende un mayor costo y un tiempo de trabajo.

### CÁLCULO DE LA TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

$$TP = CMP + (CMP + CMC)$$

$$TP = 85.50 + (85.50 + 268.65)$$

$$TP = 0.24$$

$$TP = 24\%$$

## 6- Ingreso de Vehículo a Taller

### Orden de Ingreso y de Trabajo

Cuando el técnico recibe el vehículo se llena la hoja de ingreso, para estar el técnico y el dueño o el responsable de acuerdo en las condiciones con las que ingresa el vehículo al taller como:

Fecha y hora de ingreso

Información de clientes

Datos del vehículo

Estado de pintura (golpes)

Accesorios y cosas que se encuentren en el vehículo

Llantas de emergencia

Gata

Herramientas

Radio

Kilometraje

Nivel de tanque de combustible

Vidrios, etc.

Una vez verificado y estando de acuerdo el dueño firma la hoja de ingreso de vehículo, y la orden de reparación a realizarse.

Con el kilometraje de ingreso se verifica en el historial de mantenimiento y así si es necesario recomendar al dueño o responsable del vehículo mantenimiento preventivo.

### 6.1.- Ejecución de Software

Con el software el propietario del taller tendrá una forma más fácil de administrar el taller, así como realizar presupuestos detallados asociados a la orden de reparación, un completo registro de la orden de reparación una planificación temporal de las fases normales de reparación, control de la reparación cuando fueron detectadas y por quién fueron realizadas. Y con esto tener una información más detallada para el respectivo mantenimiento preventivo.

El software tiene incorporado los escenarios del plan de mantenimiento preventivo con lo cual a la ejecución del programa permiten al técnico predecir un diagnóstico con mayor exactitud.

El software consta con los siguientes módulos.

- Taller
- Ventas
- Compras
- Almacén
- Facturación

### Pantalla principal del sistema



Figura 3.- Pantalla Principal de Sistema

Ingreso al sistema:

Se dispone de un fichero de clientes con toda información necesaria.

Con esto se registra al cliente y sus datos.

Se dispone de un fichero de vehículos con toda información necesaria.

#### Historial

Para cada vehículo, aunque cambie de propietario, se confecciona un historial en el que se incluyen los trabajos efectuados, operario que los realizó, orden de reparación y fecha, facturas emitidas, etc.

### ÓRDENES DE REPARACIÓN

Se puede trabajar simultáneamente con 99.999 órdenes de reparación por empresa año y mantener vigentes los años que se considere oportuno.

La pantalla de trabajo, que consta de pestañas como se representa a continuación

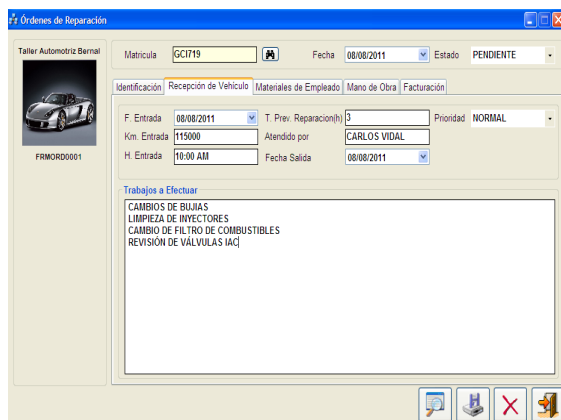


Figura 4- Registrando Orden de Reparación

Desde esta pantalla se centraliza todo el proceso desde que el vehículo llega al taller hasta que sale, una vez facturado. Se controlan los datos de identificación, las indicaciones del cliente y documentos de conformidad, anotación de materiales empleados y mano de obra, con control de tiempos automático. Desde esta misma pantalla se pueden emitir facturas y recibos y contabilizarlos y con esto tener un debido Control de reparaciones, con el detalle

del Trabajo Realizado se obtendrá los repuestos utilizados, otros gastos realizados en el vehículo como gastos o trabajos externos, comentarios importantes anotados durante la reparación del vehículo, y nombre de los técnicos que intervinieron en el trabajo.

#### Relación de materiales

Al anotar las partes o repuestos usados durante el servicio se produce una rebaja automática del inventario del almacén de repuestos, y de no haber existencia de la parte solicitada se produce un pedido al proveedor.

#### Mano de Obra

Módulo para la anotación de la mano de obra con imputación a cada operario.

El programa permite controlar el tiempo empleado de forma automática. Pueden incluirse operaciones predefinidas (que consten de materiales y mano de obra) de acuerdo con el criterio del taller o de los diferentes fabricantes.

#### Facturación de la Orden de Reparación

Las órdenes de reparación pueden facturarse desde la última pestaña de esta pantalla. En el módulo de Facturación.

### 7.- Plan para Minimizar el Tiempo de Parada del Vehículo en el Mantenimiento

Por motivo de que el cliente no puede tener el vehículo parado debido a que ciertos vehículos son de trabajo por lo que su tiempo de parada representa costos y este debe ser en el menor posible, por lo que las técnicas que se exponen a continuación son muy efectivas para asegurar que las operaciones que se pueden realizar externamente se efectúen, de hecho, cuando el vehículo este aun en funcionamiento por lo que llamaremos.

**Actividades interna:** aquellas que deben realizar con el vehículo parado.

**Actividades externas:** pueden realizarse con el vehículo en marcha.

En el trabajo realizado en la tesis se realizó las separaciones de actividades internas y externas normalmente realizadas en el taller, lo cual se representa en el cuadro de análisis de separación de actividades.

**CUADRO DE ANÁLISIS DE SEPARACIÓN DE ACTIVIDADES.**

**Tabla 3.--Análisis separación de AI/AE**

HOJAS DENOMINACIÓN	ACTIVIDADES INTERNAS	%	ACTIVIDADES EXTERNAS	%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE FRENO	179	96,24	7	3,76
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACEITES	29	80,56	7	19,44
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CORREAS DE DISTRIBUCIÓN PARA MOTORES CRUZADOS	198	95,19	10	4,81
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CORREAS IMPULSORAS Y DIFERENTES MANGUERAS	68	90,67	7	9,33
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SUSPENSIÓN	380	98,19	7	1,81
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EMBRAGUE	270	97,47	7	2,53
<b>TOTALES</b>	<b>% PROM.</b>	<b>93,05</b>	<b>% PROM.</b>	<b>6,95</b>

Como se puede notar en el trabajo de tesis el mayor tiempo que se pierde en todos los mantenimientos es en la localización de los repuestos, por lo que se tiene como objetivo bajar el porcentaje de las actividades internas, ya que estas se lo realiza con el vehículo en parada por lo cual esto representa costos. Por lo que la idea es:

**Convertir las operaciones internas en externa.**

El objetivo de esta fase es extraer aquellas operaciones externas que equivocadamente, y que inconscientemente son colocadas dentro de las operaciones internas, convirtiéndose de esta manera, en demoras.

Antes de realizar la conversión se debe tomar en cuenta también los recursos disponibles para poder convertir las actividades internas en externas ya sea mediante la preparación previa al mantenimiento a realizarse, o realizado adecuaciones para contar con la herramienta adecuada etc.

Luego haber extraído aquellas operaciones externas mal colocadas y realizarlas como operaciones internas se obtuvo el cuadro de análisis de conversión.

**Tabla 4.-Análisis conversión AI/AE**

HOJAS DENOMINACIÓN	ACTIVIDADES INTERNAS	%	ACTIVIDADES EXTERNAS	%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE FRENO	84	79,25	22	20,75
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACEITES	24	66,67	12	33,33
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CORREAS DE DISTRIBUCIÓN PARA MOTORES CRUZADOS	186	89,42	22	10,58
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CORREAS IMPULSORAS Y DIFERENTES MANGUERAS	57	77,03	17	22,97
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SUSPENSIÓN	370	95,61	17	4,39
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EMBRAGUE	255	92,06	22	7,94
<b>TOTALES</b>	<b>% PROM.</b>	<b>83,34</b>	<b>% PROM.</b>	<b>16,66</b>

Como notamos en la tabla de análisis de conversión AI/AE en la segunda etapa hemos logrado disminuir el porcentaje en 9.71% de las actividades internas.

Ahora para disminuir aun más los tiempos de paradas del vehículo vamos a implementar las:

**Operaciones en paralelo**

Las operaciones en algunos mantenimientos, llevan asociadas invariablemente trabajos, tanto delante como detrás del auto. Cuando estas operaciones son realizadas por una sola persona son realizadas en mayor tiempo.

Las operaciones en paralelo que necesitan más de un técnico ayudan mucho en acelerar este tipo de trabajos. Con dos personas, una operación que lleva doce minutos no será completada en seis, sino en, quizá, cuatro, gracias a los ahorros de movimiento que se obtiene.

El tema más importante al realizar operaciones paralelas es la seguridad.

Cada vez que uno de los técnicos ha completado una operación elemental, debe señalarlo al otro técnico.

Puede alcanzarse mayor seguridad de los técnicos en el desconectar la batería del vehículo.

A menudo se dice que el tener personal insuficiente les impide realizar operaciones en paralelo. Esto no es problema porque solo será necesaria una asistencia de pocos minutos.

Incluso en el caso de que el número de horas/hombre necesarias para las operaciones de preparación no cambie, las operaciones en paralelo disminuirán el tiempo transcurrido a la mitad. Esto es un instrumento poderoso para el proceso de disminuir los tiempos.

**Tabla 5.-**Representación paralela de frenos

TÉCNICO 1	t(min)	TÉCNICO 2	t(min)
EMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS DELANTERAS	3	EMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS POSTERIORES	3
DESMONTAJE DE RUEDAS DELANTERAS	4	DESMONTAJE DE RUEDAS POSTERIORES	4
DESMONTAJE DE MORDAZA DE PASTILLAS DE FRENO DELANTERO	10	DESMONTAJE DE ZAPATAS FRENO POSTERIOR	10
MONTAJE DE MORDAZA DE PASTILLAS DE FRENO DELANTERO	15	MONTAJE DE ZAPATAS FRENO POSTERIOR	15
MONTAJE DE RUEDAS DELANTERAS	5	MONTAJE DE RUEDAS POSTERIORES	5
DESEMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS DELANTERAS	5	DESEMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS POSTERIORES	5
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>TOTAL</b>	<b>42</b>

Reparación esquemática de las actividades paralelas de los técnicos en el mantenimiento preventivo de aceite.

**Tabla 6.-**Representación paralela, aceites

TÉCNICO 1	t(min)	TÉCNICO 2	t(min)
EMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS DELANTERAS	3	DESMONTAJE DE FILTRO DE ACEITE	5
DESMONTAJE DE TAPÓN DE ACEITE	2		
MONTAJE DE TAPÓN DE ACEITE	2	MONTAJE DE FILTRO DE ACEITE	7
LLENADO DE ACEITE	5		
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

Representación esquemática de las actividades paralelas de los técnicos en el mantenimiento preventivo de correas de distribución para motores cruzados.

**Tabla 7.-**Reparación paralela, correas de distribución

TÉCNICO 1	t(min)	TÉCNICO 2	t(min)
EMBANQUE DE RUEDAS DELANTERAS DE VEHÍCULO	3		
EMBANQUE DE MOTOR	3		
DESMONTAJE DE CORREAS IMPULSORAS	10	DESMONTAJE DE BATERIA	10
DESMONTAJE DE POLEAS	15	DESMONTAJE DE BASE FRONTAL DE MOTOR	15
DESMONTAJE DE TAPA DE CORREA DE DISTRIBUCIÓN	15		
COLOCAR A PUNTO DE ENCENDIDO DE MOTOR	12		
DESMONTAJE DE CORREA Y TEMPLADORES DE DISTRIBUCIÓN	12		
MONTAJE DE CORREA Y TEMPLADORES DE DISTRIBUCIÓN	20		
MONTAJE DE TAPA DE CORREA DE DISTRIBUCIÓN	15		
MONTAJE DE POLEAS	15		
MONTAJE DE CORREAS IMPULSORAS	10		
MONTAJE DE BASE FRONTAL DEL MOTOR	15		
DESEMBANQUE DE MOTOR	3	MONTAJE DE BATERIA	10
DESEMBANQUE DE VEHÍCULO	3		
<b>TOTAL</b>	<b>161</b>	<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

Presentación esquemática de las actividades paralelas de los técnicos en el mantenimiento preventivo de correas impulsoras y diferentes mangueras.

**Tabla 8.-**Reparación paralela, correas impulsoras y diferentes mangueras

TÉCNICO 1	t(min)	TÉCNICO 2	t(min)
DESMONTAJE DE CORREAS	12	DRENAR FLÚIDO QUE PASA POR MANGUERA A RECIBIR MANTENIMIENTO	5
		DESMONTAJE DE MANGUERA	15
MONTAJE DE CORREAS	15	MONTAJE DE MANGUERA	10
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

Representación esquemática de las actividades paralelas de los técnicos en el mantenimiento preventivo de suspensión.

**Tabla 9.-**Representación paralela, suspensión

TÉCNICO 1	t(min)	TÉCNICO 2	t(min)
EMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS DELANTERAS	3	EMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS POSTERIORES	3
DESMONTAJE DE RUEDAS DELANTERAS	4	DESMONTAJE DE RUEDAS POSTERIORES	4
DESMONTAJE DE AMORTIGUADORES DELANTEROS	60	DESMONTAJE DE AMORTIGUADORES POSTERIORES	30
		MONTAJE DE AMORTIGUADORES POSTERIORES	30
MONTAJE DE AMORTIGUADORES DELANTEROS	60	DESMONTAJE DE RÓTULA LADO IZQUIERDO	12,5
		DESMONTAJE DE TERMINAL LADO IZQUIERDO	10
		DESMONTAJE DE PLATO LADO IZQUIERDO	7,5
		DESMONTAJE DE BOCINES DE PLATO LADO IZQUIERDO	10
		MONTAJE DE BOCINES DE PLATO LADO IZQUIERDO	10
		MONTAJE DE PLATO LADO IZQUIERDO	7,5
DESMONTAJE DE RÓTULA LADO DERECHO	12,5	MONTAJE DE RÓTULA LADO IZQUIERDO	6
DESMONTAJE DE TERMINAL LADO DERECHO	10	MONTAJE DE TERMINAL LADO DERECHO	10
		MONTAJE DE RUEDAS POSTERIORES	4
		DESEMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS POSTERIORES	3
DESMONTAJE DE PLATO LADO DERECHO	7,5		
DESMONTAJE DE BOCINES DE PLATO LADO DERECHO	10		
MONTAJE DE BOCINES DE PLATO LADO DERECHO	10		
MONTAJE DE PLATO LADO DERECHO	7,5		
MONTAJE DE RÓTULA LADO DERECHO	6		
MONTAJE DE TERMINAL LADO DERECHO	10		
MONTAJE DE RUEDAS DELANTERAS	4		
DESEMBANQUE DE VEHÍCULO RUEDAS DELANTERAS	3		
ALINEACIÓN DE RUEDAS	15		
<b>TOTAL</b>	<b>222,5</b>	<b>TOTAL</b>	<b>147,5</b>

Como se observa en las tablas de los tiempos de mantenimiento se han reducido casi a la mitad, lo que es muy bueno para el cliente por lo que la parada de su vehículo es mucho menor y por ende menor pérdidas económicas.

## 8.-Conclusiones y Recomendaciones

A través de un software de mantenimiento y administración de un taller automotriz pequeño es posible optimizar recursos disponibles en mantenimiento, que deberá traducirse a la larga en una disminución de costos.

La simplicidad del software que realiza todas las actividades relacionadas con la administración y control de mantenimiento, contrasta con la dificultad o complejidad en la determinación de los parámetros involucrados en mantenimiento, como por ejemplo: obtención de la información general del vehículo con datos del cliente, un historial de trabajos efectuados, técnico que lo realizó, orden de reparación y fecha en la que se lo realizó, así también la ágil facturación de los trabajos.

Otro aspecto en el que juega un papel importante el análisis ingenieril, recomendación de fabricante y la experiencia propia del técnico de mantenimiento, es la determinación de las partes a inspeccionar y cada que tiempo inspeccionar en lo que se refiere a mantenimiento preventivo por lo cual se realizó un plan de mantenimiento preventivo el cual está incorporado como escenario en el software.

Este trabajo también cuenta con un plan para minimizar el tiempo de parada del vehículo, con este se logró reducir a casi la mitad el tiempo de parada lo que es bueno para ser muy competitivo en el mercado de mantenimiento automotriz, ya sea para comodidad del cliente o en algunos casos si el vehículo representa herramienta de trabajo el ahorro de costos.

## 9.- Referencias

- [1] Ceac Enciclopedia del Motor del Vehículo editorial CEAC 1987.
- [2] Deere John Manual de servicio Técnico 1985.
- [3] Deere John Mantenimiento de Maquinaria, Editorial JD Technical.
- [4] Ohno T. Toyota Production System-Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, 1998.
- [5] Shingo Shigeo Una revolución en la Producción: El Sistema SMED. TGP-Productivity 1990.
- [6] Vargas Zúñiga Ángel Ing. Organización del Mantenimiento Industrial, Editorial series VZ. 2da Edición, 1996.