

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Artículo de Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

Tema:

**ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO
UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES AUTOMOTRICES**

Realizado por:

Fernando Andrés López Echanique

Gabriel Alejandro Secaira Vaca

Gabriel Fernando Utreras Guerra

Director:

Ing. Santiago Orozco

Quito, mayo 2017

Certificación (ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD)

Nosotros, Fernando Andrés López Echanique, Gabriel Alejandro Secaira Vaca y Gabriel Fernando Utreras Guerra, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Leyes.



Fernando Andrés López Echanique

C.C.: 1715754196



Gabriel Alejandro Secaira Vaca

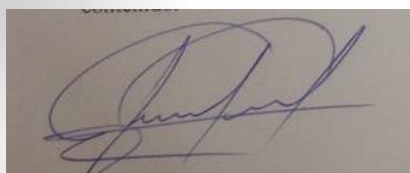
C.C.: 1716027121



Gabriel Fernando Utreras Guerra

C.C.: 1715846703

Yo, Ing. Santiago Orozco, certifico que conozco, a los autores de la presente investigación, siendo el responsable de su originalidad y autenticidad como de su contenido.



Ing. Santiago Orozco

Directo Técnico del Trabajo de Grado

DEDICATORIA

Este artículo de investigación lo dedico a toda mi familia, quienes han sido pilares fundamentales en mi vida y a lo largo de toda mi Carrera profesional, especialmente a mis padres que fueron los que me dieron los medios y las fuerzas para lograr esta ansiada meta.

A mis estimados profesores que me impartieron sus conocimientos los mismos que me servirán como herramientas para forjar mi futuro.

Gracias a la bendición de Dios quien siempre me bendice y ha sido el principal auspiciante en mi vida.

Andrés López E.

DEDICATORIA

Para mis hijas Maya, Mia y Nadia, ustedes definitivamente han sido la mayor motivación para este camino; a mis Papás, son ustedes el vehículo de mi jornada y a ti mi amada esposa, tú has sido mi sostén y compañera de desvelos y nuevos anhelos.

Gabriel Secaira V.

DEDICATORIA

A mi familia

A mi esposa Andrea, por ser el ejemplo de una gran mujer, por su constancia y empuje, a mis hijos Renata y Felipe que son el motor de mi vida, a mis Padres que me enseñaron a vivir en valores e integridad y a mis Suegros por su ayuda permanente.

Gabriel Utreras G.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por darme las fuerzas y determinación diaria para salir adelante en esta carrera profesional y en mi vida, por las oportunidades que se han presentado en la vida las cuales me han permitido estudiar y formarme como un profesional de bien.

A mis padres quienes con su amor, confianza y gran dedicación me impartieron valores éticos y de moral.

A mis hermanos quienes han sido mi gran equipo de apoyo, a mi hermano mayor quien fue mi ejemplo a seguir quien siempre me motivo a seguir adelante en la afición al mundo tuerca por quien hoy estoy culminando la ingeniería.

A mi Abuelita Bertita quien ha sido un ángel en mi vida quien siempre ha estado pendiente de mi con sus oraciones y con todo su cariño.

A el Ingeniero Paúl Ayala, quien fue pilar fundamental en el crecimiento de mi vida profesional y ha sido mi más grande ejemplo a seguir.

Gracias infinitas a mis compañeros y amigos quienes desde el primer día de clases empezamos juntos están gran travesía y tenemos el honor de terminar la Ingeniería juntos.

Andrés López E.

AGRADECIMIENTO

Gracias Papá y Mamá, indiscutible es el hecho de que sin su apoyo este logro no hubiese sido posible, no he logrado encontrar palabras que señalen la inmensa gratitud que les tengo por su incondicionalidad y amor. Les amo.

Gracias Nadia, sé que este sacrificio no solo ha sido mío, inmensa gratitud a tu amor y entrega; largas jornadas de ausencia, donde mucho del hogar reposó en ti.

Al Gabo y al Andrés por su amistad y compañerismo, que grato ha sido conocerles y caminar nuestras jornadas, en ustedes he encontrado amistad sincera.

Gracias a mis profesores y a mi facultad, que orgulloso soy, de haber tenido la oportunidad de educarme ahí, sus conocimientos y experiencia se han marcado imperecederamente en mi vida y ahora son nuevas herramientas para afrontar los retos profesionales.

Gabriel Secaira V.

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Andrea,

Mi eterna e inmensa gratitud por entregarme todo su apoyo y paciencia durante mi carrera Universitaria, por apoyar el cumplimiento de mis metas y la cristalización de mis sueños, de compartir los resultados del sacrificio y trabajo juntos.

A mis Profesores,

Msc. Sandra Chasi por su guía y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de este trabajo de grado; al Msc. Juan Fernando Íñiguez por los lineamientos ofrecidos durante nuestro estudio; al Msc. Gorky Reyes por su tiempo y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional, al Msc. Andrés Castillo por sus enseñanzas y apertura permanente y al Msc. Santiago Orozco por brindarnos su saber y apoyarnos en todo momento, y a todos los demás Maestros, que nos inculcaron sus valiosos conocimientos y experiencia.

A mis Compañeros,

Andrés y Gabriel que pusieron todo su esfuerzo y dedicación para culminar nuestro proyecto y carrera Universitaria, cumpliendo con el objetivo planteado desde su inicio.

Y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la elaboración de este artículo.

¡Gracias a ustedes!

Gabriel Utreras G.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
1 INTRODUCCIÓN	2
2 FUNDAMENTO TEORICO.....	3
2.1 PRODUCTIVIDAD.....	3
2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	5
2.3 CUANTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE TIEMPO.....	7
2.3.1 ANÁLISIS DE PARETO.....	7
2.4 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES AUTOMOTRICES	8
2.5 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES	8
2.6 ALCANCES DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES	9
3 HERRAMIENTAS Y MÉTODOS	10
3.1 VARIABLES DEL ESTUDIO	10
3.2 IMPLEMENTACION	10
3.3 CAPACITACIÓN.....	11
3.4 REGISTRO DE CLIENTES Y VEHÍCULOS	11
3.5 TOMA DE TIEMPOS	11
3.6 MEDICIÓN DEL TIEMPO DE TRABAJO DEL MANTENIMIENTO A....	12
3.7 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	13
4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	14
4.1 DEMORAS Y PÉRDIDAS DE TIEMPO	15
5 CONCLUSIONES	16
6 REFERENCIAS.....	17
7 OBJETIVO GENERAL	19
8 OBJETIVO ESPECÍFICO	19
9 ANEXOS.....	20
9.1 REPORTE GENERAL DE INGRESOS DE VEHICULOS A TALLER.....	20
9.2 HOJA DE CÁLCULO: Medición de Tiempos – Automóvil	21
9.3 HOJA DE CÁLCULO: Medición de Tiempos – Camioneta	22
9.4 HOJA DE CÁLCULO: Medición de Tiempos - SUV	23
9.5 HOJA DE CÁLCULO: Cálculo de Productividad	24
9.6 FORMATO: Medición de Tiempos – Productividad Diaria	25

INDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Anexo 1. Á. A. Bernal Matute, «Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz» 24 – 27

Anexo 2. A. F. Novillo Espinosa, «Implementación de un Software para el control, administración y gestión de calidad de talleres automotrices»..... XXIII – XXV, 19 – 20

Anexo 3. A. J. Novillo Novillo, «Análisis de las Especificaciones PAS-55:2008 como aporte a la Gestión de Activos Físicos en las ensambladoras automotrices del Ecuador.»..... 34 – 35

FUNDAMENTO TEORICO

Anexo 4. F. Casanova, «Formación profesional, productividad y trabajo decente. Boletín No. 153,» OIT/Cinterfor 36 – 37

Anexo 5. R. G. Schroeder, «Administración de operaciones» 533

Anexo 6. H. Koontz, H. Weihrich y M. Cannice, «Administración: Una perspectiva global y empresarial. »..... 550

Anexo 7. H. Gutiérrez, «CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD» 21 - 22

Anexo 8. J. Prokopenko, «La Gestión de la Productividad. » 26, 143, 145

Anexo 9. L. López y R. Guamán, «Implementación de una Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), para la flota vehicular del GAD Municipal de Catamayo en la Provincia de Loja,» 9, 16 - 21

Anexo 10. F. González, «Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado»... 54

ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES AUTOMOTRICES

Ing. Santiago Orozco¹, Andrés López E.², Gabriel Secaira V.³, Gabriel Utreras G.⁴

¹ Profesor tiempo completo, Facultad Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, sorozco@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador

² Estudiante Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, lopezechanique@gmail.com, Quito - Ecuador

³ Estudiante Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, gsecairav@gmail.com, Quito - Ecuador

⁴ Estudiante Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, gutreras@outlook.com, Quito – Ecuador

RESUMEN

Introducción: Se realizó un análisis de la variación del tiempo en que se realiza el mantenimiento a los automotores que ingresan al Taller, definiendo tareas específicas de mantenimiento y dividiendo los vehículos en categorías: automóvil, camioneta y SUV. El objetivo fue determinar el aumento de la productividad al implementar un Sistema de Administración de Talleres Automotrices, identificando y reduciendo las demoras que afectan a la capacidad de producción. **Metodología:** Para este estudio, se realizó la medición de los tiempos de cada tarea incluida en el mantenimiento, tomando como referencia el tempario de actividades sugerido por el Fabricante de vehículos y comparándolo con el tempario del Sistema de Administración de Talleres Automotrices, identificando las demoras en el proceso de mantenimiento. **Resultados:** Los resultados obtenidos indicaron que la productividad de un Taller disminuye, debido a los procesos en los que se encuentran demoras como son: el ingresar el vehículo para su mantenimiento, la entrega de repuestos e insumos, diagnóstico deficiente, limpieza y preparación para la entrega final, estos procesos generan gran impacto, debido a que en ellos se pierde la mayor cantidad de tiempo. **Conclusión:** A partir del análisis realizado se determinó que al implementar el Sistema de Administración de Talleres y mejorar los procesos administrativos, así como al incrementar la capacitación técnica y dotación adecuada de equipos y herramientas, es posible asegurar el incremento de la productividad del Taller, evitando o reduciendo los tiempos muertos y la excesiva estadía de los vehículos en el Taller, lo que da como resultado mejores y mayores ingresos económicos, así como la satisfacción del Cliente.

Palabras clave: sistema, productividad, tiempo, indicadores, eficiencia.

ABSTRACT

Introduction: The perform of an analysis of the variation of the time in which case the maintenance is carried out to the cars that enter the Workshop, defining specific tasks of maintenance and dividing the vehicles into categories: automobile, truck and SUV. The objective was to determine the increase in productivity by implementing an Automotive Workshop Management System, identifying and reducing the delays that affect the production capacity. **Methodology:** For this study, the measurement of the time of each task included in the maintenance was carried out, taking as reference the activity scale suggested by the Vehicle Manufacturer and comparing it with the scale of the Automotive Workshop Management System, by identifying delays in the maintenance process. **Results:** The results indicated that the productivity of an automotive workshop decreases, due to the processes in which delays are encountered, such as: entering the vehicle for maintenance, delivery of spare parts and supplies, poor diagnosis, cleaning and preparation for the final delivery, these processes generate significant impact, because in them is lost the greatest amount of time. **Conclusion:** Based on the analysis carried out, it was determined that when implementing the Automotive Workshop Management System and improving administrative processes, as well as increasing technical training and adequate equipment and tools, it is possible to ensure the increase of the workshop productivity, avoiding or reducing downtime and the excessive stay of vehicles in the Workshop, which results in better and greater economic income, as well as Customer satisfaction.

Keywords: system, productivity, time, indicators, efficiency.

1 INTRODUCCIÓN

En la administración de un Taller Automotriz es indispensable contar con información para analizar su productividad, estableciendo parámetros y medidas dentro de un sistema, considerándolo como una herramienta y aumentar la capacidad de producción.

En el caso de la Industria Automotriz, los talleres de mecánica pequeños, generalmente, no cuentan con una herramienta de administración, encontrando limitaciones en el equipamiento y el conocimiento de otras herramientas especializadas.

En la mayoría de los casos, no se utilizan técnicamente los sistemas informáticos tampoco existe un plan sistematizado o método de administración estandarizado. Los Talleres considerados pequeños poseen entre 1 y 10 empleados, su tipo de administración es muy convencional o empírica y a menudo se encuentran fallas al registrar la información del día a día. Los medios de control más utilizados son las hojas de cálculo de Microsoft Excel®.

La administración de estos Talleres se basa en todas las habilidades adquiridas por el Propietario con el pasar de los años, lo que mantiene al negocio con un bajo nivel de crecimiento.

La productividad de un Taller Automotriz va de la mano con el adecuado registro de la información generada, por lo tanto, se requiere de la utilización de un Sistema de Administración de Talleres Automotrices (SAT), desarrollando un plan eficiente al realizar las actividades de mantenimiento reduciendo su tiempo sin afectar la calidad. [1]

La información siempre estará disponible para su análisis, en un solo lugar, independientemente de quien la genere o quien la use y la obtención de la misma será inmediata. [2].

Cada actividad en la administración se analizará periódicamente con la finalidad de mantener la mejora continua y no depender solamente del criterio de las personas al implementar una modificación a algún proceso y/o su procedimiento.

La relación entre un Sistema de Administración de Talleres (SAT) y la productividad, nace a partir de la necesidad de las Empresas de incrementar los ingresos, haciéndose más eficientes al adaptarse a los cambios frecuentes en la economía.

El Taller Automotriz es considerado como un centro de negocios, donde se generan importantes ingresos cuando existe apoyo a la gestión de mantenimiento, a través de la aplicación de nuevas estrategias, mejorando la planificación y operación del Taller. [3]. Al implementar un SAT, los Talleres de Servicio Automotriz, obtienen un cambio en el manejo y registro de la información de los Clientes, así como de los trabajos de mantenimiento realizados a los vehículos, y aquí precisamente es donde se cuantifican los cambios y mejoras. [1].

El periodo de transición entre la forma anterior de administrar y la nueva metodología, que inicia con la utilización de un sistema o software, ordenando y clasificando la información existente.

El presente estudio consiste en cuantificar los resultados que se obtienen a través de la implementación de un Sistema para la Administración de Talleres Automotrices, su impacto en la productividad, y la modificación en el manejo de los recursos y el tiempo.

Es necesario obtener datos y diferenciar los tiempos que se toman al realizar cada una de las tareas de mantenimiento, sólo entonces se han de proveer mejoras a los métodos y las operaciones.

Como base para el análisis de la productividad del Taller Automotriz, se analiza su metodología de administración y los indicadores de productividad antes de la implementación del Sistema de Administración de Talleres (SAT).

Utilizando el Sistema, se organiza y controla todos los procesos administrativos del Taller de manera eficaz, analizando el tiempo dedicado a todas las labores productivas y detectando las no productivas, así se minimiza el tiempo de permanencia del vehículo en el Taller, así como el tiempo real de trabajo en realizar el servicio de mantenimiento.



Figura 1. Incremento de la Productividad en PYMES

Fuente: Fotolia

El propietario o administrador del taller obtiene control del ingreso y salida de vehículos, el ingreso y venta de repuestos, historial de mantenimiento de los vehículos, el técnico o los técnicos asignados a la reparación, así como también de los trabajos externos realizados. [1]

Se conoce más fácil y ágilmente, qué inspeccionar, cómo inspeccionar y qué partes o accesorios reemplazar en el menor tiempo posible, llevando un control de costos y disminuyendo el

tiempo en la preparación de presupuestos y facturación, aumentando la productividad.

2 FUNDAMENTO TEORICO

2.1 PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También se define como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad, la productividad se define como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida. [4]

En la economía, la productividad es una medida, de qué tan bien se utilizan los insumos en la producción. Se la considera como una fuente clave de crecimiento económico y competitividad.

Productividad es hacer más con lo mismo. Es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla. [4]

Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo, a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos. 'Mayor producción, mismos insumos, la productividad mejora' o también se tiene que 'Menor número de insumos para misma producción, productividad mejora. [5]

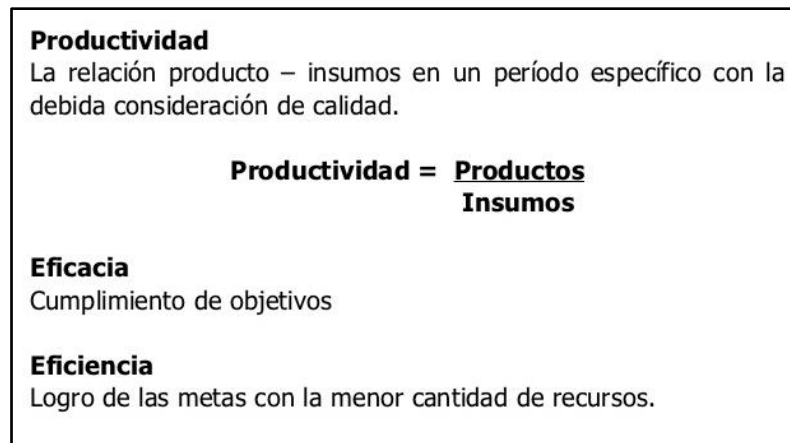


Figura 2. Conceptos de Productividad

Fuente: H. Koontz, H. Weihrich y M. Cannice, “Administración: Una perspectiva global y empresarial.”

Es la razón aritmética de producto a insumo, dentro de un período determinado, con la debida consideración de calidad. [6]

Uno de los objetivos principales de una Empresa es el incremento de su productividad, tomando en cuenta que, incrementar su facturación, siempre debe tener presente los costos de sobrevivir y permanecer en el mercado.

Al incrementar la productividad como un indicador de eficiencia, podemos obtener mayor rentabilidad, a través de la gestión, con los mismos recursos.

La productividad se refiere, al tiempo requerido para realizar una tarea o al número total de personas, materiales, maquinaria y tiempo necesarios para alcanzar un nivel determinado de producción, esto se refiere a la optimización de los recursos: cuanto menor sea el tiempo que necesitemos para obtener el resultado deseado, más productivo será nuestro sistema. Por eso debemos tener muy presente el concepto de eficiencia. No se trata de producir más, sino mejor.

La productividad es el indicador que evidencia la situación en la que se encuentra el Taller. Cuando se necesita mejorar la productividad, el diagnóstico

actual debe analizarse antes de tomar decisiones sobre el modelo de operación.

En el análisis acertado de la situación en términos de productividad se atenderá a todos los elementos que intervienen en el proceso productivo:

Factores humanos: mano de obra, capacitación técnica y capacidades profesionales y tiempos de trabajo.

Factores materiales: repuestos, insumos, maquinaria, herramientas y equipos.

Calidad: un elemento absolutamente subjetivo que para poder ser evaluado debe estar referido a los estándares establecidos, que nos permita medir los niveles de calidad en productos, servicios y procesos.

Resultados: en términos de producto o servicios generados.

Una vez que se obtienen los datos de los factores antes mencionados y estimada la valoración de los recursos y el costo de la producción, se considera también sus cualidades.

La productividad se incrementa esencialmente al aumentar los elementos que son más cualitativos que cuantitativos, como pueden ser:

Inversión en maquinaria, equipos, herramientas y tecnología.

Reorganización del esquema de trabajo, definición de roles y distribución de las tareas de manera equitativa.

Motivación a los colaboradores (recursos humanos).

Mejorar las condiciones laborales (limpieza, organización, disciplina, reconocimiento, clima laboral).

Implementar sistemas de aseguramiento y control de calidad.

Es importante conocer los costos de producción como un elemento clave de productividad y la manera de orientar el negocio hacia la eficiencia.

El primer paso es analizar cada área de la organización: taller, repuestos, facturación, ventas, administración. Se debe realizar un análisis con total objetividad y ello sólo se consigue si no se da nada por sentado y se observa la situación con ojos totalmente nuevos.

En el proceso de análisis se pueden utilizar diferentes metodologías. Es tan importante aplicar una técnica de gestión del tiempo o de los recursos, así como, mantener un adecuado desarrollo del recurso humano y su bienestar.

2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

$$P = \frac{RO}{RU}$$

DONDE:

P = Productividad

RO = Resultados Obtenidos

RU = Recursos Utilizados

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. [7]

Eficiencia es optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la **eficacia** implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado).

Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados.

Por **efectividad** se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y éstos se deben alcanzar. La figura 3 muestra los componentes de la productividad y se ejemplifica la definición de eficiencia y eficacia midiendo los recursos empleados a través del tiempo total y los resultados mediante la cantidad de productos generados en buenas condiciones. [7]

$$Productividad\ Total = \frac{Producto\ Total}{Insumo\ Total}$$

$$Productividad\ Parcial = \frac{Producto\ Total}{Insumo\ Total}$$

Productividad total

La productividad total se puede calcular por medio de la fórmula:

$$Pt = \frac{Ot}{T + C + M + Q}$$

DONDE:

- Pt = Productividad total
- Ot = Output (producto) total.
- T = factor trabajo.
- C = factor capital.
- M = factor materias primas y piezas compradas.
- Q = insumo de otros bienes y servicios varios. [8]

Esta figura sugiere dos programas para incrementar la productividad: mejorar la eficiencia reduciendo los tiempos desperdiciados por parada de los equipos u operarios, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimiento no programado, reparaciones y retrasos en los

suministros y en las órdenes de compra. [7]

La eficiencia promedio es del 50%, cuando se desperdicia la mitad del tiempo, en promedio, en aspectos inherentes a fallas de planeación y organización de la producción, principalmente.

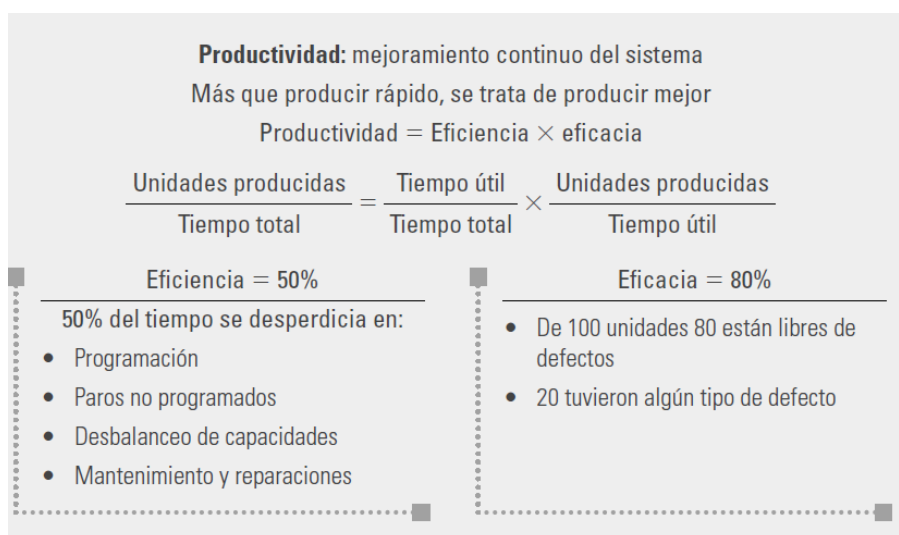


Figura 3. La productividad y sus componentes.
Fuente: H. Gutiérrez, “Calidad Total y Productividad”

La figura 3, indica que, mejor que producir más rápido, es mejor hacerlo reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos.

La mejora de la eficacia, tiene el propósito de optimizar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, así como capacitar a la gente para alcanzar los objetivos planteados, mediante la disminución de productos con defectos, fallas en arranques y en operación de procesos, y deficiencias en materiales, en diseños y en equipos. [7]

Además, la eficacia debe buscar incrementar y mejorar las habilidades de los empleados y generar programas que les ayuden a hacer mejor su trabajo. Según lo referido anteriormente, la eficacia promedio es del 80%, cuando, por ejemplo, en un tiempo útil en que se mantienen 10 vehículos, sólo 8 están libres de defectos, los otros 2 se quedaron a lo largo del proceso por algún tipo de defecto en el proceso. De estos vehículos uno podrá reprocesarse y el otro será desperdicio. Entonces, si se multiplica eficiencia por eficacia, se tiene una productividad promedio del orden del 40%, en la actividad referida como ejemplo, lo que indica el potencial y el área de oportunidad que existe en mejorar el actual sistema de trabajo y en organizar por medio de programas de mejora continua. [7]

2.3 CUANTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE TIEMPO

2.3.1 ANÁLISIS DE PARETO

A este análisis se lo llama de Pareto por un economista italiano que señaló el principio, a menudo llamado la regla del 80/20, del que el 80% de los resultados procedían del 20% del esfuerzo. Es un instrumento útil para el análisis de la

productividad, puesto que concentra la atención en las pocas cuestiones o los pocos problemas más importantes y contribuye a establecer prioridades.

El principio se utiliza en muchos sectores de la producción y la administración: la comercialización, el control de la calidad, el análisis de las existencias, las compras, el análisis de las ventas, los procesos de reducción del desperdicio, etc. [8]

Las etapas fundamentales del análisis de Pareto son las siguientes:

1. Enumeración de los elementos (productos o procesos) que van a analizarse por orden ascendente de empleo, costo o incidencia.
2. Determinación del uso, costo o incidencia total.
3. Indicación del uso individual, etc., como porcentaje del total.
4. Preparación de una columna acumulativa con respecto a la etapa 3.
5. División de la columna del porcentaje acumulativo en tres grupos, a saber, 70%, 20% y 10%. El análisis de Pareto se denomina a veces análisis «ABC», donde «A» es el 70% del gasto, «B» el moderado 20% y «C» el costo bajo del 10%.
6. Repetición de los pasos 1 a 4 para los elementos estudiados. Los pasos anteriores han estado todos relacionados con el costo; ahora se deben relacionar los aspectos «ABC» con el porcentaje de los elementos contenidos en cada categoría.
7. Comparación de la columna del porcentaje acumulativo de uso/costo/incidencia con la columna del porcentaje acumulativo del elemento.

La Figura 4 ilustra los cuadros y diagramas utilizados en el análisis de Pareto.

El análisis de Pareto podría asimismo considerarse como una aplicación de la gestión por excepción. [8]

Partida número	Grupo de existencias	Uso		% acumulativo	Partidas	
		Costo (£)	%		%	% acumulativo
1	A	60 000	40,0	40,0	10	10
2	A	44 000	29,4	69,4	10	20
3	B	22 000	14,7	84,1	10	30
4	B	15 000	10,0	94,1	10	40
5	C	5 000	3,4	97,5	10	50
6	C	2 000	1,3	98,8	10	60
7	C	1 000	0,7	99,5	10	70
8	C	500	0,3	99,8	10	80
9	C	250	0,1	99,9	10	90
10	C	250	0,1	100	10	100
Total		150 000	100	100	100	

Resumen:		
Grupo de existencias	% del costo	% de las partidas
A	69,4	20
B	24,7	20
C	5,9	60
Total	100	100

Figura 4. Análisis de Existencias ABC.
Fuente: A. Lawlor, "Productivity improvement manual"

2.4 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES AUTOMOTRICES

Los Sistemas de Administración de Talleres son una herramienta para la gestión de las órdenes de trabajo, insumos y repuestos utilizados en el mantenimiento automotriz, controlando los mismos.

El SAT se relaciona con otros sistemas y bases de datos de las Empresas, como lo son Contabilidad, Nómina y Bodegas, con las que estas cuentan en su infraestructura. Existen varios tipos de Sistemas de Administración de Talleres, por lo que las Empresas deben adaptarse de una u otra manera al paquete informático.

Los SAT deben ser de fácil manejo para el usuario final, ya que son estas

personas las encargadas de ingresar y obtener datos e historiales, convirtiéndose así en herramientas de ayuda a las labores de mantenimiento. [9]

2.5 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES

Dentro de las funciones y características básicas que un SAT tendrá, se listan las más relevantes:

Órdenes de Trabajo El sistema genera documentación con la descripción detallada de los trabajos realizados, con presupuestos y costos reales, indicando un estado de inicio a fin por cada tarea de mantenimiento.

Planificación de Actividades El sistema planifica el trabajo conforme a la carga de trabajo del Taller, permitiendo la valoración de riesgos y prioridades.

Control de Repuestos e Inventario La parte de compras y adquisiciones, logística y almacenamiento, tiene generalmente sus propias condiciones y procesos para satisfacer la demanda del Taller de Servicio, el sistema define parámetros para la administración de los inventarios, asegurando la disponibilidad de repuestos e insumos siempre a tiempo.

Plantilla de Personal Directo e Indirecto Es recomendable diferenciar las actividades y servicios que son ejecutadas por personal del Taller de las que se realizan a través de terceros u otros Talleres.

Costos y Presupuestos. - El Cliente obtiene de primera mano el presupuesto para la reparación o mantenimiento de su

vehículo, registrando la autorización y tipo de trabajo a realizar, así como un plan de mantenimiento especificado.

Historiales y Registros El sistema entrega información completa y detallada de las tareas de mantenimiento que se ha realizado a cada vehículo, con el fin de determinar un plan de mantenimiento similar al sugerido por el fabricante. Modificando tareas que permitan incrementar el grado de productividad de los automóviles.

Documentación Técnica Los SAT pueden tener en su arquitectura, anexos que contengan información acerca de los vehículos que reciben servicio de mantenimiento, facilitando el diagnóstico. [9]

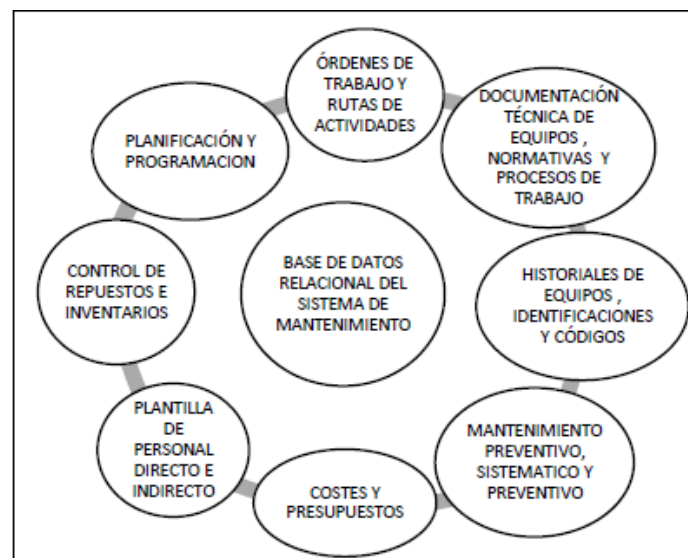


Figura 5. Metodologías de Implementación del Mantenimiento

Fuente: González, F. "Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado"

2.6 ALCANCES DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE TALLERES

Los objetivos que busca alcanzar la implementación de un Sistema de Administración de Talleres Automotrices son entre otros:

Mejorar los tiempos de respuesta, eliminando los tiempos perdidos.

Disponer de datos técnicos analizables, de los costos y la productividad (eficiencia), estadísticas de fallas, para una posible mejora del mantenimiento en base al análisis de fallas (causas y efectos).

Planificar el consumo de repuestos e insumos, haciendo más precisa la organización y codificación de inventarios, controlando la utilización, entrega y reposición de repuestos e

insumos dentro de los servicios de mantenimiento.

Incremento de la disponibilidad, permitiendo ajustar los tiempos de mantenimiento, para aumentar el índice de disponibilidad del automóvil. [10]

3 HERRAMIENTAS Y MÉTODOS

En este estudio se realizó el análisis de mejora de la productividad tomando como base el tiempo, identificando todas las tareas que se realizan además de las de mantenimiento para encontrar aquellas en las que se generan las demoras, y que al fin se reúnen en una suma total del tiempo transcurrido desde la llegada hasta la entrega del vehículo al Cliente.

3.1 VARIABLES DEL ESTUDIO

La cuantificación de la productividad se realiza en base a las variables determinadas (tiempo en minutos) para este estudio, divididas por áreas que son:

Técnicos

- Asistencia del personal de Taller.
- Horas de acuerdo al tempario o facturadas al Cliente
- Horas reales del Técnico al realizar una operación.
- Cálculo del uso del puesto de trabajo del Técnico.
- Cálculo de la eficiencia del Técnico
- Cálculo de la productividad del Técnico.

Repuestos

- Tiempo de extracción del repuesto como muestra.
- Tiempo en la ubicación del repuesto
- Tiempo en la cotización del repuesto.
- Tiempo de colocación de la orden de compra.
- Tiempo de entrega del repuesto al Taller.

3.2 IMPLEMENTACION

A partir de la identificación de la problemática y sus posibles soluciones, se tomó la decisión de implementar el SAT y gestionar la operación del Taller para incrementar la productividad.

En conjunto estas acciones toman su orientación a la reducción del tiempo perdido durante el mantenimiento y al consecuente aumento de productividad, de la mano de la Gestión por Procesos, y que definidos como Procesos del Taller se encuentra a los Procesos Administrativos, Clave y de Soporte, como se observa en la Figura 6.



Figura 6. Procesos de Administración del Taller
Fuente: Autores

Utilizando un modelo estandarizado, se define los roles y tareas de los colaboradores, la organización del Taller, el registro, almacenamiento y gestión de la información de los Clientes y sus vehículos, los costos de operación, el control de inventarios e insumos, la planificación del mantenimiento y sus tareas específicas, las pérdidas y ganancias que genera la unidad de negocio.

3.3 CAPACITACIÓN

Para incrementar las aptitudes del personal del Taller se facilitó la capacitación sobre el correcto uso de las herramientas y equipos, diagnóstico automotriz efectivo y servicio al cliente interno y externo, priorizando los recursos para la operación del Taller.

Se enfatizó en promover las nuevas prácticas en compromiso con la gestión hacia la mejora continua, evitando caer en los viejos hábitos de administración.

3.4 REGISTRO DE CLIENTES Y VEHÍCULOS

La información de los Clientes y Vehículos se ingresa en el SAT para generar las órdenes de trabajo, registrando la marca del automotor, el

modelo, VIN, número de motor, color, kilometraje, año de fabricación y la categoría del mismo. Los trabajos realizados, tareas, tiempos y costos con su respectiva autorización previo a la realización del trabajo.

3.5 TOMA DE TIEMPOS

Para tomar el tiempo de las actividades y tareas de mantenimiento, se dividió al grupo de automóviles en tipos de vehículos, automóviles, camionetas y SUV's, y para delimitar el estudio se definió un grupo específico de tareas que son realizadas más a menudo, como Mantenimiento A, con las actividades que corresponden al mantenimiento de los sistemas de motor y frenos más frecuentes, tomando en cuenta los trabajos, insumos y repuestos.

Mano de Obra	Repuestos e insumos
•Alinear ruedas. •Balancear y rotar ruedas. •Cambiar aceite caja manual. •Cambiar aceite y filtro motor. •Cambiar bujías de encendido. •Cambiar filtro de aire. •Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas. •Limpiar, revisar y regular frenos.	•Filtro de aceite motor. •Aceite SAE 10W30. •Filtro de aire. •Bujías de encendido. •Aceite SAE 75W90 GL4. •Limpiador de partes de freno. •Otros insumos.

Figura 7. Listado de Tareas, Insumos y Repuestos del Mantenimiento A
Fuente: Autores

En el procedimiento de medición se realizó una comparación entre el tiempo estándar sugerido por las marcas o fabricantes, para el mantenimiento programado y el tempario aplicado al Taller Autos y Autos, desde la implementación del SAT, mismo que contiene a detalle el listado de tareas, tiempo que se toma en realizar cada tarea y el valor o costo obtenido del tiempo multiplicado por el valor de la Hora Hombre Trabajada (HHT).

La tabla de categorías muestra el segmento que ocupa cada vehículo que ingresó al Taller, siendo en su mayoría automóviles, como se indica en la Figura 8.

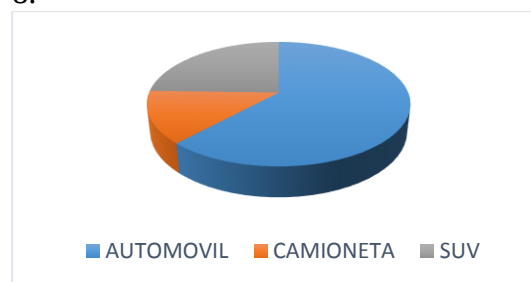


Figura 8. Segmentación de Vehículos
Fuente: Autores

Tomando en cuenta que el tempario indica el tiempo para realizar una tarea de manera ideal en base a las herramientas, equipo, conocimientos y técnicas aplicadas al mantenimiento, es decir, de acuerdo a las condiciones actuales del Taller Autos y Autos.

Para la obtención de los datos a partir de las mediciones y análisis realizados, el mantenimiento A, no varía las tareas realizadas durante la implementación del SAT.

Las tareas adicionales que no han sido tomadas en cuenta dentro de este estudio por no ser recurrentes en mayor porcentaje, como las de rectificado de discos y tambores de freno, que por recomendación de seguridad y para garantizar el mantenimiento realizado deben ser incluidos dentro del mantenimiento de frenos en los casos en que se sustituya pastillas y/o zapatas de freno, estas tareas de rectificado de superficies se realizan a través de Trabajos de Terceros u Otros Talleres (TOT).

Para las tareas que tuvieron como resultado valores distintos en el tiempo de trabajo, realizaron cambios en su procedimiento manteniendo el resultado final.

El tiempo de cada tarea ha sido medido y sugerido por cada fabricante cuando se realiza en condiciones de conocimiento y aplicación ideales, con la finalidad de que el Taller de Servicio del Concesionario mantenga los mismos dentro de su valor.

Estas mediciones ayudan a que el tiempo indicado por el Fabricante en los Manuales de Servicio, se acerque cada vez más al obtenido en la práctica, con la implementación de nuevos y mejores procedimientos.

3.6 MEDICIÓN DEL TIEMPO DE TRABAJO DEL MANTENIMIENTO A

Finalizada la medición se obtuvieron los valores en minutos mostrados en la Figura 9, de cada una de las tareas realizadas dentro del Mantenimiento A.

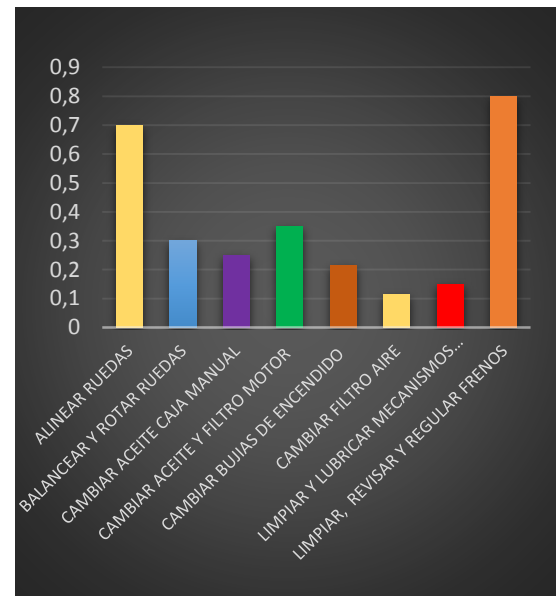


Figura 9. Resultados de la medición del tiempo de Trabajo. (Minutos)

Fuente: Autores

El tiempo estándar definido para la realización del mantenimiento A en Automóviles es de 2.88 horas, para Camionetas es de 3.08 horas y para SUV es de 4 horas.

Con los resultados obtenidos de cada medición se observó que estos valores son similares a los valores teóricos del Tempario del Taller Autos y Autos y del Fabricante; y que los Técnicos realizan su trabajo dentro de los tiempos y parámetros de productividad ideales, siendo las demoras identificadas las que no permiten el aumento de la productividad.

3.7 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

El método utilizado relaciona la cantidad de producción, obtenida a través de cuantificar el número de horas hombre trabajadas durante un periodo determinado y el tiempo total disponible para laborar en un día.

Al calcular la productividad por hora-hombre conviene recordar que todas las horas no son igualmente productivas.

El tiempo facturado al Cliente se obtiene en minutos.

Todas las actividades y demoras se registran en un formato diseñado para tal fin, estos datos se combinarán con los datos del reporte de productividad que entrega el SAT que incluye la información de los vehículos, órdenes de trabajo, actividades de mantenimiento y demoras en el proceso, todo esto en minutos.

HORAS PRESENCIA	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(22 días x 8 horas laborables)
	TECNICO 1	10560	
	TECNICO 2	10560	

HORAS ESTANDAR O FACTURADAS	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(tiempo facturado al cliente)
	TECNICO 1	8310	
	TECNICO 2	8664	

HORAS REALES	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(tiempo real de cada tecnico, registrado en un formato / archivo)
	TECNICO 1	8323	
	TECNICO 2	8597	

% USO	NOMBRE TECNICO	%	USO = $\frac{\text{Horas Reales}}{\text{Horas Presencia}}$
	TECNICO 1	78,69%	
	TECNICO 2	82,05%	

% EFICIENCIA	NOMBRE TECNICO	%	EFICIENCIA = $\frac{\text{Horas Estándar}}{\text{Horas Reales}}$
	TECNICO 1	99,84%	
	TECNICO 2	100,78%	

% PRODUCTIVIDAD	NOMBRE TECNICO	%	PRODUCTIVIDAD = % USO X % EFICIENCIA
	TECNICO 1	79,31%	
	TECNICO 2	82,68%	

Productividad Tecnico 1	79,31%
Productividad Tecnico 2	82,68%
Productividad Taller (Técnicos 1 y 2) Promedio	81,00%

Figura 10. Cuadro del Cálculo de la Productividad (Periodo 1)

Fuente: Autores

Las cantidades totales en minutos se ingresan en el formato de cálculo de la productividad para obtener el porcentaje por Técnico y a su vez del Taller.

El cálculo se realiza de relacionar el tiempo facturado al Cliente con el tiempo real trabajado por el Técnico y se obtiene

el porcentaje de uso del puesto de trabajo, la eficiencia se obtiene del cociente entre el tiempo indicado por el tempario y el tiempo real de trabajo, al final se obtiene el porcentaje de productividad del producto entre el porcentaje de uso y el porcentaje de eficiencia.

HORAS PRESENCIA	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(18 días x 8 horas laborables)
	TECNICO 1	8640	
	TECNICO 2	8640	
HORAS ESTANDAR O FACTURADAS	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(tiempo facturado al cliente)
	TECNICO 1	7236	
	TECNICO 2	7159	
HORAS REALES	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(tiempo real de cada tecnico, registrado en un formato / archivo)
	TECNICO 1	6612	
	TECNICO 2	6613	
% USO	NOMBRE TECNICO	%	$USO = \frac{\text{Horas Reales}}{\text{Horas Presencia}}$
	TECNICO 1	83,75%	
	TECNICO 2	82,86%	
% EFICIENCIA	NOMBRE TECNICO	%	$EFICIENCIA = \frac{\text{Horas Estándar}}{\text{Horas Reales}}$
	TECNICO 1	109,44%	
	TECNICO 2	108,26%	
% PRODUCTIVIDAD	NOMBRE TECNICO	%	PRODUCTIVIDAD = % USO X % EFICIENCIA
	TECNICO 1	90,66%	
	TECNICO 2	89,70%	
Productividad Tecnico 1		90,66%	
Productividad Tecnico 2		89,70%	
Productividad Taller (Técnicos 1 y 2) Promedio		90,18%	

Figura 11. Cuadro del Cálculo de la Productividad (Periodo 2)
Fuente: Autores

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La productividad aumentó un 9.18% entre ambos periodos de análisis. Siendo el indicador más alto el de productividad de los Técnicos.

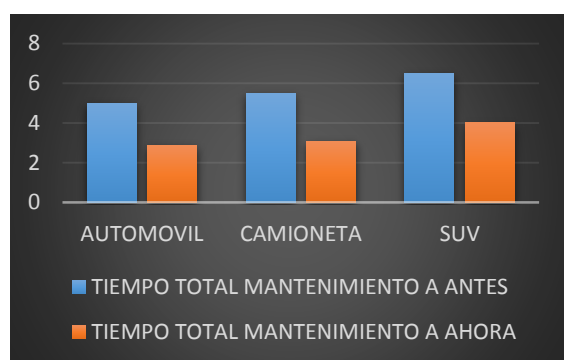


Figura 12. Comparación del tiempo total del Mantenimiento A.
Fuente: Autores

Los resultados detallados, se obtuvieron de las mediciones realizadas a 155 vehículos que ingresaron al Taller Autos y Autos, en los meses de enero y febrero de 2017, mismos que realizaron

el Mantenimiento A, en cuyas Órdenes de Trabajo se indican las tareas realizadas, el tiempo tomado y su variación antes y después de la implementación del Sistema, como se expresa en la Figura 12.

Tiempo de Parada Promedio (Min)	Productividad	Mes
4118,70	81,00%	Periodo 1
188,46	90,18%	Periodo 2

Figura 13. Relación entre reducción de tiempo de parada y aumento de la productividad.
Fuente: Autores

Finalizada la medición de la productividad, el valor de su indicador se incrementó en un 9.18% en el Periodo 2 respecto del Periodo 1, con influencia también, de la reducción del tiempo de parada promedio, como se indica en la Figura 13.

4.1 DEMORAS Y PÉRDIDAS DE TIEMPO

Las demoras identificadas a partir de la medición e identificación de actividades y la realización del análisis de Pareto, dio como resultado que la espera por repuestos y la espera para el ingreso del vehículo a mantenimiento correspondían al 56.56% y 26.14% respectivamente que son el 82.70% del total del tiempo perdido.

Una vez implementadas las acciones correctivas para la adquisición de repuestos a través de un solo proveedor, se asegura la entrega continua y a tiempo al Taller, los insumos y repuestos y repuestos se entregan en menos de una hora, reduciendo este tiempo de espera a 28.64 minutos en promedio.

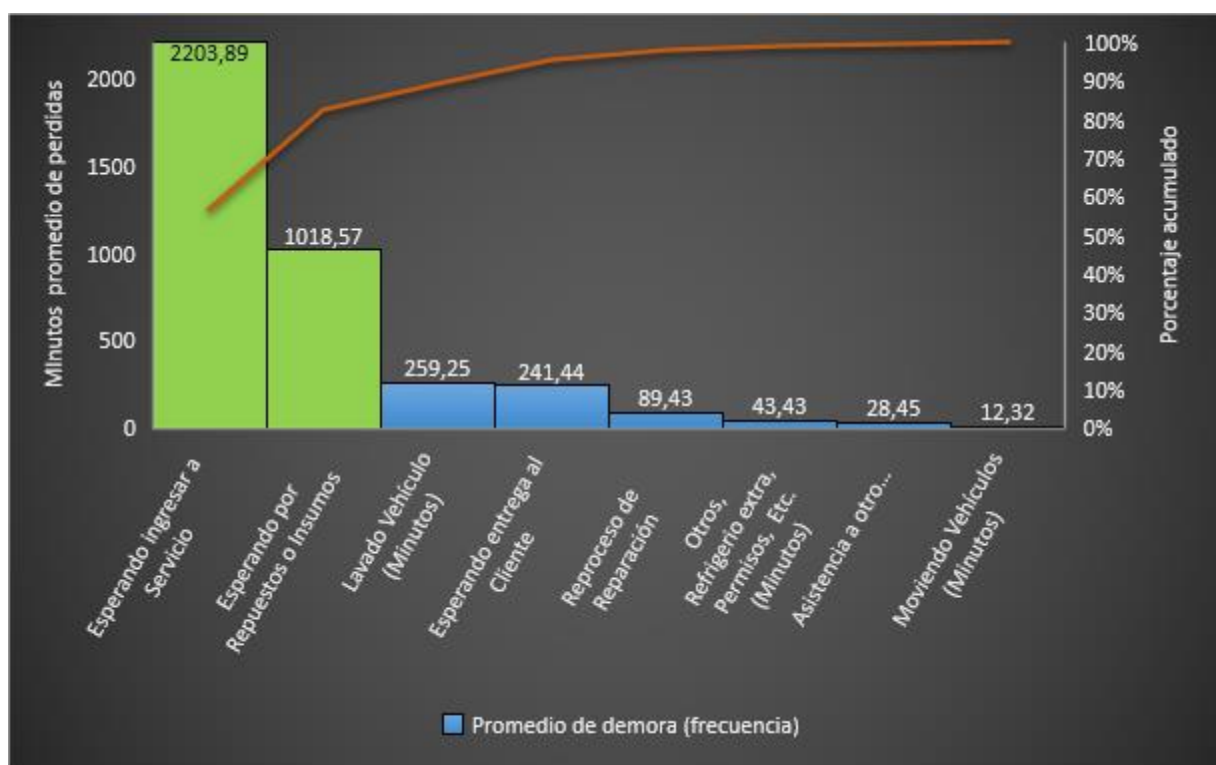


Figura 14. Análisis de Pareto – Pérdidas de Tiempo - Periodo 1 (Antes)
Fuente: Autores

Para disminuir el tiempo de ingreso del vehículo a servicio, se enfocó el trabajo del taller para terminar los trabajos pendientes de vehículos ingresados en días anteriores y empezar con el Taller sin vehículos pendientes al siguiente día.

Después del análisis realizado y las medidas adoptadas para la reducción de las demoras al ingresar el vehículo a

servicio y espera por repuestos, las demoras causadas por lavado y preparación del vehículo para la entrega corresponden al 6.65%, se convirtieron en el 38.45% de las pérdidas de tiempo en el análisis posterior, por lo que se realizó una alianza con un proveedor externo cercano para realizar esta tarea a menor costo y en un tiempo promedio de 15 minutos.

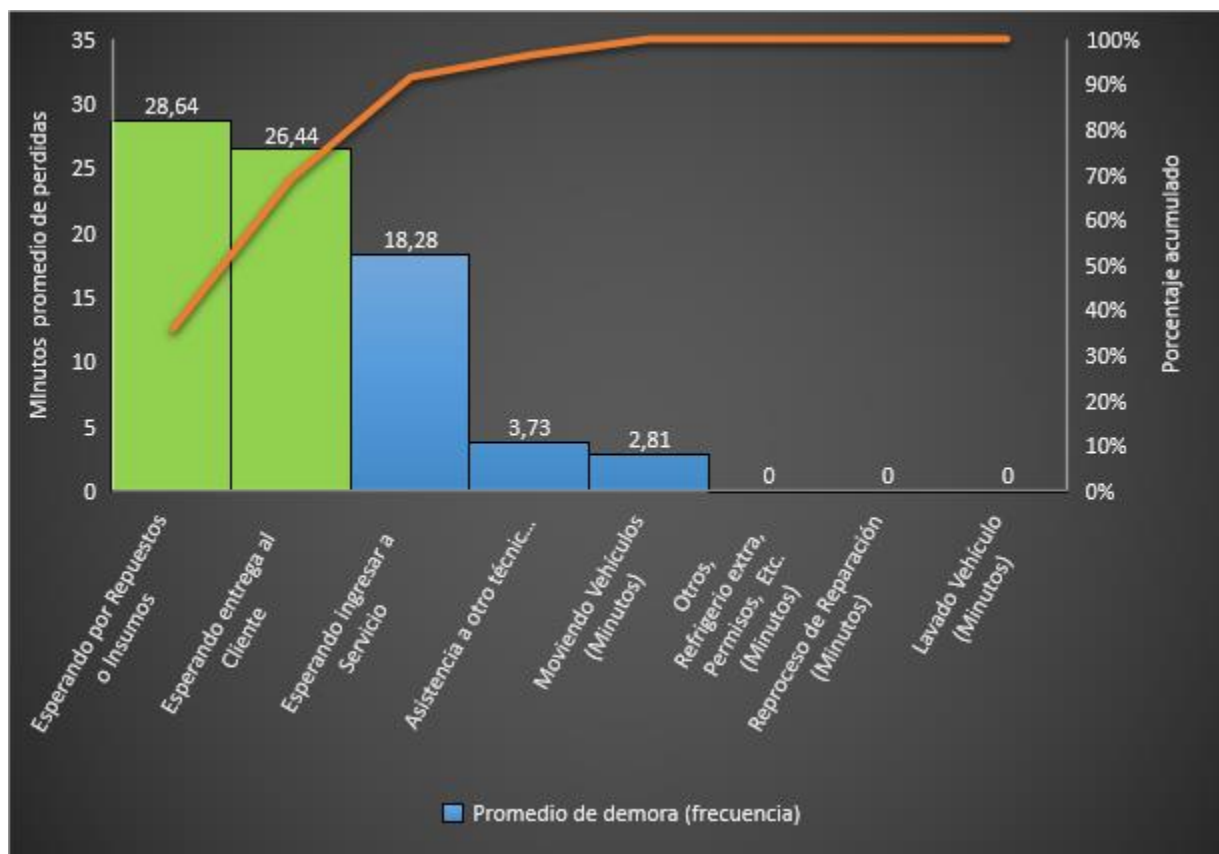


Figura 15. Análisis de Pareto – Pérdidas de Tiempo – Periodo 2 (Después)

Fuente: Autores

Las demoras se presentan cuando no se gestionan las actividades a realizarse en el mantenimiento de cada vehículo a tiempo, a través de la gestión para reducción de los tiempos perdidos se aumenta la capacidad de producción.

Los repuestos e insumos que se deban utilizar dependen de su pedido y oportuna entrega al Técnico.

5 CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y del análisis realizado, los valores prácticos del aumento de la productividad aplicando un sistema de administración de talleres automotrices, cumplen con los datos teóricos. Se demostró que cuando los recursos se utilizan de manera eficiente el tiempo facturado al Cliente es mayor al tiempo real de trabajo, cumpliendo con el concepto de aumento de la productividad.

El tiempo de parada de un vehículo, depende de la administración de los tiempos, controlando la disponibilidad y agenda del Taller, siempre registrando los eventos de manera exacta y ordenada, inicio y fin de cada tarea, asegurando la entrega de repuestos e insumos, con el fin de poder medir el tiempo total y gestionar su variación. El SAT brindará indicadores

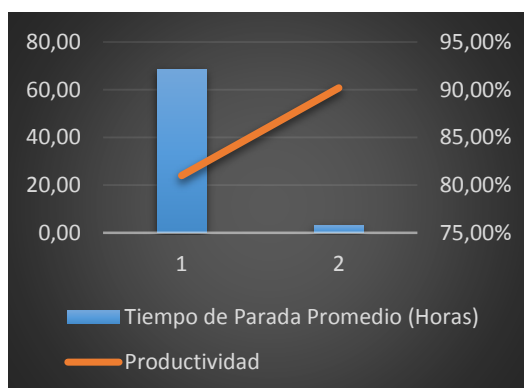


Figura 16. Tiempo de Parada y Productividad.

Fuente: Autores

de gestión, únicamente, si la información ingresada por el Usuario es real.

Los resultados de las mediciones determinan que los tiempos de reparación y parada, están dentro de los parámetros sugeridos para lograr el incremento de la productividad, y debido a que se cumple con el procedimiento estipulado por varios fabricantes, es posible incrementar el paso vehicular del Taller.

Con la inversión realizada en capacitación técnica, herramientas y equipos, cuyos resultados, obtienen como beneficio fomentar la mano de obra calificada y de calidad; se propone la implementación de tecnología de la información en los Talleres de Mecánica Automotriz en el país.

6 REFERENCIAS

- [1] Á. A. Bernal Matute, «Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../1/TESIS%20BERNAL.pdf>.
- [2] A. F. Novillo Espinosa, «Implementación de un Software para el control, administración y gestión de,» 2010. [En línea]. Available: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/171/4/T-UIDE-0811.pdf>.
- [3] A. J. Novillo Novillo, «Análisis de las Especificaciones PAS-55:2008 como aporte a la Gestión de Activos Físicos en las ensambladoras automotrices del Ecuador,» Agosto 2013. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6401/1/UPS-QT04923.pdf>.
- [4] F. Casanova, «Formación profesional, productividad y trabajo decente. Boletín No. 153,» OIT/Cinterfor, 2002. [En línea]. Available: <http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/public/boletin/153/pdf/casanov.pdf>. [Último acceso: 17 mayo 2017].
- [5] R. G. Schroeder, Administración de operaciones, Mexico: McGraw Hill/ Interamericana de México, 1992, p. 533.
- [6] H. Koontz, H. Weihrich y M. Cannice, Administración: Una perspectiva global y empresarial., México: McGraw Hill, 2012.
- [7] H. Gutiérrez, CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD, México: McGraw Hill, 2010.
- [8] J. Prokopenko, La Gestión de la Productividad, Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1987.
- [9] L. López y R. Guamán, «Implementación de una Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), para la flota vehicular del GAD Municipal de Catamayo en la Provincia de Loja,» Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7885/1/UPS-CT004734.pdf>. [Último acceso: 23 Febrero 2017].
- [10] F. González, Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial

Avanzado, Madrid: Fundación
CONFEMETAL, 2005.

7 OBJETIVO GENERAL

Determinar el aumento de la productividad de un Taller de Servicio Automotriz, a través de la implementación un Sistema de Administración.

8 OBJETIVO ESPECÍFICO

Cuantificar las demoras en los procesos previo a la aplicación de un Sistema de Administración de Talleres, cuantificando el aumento de la productividad y la reducción del tiempo de parada de un vehículo en mantenimiento, a través de la aplicación de estrategias y procesos de administración estandarizados.

9 ANEXOS

9.1 REPORTE GENERAL DE INGRESOS DE VEHICULOS A TALLER

9.2 HOJA DE CÁLCULO: Medición de Tiempos – Automóvil

Tarea	Tiempo Teórico (Minutos)	Cantidad	Total	Tiempo Práctico (Minutos)	Cantidad	Total
Embanque del Vehículo (4 Puntos)	3,00	4,00	12,00	0,48	4,00	1,92
Desmontaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	0,96	4,00	3,84
Desmontaje Mordazas de Freno Delanteras	3,00	2,00	6,00	4,20	2,00	8,40
Desmontaje Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,48	4,00	1,92
Revisión y Medida Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,27	4,00	1,08
Limpieza y Lubricación Pasadores Mordaza de Freno	1,00	2,00	2,00	2,30	2,00	4,60
Montaje Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,79	4,00	3,16
Montaje Mordazas de Freno Delanteras	1,00	2,00	2,00	1,92	2,00	3,84
Desmontaje Tambores de Freno Posteriores	1,00	2,00	2,00	5,30	2,00	10,60
Revisión y Medida Zapatas de Freno Posteriores	1,00	4,00	4,00	0,42	4,00	1,68
Limpieza y Lubricación Elementos de Freno Posterior	2,00	2,00	4,00	0,17	2,00	0,34
Regulación de Freno de Estacionamiento	4,00	1,00	4,00	6,20	1,00	6,20
Montaje Tambores de Freno Posteriores	2,00	2,00	4,00	0,18	2,00	0,36
Montaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	0,87	4,00	3,48
Vaciado Cáster de Aceite Motor	8,00	1,00	8,00	10,00	1,00	10,00
Desmontaje Filtro de Aceite Motor	4,00	1,00	4,00	0,38	1,00	0,38
Montaje Filtro de Aceite Motor	4,00	1,00	4,00	0,60	1,00	0,60
Vaciado Aceite de Caja de Cambios	6,00	1,00	6,00	7,00	1,00	7,00
Llenado Aceite de Caja de Cambios	5,00	1,00	5,00	1,20	1,00	1,20
Llenado Aceite de Motor	5,00	1,00	5,00	0,99	1,00	0,99
Desconexión de Cables de Bujías de Encendido	0,50	4,00	2,00	0,07	4,00	0,28
Desmontaje Bujía de Encendido	0,50	4,00	2,00	0,30	4,00	1,20
Calibración Bujía de Encendido	0,25	4,00	1,00	0,06	4,00	0,24
Montaje Bujía de Encendido	1,00	4,00	4,00	0,37	4,00	1,48
Revisión de Cables de Bujías de Encendido	0,50	4,00	2,00	1,34	4,00	5,36
Conexión de Cables de Bujías de Encendido	0,50	4,00	2,00	0,10	4,00	0,40
Desmontaje Filtro de Aire	2,50	1,00	2,50	1,22	1,00	1,22
Limpieza del Depurador de Aire	2,00	1,00	2,00	0,10	1,00	0,10
Montaje del Filtro de Aire	2,50	1,00	2,50	0,32	1,00	0,32
Limpieza y Lubricación de Mecanismos de Puertas y Ventanas	1,00	9,00	9,00	0,63	9,00	5,67
Desmontaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	0,96	4,00	3,84
Balanceo Neumáticos	4,50	4,00	18,00	4,30	4,00	17,20
Montaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	0,87	4,00	3,48
Revisión de Elementos de Dirección y Suspensión	10,00	1,00	10,00	6,60	1,00	6,60
Alineación	24,00	1,00	24,00	28,00	1,00	28,00
Total Minutos			181,00			146,98
DTT: Diferencia Tiempo Teórico	DTT y DTP	34,02	Minutos			
DTP: Diferencia Tiempo Práctico						

9.3 HOJA DE CÁLCULO: Medición de Tiempos – Camioneta

Tarea	Tiempo Teórico (Minutos)	Cantidad	Total	Tiempo Práctico (Minutos)	Cantidad	Total
Embanque del Vehículo (4 Puntos)	3,50	4,00	14,00	3,90	4,00	15,60
Desmontaje Neumáticos	1,50	4,00	6,00	1,00	4,00	4,00
Desmontaje Mordazas de Freno Delanteras	3,00	2,00	6,00	4,00	2,00	8,00
Desmontaje Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00
Revisión y Medida Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,50	4,00	2,00
Limpieza y Lubricación Pasadores Mordaza de Freno	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00
Montaje Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,79	4,00	3,16
Montaje Mordazas de Freno Delanteras	1,00	2,00	2,00	1,50	2,00	3,00
Desmontaje Tambores de Freno Posteriores	1,00	2,00	2,00	5,30	2,00	10,60
Revisión y Medida Zapatas de Freno Posteriores	1,00	4,00	4,00	0,42	4,00	1,68
Limpieza y Lubricación Elementos de Freno Posterior	2,00	2,00	4,00	1,70	2,00	3,40
Regulación de Freno de Estacionamiento	4,00	1,00	4,00	6,20	1,00	6,20
Montaje Tambores de Freno Posteriores	2,00	2,00	4,00	5,50	2,00	11,00
Montaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00
Vaciado Cáster de Aceite Motor	8,00	1,00	8,00	10,00	1,00	10,00
Desmontaje Filtro de Aceite Motor	4,00	1,00	4,00	0,38	1,00	0,38
Montaje Filtro de Aceite Motor	4,00	1,00	4,00	0,60	1,00	0,60
Vaciado Aceite de Caja de Cambios	6,00	1,00	6,00	7,00	1,00	7,00
Llenado Aceite de Caja de Cambios	5,00	1,00	5,00	1,20	1,00	1,20
Llenado Aceite de Motor	5,00	1,00	5,00	0,99	1,00	0,99
Desconexión de Cables de Bujías de Encendido	0,50	4,00	2,00	0,07	4,00	0,28
Desmontaje Bujía de Encendido	0,50	4,00	2,00	0,30	4,00	1,20
Calibración Bujía de Encendido	0,25	4,00	1,00	0,06	4,00	0,24
Montaje Bujía de Encendido	1,00	4,00	4,00	0,37	4,00	1,48
Revisión de Cables de Bujías de Encendido	0,50	4,00	2,00	1,34	4,00	5,36
Conexión de Cables de Bujías de Encendido	0,50	4,00	2,00	0,10	4,00	0,40
Desmontaje Filtro de Aire	2,50	1,00	2,50	1,22	1,00	1,22
Limpieza del Depurador de Aire	2,00	1,00	2,00	0,10	1,00	0,10
Montaje del Filtro de Aire	2,50	1,00	2,50	0,32	1,00	0,32
Limpieza y Lubricación de Mecanismos de Puertas y Ventar	1,00	9,00	9,00	0,63	9,00	5,67
Desmontaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	0,96	4,00	3,84
Balanceo Neumáticos	4,50	4,00	18,00	4,30	4,00	17,20
Montaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	0,87	4,00	3,48
Revisión de Elementos de Dirección y Suspensión	10,00	1,00	10,00	6,60	1,00	6,60
Alineación	24,00	1,00	24,00	28,00	1,00	28,00
Total Minutos			185,00			176,20
DTT: Diferencia Tiempo Teórico	DTT y DTP	8,80	Minutos			
DTP: Diferencia Tiempo Práctico						

9.4 HOJA DE CÁLCULO: Medición de Tiempos - SUV

Tarea	Tiempo Teórico (Minutos)	Cantidad	Total	Tiempo Práctico (Minutos)	Cantidad	Total
Embanque del Vehículo (4 Puntos)	3,00	4,00	12,00	0,48	4,00	1,92
Desmontaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	1,29	4,00	5,16
Desmontaje Mordazas de Freno Delanteras	3,00	2,00	6,00	4,20	2,00	8,40
Desmontaje Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,48	4,00	1,92
Revisión y Medida Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,27	4,00	1,08
Limpieza y Lubricación Pasadores Mordaza de Freno	1,00	2,00	2,00	2,30	2,00	4,60
Montaje Pastillas de Freno Delanteras	1,00	4,00	4,00	0,79	4,00	3,16
Montaje Mordazas de Freno Delanteras	1,00	2,00	2,00	1,92	2,00	3,84
Desmontaje Tambores de Freno Posteriores	1,00	2,00	2,00	5,30	2,00	10,60
Revisión y Medida Zapatas de Freno Posteriores	1,00	4,00	4,00	0,42	4,00	1,68
Limpieza y Lubricación Elementos de Freno Posterior	2,00	2,00	4,00	0,17	2,00	0,34
Regulación de Freno de Estacionamiento	4,00	1,00	4,00	6,20	1,00	6,20
Montaje Tambores de Freno Posteriores	2,00	2,00	4,00	1,35	2,00	2,70
Montaje Neumáticos	2,00	4,00	8,00	1,29	4,00	5,16
Vaciado Cáter de Aceite Motor	8,00	1,00	8,00	12,60	1,00	12,60
Desmontaje Filtro de Aceite Motor	7,00	1,00	7,00	7,25	1,00	7,25
Montaje Filtro de Aceite Motor	6,00	1,00	6,00	4,23	1,00	4,23
Vaciado Aceite de Caja de Cambios	8,00	1,00	8,00	7,15	1,00	7,15
Llenado Aceite de Caja de Cambios	10,00	1,00	10,00	7,28	1,00	7,28
Llenado Aceite de Motor	10,00	1,00	10,00	5,60	1,00	5,60
Desconexión de Cables de Bujías de Encendido	2,00	6,00	12,00	1,23	6,00	7,38
Desmontaje Bujía de Encendido	2,00	6,00	12,00	0,65	6,00	3,90
Calibración Bujía de Encendido	0,25	6,00	1,50	0,22	6,00	1,32
Montaje Bujía de Encendido	2,00	6,00	12,00	0,55	6,00	3,30
Revisión de Cables de Bujías de Encendido	0,25	6,00	1,50	1,34	6,00	8,04
Conexión de Cables de Bujías de Encendido	2,00	6,00	12,00	1,85	6,00	11,10
Desmontaje Filtro de Aire	2,50	1,00	2,50	2,20	1,00	2,20
Limpieza del Depurador de Aire	2,00	1,00	2,00	4,25	1,00	4,25
Montaje del Filtro de Aire	2,50	1,00	2,50	1,55	1,00	1,55
Limpieza y Lubricación de Mecanismos de Puertas y Ventanas	1,00	9,00	9,00	1,35	9,00	12,15
Desmontaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	1,29	4,00	5,16
Balanceo Neumáticos	4,50	4,00	18,00	4,45	4,00	17,80
Montaje Neumáticos	1,00	4,00	4,00	1,29	4,00	5,16
Revisión de Elementos de Dirección y Suspensión	10,00	1,00	10,00	6,60	1,00	6,60
Alineación	24,00	1,00	24,00	36,00	1,00	36,00
Total Minutos			240,00			226,78
DTT: Diferencia Tiempo Teórico	DTT y DTP	13,22	Minutos			
DTP: Diferencia Tiempo Práctico						

9.5 HOJA DE CÁLCULO: Cálculo de Productividad

ASISTENCIA DEL PERSONAL	HORAS PRESENCIA	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(22 días x 8 horas laborables)
		TECNICO 1	10560	
		TECNICO 2	10560	

HORAS DE ACUERDO AL TEMPARIO O FACTURADAS AL CLIENTE	HORAS ESTANDAR O FACTURADAS	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(tiempo facturado al cliente)
		TECNICO 1	8310	
		TECNICO 2	8664	

HORAS REALES DEL TECNICO AL REALIZAR UNA OPERACIÓN	HORAS REALES	NOMBRE TECNICO	(MINUTOS)	(tiempo real de cada tecnico, registrado en un formato / archivo)
		TECNICO 1	8323	
		TECNICO 2	8597	

CALCULO DEL USO DEL PUESTO DE TRABAJO DEL TECNICO	% USO	NOMBRE TECNICO	%	$USO = \frac{\text{Horas Reales}}{\text{Horas Presencia}}$
		TECNICO 1	78,69%	
		TECNICO 2	82,05%	

CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL TECNICO	% EFICIENCIA	NOMBRE TECNICO	%	$EFICIENCIA = \frac{\text{Horas Estándar}}{\text{Horas Reales}}$
		TECNICO 1	99,84%	
		TECNICO 2	100,78%	

CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TECNICO	% PRODUCTIVIDAD	NOMBRE TECNICO	%	PRODUCTIVIDAD = % USO X % EFICIENCIA
		TECNICO 1	79,31%	
		TECNICO 2	82,68%	

Productividad Tecnico 1	79,31%
Productividad Tecnico 2	82,68%
Productividad Taller (Técnicos 1 y 2) Promedio	81,00%

9.6 FORMATO: Medición de Tiempos – Productividad Diaria

PUNTO DE SERVICIO	
NOMBRE DEL TECNICO	
FECHA	

Hora Inicio	Hora Fin	Descripción del trabajo realizado	# OT	Tiempo de Reparación		Observaciones	Desperdicios						
				Tiempo real de reparación (Productiva) (Minutar)	Tiempo Estándar (SRT) Harar Facturador (Minutar)		1	2	3	4	5	6	7
							Esperando por instrucciones (Minutos)	Esperando por partes (Minutos)	Reproceso de Reparación (Minutos)	Moviendo o Vehículos (Minutos)	Asistencia a otro técnico o Diagnóstico no facturado	Lavando Vehículos (Minutos)	Otros Refrigerio extra Permisos, Etc. (Minutos)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
TOTAL													

ANEXO 1

INTRODUCCIÓN

Á. A. Bernal Matute, «Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../1/TESIS%20BERNAL.pdf>.

1

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES.

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

En este 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 el crecimiento del mismo.

De los que utilizan algún medio de control en sus talleres mecánicos se tienen los siguientes como los más comunes: Hojas de Excel, libreta, expedientes, facturas, órdenes de servicio, 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 aún en el 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.

1.1 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.

1.2 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 o eléctricas
- Elevadores hidráulicos
- Escáner
- Sistemas y métodos

1.3 Justificación

Para la concepción de la idea de la implementación de equipos y herramientas nuevas se basa en las necesidades que se presentan en el taller Automotriz Bernal analizando la situación actual mediante un análisis FODA donde se presenta la viabilidad actual de una determinada estrategia competitiva de servicio automotriz.

ANEXO 2

INTRODUCCIÓN

A. F. Novillo Espinosa, «Implementación de un Software para el control, administración y gestión de calidad de talleres automotrices» 2010. [En línea]. Available: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/171/4/T-UIDE-0811.pdf>.

INTRODUCCIÓN

En el día a día de un taller de mecánica automotriz es muy habitual estar mayormente inclinado hacia la reparación de los vehículos que hacia la propia administración del taller; sin embargo, la administración es algo de lo que difícilmente los talleres pueden librarse. Por ello, es necesario tomar en cuenta a cuánto ascienden los costos de una empresa al tratarse de las largas horas que toman en hacer cuentas, en conocer los ingresos y egresos del taller, en sacar reportes con el estatus del auto dentro del proceso de revisión o reparación, en preparar la información para la contabilidad, en imprimir facturas, en realizar los pagos a proveedores, en fin, la lista crece con respecto a las actividades administrativas, así como el tiempo que esto toma y el costo que implica para el taller.

Cuando la administración de un taller se conserva de la forma tradicional, el taller tiene la asistencia de una persona para cumplir con las funciones de esta área; es decir, esta persona será la responsable de la administración, será quien realice la documentación administrativa del taller, y será quien realmente conozca y maneje los detalles de la parte administrativa. Aparentemente esto es ventajoso y fácil puesto que se está dando la responsabilidad administrativa a otra persona, quien parece lo maneja bien, a más de que permite que el dueño no tenga la necesidad de involucrarse directamente en esa parte del negocio, pero la verdad de esto es que no es ventajoso, ya que el que el buen funcionamiento del taller depende únicamente

del conocimiento y la administración de una persona; además, de que no hay un control al respecto.

La transición entre la forma anterior de administrar hacia el uso del software, en primera instancia será complicada, debido a la cantidad de información que se tendrá que comenzar a ordenar.

Afortunadamente, existen algunas herramientas que nos ayudarán en la administración de talleres mecánicos, que al igual que las que utilizamos para reparar los vehículos, nos hacen la vida mucho más sencilla, ese tipo de herramienta es el software.

El presente proyecto consiste en la implementación de un Software para la Administración y gestión de calidad de talleres automotrices, que es quizás hoy en día una de las herramientas más utilizadas.

Con el programa de computación o software para talleres mecánicos automotrices, cada actividad en la administración se hará siempre de la misma forma y no dependerá más del criterio de la personas. La información siempre estará en un solo lugar independientemente de quien la genere o quien la use, es decir que la perdida de información ya no será un problema. La obtención de información será inmediata y siempre estará disponible. No importa si la persona que maneje el programa renuncia, la siguiente, hará las cosas de la misma forma que las hacia la anterior, porque así lo requerirá el programa.

Cada día más talleres mecánicos, están adoptando esta tecnología para estar a la altura de las exigencias que el mercado establece, haciendo su trabajo más simple, más eficiente y por supuesto incrementando sus ingresos.

para cuando se maneja crédito, el consumo de repuestos, consumo de repuestos por vehículo, ingresos por mecánico, inventario físico, venta de repuestos a público en general, comparativo ingresos/ gastos por rango de fechas, facturación e impresión de contra recibos entre otros .

3.6. SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN QUE SE MANEJA

Otro de los factores importantes en un programa para gestionar un taller mecánico es el que respecta a la seguridad, se debe verificar si el programa puede ser utilizado en una sola computadora o puede trabajar en una red donde lo utilizan varios usuarios al mismo tiempo, si este es el caso, debe contar con un mecanismo de seguridad donde a cada persona que lo utilice se le asigne un usuario y una contraseña para su identificación dentro del sistema, y donde a cada una se le asignen permisos de acceso solo a las áreas del programa que su trabajo requiera, además dentro de cada área de trabajo es importante que se pueda definir que acciones puede realizar , por ejemplo una secretaria se le pueden asignar permisos para captura de información pero no se le debe permitir borrarla, de esta forma se puede garantizar que cada usuario solo pueda realizar solo las funciones que le correspondan.

3.7. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS

a.- Administración de los recursos humanos y equipo con que cuenta el taller mecánico para el desempeño de sus actividades.

- b.- Desarrollo de planes de trabajo para el funcionamiento del taller mecánico
- c.- Supervisión de las actividades de los técnicos para asegurar que se cumpla con los requerimientos de tiempo y calidad en sus trabajos.
- d.- Asignación de órdenes de trabajo para su ejecución.
- e.- Adquisición de herramientas y materiales
- f.- Elaboración periódica de reportes sobre el desarrollo de las actividades para el control de las mismas
- g.- Optimización de los suministros tecnológicos
- h.- Mantenimiento a equipo instalado en el taller
- i.- Mantenimiento al equipo mecánico de los laboratorios y talleres.
- j.- Control de entrada y salida de materiales herramientas y consumibles
- k.- Informar a la jefatura de las necesidades de herramientas o consumibles que se generen en el proceso de manufactura
- l.- Hacer los pedidos a la jefatura de herramientas y consumibles en base a un mínimo y un máximo de existencias

3.8. CLASIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES

ANEXO 3

INTRODUCCIÓN

inversión: si el ROI es positivo significa que el proyecto es rentable (mientras mayor sea el ROI, un mayor porcentaje del capital se va a recuperar al ser invertido en el proyecto). Pero si el ROI es menor o igual que cero, significa que el proyecto o futuro negocio no es rentable (viable), pues en caso de ponerse a marchar se perdería dinero invertido.

- ROCE (Retorno sobre el capital empleado): El objetivo primario al realizar un proyecto de inversión es tener un valor satisfactorio de retorno del capital invertido. El indicador ROCE establece la relación entre la ganancia y el capital empleado. Este indicador muestra el porcentaje de retorno del capital empleado en el negocio y puede ser usado para indicar a nivel general lo ventajoso y eficiente que puede ser el negocio. Se calcula expresando la rentabilidad antes del pago de intereses e impuestos como una proporción del total del capital empleado en el negocio.

Indicadores Técnicos:

- MTTR (Tiempo promedio para reparar): Este indicador es una medida estándar para determinar la efectividad de la función de mantenimiento en sus actividades de reparación. El MTTR es un indicador potente para generar iniciativas de mejoramiento continuo en las actividades de reparación. El objetivo es ir reduciendo cada vez más este indicador en relación al periodo anterior y comparando equipos o sistemas similares. Se calcula dividiendo el tiempo total de inactividad del equipo o sistema para el número de fallas en cierto periodo de tiempo. (Mather, 2005, p. 239)
- MTBF (Tiempo promedio entre fallas): Este indicador se relaciona con la confiabilidad. Es un buen indicador para determinar la efectividad del equipo. Nos indica cada cuanto tiempo se produce una falla o avería. El objetivo es ir incrementando cada vez más este indicador en relación al periodo anterior y comparando con equipos o sistemas similares. Se calcula dividiendo el tiempo total de funcionamiento para el número de fallas. (Dhillon, Maintainability maintenance and reliability, 2006, p. 187)
- Utilización: llamado también factor de uso o de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un periodo determinado.

- Disponibilidad (D): es la capacidad del sistema o equipo para realizar una función requerida bajo condiciones específicas sobre un periodo de tiempo determinado.
- Eficiencia: es conseguir u obtener el resultado utilizando la menor cantidad de recursos. Hacer más con menos. Se calcula con la siguiente fórmula: $(MTBF/(MTBF+MTTR))$. (Smith, 2004, p. 79)
- Calidad: la calidad es satisfacer las expectativas del cliente.
- OEE: Es el principal indicador para el proceso de TPM. OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo (en inglés *Overall Equipment Effectiveness*) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad. El OEE compara la disponibilidad, la eficiencia y la calidad del equipo o sistema. (Mobley, Maintenance Engineering Handbook, 2008, p. 139) Este indicador es sumamente flexible y puede utilizarse en cualquier periodo de tiempo. OEE indica cuántas unidades de producción han salido como producto correcto funcionando la máquina a la velocidad nominal y sin averiarse. En este concepto están incluidas todas las fuentes de ineficiencia, estén o no programadas, ya que la única manera de mejorar es identificar todo para trabajar después sobre lo que es susceptible de mejora. Se calcula multiplicando la disponibilidad (pérdidas por paros de planta planeados, no planeados, ajustes o calibración en máquinas) por el desempeño (paradas menores, velocidad reducida de las máquinas, problemas de capacidad) y por la calidad (defectos, re-trabajos) en valores de porcentaje. (Williamson, 2004)

3.4 Costos en mantenimiento.

Los componentes de costos son:

- Pérdidas económicas asociadas a mantenimiento. Corresponde a la suma de todas las pérdidas económicas que han ocurrido debido a factores relacionados con acciones de mantenimiento, tales como no disponibilidad (fallas y paradas no programadas), ineficiencias operacionales, mala calidad, entre otros.

ANEXO 4

FUNDAMENTO TEÓRICO

F. Casanova, «Formación profesional, productividad y trabajo decente. Boletín No. 153,» OIT/Cinterfor, 2002. [En línea]. Available: <http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/boletin/153/pdf/casanov.pdf>. [Último acceso: 17 mayo 2017].

36

ción y educación con base en los actuales perfiles de competencia laboral.

En todo caso, existe hoy un extenso consenso, tanto en el ámbito político como de la sociedad, en el sentido de que es preciso reestructurar la oferta de educación y formación en términos suficientemente flexibles como para responder a la diversidad y mutabilidad de las demandas de calificación. Nadie puede esperar hoy que el acervo inicial de conocimientos constituidos en la juventud le baste para toda la vida, pues la rápida evolución del mundo exige una actualización permanente del saber, en un momento en que la educación básica de los jóvenes tiende a prolongarse. La educación y la formación, efectivamente, están en mutación; en todos los ámbitos se observa una multiplicación de las posibilidades de aprendizaje que ofrece la sociedad fuera del ámbito escolar, y la noción de especialización en el sentido tradicional viene siendo reemplazada en muchos sectores modernos de actividad por la de competencia evolutiva y adaptabilidad.

Se trata este de un cambio básicamente cualitativo. Si antes alcanzaba con transmitir determinados conocimientos técnicos y ciertas habilidades manuales para que los individuos se incorporaran a un empleo que los estaba esperando, ahora es preciso entregar toda una gama de competencias que anteriormente no eran suficientemente enfatizadas: iniciativa,

creatividad, capacidad de emprendimiento, pautas de relacionamiento y cooperación. Estas han de ir acompañadas, además, por las nuevas competencias técnicas requeridas que son relativamente menos específicas que en el pasado: idiomas, informática, razonamiento lógico, capacidad de análisis e interpretación de códigos diversos, etc.

Resulta entonces prioritario proporcionar medios para que las personas puedan autogestionar sus procesos de desarrollo laboral y profesional: encontrar un primer empleo, buscar uno nuevo, iniciar un emprendimiento empresarial, recalificarse a través de cursos, y formarse permanentemente: ocupado o desocupado, en su casa o en su lugar de trabajo.

2. Vínculos entre la formación, la productividad y el trabajo decente

El aporte de la formación a la productividad y la competitividad

El binomio productividad-competitividad es reiteradamente citado como clave en los esfuerzos por construir procesos exitosos de desarrollo económico y social de los países de América Latina y el Caribe.

La **productividad** es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los

recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

A pesar de que en no pocas ocasiones se privilegian determinadas estrategias basadas en el incremento de la intensidad del trabajo, ello redundará en general en aumentos muy reducidos de la productividad. La esencia del mejoramiento de la productividad radica en trabajar de manera más inteligente, no más intensa.

Si bien existen diversos enfoques y tipos de programas de mejoramiento de la productividad, existe un consenso básico en términos de que no es posible introducir y utilizar ninguna técnica nueva ni ningún plan moderno a este respecto, sin contar con un personal bien formado e instruido en todos los niveles.

Está claro, por otra parte, que la mejora de la productividad depende de varios factores y no solo de la calificación de los trabajadores. Aspectos tales como la innovación tecnológica y los esquemas de gestión de la producción y el trabajo son sin duda fundamentales. Y aunque las mejoras (o retrocesos) en materia de productividad pueden ser medidos y comparados, no resulta tan sencillo dimensionar el aporte específico de cada factor en la obtención de determinados resultados. Ello no quita que, desde cualquier pers-

pectiva, se considere que, aun sin mayores posibilidades de cuantificar sus efectos, la formación desempeña un papel relevante y absolutamente imprescindible dentro de toda estrategia genuina de elevación de la productividad.

El término **competitividad**, por su parte, en su acepción más literal hace referencia a la capacidad de competir que posee una empresa, sector o país en el marco de la economía. Si bien este sentido ha tenido vigencia para todas las épocas, adquiere especial relevancia en el contexto actual de globalización económica, donde los procesos de apertura comercial permiten traslucir con mayor evidencia tanto las fortalezas como las debilidades de aquellos actores económicos.

Existen, sin embargo, diversos enfoques acerca de cuáles son las estrategias y, sobre todo, la combinación de medidas que pueden resultar más adecuadas. De una parte encontramos los ejemplos de estrategias que se basan fundamentalmente en medidas que tienden a abaratar los costos de producción, tales como las decisiones en materia de política cambiaria, exoneraciones tributarias o de reducción de costos laborales (salarios, indemnizaciones por despido, etc.). De otro, se plantea la necesidad de realizar esfuerzos —no necesariamente contradicto-

La formación desempeña un papel relevante y absolutamente imprescindible dentro de toda estrategia genuina de elevación de la productividad

37

boletín cinterfor

ANEXO 5

FUNDAMENTO TEÓRICO

alcanzados únicamente gracias a una educación profunda y al involucramiento de toda la gente en la planta. Las mejoras continuas han sido parte de la filosofía JIT, la que se ha puesto en marcha.

Fuente: Spencer, Duin, *et al.*, "Case Studies of JIT Implementation at Westinghouse and IBM", Washington D. C.: APICS, 1986.

16.2 LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA JIT

Antes de entrar en el detalle del sistema JIT, se resumirá brevemente cómo trabaja el sistema como un todo. Esto se realizará iniciando con el programa maestro y trabajando en retroceso desde el proceso de producción hasta los proveedores.

En JIT el programa maestro (o programa de ensamble final) se planea de uno a tres meses con objeto de permitir que los centros de trabajo y los proveedores planeen sus respectivos programas de trabajo. Dentro del mes en curso se ajusta el programa maestro diariamente. En otras palabras, se produce la misma cantidad de producto diariamente durante el mes entero. Además, se programan lotes pequeños (de preferencia que el tamaño del lote sea igual a uno) en el programa maestro para proporcionar una carga uniforme a la planta y a los proveedores durante cada día. La ventaja de esta clase de programa maestro es que proporciona demandas casi constantes sobre todos los centros de trabajo y proveedores anteriores.

JIT utiliza un sistema simple de retiro de partes (llamado Kanban) para llevar partes de un centro de trabajo al siguiente.² Las partes se conservan en recipientes pequeños y se provee solamente un número específico de estos recipientes. Cuando se llenan todos los recipientes, se apagan las máquinas y no se producen más partes hasta que el centro de trabajo subsecuente (usuario) proporciona otro recipiente vacío. Entonces, el inventario de producto en proceso se limita a recipientes disponibles, y las partes se proveen únicamente conforme se necesitan. El programa del ensamble final traslada las partes de un centro de trabajo al siguiente exactamente a tiempo para cubrir las necesidades de producción. Si un proceso se detiene debido a la descompostura de una máquina o a problemas de calidad, todos los procesos anteriores en forma automática se detienen cuando los recipientes de sus partes se llenan.

El objetivo de JIT es producir partes en un lote de tamaño uno. En muchos casos, esto no es económicamente factible debido al costo de preparación de la máquina en comparación con el costo que tiene llevar el inventario. La solución de JIT a este problema es reducir el tiempo de preparación tanto como sea posible, idealmente a cero. El tiempo de preparación no se toma como lo que es, en su lugar se le considera como una causa del exceso de inventario. Tiempos de preparación cortos resultan en tamaños de lote pequeños, económicos y tiempos de espera de producción más cortos. La disminución del tiempo de preparación de las máquinas es un punto clave del sistema JIT. Con tiempos de espera más cortos y menos material en

² Kanban significa "tarjeta" o "señal" en japonés, dado que se utilizan las tarjetas u otros métodos para señalar la necesidad de mayor producción.

ANEXO 6

FUNDAMENTO TEÓRICO

H. Koontz, H. Weihrich y M. Cannice, *Administración: Una perspectiva global y empresarial.*, México: McGraw Hill, 2012.

550 Capítulo 20 Productividad, administración de operaciones y gestión de la calidad

En realidad todo el libro trata sobre mejorar la productividad, pero este importante tema recibirá atención especial en este capítulo, en que se hará hincapié en el nivel micro de la administración de la producción y las operaciones.*



Problemas de la productividad y su medición

En el siglo XXI, la productividad es sin duda una de las preocupaciones más importantes de los administradores en muchas partes del mundo; hasta en Japón, país admirado por sus mejoras en la productividad, están preocupados por mantenerse competitivos en el mercado mundial.

Problemas de productividad

La productividad supone la medición, que a su vez es un paso esencial del proceso de control; aun cuando existe un acuerdo general respecto de la necesidad de mejorar la productividad, hay poco consenso sobre las causas fundamentales del problema y qué hacer con él, y se sugieren diversos factores: algunos estiman que se debe a una mayor proporción de trabajadores poco calificados respecto del total de la fuerza de trabajo, aunque hay quienes no están de acuerdo; otros argumentan que la principal razón es la reducción en la investigación y el enfoque en resultados inmediatos; otros lo atribuyen a la creciente prosperidad de las personas, que las hace menos ambiciosas; otros más a la desintegración de la estructura de la familia, las actitudes de los trabajadores o las políticas y reglamentos del gobierno, y cada vez más la atención se enfoca en la administración como la causa del problema, y su solución, enfoque de este libro.

Medición de la productividad de los trabajadores del conocimiento

Productividad El cociente producción-insumos dentro de un periodo, considerando la calidad.

Como se definió en el capítulo 1, la **productividad** es el cociente producción-insumos dentro de un periodo, considerando la calidad; esta definición puede aplicarse a la productividad de organizaciones, gerentes, personal de *staff* y otros trabajadores. La medición del trabajo calificado es relativamente sencilla, pero se complica en el cálculo del capital intelectual.

La diferencia entre los dos tipos de trabajo es el uso relativo de los conocimientos y las habilidades; así, a una persona en la línea de producción se le considera un trabajador calificado, en tanto que el asistente de administración (cuya principal función es la planeación) sería un elemento del capital intelectual. Administradores, ingenieros y programadores son elementos clave del capital intelectual de la empresa porque la cantidad relativa de su trabajo no consiste en utilizar habilidades, como sería el caso de albañiles, mecánicos y carniceros; aunque el título del puesto no puede ser el único parámetro de distinción: el propietario de una estación de gasolina puede programar las actividades diarias, determinar prioridades y dirigir a los subordinados, pero también arreglar frenos, ajustar el carburador o alinear las llantas de un auto.

Es evidente que, en general, la productividad del capital intelectual es más difícil de medir que la del trabajador capacitado (aunque esta medición es un tanto artificial porque a menudo se ignora el costo del capital). Una dificultad para medir la productividad del capital intelectual es que algunos de sus productos son en realidad actividades que ayudan a lograr los resultados fina-

* En otras partes del libro se analizan otros temas sobre la administración de la producción y de las operaciones; véase, por ejemplo, el capítulo 6 para diversos aspectos de la toma de decisiones, el capítulo 11 para el diseño de puestos y el capítulo 19 para los sistemas de información de gestión y diferentes tipos de técnicas de control.

ANEXO 7

FUNDAMENTO TEÓRICO

incrementar los atributos de calidad y funcionalidad del producto o servicio, mejorar la imagen de la empresa y trabajar por una mejor atención y en general por relaciones más adecuadas con el mundo que interactúa con la empresa. Estas cuatro formas o líneas de acción para crear valor para el cliente deben atenderse simultáneamente, ya que si una de ellas se descuida, el comprador percibirá que el producto no tiene el valor suficiente y, por consiguiente, se sentirá insatisfecho, con las respectivas consecuencias.

Para atender las cuatro líneas de acción se deben seguir las tres actividades centrales de un sistema de calidad: diseñar y desarrollar nuevos productos y procesos, monitorear y controlar los procesos, y mejorar los procesos.

Una actividad útil para fundamentar y direccionar estas tres líneas de acción es reflexionar sobre el concepto de calidad expuesto antes. Un punto de partida es dialogar acerca de las siguientes preguntas:

- ¿De forma sistemática se recibe algún tipo de información sobre la satisfacción de sus clientes (quejas, retrasos, facturación, atención, servicio, desempeño del producto o atributos del servicio)? En otras palabras, ¿cómo se recaba información y retroalimentación de sus clientes?
- ¿Para determinar prioridades y acciones clave hacia el futuro se toma en cuenta la satisfacción del cliente?
- ¿Se sabe cuáles son las razones principales por las que sus clientes prefieren su empresa sobre otras? ¿Cuál es su ventaja competitiva?
- ¿En el último año se ha ejecutado alguna acción importante que haya creado valor para el cliente?
- ¿Se está dialogando y trabajando para crear nuevos atributos al producto o servicio, pensando en generar calidad en el futuro para el cliente?
- ¿La organización es de calidad?, es decir, ¿está enfocada en crear valor para el cliente, o en beneficiar al dueño o jefe?
- ¿Se tienen identificados los diferentes procesos en los que se divide la organización, y se hacen esfuerzos sistemáticos para mejorar su operación o su diseño?

Productividad

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: **eficiencia y eficacia**. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Adicionalmente, por **efectividad** se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y éstos se deben alcanzar.

La figura 1.8 muestra los componentes de la productividad y se ejemplifica la definición de eficiencia y eficacia midiendo los recursos empleados a través del tiempo total y los resultados mediante la cantidad de productos generados en buenas condiciones. Esta figura sugiere dos programas

eficiencia y
eficacia

efectividad

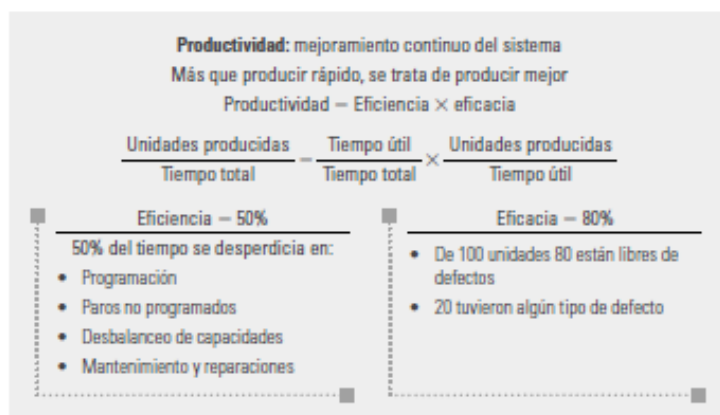


Figura 1.8 La productividad y sus componentes.

tes a fallas de planeación y organización de la producción, principalmente. De aquí que tome sentido la afirmación de la figura 1.8, que dice que más que producir más rápido es mejor hacerlo reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos.

Por otro lado, está la mejora de la eficacia, cuyo propósito es optimizar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, así como capacitar a la gente para alcanzar los objetivos planteados, mediante la disminución de productos con defectos, fallas en arranques y en operación de procesos, y deficiencias en materiales, en diseños y en equipos. Además, la eficacia debe buscar incrementar y mejorar las habilidades de los empleados y generar programas que les ayuden a hacer mejor su trabajo. Según la encuesta referida antes, la eficacia promedio detectada fue de 80%, es decir, en un tiempo útil en que se producen 100 unidades, sólo 80 están libres de defectos, las otras 20 se quedaron a lo largo del proceso por algún tipo de defecto. De estas 20 algunas podrán reprocesarse y otras serán desperdicio.

De esta manera, si se multiplica eficiencia por eficacia, se tiene una productividad promedio del orden de 40%, en las ramas industriales referidas, lo que indica el potencial y el área de oportunidad que existe en mejorar el actual sistema de trabajo y en organizar por medio de programas de mejora continua.

Para terminar esta sección cabe preguntar: ¿Quién causa la mala calidad y la baja productividad en una organización? Porque si en una empresa existe una lista enorme de problemas como desorganización, falta de calidad, falta de información clara y oportuna, costos altos, retrasos, devoluciones y reclamos de clientes, al preguntar ¿cuál es la causa de esas fallas y retrasos?, no sería raro escuchar respuestas que afirmaran que el problema son los trabajadores, que lo que se necesita es apretar a la gente, que no habría problemas si todos cumplieran con su responsabilidad. En consecuencia, la conducta típica de quienes piensan así sería buscar las soluciones en la gente, mediante la administración por reacción (regaños, reclamos, juntas, avisos de advertencia, despidos, presión). La administración por reacción centra la atención en los efectos y en los hechos puntuales, lo que suele desembocar en explicaciones ficticias e impide ver los patrones más importantes y las causas de éstos. Sin embargo, la historia de la calidad y la mejora ha demostrado ampliamente que la calidad y la productividad la dan los procesos y los sistemas, por lo que es necesario trabajar en éstos capacitando, rediseñando, mejorando métodos de organización, de solución de problemas, de toma de decisiones y de comunicación. El personal se adapta al sistema y no es la causa básica de la mala calidad. Más de 90% de las fallas está fuera del alcance de la gente de labor directa. Las causas deben buscarse a lo largo del proceso, desde los insumos, y preguntando si éstos cumplen con los requerimientos y si se reciben a tiempo. Asimismo, hay que inspeccionar los procesos de transformación y ver dónde se originan los incumplimientos, cuáles son las causas de éstos y cómo pueden remediarse y evitarse. También hay que investigar si los productos y servicios satisfacen las necesidades, si son los que demanda el cliente y si se entregan a tiempo.

www.xiferos.com

para incrementar la productividad: mejorar la eficiencia reduciendo los tiempos desperdiciados por paros de equipos, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimiento no programado, reparaciones y retrasos en los suministros y en las órdenes de compra.

Según una encuesta aplicada en los sectores metal-mecánico, calzado, muebles, textil y confección en México (Giral *et al.*, 1998), la eficiencia promedio detectada fue de 50%, es decir, en estos sectores se desperdiciaba la mitad del tiempo, en promedio, en aspectos inheren-

ANEXO 8

FUNDAMENTO TEÓRICO

La gestión de la productividad

en las relaciones de trabajo o una correspondencia apropiada entre las políticas relativas a la productividad, los niveles salariales y la distribución de las ganancias.

Los índices de productividad son asimismo útiles para efectuar comparaciones entre países y entre empresas, a fin de detectar los factores que explican el crecimiento económico. Por tal motivo, la medición de la productividad debe figurar entre las primeras prioridades para cualquier director de un proyecto destinado a mejorar la productividad, tanto en el nivel nacional como en el de empresa. Para alcanzar un equilibrio entre la productividad, los beneficios y los precios, se debe contar con un buen sistema de medición de la productividad como parte integrante del sistema de información gerencial.

3.1. Un método para evaluar la productividad

La evaluación de la productividad en el nivel macroeconómico consiste en la medición del nivel absoluto de productividad y sus tendencias históricas representados por medio de una serie de índices. Sin esa medición, el producto interior bruto (PIB), el producto nacional bruto (PNB), el ingreso (o la renta) nacional (IN) o el valor añadido (VA) pueden no reflejar el verdadero estado de la situación económica de la nación o del sector. Por ejemplo, el PIB puede aumentar año tras año, pero en realidad la productividad puede estar disminuyendo cuando el costo de los factores ha aumentado más rápidamente que el del producto.

Se pueden utilizar dos tipos de relación para medir la productividad en todos los niveles económicos:

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producto total}}{\text{Insumo total}}$$

$$\text{Producto parcial} = \frac{\text{Producto total}}{\text{Insumo parcial}}$$

Productividad total

La productividad total se puede calcular por medio de la fórmula:

$$Pt = \frac{Ot}{T + C + M + Q}$$

en la que Pt = productividad total

Ot = output (producto) total

T = factor trabajo

C = factor capital

M = factor materias primas y piezas compradas

Q = insumo de otros bienes y servicios varios.

La productividad total es la media de la productividad del trabajo y del capital, ponderada y ajustada a las fluctuaciones de los precios. Se puede calcular por el tiempo de trabajo o por un método financiero.

- Obtención de todos los hechos.
- Elaboración de un diagrama del proceso.
- Puesta en tela de juicio de todos los detalles, haciendo el mayor número posible de preguntas; enumeración de las posibilidades y mejoramiento de los detalles necesarios.
- Puesta a punto del método preferido.
- Aplicación del método y verificación de los resultados.

Entre los instrumentos utilizados para la simplificación del trabajo, cabe citar los diagramas de recorrido del proceso, los diagramas de recorrido y la economía de los movimientos, tal como se ha mencionado en el examen del estudio del trabajo.

Análisis de Pareto

A este análisis se lo llama de Pareto por un economista italiano que señaló el principio, a menudo llamado la regla del 80/20, de que el 80 por ciento de los resultados procedían del 20 por ciento del esfuerzo. Es un instrumento útil para el análisis de la productividad, puesto que concentra la atención en las pocas cuestiones o los pocos problemas más importantes y contribuye a establecer prioridades.

El principio se utiliza en muchos sectores de la producción y la administración: la comercialización, el control de la calidad, el análisis de las existencias, las compras, el análisis de las ventas, los procesos de reducción del desperdicio, etc.

Las etapas fundamentales del análisis de Pareto son las siguientes²:

1. Enumeración de los elementos (productos o procesos) que van a analizarse por orden ascendente de empleo, costo o incidencia.
2. Determinación del uso, costo o incidencia total.
3. Indicación del uso individual, etc., como porcentaje del total.
4. Preparación de una columna acumulativa con respecto a la etapa 3.
5. División de la columna del porcentaje acumulativo en tres grupos, a saber, 70 por ciento, 20 por ciento y 10 por ciento. El análisis de Pareto se denomina a veces análisis «ABC», donde «A» es el 70 por ciento del gasto, «B» el moderado 20 por ciento y «C» el costo bajo del 10 por ciento.
6. Repetición de los pasos 1 a 4 para los elementos estudiados. Los pasos anteriores han estado todos relacionados con el costo; ahora se deben relacionar los aspectos «ABC» con el porcentaje de los elementos contenidos en cada categoría.
7. Comparación de la columna del porcentaje acumulativo de uso/costo/incidencia con la columna del porcentaje acumulativo del elemento.

La figura 5.2 y el cuadro 5.4 ilustran los cuadros y diagramas utilizados en el análisis de Pareto.

El análisis de Pareto podría asimismo considerarse como una aplicación de la gestión por excepción.

Cuadro 5.4. Ejemplo del análisis de existencias ABC

Partida núm.	Grupo de existencias	Uso		% acumulativo	Partidas	
		Costo (£)	%		%	% acumulativo
1	A	60 000	40,0	40,0	10	10
2	A	44 000	29,4	69,4	10	20
3	B	22 000	14,7	84,1	10	30
4	B	15 000	10,0	94,1	10	40
5	C	5 000	3,4	97,5	10	50
6	C	2 000	1,3	98,8	10	60
7	C	1 000	0,7	99,5	10	70
8	C	500	0,3	99,8	10	80
9	C	250	0,1	99,9	10	90
10	C	250	0,1	100	10	100
Total		150 000	100	100	100	

Resumen:

Grupo de existencias	% del costo	% de las partidas
A	69,4	20
B	24,7	20
C	5,9	60
Total	100	100

Fuente: A. Lawlor, 1985, pág. 168.

Método justo a tiempo

El método justo a tiempo (JAT) es la producción (o entrega) de los elementos necesarios en la cantidad necesaria y en el momento necesario. Claramente, el significado de «necesario» depende del contexto; un departamento estatal, una empresa pública y una pequeña empresa privada tienen diferentes prioridades y responsabilidades, y sus existencias mínimas necesarias deben calcularse en consecuencia. El principal objetivo del método JAT es reducir los costos en el proceso de producción, mejorando de ese modo la productividad total de la organización. Este sistema se concibió y puso en práctica en el Japón y tiene por objeto eliminar las existencias innecesarias, reducir a un mínimo los costos de mantenimiento de existencias y aumentar el índice de rendimiento de la inversión. Sin embargo, más importante que la reducción de las existencias es el mejoramiento de la fabricación que se deriva de la explotación con existencias reducidas³.

El método JAT suprime el margen de seguridad de las grandes existencias y pone así al descubierto problemas de funcionamiento. Después de introducir el JAT, las existencias de reserva, en otro tiempo consideradas como un seguro contra escaseces o retrasos imprevistos, se consideran ahora como prueba de una planificación poco brillante o incluso de pereza.

ANEXO 9

FUNDAMENTO TEÓRICO

L. López y R. Guamán, «Implementación de una Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), para la flota vehicular del GAD Municipal de Catamayo en la Provincia de Loja,» Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7885/1/UPS-CT004734.pdf>. [Último acceso: 23 Febrero 2017].

- Análisis de causas y plan de acción para determinar cuál fue la causa origen del fallo.

Es este caso siempre hay que tener en cuenta la seguridad antes durante y después de cada mantenimiento correctivo.

a) Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento realizado según uno o varios criterios predeterminados con la intención de reducir la probabilidad de fallo de un bien o la degradación de un servicio realizado.

Objetivos del mantenimiento preventivo

- Reducir costes a través de aumentar la disponibilidad propia de los equipos.

$$\text{Disponibilidad propia (DP)} = \frac{\text{Tiempo de paradas propias (TAP)}}{(TF) + \text{Tiempo de paradas propias (TAP)}}$$

- Reducir degradación de bienes en el tiempo.
- Obtener una mejor organización.
- Aumentar la seguridad y la mejora del medio ambiente.

b) Mantenimiento sistemático

Este mantenimiento se realiza conforme a un criterio establecido según el número de días y horas trabajados.

Este tipo de mantenimiento se puede realizar [2]:

- Con una planificación sistemática de sustitución de elementos de manera: trimestral, semestral, anual, etc.
- Con una planificación sistemática únicamente de revisiones sin sustitución de elementos, los cuales serán sustituidos en función de su estado de deterioro, esto a criterio del personal encargado de las revisiones.

Implementación del mantenimiento preventivo sistemático

a) Entrega por el proveedor de la máquina de:

- Manuales de mantenimiento preventivo, esto es operaciones a realizar, la frecuencia y los tiempos estimados de realización.
- Lista de recambios completa.

- Establecer una sistemática de análisis y seguimiento de evolución para toma de decisiones.

1.7 Informatización del mantenimiento

La informatización o digitalización del mantenimiento es imprescindible para la utilización del software o programa GMAO, ya que el sistema informático, lo que hace es ingresar a los datos y procesarlos, es por eso que se debe crear bases de datos acerca de lo necesario para el software de mantenimiento.

1.7.1 Justificación de la necesidad de una aplicación informática para el mantenimiento

Cuando se proyecta la implantación de un software GMAO, se debe tener en cuenta algo muy importante, y es que este programa no se va a encargar de realizar el mantenimiento de la empresa, ni preventivo ni correctivo, sino que más bien se trata de una herramienta, una ayuda que de no ser bien utilizada, se convertirá en un obstáculo para la realización del mantenimiento. Es por ello que se debe saber exactamente cuál es su objetivo y sus funciones, ya que como cualquier herramienta se puede volver obsoleta y tener mejoras o cambios.

Algo que se debe mencionar es que una institución en la que aproximadamente formen parte del área de mantenimiento 10 personas no verá muchos beneficios con la implementación de la informatización de la gestión del mantenimiento, seguir utilizando papeles y carpetas sería una buena alternativa, por lo contrario si se cuenta con más personal si se notarán las diferencias y será recomendable la implementación de un sistema de GMAO en la institución [8].

1.7.2 Informática de Gestión

Es la empleada para la gestión técnico-administrativa del mantenimiento en los talleres, oficinas y otras áreas, la misma que se utiliza como herramienta para la realización de varias tareas, como por ejemplo:

- Gestión de los activos.
- Fichas de vida e históricos de máquinas.

- Gestión del mantenimiento preventivo.
- Control de costes.
- Gestión administrativa.
- Gestión documental.
- Entre otros.

1.7.3 Procesamiento electrónico de datos

Para el procesamiento electrónico de datos (PED), es necesario un sistema integral de exploración de datos capaz de efectuar operaciones matemáticas, estadísticas y lógicas bajo el control de un programa o software. Entre los principales beneficios de utilizar un sistema de información en el mantenimiento se tienen las siguientes:

- Control sobre la planeación y ejecución del mantenimiento.
- Control sobre los costos directos del mantenimiento.
- Facilidad para la consulta de registros históricos.
- Facilidad para la obtención de tendencias e indicadores de gestión.

1.7.4 Informatización de la documentación de mantenimiento

La información que está incompleta, no actualizada o de difícil interpretación, causa muchas de las veces la decepción en los profesionales y responsables del área de mantenimiento. Es por ello que la documentación es siempre un asunto prioritario como herramienta imprescindible en la solución de averías y en la que se emplea mucha dedicación por parte de los profesionales del área de mantenimiento. Cuando existe demasiado volumen de documentación en el área de mantenimiento, conlleva los siguientes inconvenientes:

- La utilización simultánea de documentación en varios manuales.
- La diversidad de formatos empleados por los fabricantes de maquinaria.
- La actualización de la documentación por modificaciones realizadas en las instalaciones.

La disposición de la documentación en los lugares necesarios. Por otra parte la informatización o digitalización de la información de la documentación tiene ciertas ventajas que se deben aprovechar al máximo, entre ellas tenemos [1]:

- Acceso rápido a la información necesaria.
- Fácil actualización de datos
- Disposición de datos en todos los lugares necesarios al mismo tiempo.

- Mejora la conservación de la documentación.
- Unifica los formatos de documentación con todos los proveedores.

1.8 Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)

En la actualidad el mantenimiento se puede gestionar mediante ordenador, esto se hace debido a que de esta manera es más fácil ingresar datos, procesarlos, y realizar muchas tareas de manera más fácil y cómoda que realizarlo en papel, debido a las grandes cantidades de datos e información que se debe manejar en el proceso de mantenimiento.

1.8.1 Definición de la GMAO

La Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador, también se denomina en ocasiones como CMMS acrónimo de Computerized Maintenance Management System; GMAO, cuyas siglas significan Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora y como Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento conocido como SCAM.

La Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) nace en las grandes empresas como una solución alternativa de mantenimientos preventivos rutinarios, las grandes cantidades de órdenes de trabajo, insumos utilizados, repuestos de almacenes, y equipos que estas contaban, hicieron que sea necesario una mejor manera de control de los mismos.

Hay que decir que la GMAO se tendrá que relacionar con otros sistemas y bases de datos de la compañía, como son la contabilidad, nóminas, almacenes. Existen diversos paquetes informáticos que nos pueden servir convenientemente para su sistema de gestión informatizado, la cantidad de actualizaciones, y la variada oferta que se dispone actualmente hace más fácil la elección del sistema informático a utilizar, es por ello que la cantidad de programas utilizados frente a los desarrollos propios ha subido un 17% hasta el año 2000.

Existe un riesgo al adquirir un paquete de mercado, ya que la mayoría de vendedores ofrecen sistemas muy variados, abiertos y configurables a la disposición del usuario, pero en realidad esto no es del todo cierto, con algunas excepciones los sistemas son demasiado rígidos y de esta manera se hará todo lo posible para que la organización

del mantenimiento se ajuste se ajuste al paquete informático, cuando debería ser al revés.

Una de las características de la GMAO debe ser que esta debe ser de fácil manejo para el usuario final, ya que es el usuario final quienes facilitan los datos del sistema, actualiza historiales, despache las ordenes de trabajo, entre otras actividades, es por ello que es fundamental que el manejo de la interfaz informática sea sencilla para que el nuevo sistema GMAO se convierta en una herramienta de ayuda y no una complicación adicional a las labores de mantenimiento.

1.8.2 Características del GMAO

Las características básicas e imprescindibles que debe contar el sistema de GMAO, se muestran a continuación:



Figura 1.5 Metodologías de implementación de mantenimiento.
Fuente: Francisco González Fernández del libro "Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado"

Órdenes de trabajo

El sistema deberá generar órdenes de trabajo diferenciadas de equipos y sistemas, así mismo se deberá solicitar informes periódicos de las mismas, para saber la situación del cumplimiento de estas, para conocer también los presupuestos asignados y los costes reales.

Planificación de actividades

El sistema deberá diseñar planes de trabajo conforme a las programaciones consistencias y cargas de su departamento de mantenimiento, para esta planificación de actividades el sistema debe contener planes de trabajo según riesgos y criticidades.

Actividades propias y contratadas

Es recomendable que el sistema pueda diferenciar las actividades y servicios que serán ejecutadas con personal propio y cual con personal de empresas externas, así se puede saber quién realiza los trabajos, e identificaremos las actuaciones que asume con medios propios y las que se encomienda a terceros.

Almacén y materiales

La parte de compras debe ser bien especificada, esto depende de la organización interna de la empresa que debe tener sus propias especificaciones y procesos para realizar actividades económicas que satisfagan la demanda interna del área de mantenimiento.

Siendo así, las políticas de compras y contrataciones de la empresa deben considerar la disponibilidad de materiales e insumos, existencias en almacén e inventarios, transferencias de materiales, gestión de bases de datos de proveedores, e integración de todas estas gestiones con los sistemas financieros de la empresa.

Gestión de inventario

El historial de las intervenciones de mantenimiento preventivas y correctivas para cada uno de los equipos y las características técnicas de los mismos deben ser una característica de la nueva aplicación informática, para ello se deberá establecer codificaciones a los equipos, así mismo con catálogos de descripción de los mismos.

En conclusión la implantación de estos sistemas se deben considerar como un sistema de ayuda y de mejora no como empeoramiento ni mayor trabajo administrativo. Es una herramienta de ayuda, no se debe permitir que toda el área de mantenimiento se adecue a la herramienta sino todo lo contrario, para que de esta manera el mantenimiento realizado sea mucho más eficiente.

1.8.3 Alcances del GMAO

Los objetivos que se busca alcanzar con la implantación de la GMAO, son los siguientes:

Mejora de los tiempos de respuesta

Este es uno de los principales objetivos que se busca con la informatización de los recursos (ordenes de trabajo, codificación de equipos y repuestos) de esta manera mejorar tiempos perdidos desde el instante mismo que se produce el percance-avería hasta que el proceso de mantenimiento emite la orden de trabajo.

Disponer de históricos técnicos analizables

Analizar los costes y las eficiencias en las intervenciones de los operarios involucrados, así como estadísticas de las averías para una posible mejora del mantenimiento en base al análisis de fallas.

Planificación y consumo de repuestos

Para ello es imprescindible que se cuente con codificaciones, tanto de equipos como de repuestos, será más precisa la organización de inventarios de los repuestos e insumos invertidos en mantenimientos preventivos y correctivos.

Disminución de los costes de mantenimiento

Para que el sistema GMAO ayude a disminuir costes, se debe obtener un análisis estadístico de la funcionalidad que tienen los repuestos, es decir un análisis que ayude a conocer cual repuesto es mejor para ciertas condiciones de uso, claro, esto se puede saber mediante los historiales, los mismos que deben ser lo más detallado posible.

Incremento de la disponibilidad

Al establecer el sistema informático, para ajustar los tiempos de manera que cada mantenimiento sea efectuado en cierto tiempo, aprovechando incluso las paradas debido a mantenimientos correctivos, así se lograra tener disponible el mayor tiempo posible los equipos y máquinas.

ANEXO 10

FUNDAMENTO TEÓRICO

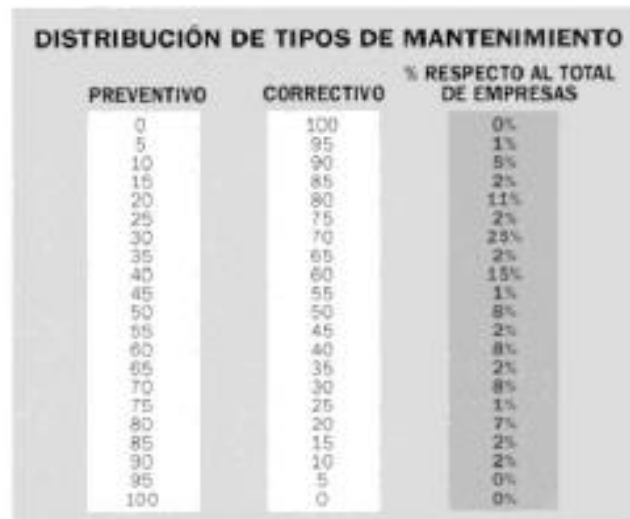


Figura 2.5

Dicha tabla tiene diferentes lecturas, una de las cuales es que un 72 % de las empresas españolas tiene más de un 50 % de mantenimiento correctivo frente al preventivo. De alguna forma, una primera conclusión, por precipitada que parezca, es pensar que los preventivos no deben ser muy eficaces en España cuando nos encontramos en estos elevados índices de fallos o de correctivos.

2.5.7. Sistemas Informáticos

El 90 % de las empresas españolas tiene, de una u otra forma, sistemas informáticos aplicados en sus departamentos o servicios de mantenimiento. Es de destacar que estos sistemas informáticos tienen su mayor aplicabilidad en gestiones de gastos o costes y en gestiones de stocks con un 61 % y un 56 % respectivamente, existiendo otras muchas aplicaciones informáticas, como las relativas a históricos de equipos y máquinas (un 55 %), así como planificación y lanzamiento de actividades (un 48 %). También aparece un 21 % de empresas con sistemas informáticos dedicados a la monitorización de variables. Todo lo cual arroja una esperanzadora cifra sobre la tendencia a reducir los mantenimientos preventivos rutinarios y sustituirlos por mantenimientos predictivos.