ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Mejoramiento de la Productividad del Taller P.M.I”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Walter Xavier Navarrete Ricaurte

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente en el Ing. Ignacio Wiesner Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

MIS PADRES

A MI

ESPOSA

A MIS HIJOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

_____	_____
Ing. Eduardo Rivadeneira P.	Ing. Ignacio Wiesner F.
DECANO DE LA FIMCP.	DIRECTOR DE TESIS
PRESIDENTE	
_____	_____
Ing. Alfredo Torres G.	Ing. Eduardo Orcés P.
VOCAL	VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

_____

Walter Xavier Navarrete Ricaurte

RESUMEN

La empresa denominada Talleres P.M.I. está dedicada al servicio de reparación de motores de maquinarias, tenía grandes problemas debido a que sus tiempos de reparación eran elevados, oscilaban entre uno y dos meses, lo que provocaba que sus clientes fueran a otros Talleres. En esta Tesis se muestra con implantación de tiempos y procesos óptimos de operación se logró cambios importantes en la productividad de esta Compañía consiguiendo disminuir sus índices de tiempos de reparación a una semana, bajaron los precios de venta y por ende consiguió mayor participación en el mercado.

En el primer capítulo se hablará acerca de la Compañía, se mostrará el diagrama de operaciones de una reparación e indicarán los problemas que existían en nuestro servicio.

En el segundo capítulo se mencionarán las soluciones, como el entrenamiento técnico del personal, uso de tiempos óptimos para elaboración

de presupuestos fijos, control de la eficiencia del personal e implantación de la norma ISO9000 para control de los procesos.

En el tercer capítulo se indicarán los resultados de las soluciones con respecto a la productividad y eficiencia del Taller, además las conclusiones y recomendaciones obtenidas de las auditorias de ISO9000.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN……..II
ÍNDICE GENERAL……III
ABREVIATURAS……V
SIMBOLOGÍA……..……VI
ÍNDICE DE FIGURAS……VII
ÍNDICE DE TABLAS……..VIII
INTRODUCCIÓN……1

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA……3

1.1. Descripción de la Empresa……3

1.2. Diagrama de flujo de las operaciones……...6

1.3. Evaluación de los tiempos usados en las operaciones……..9

1.4. Productividad de la Empresa……21

CAPÍTULO 2

2. SOLUCIONES PROPUESTAS……25

2.1. Mejoramiento técnico del personal……..25

2.2. Entrenamiento para conseguir tiempos óptimos de reparación…..29

2.3. Servicios proyectados con presupuestos fijos……...30

2.4. Procedimiento ISO9000 en los procesos de reparación……40

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS…….42

3.1 Productividad actual vs la anterior……..42

3.2 Evaluación de la eficiencia de los procesos del Taller. ……44

3.3 Auditoria ISO9000……...46

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….48

4.1 Conclusiones ……48

4.2 Recomendaciones……49

APÉNDICES.

BIBLIOGRAFÍA.

ABREVIATURAS

E	Errores posibles
HP	Caballos de fuerza
h	Horas
Ht	Horas trabajadas
K/S	Factor de confianza – precisión
N.E.	No aplica
N´	Número de observaciones requeridas
N	Observaciones iniciales
Pf	Producción final
P	Productividad
psi	Libras por pulgada al cuadrado
USD	Dólares
USD/h	Dólares por hora
X	Tiempos elementales representativos

SIMBOLOGÍA

,	Coma
/	División
$	Dólares
=	Igual
≥	Mayor o igual
μ	Medida de la población
x	Multiplicación
( )	Paréntesis
%	Porcentaje
$\overline{X}$	Promedio
.	Punto
√	Raíz cuadrada
–	Resta
+	Suma
Σ	Sumatoria
¾	Tres cuartos
σ^2	Varianza

ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1.1.	Talleres P.M.I.	...4
Figura 1.2.	Diagrama de Flujo de Reparaciones de motores	...7
Figura 1.3.	Diagrama de operaciones a Enero de 1999	...10
Figura 1.4.	Distribución de tiempos	...20
Figura 2.1.	Diagrama de operaciones en la actualidad	...39

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1 Índices de Productividad Taller P.M.I……24
Tabla 2 Mediciones de tiempos de reparación motor 6 cilindros……...33
Tabla 3 Tiempos óptimos de reparación por modelo……36
Tabla 4 Tiempos administrativos óptimos……...37

INTRODUCCIÓN

En mi permanencia en el Taller P.M.I. me tocó identificar varios factores humanos que influían negativamente en la productividad de esta Compañía, tales como la falta de control en los procesos de reparación, desorganización en los procedimientos, funciones claramente establecidas y otras que mantenían al Taller sumido en un gran problema debido a sus bajas producciones.

A pesar de contar con una gran infraestructura tanto en instalaciones como en equipo especializado para poder desarrollar eficientemente sus funciones y teniendo además todo el apoyo de la Fábrica que construye los motores que se reparan, permitiendo al Taller contar con una base de datos actualizada tanto en repuestos como en información técnica, la misma no encontraba un camino que le permita satisfacer las necesidades de reparación a sus clientes lo que provocaba que muchos de ellos reparen con la competencia ya que ellos ofrecían reparar en menos tiempo.

Es por este motivo que se desarrolló un estudio de todos los tiempos que intervenían en una reparación bajo métodos estadísticos, logrando identificar las falencias en nuestros procesos y permitiendo corregirlas ya que además se implantaron las NORMAS ISO9000, permitiendo mantener

constantemente una mejora continua en todos los sectores, lo que provocó un cambio en la mentalidad y producción tanto personal como general, llevando finalmente a obtener los objetivos principales como el aumento de la producción, control de la eficiencia e incremento de la productividad.

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Existen varios factores que disminuyen la productividad de una Empresa, como la falta de capacitación técnica , de procedimientos establecidos; procesos ineficaces, innecesarios e inexistentes que conducen solamente a la perdida de recursos.

1.1 Descripción de la Empresa.

Talleres P.M.I. es una Compañía de Servicio dedicada a la reparación de motores mecánicos de maquinaria de una maraca líder a nivel mundial FIGURA 1.1.

Sirve de respaldo a otra Compañía encargada de la importación de maquinaria y repuestos lo que garantiza la gran inversión de los clientes.

FIGURA 1.1 TALLERES P.M.I.

Talleres P.M.I. se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Guayaquil y también en la ciudad de Quito, sus instalaciones cuentan con una oficina principal donde trabaja el personal administrativo, Gerentes, Supervisores, Comunicadores Técnicos, asistentes y varios galpones donde se realizan las reparaciones de los equipos a través de sus mecánicos especializados.

El galpón del área de reparación de motores mecánicos es cerrada para poder prevenir excesos de polvo y contaminación, cuenta con un área de recepción de equipos donde son trasladados a través de tecles automáticos de 2 toneladas marca YALE a una área inicial de lavado, cuenta con una máquina lavadora de alta presión marca WAP de 2.600 psi para limpieza externa de los motores, otra lavadora de componentes que trabaja con químicos marca HYDROBLAST que realiza una limpieza completa tanto interna como externa de todo tipo de suciedad, grasa u óxido.

El área de reparación de motores cuenta además con varias sub-áreas donde se dividen los trabajos según la especialidad y son los siguientes: Área de recepción-limpieza, desarmado, mecanizado, reparación de componentes, armado y prueba.

En el área de mecanizado podemos mencionar la rectificadora marca ROBBI, y cada una de estas áreas cuenta con herramientas especiales según sus necesidades.

Se destaca actualmente el uso de dos bancos de inyección marca HARTRIDGE y de dos dinamómetros nuevos marca TAYLOR instalados en los dos Talleres (Guayaquil y Quito) que sirven para probar motores con una potencia máxima de 1.500 HP , lo que ofrece gran confianza en las reparaciones.

Talleres con el afán de servicio a sus clientes, constantemente se actualiza e incorpora nuevos proyectos de desarrollo de los cuales ha conseguido los siguientes certificados: ISO9000, Control de Contaminación y actualmente está implementando 6SIGMA a varios procesos para realizar mejoras continuas.

1.2 **Diagrama de Operaciones**.

A continuación se grafica mediante un diagrama de flujo las operaciones realizadas en un proceso común de reparación de motores mecánicos FIGURA 1.2.

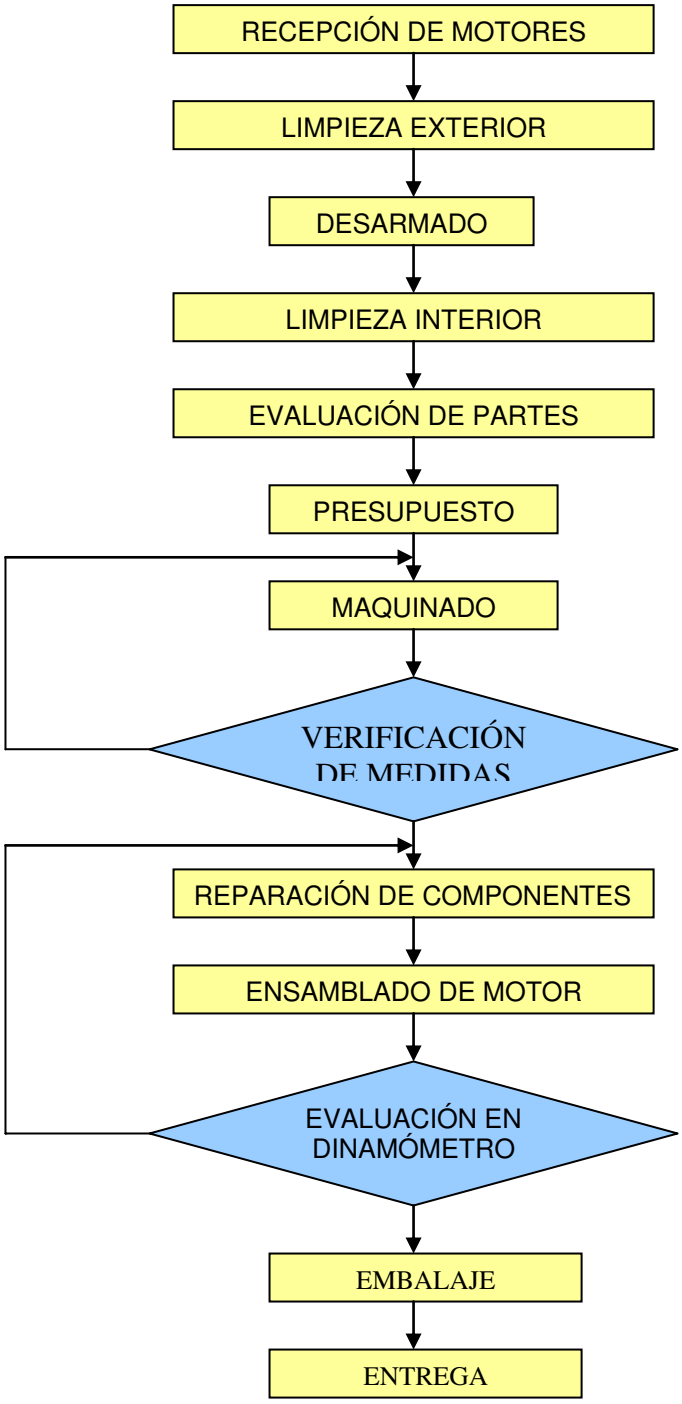

FIGURA 1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE REPARACIONES DE MOTORES

Como se puede observar existen trece operaciones importantes donde se deberían registrar mediante hojas de control, los datos mas relevantes y observaciones que vayan apareciendo, lo cual no existía.

Entre estas operaciones existen dos puntos de verificación, en donde se deberían analizar las medidas y datos obtenidos como dimensiones, potencia, temperatura, presión, etc. para luego comparar con los datos técnicos de Fábrica y poder determinar la confiabilidad de la reparación, en estos dos puntos de verificación deberían existir informes de evaluación que certifiquen las datos obtenidos , que incluyan los datos actuales, datos de comparación , nombre del mecánico que realizó la toma de medidas o pruebas, nombre del supervisor encargado y notas adicionales, estos informes de evaluación existían pero incompletos, facilitando cualquier error.

Una vez tomados todos los datos y de llegar a existir una diferencia en los parámetros se deberá regresas a los puntos ya sea de maquinado o de reparación de componentes para corregir el problema.

1.3 Evaluación de los Tiempos Usados en las Operaciones.

Uno de los grandes problemas que existían en el Taller era la demora en entregar sus presupuestos y reparaciones, si considerábamos que un cliente aprobaba inmediatamente el presupuesto, el motor reparado era entregado en el lapso promedio de un mes, llegando a existir casos en que un motor se demoraba hasta dos meses en ser reparado.

Como se puede observar existía un gran problema en los tiempos de operación y debía de hacerse algo.

Para empezar se realizó el diagrama de operaciones FIGURA 1.3 de los tiempos promedios por operaciones que existían en Enero de 1,999 fecha en que se inició el estudio; los tiempos obtenidos fueron referenciales y sirvieron solamente para poder visualizar el problema en general.

Como se observa en la FIGURA 1.3., cada proceso está indicado con sus respectivos tiempos promedios existentes en ese entonces, a continuación se describen todas las operaciones con sus tiempos.

La operación de recepción de motores incluye la apertura de la orden de trabajo en el sistema operativo donde se ingresan los datos del equipo y del cliente, el tiempo de traslado al galpón, el desembarque del motor y una sencilla recepción del equipo tomaba 2,8 h en promedio e intervenían tres personas administrativas, el Recepcionistas quien abre la orden de trabajo (0,75 h), Coordinador de Servicio quien acompañaba al cliente al galpón (0,5 h) y el Supervisor Técnico quien se encarga de recibir el motor y llenar una hoja de recepción, más un ayudante de mecánica quien desembarca el motor del vehículo (1,55 h) como se observa ya desde el inicio existe una demora en el proceso, es decir que un cliente debía permanecer por lo menos un promedio de 2,8 h solo en entregar el motor al Taller; debido a esto existían muchos comentarios negativos y por lo tanto era una parte del proceso que debía ser corregida.

Una vez recibido el equipo este pasa al área de lavado donde se limpia exteriormente usando una lavadora a presión, este proceso demoraba en promedio 2,3 h debido a que se realizaban varias lavadas con químicos y detergente esto más el uso de una lavadora a presión inapropiada hacían que el tiempo de lavado exterior sea elevado, esta operación es realizada por un ayudante de mecánica.

Con el motor ya limpio se lo lleva al área de desarmado donde el mecánico líder empieza a desmontar los componentes principales del motor como bomba de inyección, bomba de agua, bomba de aceite, turbo alimentadores, bomba de transferencia, motor de arranque y alternador los cuales son distribuidos a varias sub-áreas de reparación para que mecánicos especializados se encarguen en desarmar dichos componentes.

El mecánico líder además de desmontar todos los componentes secundarios como cañerías, bases, codos, etcétera , desarma íntegramente el ¾ de motor el mismo que incluye el cigüeñal, barra de levas, brazos de biela y pistones, este proceso completo de desarmado implicaba un promedio de 24,6 h para motores de 6 pistones.

Una vez desarmado todos los componentes del motor, estos pasan al área de lavado nuevamente, donde ingresan a una lavadora especial que realiza la limpieza tanto interna como externa de los componentes retirando todo tipo de suciedad, grasa, oxído y pintura; después de un tiempo promedio de 6,7 h, los componentes salen completamente limpios y son retirados de la máquina para identificarlos con la orden de trabajo correspondiente, en esta

operación interviene un ayudante de mecánico quien vigila la operación correcta de la máquina.

Después son llevadas las partes a cada una de las sub-áreas donde cada pieza principal es evaluada y se elabora un informe, tenemos los siguientes, en el cigüeñal y barra de levas se revisan las medidas actuales, su dureza, radio de curvatura, flexión , torsión y si existe presencia de óxido, ralladuras y golpes; en el bloc se revisa las medidas del túnel y si existe presencia de rajaduras que no permitan el buen funcionamiento de este componente; en los brazos de biela se miden los diámetros internos, se verifica si existe flexión o torsión y si hay presencia de golpes, oxidación o alguna otra deformación, en los pistones se miden los espacios donde se alojan los rines, su diámetro interno y si existen ralladuras pronunciadas o perdida excesiva de material debido a la combustión; en las camisas se verifica su grado de desgaste y si existe una fisura o ralladura que impidan su reutilización.

En las sub-áreas cada componente es analizado por un mecánico especializado, tenemos que para el cabezote se evalúa si existe torcedura y si tiene rajaduras o alguna marca de soldadura que indique alguna falla crítica, además se analizan las válvulas,

resortes, seguros y guías para asegurar un correcto funcionamiento; en la bomba de agua se revisa la caja principal, el eje y la turbina los cuales no deben presentar desgastes excesivos ya que esto disminuye considerablemente la presión; en la bomba de aceite se revisa la caja, válvula y piñones si existe desgaste excesivo; en la bomba de inyección se inspecciona el eje principal y los bombines los cuales no deben estar desgastados para que puedan cumplir el objetivo de bombear a cierta presión el combustible; los inyectores son evaluados en un banco de prueba manual y se examina el rociado y la presión de apertura; en el turbo se examinan las cajas, el eje, las turbinas los cuales deben tener un desgaste mínimo y no tener rajaduras o ralladuras ya que estos componentes son considerados como críticos debido a que trabajan a elevadas velocidades y temperaturas finalmente en los componentes eléctricos como motor de arranque y alternador se revisan el rotor y estator si existe continuidad.

En este parte del proceso trabajan cinco mecánicos y su tiempo promedio era de 18,6 h donde incluye el tiempo total de evaluación, la elaboración de los informes y listado de partes, este último era una parte crítica debido a la importancia de seleccionar correctamente los repuestos que serían necesarios pero además generaba retrasos

en las reparaciones ya que se perdían más de 8 h en realizar los listados ya que estos debían ser consultados en microfichas, es importante indicar que un gran porcentaje de los repuestos necesarios se repetían entre una y otra reparación.

Una vez realizada la evaluación de los componentes y piezas que son parte del motor, y con los listados de partes ya realizados, estos son entregados al Supervisor Técnico quien los revisa y luego autoriza al vendedor del Taller que cotice los mismos.

Estos listados no son impresos en el área de trabajo sino en otra área lo cual generaba pérdida de tiempo ya que el vendedor debía trasladarse a otro sitio para retirar los listados, posteriormente estos son entregados al Supervisor Administrativo quien reúne toda la información faltante como los valores de los trabajos externos, suministros y los tiempos de mano de obra eran consultados a los mismos mecánicos, lo que provocaba un problema debido a que no era una información veraz ya que estaba a criterio de un mecánico sin el debido estudio, hasta tener impreso el presupuesto, el Taller invertía otras 5,9 h en la elaboración del presupuesto e intervenían tres personas administrativas.

Después de que el cliente aprueba la reparación, la orden es habilitada para pedir repuestos, en promedio la Importadora se demora una semana en traer los repuestos que no hay en stock, en esta parte del proceso las reparaciones podrían detenerse si los repuestos que se importaban eran críticos ejemplo , pistones, camisas, chapas, rines, bombines, ejes, etc; lo que impedía continuar con la reparación.

Uno de los procesos que podían continuar era el de maquinado, en este interviene un mecánico y emplea un promedio de 20,7 h; su labor se simplifica en encamisar el bloc, desbastar bocines de brazos de biela y cepillar cabezotes, alguna otra operación de maquinado se la realiza en talleres autorizados.

Terminado los trabajos de maquinado son evaluados nuevamente para verificar las medidas, en este proceso intervienen generalmente dos mecánicos y utilizan un promedio de 4,3 h.

Con los repuestos completos el Supervisor Administrativos autoriza a los mecánicos iniciar la reparación, en esta operación el tiempo promedio era de 35,6 h e intervenían cinco mecánicos.

Una vez reparados los componentes y el ¾ de motor, el mecánico líder empieza con el ensamblado del motor, donde son montados los componentes nuevamente para completarlo, en este proceso trabaja un mecánico y utiliza un promedio de 27,8 h, algo importante de indicar es que la utilización de otro mecánico en el ensamblaje aumentaba considerablemente las horas en este proceso.

Finalmente uno de los proceso claves es la prueba del motor en el dinamómetro, gracias a esta prueba se puede detectar alguna falla en la reparación lo que disminuye considerablemente las probabilidades de una garantía, en esta parte del proceso interviene un mecánico quien se encarga de montar el motor en bases y acopla todas las mangueras como la de circulación de agua y la de combustible además los sensores necesarios que permitan medir temperaturas y presiones; luego el motor es encendido y probado en vacío y con carga para determinar la potencia del mismo, una vez tomado los datos y corregido cualquier falla se procede a desmontar todos los accesorios instalados, todo este proceso implicaba un promedio de 11,7 h.

Con el motor ya reparado y probado este pasa al área de embalaje donde es pintado y plastificado, en esta parte del proceso

intervienen un pintor contratado y un ayudante de mecánico, ambos tenían listo su trabajo en un promedio de 4,6 h.

Paralelamente se inicia el trámite de la facturación, el Supervisor Administrativo autoriza al Asistente Administrativo cerrar y facturar la orden, para lo cual el asistente verifica que todas las horas de los mecánicos, suministros, trabajos externos y repuestos estén cargadas a la orden de trabajo una vez hecho esto comunica al Supervisor quien revisa finalmente los valores totales de no existir discrepancias se autoriza la facturación.

De existir pérdidas el Supervisor debe solicitar autorización al Gerente para proceder, este trámite más el de entregar el motor al cliente implicaban 5,4 h e intervienen siete personas administrativas.

De esta evaluación de tiempos y procesos podemos simplificar que existía mal uso y falta de control del tiempo además procesos innecesarios los cuales podían ser eliminados sin afectar la calidad del trabajo sino mas bien mejorarlo.

Como podemos observar en el gráfico de Distribución de Tiempos FIGURA 1.4., el tiempo total de reparación promedio estaba

repartido de la siguiente manera: 1,5 semanas en entregar el presupuesto (29%); 2,5 semanas en entregar la reparación (52%) y cuando no existía algún repuesto en stock 1 semana más como mínimo en la importación (19%).

Muchos factores influenciaban en la demora, la falta de atención al cliente, la falta de tiempos establecidos que permitan un compromiso con el cliente ya sea en la entrega del presupuesto y en la reparación, la falta de entrenamiento y capacitación técnica al nuevo personal, la falta de provisión de repuestos más utilizados y muchos otros factores hacían que no guarde relación el tiempo real para entregar una reparación.

Como mencioné teníamos problemas desde la recepción del equipo hasta la elaboración del presupuesto definitivo, en la fase de reparación los problemas más comunes era la lentitud con que se realizaba una reparación sin considerar los problemas de mal armado que eran muy frecuentes y que aparecían en las pruebas dinamométricas y finalmente en la entrega del motor una serie de trámites administrativos lo que resultaba en una constante demora en la reparación de un mes promedio.

1.4 **Productividad De La Empresa**.

Para empezar a hablar sobre la productividad de la empresa, se debe conocer el significado, “Productividad es la relación entre producción final y factores productivos (tierra, capital y trabajo) utilizados en la producción de bienes y servicios” , entiéndase a la Producción como “La creación y procesamiento de bienes y mercancías” y a los factores productivos como “Los materiales o recursos utilizados en el proceso de producción “. La productividad se calcula generalmente utilizando números índices, por ejemplo, con la producción y las horas trabajadas, para nuestro caso tomaremos estos dos índices.

Para determinar la productividad antes de iniciar el programa, necesitaremos conocer las producciones. Como podemos observar en el APÉNDICE A, dos años antes de iniciar con el mismo, las ventas realizadas en Guayaquil fueron de $77,107 USD en 1999 y disminuyeron en el 2000 a $62,436 USD y en Quito fueron de $29,688 USD en 1999 y aumentaron a $38,998 USD en el año 2000.

El otro parámetro sería las horas trabajadas APÉNDICE B, para lo cual tenemos que en Guayaquil se trabajaron 10.815 h en 1999

mientras que en el año 2000 disminuyó a 9.820 h; en Quito en cambio se trabajaron 5,643 h en 1999 y en el año 2000 subió a 5.923 h.

Para determinar la productividad realizamos la siguiente operación:

$$P = \frac{Pf}{Ht}$$

Donde:

P = Productividad

Pf = Producción final

Ht = Horas trabajadas

Por lo tanto, calculamos las productividades en los Talleres de Guayaquil y Quito, en los años de 1999 y 2000:

Taller de Guayaquil, año 1999

Pf = $77,107 USD

Ht = 10.815 h

$$P = \frac{77{,}107}{10.815} = 7{,}13 \text{ USD/h}$$

Según el cálculo la productividad en el Taller de Guayaquil para el año de 1999 fue de 7,13 USD/h , en la Tabla I, encontramos resumido los índices de productividad alcanzados en el Taller de Guayaquil, Quito y en General para los años de 1999 y 2000.

Como podemos observar el la Tabla I, antes de iniciar con el programa completo que incluye la implementación de tiempos óptimos de reparación y las reparaciones con presupuestos fijos, a nivel General Talleres P.M.I. tenía un índice de 6,44 USD/h , este índice nos ayudará para comparar con los índices obtenidos después de la implementación sugerida.

TABLA 1

INDICES DE PRODUCTIVIDAD TALLER P.M.I (USD/h)

ANTES DE TARIFA FIJA

	1999	2000
GUAYAQUIL	7.13	6.36
QUITO	5.26	6.58
GENERAL	6.49	6.44

CAPÍTULO 2

2. SOLUCIONES PROPUESTAS

Una vez definido nuestro problema principal, se desarrollaron varios estudios de cada una de las operaciones en donde se registraron los tiempos y se evaluaron los procesos; se determinaron los tiempos óptimos de cada una de las operaciones que forman parte del diagrama de flujo, se obtuvieron presupuestos fijos de reparación que incluyen valores tanto en mano de obra como en repuestos.

Se procedió posteriormente al entrenamiento del personal para alcanzar estos tiempos y finalmente se implementaron los cambios a los Procedimiento ISO9000 para confirmar el control de ellos.

2.1 **Mejoramiento Técnico del Personal**.

Para conseguir que un mecánico logre el objetivo principal de reparar un motor, este debe seguir una serie de cursos que le

permita conocer la parte teórica, necesaria para reparar de una forma rápida, correcta y que no provoque problemas posteriores, a continuación se menciona los cursos que deben ser aprobados para considerar que el mecánico está capacitado:

Para ser seleccionado el mecánico debe ser Bachiller Técnico o Tecnológico y para obtener el título de Ayudante de Mecánica debe aprobar lo siguiente:

- Mecánica Básica 1
- Mecánica Básica 2
- Mecánica Básica 3
- Mecánica Básica 4
- Mecánica Básica 5
- Mecánica Básica 6
- Mecánica Básica 7
- Línea de Productos
- Cliente Primero
- Microfichas de Repuestos
- Sistema operativo de Repuestos
- Reutilización de componentes
- Electricidad Básica

Estos cursos tienen una duración de 32 h cada uno y el objetivo al finalizar es que el mecánico conozca sobre el uso y cuidado de las herramientas manuales, herramientas de uso general, herramientas de medición; características principales de los cojinetes y forma de escogerlos; conceptos básicos de los motores; procesos en los sistema de combustible, aspiración, escape, enfriamiento y lubricación; conocer los tipos de productos que distribuye la compañía; como atender las necesidades de los clientes; como obtener los números de partes de los motores usando microfichas y el sistema; principios básicos del sistema eléctrico. Para obtener el título de mecánico de Nivel 1, se deben aprobar los siguientes cursos:

- Análisis de falla básico
- Ingles básico
- Análisis de falla 1
- Reparación de motores
- Motor 4 cilindros
- Motor 6 cilindros
- Motor 8 cilindros en V
- Reparación de embragues

Estos cursos tienen una duración de 40 h cada uno excepto el de Inglés básico que dura 80 h y el de reparación de embragues que dura 8 h, al finalizar estos cursos el mecánico conoce y está capacitado para hacer un diagnóstico general de cualquier tipo de equipo y especialmente los motores.

Aprende como se debe desarmar, evaluar y armar un motor en general y luego se especializa en algunos modelos; aprende a desarmar, evaluar y armar un embrague.

Por último para obtener el título de mecánico de Nivel 2, se debe aprobar los siguientes cursos:

- Reparador de componentes de motor
- Reparador de componentes de inyección
- Reparador de componentes hidráulico

Estos cursos tienen una duración de 40 h y al finalizar el mecánico conoce como se desarma, evalúa, y repara cualquier componente que sea parte de un motor; en este momento ya está capacitado teóricamente para reparar un motor, pero como la práctica es muy importante, además de los cursos teóricos, la capacitación se

acompaña con entrenamiento práctico, vigilado por supervisores que ya han conseguido experiencia en cada uno de los campos.

2.2 **Entrenamiento para Conseguir Tiempos Optimos de Reparación**.

"Hay que enseñar al operario o los operarios a seguir el método aprobado. Siempre es importante entrenar al operario para que se consiga de él una razonable producción, pero su entrenamiento o instrucción es absolutamente necesario cuando los métodos se han deducido por el estudio de movimientos. Es bien evidente que no puede esperarse que los operarios descubran por sí mismos el método que el encargado del estudio de los tiempos desarrolló como resultado de horas de estudio concentrado.

Por tanto, ha de entrenárseles cuidadosamente si ha de esperarse que alcancen la producción estándar. Además, no puede hacerse bien un estudio exacto de los tiempos hasta que el operario siga el método aprobado con razonable habilidad."

El entrenamiento del personal mecánico va acompañado con prácticas supervisadas, una vez que el mecánico se encuentra seguro de poder reparar un componente bajo las especificaciones requeridas, solicita que se le haga una prueba la cual es calificada

bajo ciertos puntos APÉNDICE C, donde el supervisor califica varios aspectos adicionales a la reparación, como uso de literatura, seguridad en el trabajo, uso correcto de herramientas e instrumentos de medición, limpieza y contaminación; lo que asegura una buena reparación.

Así como en la parte teórica, el mecánico reparador de motores debe cumplir una serie de capacidades APÉNDICE D, para poder asegurar una buena reparación.

Mediante este método se han obtenido buenos resultados ya que el mecánico utiliza todos los recursos disponibles como información técnica, microfichas y el sistema además se establece un orden de trabajo en el cual debe seguir parámetros de seguridad, limpieza para prevenir contaminación, lo cual con su conocimiento práctico asegura reparaciones más confiables y en menor tiempo.

2.3 Servicios Proyectados con Presupuestos Fijos.

Para llegar a obtener un presupuesto fijo de reparación, fue necesario primero determinar los tiempos óptimos de reparación y de procesos; para lo cual se emplearon los métodos de cronometraje y métodos estadísticos.

A continuación indicaré los pasos seguidos en la obtención de los tiempos:

- Se tomaron cinco tiempos para cada operación.

- Para cada operación se determinó mediante estadística la cantidad de muestras que debían tomarse para considerar un promedio óptimo, tomando en cuenta un margen de error del 10%.

- Se procedió a tomar la cantidad de lecturas necesarias.

- Se obtuvieron los tiempos promedios de cada operación.

Por ejemplo, para la reparación de un motor de seis cilindros que incluye el desmontaje de componentes, desarmado de ¾ , evaluado, armado de ¾ y finalmente el montaje de los componentes para completar el motor , se inició el proceso obteniendo cinco mediciones las mismas que se indican en la Tabla 2.

A continuación se procedió a obtener el número de mediciones necesarias usando Métodos Estadísticos, se sabe que “Los

promedios de las muestras X tomadas de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidas con respecto a la medida de la población μ".

"La variable X con respecto a la medida de la población μ es igual a σ^2 / n , donde n es el tamaño de la muestra y σ^2 la varianza de la población." Para calcular el número de observaciones se puede usar la siguiente ecuación:

$$N' = \left[\frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$

$$\frac{K}{S} = 2 \times \frac{1}{E}$$

Donde:

N´ = Número de observaciones requeridas

K = Factor de confianza – precisión.

S

X = Tiempos elementales representativos

E = Errores posibles

N = Observaciones iniciales

TABLA 2

MEDICIONES DE TIEMPOS DE REPARACIÓN

MOTOR SEIS CILINDROS

MEDICIÓN	HORAS
1	54,47
2	72,79
3	54,20
4	66,33
5	79,14

Para nuestro caso los valores quedarían de la siguiente manera:

N = 5

E = 10%

ΣX = 54,47 + 72,79 + 54,20 + 66,33 + 79,14 = 326,93

$(\Sigma X)^2$ = (326,93)^2 = 106.883,22

ΣX^2 = 54,47^2 + 72,79^2 + 54,20^2 + 66,33^2 + 79,14^2 = 21.865,81

K = 2 x 1 = 20

S 0,01

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{5 (21.865,81) - 106.883,22}}{326,93} \right]^2 =$$

N´ = 9 mediciones

Posteriormente se obtuvieron las mediciones restantes para determinar el promedio:

$$\bar{X} = \frac{54,47 + 72,79 + 54,20 + 66,33 + 79,14 + 41,24 + 49,80 + 69,46 + 60,79}{9} =$$

$$\bar{X} = 60,9 \text{ h}$$ (Tiempo promedio de reparación con margen de error del 10%)

Utilizando este método se procedió a determinar los tiempos óptimos de reparación del resto de procesos de reparación por tipos de modelos , los cuales se resumen en la Tabla 3.

En la Tabla 3 se muestran todas las actividades que son realizadas exclusivamente por los mecánicos. Para la parte administrativa, los tiempos son mostrados en la Tabla 4, cave indicar que en los procesos mencionados anteriormente intervenían algunos mecánicos, lo cual incrementaba considerablemente el tiempo de reparación y por ende el precio de venta; lo que se hizo fue reestructurar las funciones al personal administrativo y de limpieza lo

que disminuyó considerablemente el tiempo de mecánico utilizado en las órdenes.

TABLA 3

TIEMPOS ÓPTIMOS DE REPARACIÓN POR MODELO

	TIEMPO (h)					
PROCESOS	tf4	tf6	ts4	ts6	t2	t3
Reparación de 3/4	52	52	50	50	40	56.4
Reparación de B/agua	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Reparación de B/aceite	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Reparación de B/inyección	8	8	9	9	10.5	9
Reparación de B/transferencia	2	2	2	2	2	2
Reparación de turbo	3	3	3.5	3.5	3	3.5
Reparación de cabezote	10.25	10.25	10.5	10.5	10.5	7.5
Reparación de M/arranque	4	4	4	4	4	4
Reparación de alternador	4	4	4	4	4	4
Reparación de polea del vent.	3	3	3	3	3	3
Prueba en Dinamómetro	8	8	8	8	8	8
Prueba de inyectores	2	3	1.32	1.98	2.64	1.5
Prueba de B/inyección	4	4	4	4	4	4
Evaluación de pistones	1	1.5	1	1.5	2	1.5
Evaluación de bielas	2	3	2	3	4	3
TOTAL	108.25	110.75	107.32	109.48	102.64	112.4

TABLA 4

TIEMPOS ADMINISTRATIVOS OPTIMOS

PROCESO	TIEMPO (h)
Recepción	1,25
Limpieza exterior	1,50
Limpieza interior	3,50
Presupuesto	3
Embalaje	1
Entrega	2,5

A continuación podemos observar en la Figura 2.1, la nueva estructura de procesos en las reparaciones y sus tiempos; tanto la sumatoria de todos los tiempos como el lapso en obtener un motor reparado disminuyeron, consiguiendo nuestro objetivo principal.

Una vez obtenidos los tiempos óptimos de reparación, se prosiguió en determinar un listado principal de repuestos donde se asignó a cada uno un factor de uso el mismo que se determinó según la frecuencia de uso en las reparaciones, ejemplo, para un motor de seis cilindros que va a ser reparado antes de falla a unas 10,000 h de uso, se estiman cambiar en el ¾ los siguientes repuestos:

Camisas :	6 x 100 x 50%	=	$300
Pistones :	6 x 150 x 50%	=	$450
Rines :	6 x 30 x 100%	=	$180
Pines:	6 x 50 x 10%	=	$30
Bocines de biela:	6 x 10 x 100%	=	$60
Bocines de b/levas :	7 x 15 x 100%	=	$105

Chapas de biela :	6 x 20 x 100%	=	$120
Chapas de bancada :	7 x 25 x 100%	=	$175
Medias lunas:	1 x 30 x 100%	=	$30

Por lo tanto el presupuesto fijo para una reparación de ¾ de motor quedaría de la siguiente forma:

Mano de Obra:	$790
Repuestos:	$1,450
Misceláneos:	$50

En total una reparación de ¾ de motor quedaría en $2,290 USD; de esta misma forma se obtuvieron los restantes valores para las demás operaciones de reparación y comprobación de componentes, esto ayudó considerablemente a la agilidad en las emisiones de los presupuestos ya que un cliente podía tener en menos de una hora un presupuesto y tomar una decisión, ya no tenía que esperar una semana y media para recién saber cuanto le costaría la reparación.

2.4 **Procedimiento Iso9000 en los Procesos de Reparación**.

Las mejoras continuas y mantenidas en una Compañía están ligadas al uso de las normas ISO9000, la cual establece varios puntos que

deben ser cumplidos tales como un Manual de Calidad, Manual de Procesos, Manual de Funciones, Manual de Procedimientos, Política de Calidad, Objetivos de Calidad.

Talleres P.M.I. obtuvo la certificación ISO9000 al cumplir todos los puntos dispuestos en la Norma, y dentro de los procedimientos se establecieron parte de los cambios realizados en los procesos de reparación que fueron sugerido, como se puede observar en el APÉNDICE E, de esta forma se asegura el cumplimiento de los pasos necesarios para mejorar la calidad del servicio.

Adicionalmente, en los Planes de Calidad menciona a los Presupuestos Fijos como una herramienta para alcanzar los Objetivos de Calidad propuestos a corto y largo plazo; adjunto APÉNDICE F.

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se evaluarán tanto la productividad como la eficiencia antes y después de haber puesto en marcha el programa de optimización de tiempos y presupuestos fijos y se mostrarán las no conformidades obtenidas en las Auditorias externas.

3.1 Productividad Actual vs. la Anterior.

Como determinamos en el Capítulo I , la productividad General del Taller P.M.I. era de 6,44 USD / h , antes de implementar el uso de los tiempos óptimos de reparación y los presupuestos fijos. Una

vez implementado los dos programas a partir del año 2.001 el Taller comenzó a incrementar una de las variables que afecta la productividad, sus ventas como lo podemos observar en el APÉNDICE G , a nivel General, pasó de $101,434 USD a $216,218 USD, del año 2.000 al 2.001, un incremento del 113% en ventas de Mano de Obra y en los restantes años igualmente ha existido un incremento considerable en la producción.

Y la otra variable que afecta la productividad, para nuestro caso las horas trabajadas también se incrementaron como se observa en el APÉNDICE H, donde apreciamos que entre el 2000 y el 2001 hubo un incremento del 16%; este incremento no fue tan considerable como el obtenido en la producción, lo que asegura un incremento en el índice de productividad ya que se usaron menos horas de trabajo para obtener mayor producción.

Con los datos revisados tanto el de producción y el de las horas trabajadas, podemos obtener las productividades de los años posteriores a la implementación de los cambios, las mismas son mostradas en el APÉNDICE G.

Como se puede observar ha existido un incremento considerable de la productividad, tanto en el Taller de Guayaquil, Quito y a nivel General. A nivel General hubo un incremento de 83% en el índice de productividad en el primer año, en el segundo año de 92%, en el tercer año de 62% y en el último año tenemos un incremento ponderado de 58% y entre los dos talleres el de Quito fue el que más altos índices ha conseguido, llegando ha tener hasta 14,87 USD / h.

3.2 Evaluación de la Eficiencia de los Procesos del Taller.

Se entiende que un método de producción es técnicamente eficiente si la producción que se obtiene es la máxima posible con las cantidades de factores especificadas.

Si consideramos que la producción antes de los cambios fue de $101.434 USD en el año 2.000 y fue necesario para obtener esas ventas un total de 15.743 h. ; si se mantenían los mismos procesos se hubiera necesitado de 33.557 h., para lograr alcanzar la producción que se obtuvo a finales del 2.001 , que fue de $216.218 USD; y el valor al que llegaron las horas de trabajo en el 2.001 apenas fue de 18.312; por lo tanto los métodos utilizados ayudaron a mejorar la eficiencia del Taller.

Para el Taller, los tiempos óptimos obtenidos en el proceso sirvieron como base para determinar el rendimiento ya sea individual, colectivo, del área, o del Taller.

Lo que sirvió para tomar decisiones e ir solucionando puntualmente cualquier problema con respecto a la capacitación, compra de herramientas y equipos que sean necesarios para mejorar aun más el tiempo de reparación. A continuación se muestra un resumen de los valores obtenidos con respecto al Rendimiento en el Taller de Guayaquil, después de iniciado el programa VER APENDICE K.

Como podemos observar, en el área de Reparación de componentes se obtuvo un rendimiento al final del período del 2001 de 111% debido a la implantación de los procesos de reparación en los componentes de motores, como también en el área de Maquinado se obtuvo un buen valor al final del período que fue de 120%; estas dos áreas contribuyeron especialmente a que no disminuya el rendimiento global del Taller.

En el área de Ensamblaje en cambio se presentaron varios problemas, debido a la rotación del personal durante el año 2001,

esta área terminó con un rendimiento de 86%, para nuestro caso este parámetro ya se encontraba fuera de lo permitido; en el análisis realizado se pudo determinar que el bajo rendimiento se debió al proceso de capacitar a los nuevos mecánicos, ya que algunos de ellos necesitaron de la ayuda de mecánicos capacitados lo que provocó un gran aumento en las horas de trabajo que en algunos de los casos llegaron a duplicarse.

Adicionalmente, la inexperiencia provocó varios problemas, como trabajos mal realizados, los cuales generaron aumento de horas para poder corregir los mismos.

Finalmente, como se puede observar entre los doce meses del 2001, en nueve de ellos se obtuvieron rendimientos por arriba del 100% , a pesar que existen casos puntuales estos no influyeron en el porcentaje final de Rendimiento del Taller de Guayaquil que fue de 107%.

3.3 **Auditoria Iso9000**.

De la última auditoría externa realizada el 6 de Enero del 2003, se encontraron tres no conformidades de las cuales dos tienen que ver con este tema, y son las siguientes:

- "El indicador de Eficacia del proceso de identificación de las necesidades del cliente no miden la eficacia de dicho proceso" .
- "En el manual de procesos, revisión (01), el proceso planificación de la calidad no se evidencia el indicador o medición del proceso referente a la tabla de objetivos de calidad".

Estas no conformidades correctivas fueran analizadas y resueltas. La primera se solucionó incluyendo un campo adicional donde se compara el porcentaje de los presupuestos aprobados, mientras que en la segunda se realizaron cambios en la hoja de control "Cumplimiento de Objetivos de Calidad" APÉNDICE J.

Como podemos observar finalmente en el APÉNDICE J, a pesar de haber definido los objetivos de calidad propuestos para ser cumplidos dentro del lapso de dos hasta tres años, estos ya se han cumplido parcialmente hasta Octubre del 2004.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1. Se obtuvo el objetivo principal de aumentar el índice de productividad del Taller P.M.I. una vez que se hizo la implantación de los resultados del estudio de los tiempos y procesos de reparación; el índice de productividad a nivel General pasó de 6,44 USD/h a 11,81 USD/h , un incremento del 83%.

2. Se obtuvo una disminución en los precios de mano de obra a nivel general, de un 28% aproximadamente, debido a que se obtuvieron los tiempos correctos de cada proceso.

3. Aumentó considerablemente las ventas en el Taller a partir de las implantaciones realizadas con respecto a los presupuesto fijos, la misma que aumentó a nivel General de $101,434 USD registrados al final del año 2000 a $216,218 USD registrados al final del año 2001, un incremento de 113% en ventas.

4. Mejoró el rendimiento del Taller, ya que antes del proceso este era de 77% y el mismo terminó al final del período del 2001 en 107%., una vez que se establecieron los procesos y se capacitó al personal.

5. Se alcanzó en el año 2004 un 84% de satisfacción al cliente, muy por encima del valor propuesto en los objetivos de calidad que fue de 75%.

4.2 Recomendaciones

1. Revisar todos los tiempos y precios obtenidos para verificar si ha existido una disminución en ellos y poder aplicar así nuevas tablas de venta que hagan más atractivo reparar en el Taller, de esta forma poder lograr incrementar tanto las ventas de las horas trabajadas a los clientes cobrables al estándar de Fábrica que es de 80%, ya que actualmente está en un 70% ; así como también nuestra participación dentro de nuestros clientes a lo recomendado que es de un 40% ya que actualmente estamos en 32%.

2. Incluir nuevos tiempos óptimos de reparación para modelos, componentes y actividades que vayan apareciendo y sean necesarias, para que existan todas las alternativas que los clientes puedan solicitar.

3. Mantener un continuo entrenamiento a todo el personal como también un buen control en las evaluaciones para mantener las garantías del Taller dentro de lo recomendado por Fábrica, la cual debe ser menor a un 2.3% con relación a la venta de mano de obra y misceláneos.

BIBLIOGRAFÍA

1. MARKS LIONEL, Manual del Ingeniero Mecánico, Mc GRAW-HILL, 2da. edición en español, 1993.
2. MARTÍNEZ COLL, JUAN CARLOS (2001), “La Producción y las Empresas” en La Economía de Mercado, virtudes e inconvenientes, edición del 26 de Noviembre del 2004
3. MICROSOFT, Enciclopedia ENCARTA , 2001
4. TALLERES P.M.I., Manual de Procedimientos, 2003
5. TALLERES P.M.I., Manual de Calidad, 2003
6. TALLERES P.M.I., Manual de Procesos, 2003
7. www.itson.mx/dii/anaranjo/metodo˜4.htm
8. www.itson.mx/dii/anaranjo/MetodosI.htm