



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA.



APLICACIÓN DE KAIZEN PARA REDUCIR LOS  
MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN AUTOBUSES  
FORÁNEOS

293040

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**Ingeniería Mecánica**

**P r e s e n t a n :**

*Juan Carlos Pérez Becerra*

*Jesús Velázquez Romero*

*Juan Francisco Hernández Cruz*

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO BARBA PINGARRÓN.

*México, D. F. a 15 de Junio del 2001.*



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## AGRADECIMIENTOS

*Al maravilloso don de la vida y por sus múltiples enseñanzas, a Dios le agradezco infinitamente.*

*Al más hermoso y preciado regalo que he recibido; mi familia. Su amor y apoyo incondicional no tienen medida para mí. Padres y Hermanos: ustedes son el entorno que le dá vida a mi vida.*

*A mí querida Universidad Nacional Autónoma de México, hogar y recinto de conocimientos, tus enseñanzas perdurarán en mí por siempre. Gracias por haberme proporcionado la mejor de las herencias. De igual manera quisiera agradecer enormemente a nuestro director de tesis, por todo su apoyo brindado al presente trabajo.*

*A todos los verdaderos compañeros de escuela y trabajo, por sus consejos y muestras de aprecio, mil gracias.....*

*Sinceramente.*

*Juan Carlos Pérez B.*

# **AGRADECIMIENTOS**

*El presente trabajo esta dedicado a:*

*Mis padres, que me han dado todo lo que ha estado a su alcance.*

*Olivia, Irene, Isabel y Angelica, porque me han apoyado en todo momento.*

*Karla y Emilio, por hacerme muy feliz.*

*A todos ustedes los quiero mucho.*

**Sinceramente**

**Jesus Velazquez Romero**

## *AGRADECIMIENTOS*

*A mis padres que supieron darme comprensión y apoyo durante la carrera, sin ellos no hubiera podido terminar mi objetivo. Mil gracias.*

*Al amor de mi vida, que supo en el último momento estar y comprender mis apuros y mis ausencias, gracias Caro.*

*A mis amigos que me ofrecieron su amistad, a mis compañeros y al director de tesis, que nos apoyo en todo; mil gracias por todo.*

*Sinceramente.*

*Juan Francisco Hernández C.*

# ÍNDICE

Página:

OBJETIVO		i
INTRODUCCIÓN		ii
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>Conceptos básicos del mantenimiento</b>	<b>1</b>
1.1	Bases generales	2
1.2	Objetivos del mantenimiento	2
1.3	Definición del mantenimiento	4
1.4	Tipos de mantenimiento	5
1.4.1	Mantenimiento correctivo	5
1.4.2	Mantenimiento preventivo	7
1.4.3	Mantenimiento predictivo	9
1.4.4	Mantenimiento periódico	12
1.4.5	Mantenimiento analítico	12
1.4.6	Mantenimiento progresivo	13
1.4.7	Mantenimiento técnico	13
1.5	La organización en el mantenimiento	17
1.5.1	Mantenimiento centralizado	20
1.5.2	Mantenimiento descentralizado	21
1.5.3	Mantenimiento mixto	22
1.5.4	La organización interna del mantenimiento	23
1.6	Sistema de órdenes de trabajo	25
1.6.1	Órdenes de trabajo rutinarias	27
1.6.2	Órdenes de trabajo específicas	27
1.6.3	Reportes de anomalías	27
1.7	La planificación en el mantenimiento	28
1.8	El control de resultados	30
1.9	Las principales tareas del mantenimiento	30
1.10	La generación de costos en mantenimiento	32
1.11	Programas de mantenimiento automotriz en unidades de transporte	34
<b>CAPITULO II</b>	<b>El Kaizen en la resolución de problemas</b>	<b>44</b>
2.1	Introducción	45
2.2	La filosofía japonesa en la industria	46
2.2.1	La misión del genba-kanri	49
2.2.2	El concepto del genba-kanri	49
2.2.2.1	Genba	49
2.2.2.2	Kanri	53
2.2.3	El protagonista del genba-kanri	57
2.2.4	Los trabajos principales del supervisor	57
2.3	Antecedentes de la metodología P.D.C.A. <sup>(1)</sup>	62

(1) P.D.C.A. : abreviatura de : Plan, Do, Check, Action; respectivamente.

# ÍNDICE

Página:

2.4	Metodología P.D.C.A. <sup>(1)</sup>	64
2.4.1	Plan (planear)	65
2.4.2	Do (ejecutar)	71
2.4.3	Check (revisar)	76
2.4.4	Action (actuar)	76
CAPITULO III Aplicación de la metodología P.D.C.A. <sup>(1)</sup> En el mantenimiento correctivo de autobuses foráneos		79
Introducción		80
3.1	Selección del tema	81
3.2	Razón de selección del tema	81
3.3	Establecimiento del objetivo	84
3.4	Programa de actividades	85
3.5	Conocimiento de la situación actual	87
3.6	Análisis del problema	95
3.6.1	Evaluación de factores	96
3.6.1.1	Factor uno. Negligencia del mecánico	97
3.6.1.2	Factor dos. Pérdida al momento del ensamble final	98
3.6.1.3	Factor tres. Degollamiento de pivote guía	99
3.6.1.4	Factor cuatro. Uso inadecuado de herramienta	100
3.7	Plan de acciones correctivas	100
3.8	Ejecución de acciones correctivas	102
3.9	Verificación de resultados	104
3.9.1	Causas principales por condiciones de ensamble	104
3.9.2	Causas principales de los mantenimientos correctivos en las ruedas	107
3.9.3	Frecuencia de los mantenimientos correctivos en las ruedas	109
3.9.4	Comparativo de resultados	111
3.9.5	Beneficio económico	113
3.10	Acciones para evitar reincidencias	113
3.1	Reflexiones y tareas futuras	117
CONCLUSIONES		120
BIBLIOGRAFÍA		122
GLOSARIO		123

(1) P.D.C.A. : abreviatura de : Plan, Do, Check, Action; respectivamente.

## *OBJETIVO*

El objetivo de nuestra tesis radica en conocer la **Metodología P.D.C.A.**, aplicándola de manera real; reduciendo así el número de mantenimientos correctivos en una empresa de autobuses foráneos; lo cual nos permitira mejorar las condiciones laborales en el Departamento de Mantenimiento.

# INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente las empresas tienden a implementar, respetar y mejorar los sistemas administrativos y productivos, que contribuyan a la buena operación y al crecimiento de las mismas. Sin embargo al área de Mantenimiento no le otorgan atención alguna y le restringen los recursos económicos; se ignoran aquellas actividades que mantengan los bienes físicos de una empresa en condiciones económicas y de operación, ya que se contemplan cómo actividades improductivas y rutinarias.

Consideramos que existen diferentes áreas de oportunidades para aprovechar al máximo la vida útil de los equipos productivos de una empresa. De tal manera que la inversión en diferentes ramos; tanto en esfuerzo, tiempo, capacitación y dinero se vea recuperada a un corto plazo y sobre todo para aminorar los paros de emergencia en los equipos, que se traducen en enormes pérdidas para una empresa.

Nuestro interés radica en emplear la experiencia que hemos adquirido en diversos campos laborales, dentro de los cuales hemos observado que existen técnicas que podríamos emplear para contribuir a un mejor desarrollo en el campo del **Mantenimiento Correctivo**, a pesar de que en la actualidad existen equipos sofisticados en los que el mantenimiento que requieren suele ser muy especializado. Hoy en día existen áreas en las que seguimos disponiendo de equipos muy básicos. Tal es el caso de los autobuses foráneos de pasajeros, cuya disposición a la aplicación de mantenimientos correctivos se traduce en unidades improductivas con altos índices de costos.

Una alternativa para reducir los costos en los mantenimientos correctivos, la basamos con el empleo de una técnica de origen Oriental y ampliamente divulgada en Occidente; denominada cómo: **kaizen**<sup>1</sup>, la cual nos permite encontrar acciones cuyas mejoras nos ayudan a desempeñar una actividad con cierto grado de "mejoramiento". Dicha actividad se logra a través de la aplicación de la Metodología denominada cómo: Planear, Ejecutar, Revisar y Actuar (Plan, Do, Check, Action); mejor conocida cómo: **Metodología P.D.C.A.**<sup>2</sup>. Esta metodología tiene su principio en "El ciclo Deming" (la cual explicaremos de una manera más detallada en el Capítulo II), cuyo concepto es una rueda en rotación continua usada por W. E. Deming para enfatizar la necesidad de una constante interacción entre la investigación, diseño, producción y ventas para alcanzar una mejor calidad que satisfaga a los clientes.

El presente trabajo mostrará a través de la **Metodología P.D.C.A.**, una técnica que nos permitirá solucionar de manera sencilla una problemática, en una empresa mediana dedicada a la transportación de pasajeros. El principal beneficio, será la optimización del equipo productivo (autobuses), reduciendo drásticamente la aplicación del mantenimiento correctivo.

El conocimiento de la Ingeniería Mecánica, forzosamente intervendrá en áreas referentes a: Mantenimiento, Tipos de Mantenimiento, Motores, etc. Los cuales tendrán que ser aplicados para el entendimiento y resolución de una problemática específica.

<sup>1</sup> Mejoramiento continuo, en áreas a nivel: personal, familiar, social y laboral.

<sup>2</sup> A lo largo del presente trabajo, emplearemos este término de manera abreviada.

## **PRESENTACIÓN DE TEMAS.**

**Tablas, figuras y gráficas.** En el presente trabajo se han preparado tablas, figuras y gráficas; enumerándolas a partir del número de capítulo y un número progresivo por capítulo.

Para las tablas se empleo la siguiente nomenclatura:

**"Tabla(número del capítulo en romano).(número consecutivo en romano)";**

para las figuras se empleo la siguiente nomenclatura:

**"Figura(número del capítulo en romano).(número consecutivo en arábigo)".**

para las gráficas se empleo la siguiente nomenclatura:

**"Gráfica(número del capítulo en romano).(número consecutivo en arábigo)".**

**Glosario.** Las palabras que se muestren sombreadas en el transcurso de los capítulos, serán presentadas en el Glosario. Su presentación será de acuerdo a su orden alfabético.

## **1.1 BASES GENERALES**

Las empresas actualmente enfrentan una fuerte competencia, por lo que requieren ser sumamente eficientes, más productivas a bajo costo y con la mejor calidad, cuidando siempre el costo final del producto. Por lo tanto, debe tomarse muy en cuenta al mantenimiento, por ser una de las áreas más importantes para el buen rendimiento de la productividad de las empresas.

El desarrollo del mantenimiento en cualquier empresa afecta considerablemente el costo final del producto, ya que impacta directamente en la producción, seguridad y calidad, pues maneja una gran cantidad de recursos materiales y humanos.

Por ello, integrar adecuadamente un sistema que nos permita conocer el estado real de los bienes físicos de una empresa, para una adecuada operación; implica en primera instancia una revisión de la empresa, requiere de la participación e involucramiento de todo el personal, recordando que un buen mantenimiento es el fundamento para obtener calidad, productividad y seguridad.

## **1.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO**

Los objetivos generales hacia donde debe tender el área del mantenimiento, se mencionan enseguida:

- 1) Conservar los activos de la empresa en niveles aceptables para la producción, en cantidad, calidad y oportunidad.
- 2) Maximizar el tiempo disponible de equipos e instalaciones tendiendo, en consecuencia, a disminuir las paradas imprevistas y los defectos operativos;
- 3) Mejorar las técnicas operativas para aumentar la eficiencia del servicio que presta el área.
- 4) Asegurar que los primeros dos objetivos mencionados, se alcancen al mínimo costo posible.

Estas metas de orden general, encierran conceptualmente, las más importantes que debe tender a alcanzar el área de mantenimiento. Algunas características que no debemos dejar de considerar dentro de éstos objetivos generales, son:

- Calidad.  
Reducción de defectos en los productos.
- Seguridad.  
Incrementos en los niveles de seguridad de la planta, tomando en cuenta el factor humano y sus condiciones de trabajo.  
Mejor ambiente de trabajo.
- Ecología.  
Disminución de la contaminación.

En cuanto a los objetivos del mantenimiento, pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- a) Mantenimiento, como todas las áreas de la empresa y la empresa misma, deben funcionar sobre la base de sus propios objetivos.
- b) Un objetivo no es más que una meta hacia donde debe tender un grupo de personas.
- c) Todo objetivo debe ser: posible, claro, conocido por todos los integrantes de la organización y medible. Es decir, para que sea eficaz la fijación de un objetivo, éste debe ser estable, inamovible; esto da el sentido de seriedad a la organización. También debe ser posible de alcanzarlo, al menos en un buen porcentaje. Por otra parte, exige ser claro, bien definido, a la vez que conocido por todos y cada uno de los integrantes de la organización. Por último, deberá ser posible medir el grado de alcance de cada objetivo. Esto permite saber cuál ha sido el grado de aciertos o errores en los cuales incurrió la organización al llevar a cabo su gestión en el período de vigencia del objetivo, para consecuentemente, replantear las metas, políticas y medios para un nuevo período.
- d) Una organización se mueve sobre la base de dos tipos de objetivos: los generales y los particulares. Los objetivos generales se aplican de acuerdo a la gestión de la empresa y pueden tener vigencia durante un lapso de un año o más. En cambio, los objetivos particulares pertenecen a ciertas áreas y/o departamentos.

e) En casos muy determinados, la empresa o alguno de sus organismos pueden establecer objetivos de tipo especial. Tal sería el caso de una ampliación de las actividades de la empresa y/o una expansión de sus instalaciones; por ejemplo. En el caso del departamento de mantenimiento, es saludable fijar objetivos especiales, cuando deba encararse un trabajo no habitual, como sería el caso de grandes reparaciones anuales, que exigen un gran esfuerzo de inversión, financiamiento, colaboración de otros organismos, programación, etc.

En la figura 1.1, se resumen las funciones mediante las cuales se pueden alcanzar los objetivos del área de mantenimiento.

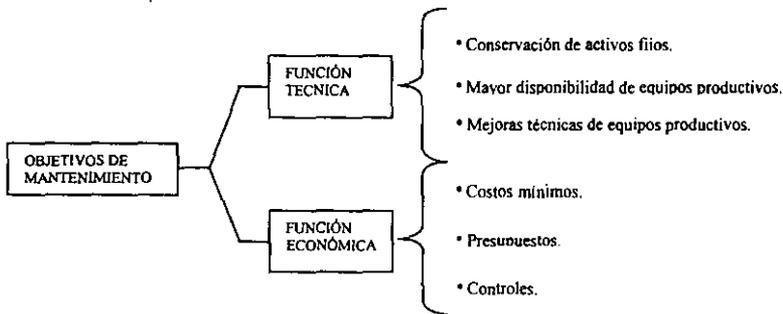


FIGURA 1.1 FUNCIONES Y OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO

### 1.3 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO

Mantenimiento es el responsable de los bienes físicos de la empresa y por lo tanto su primer compromiso es el conocimiento de éstos, para operarlos en óptimas condiciones, logrando así fiabilidad y buen desempeño, por lo que se debe de tomar en cuenta como una inversión de la empresa.

El mantenimiento se define cómo el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de tener los bienes físicos de una empresa, en condiciones de funcionamiento adecuado.

Es conveniente remarcar que esto representa economía, es decir que a mayor importancia que se le dé al área de mantenimiento, dará como resultado mejores condiciones de seguridad, eficiencia, productividad y calidad. Logrando con ello cumplir con los principales objetivos.

## **1.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Es frecuente encontrar una extensa clasificación en los tipos de mantenimiento y todos podrían ser válidos. Pero uno de los más sencillos es el siguiente:

- **Mantenimiento Correctivo**, que es la forma desordenada de aplicar los medios y recursos de todo tipo a los de reparaciones, ajustes y cambios.
- **Mantenimiento Preventivo**, que es la forma inversa del anterior; es decir, la aplicación ordenada en el tiempo, sobre la base de un criterio de prioridades, de los medios y recursos que tiene el mantenimiento para cumplir con su papel. Dentro de éste se contemplan algunos otros tipos, resultado en el desarrollo del mismo.

### **1.4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Es el mantenimiento que se realiza cuando la falla ya se ha presentado, por lo que el mantenimiento correctivo es la eliminación de las fallas a medida que éstas se presentan o se hacen inminentes, siendo así, una actividad destinada principalmente a reparar desperfectos.

El mantenimiento correctivo por su carácter, no analiza el comportamiento de los bienes físicos de una empresa, ya que se realiza sin programación alguna, sin haber tomado medidas previas y muy frecuentemente en forma intempestiva.

Esta forma de hacer mantenimiento no por ser elemental se deja de usar; por el contrario, se le usa con frecuencia ya que en la actualidad no se ha encontrado la manera de eliminarle al 100%.

En la **tabla 1.1**, se relacionan las principales ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.

**TABLA I.II VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

**VENTAJAS**

- Necesita poco o ningún planteamiento, evitando trabajos previos de infraestructura para su implementación.
- No se necesita programa especial para reparaciones o cambios de equipos o instalaciones.
- Este tipo de mantenimiento es aceptable en talleres o fábricas simples o de poca producción.
- Resuelven de inmediato las fallas.
- El operador con mayor capacitación incorpora modificaciones.

**DESVENTAJAS**

- Cuando se para una máquina por averías, se detiene la producción, con pérdidas a veces considerables en cantidad y calidad.
- A medida que se va reparando el equipo, va alejándose del nivel de operatividad original, siendo a la postre, muy difícil ponerlo en condiciones operativas normales.
- Las reparaciones se van sucediendo cada vez con más frecuencia, aumentando las emergencias y disminuyendo la producción, consecuentemente en calidad y cantidad, disminuyendo la vida útil.
- La información técnica original pierde vigencia inmediatamente, dado que el tipo de reparaciones que se han hecho desvirtúan las condiciones y formas originales del equipo o instalaciones
- Ocasiona paros imprevistos, que se presentan en cualquier momento
- Se implementan reparaciones provisionales, que no resuelven de raíz el problema, cómo consecuencia de que no se tiene las refacciones originales.
- Altos costos en la mano de obra por tiempos extra o por contrataciones de equipo.
- Refacciones más costosas por la premura en que son adquiridos.
- Accidentes o daños a personal.

## 1.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Esta es la segunda rama del mantenimiento, la cual se puede definir como:

*“la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos”<sup>11</sup>.*

Con esta definición se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la empresa, sin que dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como mantenimiento preventivo.

Constituye una herramienta valiosa que contribuye a ser más eficaz la función del mantenimiento programado. Por lo tanto no es un tipo más de mantenimiento, sino es un estilo de realizar mantenimiento, en forma sistematizada, que se basa en la técnica y necesita que, previamente, funcione el mantenimiento programado.

La principal virtud de este sistema es la de determinar anticipadamente las reparaciones o ajustes por realizar en los puntos críticos de equipos e instalaciones, a fin de evitar todos los inconvenientes que provocarían las paradas de emergencia.

Esta forma de mantenimiento se basa en las inspecciones periódicas de cada equipo, a los efectos de detectar síntomas de averías o fallas. Por diferentes medios se puede llegar a conocer con alguna certeza el momento en que se podría llegar a producir la falla. En todo caso se trata de evitar que se produzca un paro que provoque una parada de emergencia o cualquier situación incontrolable.

Otro factor característico de esta modalidad de mantenimiento es el uso del registro sistemático de lo acontecido, lo cual permite llegar a establecer una verdadera historia clínica de cada equipo o máquina importante. Esto permite entrar a realizar tareas en ellos, con suficiente antelación a la avería y, además, programar tareas similares en diferentes equipos, o tareas diferentes en un mismo equipo (parada programada). En ambos casos se pueden predeterminar tiempos, mano de obra y elementos necesarios, costos, etc., con el consecuente aprovechamiento del tiempo.

---

<sup>11</sup> Ref.- Enrique Dounce Villanueva. “La productividad en el mantenimiento”. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, 1998.

En la actualidad existen en el mundo muchos procedimientos para llevar a cabo el mantenimiento preventivo, pero existen cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo. En la **figura 1.2**, se muestran éstos cinco tipos de mantenimiento preventivos.

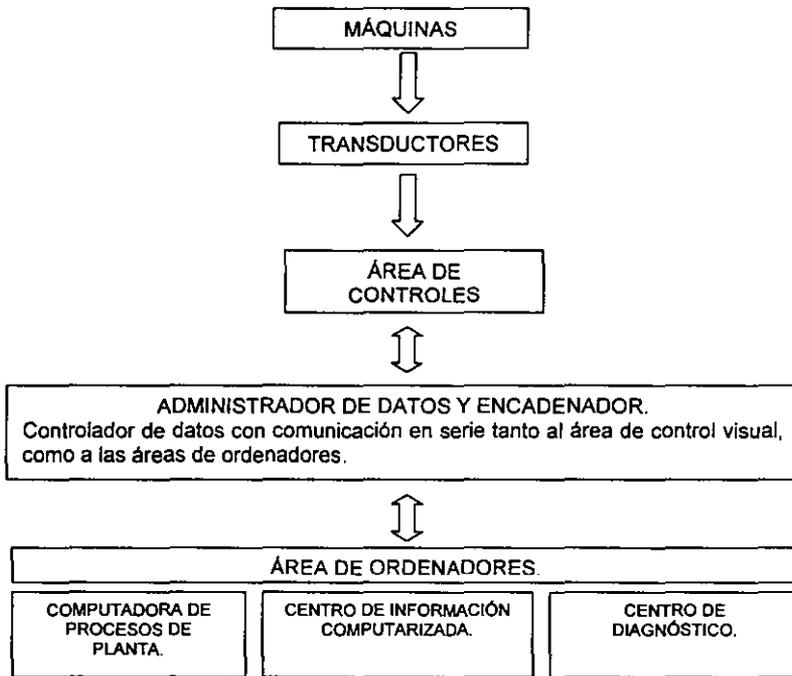


**FIGURA 1.2 TIPOS REPRESENTATIVOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **1.4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Este procedimiento de mantenimiento preventivo se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo. Esto nos da la oportunidad de hacer con el tiempo cualquier clase de mantenimiento preventivo y, si lo atendemos adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado.

En este tipo de mantenimiento, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas utilizando transductores (captadores y sensores), que tienen la propiedad de cambiar cualquier tipo de energía (luminica, sonora, ultrasónica, radiante, vibratoria o calorífica), en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o mal estado de funcionamiento de la máquina en cuestión, tal y cómo se muestra en el esquema de la **figura 1.3**, misma que permite aclarar el concepto.



**FIGURA 1.3 PANORÁMICA DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Este tipo de mantenimiento requiere, para su aplicación, de un estudio profundo del recurso que se va a mantener para conocer sus partes vitales, su tiempo de vida útil y la calidad de servicio que se espera de cada una de ellas, con objeto de colocar los transductores en los lugares idóneos y ajustarlos a la norma y la tolerancia para que todas las variaciones que éstos registren sean enviadas a la unidad electrónica procesadora, en donde se puede obtener en tiempo real, la siguiente información:

- a) Información sobre el proceso de la planta.
- b) Estadística.
- c) Diagnóstico predictivo de funcionamiento.
- d) Cambio automático de elementos redundantes para salvaguardar la calidad del servicio.

En esta forma, si el procesador registra un mal funcionamiento en el recurso sujeto a mantenimiento predictivo, hace un diagnóstico de fiabilidad y predice la posibilidad de una falla catastrófica, es decir, que el servicio se salga de la calidad esperada. El técnico de conservación a cargo debe analizar la situación y proceder a realizar la labor adecuada para eliminar el mal funcionamiento detectado. En la **tabla I.III**, se resumen las principales características del mantenimiento predictivo.

**TABLA I.III SINTESIS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

**CONCEPTO.** Sistema permanente de diagnóstico, que permite detectar con anticipación el posible funcionamiento defectuoso o cambio de estado de una máquina.

**SUS OBJETIVOS.**

- Protección preventiva de los recursos físicos vitales, de una empresa.
- Maximización de la efectividad de las máquinas.
- Reducción del costo combinado: conservación-paros.
- Obtención de información para estadística.

**SUS COMPONENTES.** En tiempo real y en forma automática, son:

- Captadores y sensores (transductores).
- Concentradores de datos.
- Sistema de transmisión.
- Unidad procesadora (ordenador).
- Interfase hombre máquina.

La implantación de este tipo de mantenimiento en la fábrica es costosa, pero su operación es económica y se obtiene el más alto grado de fiabilidad; por lo que su uso es ideal para partes, máquinas y sistemas vitales.

#### **1.4.4 MANTENIMIENTO PERIÓDICO**

Es un procedimiento de mantenimiento preventivo que, como su nombre lo indica, es de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

En este sistema, al recurso en etapa de conservación, por principio, se le da una atención rutinaria durante largo tiempo; al término de éste, se le somete a un proceso de revisión a fondo, durante el cual se desarma, se limpian sus partes, se cambian las que han llegado al límite de vida útil acusen o no deficiencias, y las restantes, se arma el conjunto y se prueba hasta obtener la seguridad de un buen funcionamiento, entregándose el recurso rehabilitado al usuario para obtener su aceptación. Para lograr esto, es necesario hacer una planeación previa concienzuda, auxiliándose no solamente con la información proporcionada por el fabricante, sino también con la estadística de fallas, los trabajos que le han hecho, el punto de vista del personal de conservación y de operación que conocen el recurso, en fin toda la información que ayude a tener fiabilidad en el equipo.

#### **1.4.5 MANTENIMIENTO ANALÍTICO**

Este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales revisa combinándolas con la información que, para el efecto, tiene el banco relativos al recurso, tal como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a que está sujeto, las condiciones del ambiente en donde está instalado, etc. Con esta información está en posibilidad de aplicar sus conocimientos en ingeniería de fiabilidad, para calcular la probabilidad que tiene el recurso de sufrir una falla. Cuando el analista corrobora con estos estudios, que el recurso debe ser atendido, ya que está próximo a fallar, ordena los trabajos que, a su juicio, pueden rehabilitar al recurso hasta su grado de fiabilidad esperado, los cuales deben ser realizados cuando el recurso tiene un tiempo "ocioso", por lo que, en repetidas ocasiones, debe tenerse a mano una máquina redundante para lograrlo. Es conveniente notar que, en este tipo de

mantenimiento, no se interviene al recurso periódicamente, sino hasta el momento en que el análisis lo indique. Le sigue en calidad de fiabilidad y menor costo al mantenimiento periódico.

#### 1.4.6 MANTENIMIENTO PROGRESIVO

Este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste. Es necesario hacer una rutina como la mostrada en la **figura 1.4**; donde suponemos dar este tipo de mantenimiento a un motor de combustión interna, el cual hemos dividido para su atención progresiva en los subsistemas de encendido, carburación, lubricación y enfriamiento; haciendo a cada uno de ellos los estudios de trabajos necesarios para reponer su fiabilidad, aunque sea de manera superficial, ya que se considera que a este recurso no tenemos necesidad de exigirle una alta fiabilidad. El manual que se diseña para este caso es más sencillo que cualquiera de los usados en otro tipo de mantenimiento, ya que los cambios de piezas se harán solamente cuando éstas presenten fallas. Por todo esto, el mantenimiento progresivo, aunque es el menos costoso de todos, también es el que menor fiabilidad proporciona.

#### 1.4.7 MANTENIMIENTO TÉCNICO

Éste es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo; es decir, mientras en el mantenimiento periódico tenemos necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo ocioso suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva; y en el mantenimiento progresivo estamos prácticamente a la expectativa de tiempos ociosos, que coincidan aproximadamente con nuestras fechas programadas, en el mantenimiento técnico se atiende al recurso por partes progresando en él cada fecha programada, la cual está calculada por un analista auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder reducir el tiempo de fallar de cada etapa, con lo cual su programación o rutina de atención obligaría a atender al recurso un poco antes del mencionado tiempo. La **figura 1.5** proporciona una muestra de este tipo de mantenimiento, aplicado a un motor de combustión interna, el cual también se ha dividido para su atención progresiva en los subsistemas siguientes:

**RUTINA DE CONSERVACIÓN**  
**Motor de Combustión Interna J-135**

SUBSISTEMAS	TIEMPO	MANUAL Y PÁGINA	SEMANAS DEL SEMESTRE																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30		
<b>SUBGRUPO DE ENCENDIDO</b>		M10/12																												
BATERIA	50 min																													
BOBINA DE ALTA TENSION	30 min																													
DISTRIBUIDOR	40 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	2,0h		■							■									■								■			
CABLEADO	40 min																													
BUJIAS	80 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	2,0h			■								■								■							■			
<b>TOTAL:</b>	4,0h			■								■								■						■				
<b>SUBGRUPO DE CARBURACIÓN</b>		M10/12																												
TANQUE DE GASOLINA	45 min																													
BOMBA DE GASOLINA	60 min																													
FILTRO DE GASOLINA	45 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	2,30h				■									■							■									
CARBURADOR	110 min																													
FILTRO DE AIRE	60 min																													
TUBERIAS	40 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	3,30h					■								■							■									
<b>TOTAL:</b>	6,0h					■								■							■									
<b>SUBGRUPO DE LUBRICACIÓN</b>		M10/30																												
BOMBA DE ACEITE	40 min																													
TOVA DE ACEITE	20 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	1,0h					■																■								
CONDUCTOS	100 min																													
FILTROS	20 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	2,0h						■																■							
<b>TOTAL:</b>	3,0h						■																■							
<b>SUBGRUPO DE ENFRIAMIENTO</b>		M10/42																												
RADIADOR	90 min																													
VENTILADOR	30 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	2,0h							■																		■				
BOMBA DE AGUA	90 min																													
TERMOSTATO	45 min																													
TUBERÍA	115 min																													
<b>SUBTOTAL:</b>	4,0h																													
<b>TOTAL:</b>	6,0h																													

Proyector Ing. Federico Raúl García

Fecha: 15/Dic/96

**FIGURA I.4 EJEMPLO DE RUTINA DE MANTENIMIENTO PROGRESIVO**

**RUTINA DE CONSERVACIÓN**  
**Motor de Combustión Interna J-135**

SUBSISTEMAS	TIEMPO (min)	MANUAL Y PÁGINA	FECHAS												
			13I	24I	3II	19II	4III	14III	25III	10IV	23IV	6V	16V	27VI	
DEBENCENDIDO		M815	■					■					■		
BATERA	25														
BOBINA DE ALTA TENSION	15														
DISTRIBUIDOR	20														
CABLEADO	20														
BUJAS	40														
TOTAL:	2h														
DECARBURACIÓN		M835		■					■				■		
TANQUE DE GASOLINA	15														
BOMBA DE GASOLINA	20														
FILTRO DE GASOLINA	15														
CARBURADOR	40														
FILTRO DE AIRE	20														
TUBERIAS	15														
TOTAL:	2h5min														
DELLUBRICACIÓN		M8125			■					■				■	
BOMBA DE ACEITE	25														
TOMAS DE ACEITE	15														
CONDUCTOS	20														
FILTROS	20														
TOTAL:	1h20min														
DEENFRIAMIENTO		M87					■				■				■
REFRIADOR	10														
VENTILADOR	10														
BOMBA DE AGUA	30														
TERMOSTATO	10														
TUBERÍA	20														
TOTAL:	1h20min														

Proyecto Ing. Federico Rej. García

**FIGURA 1.5 EJEMPLO DE RUTINA DE MANTENIMIENTO TÉCNICO**

- a) Encendido.
- b) Carburación.
- c) Lubricación.
- d) Enfriamiento.

En cada subsistema se han analizado sus partes vitales, la fiabilidad de cada una de éstas y en conjunto, a fin de orientar con la rutina al técnico de conservación. También se ha calculado la mantenibilidad de cada etapa, de tal forma que estamos en posición de conocer el tiempo que requiere la atención de cada una de ellas (dato muy importante para este tipo de mantenimiento) ya que normalmente se desconoce. Además, se debe contar con un manual técnico cuyas páginas informan al técnico los pormenores del trabajo, los cuales para cada etapa tienen las características del mantenimiento periódico, pues consisten en una pequeña revisión al subsistema o parte del recurso que, según el programa, debe ser atendido, cambiar las partes que han llegado al fin de su vida útil o que tienen alguna falla. El mantenimiento preventivo técnico sigue en calidad de fiabilidad y costo al mantenimiento analítico.

Por estas causas, podemos decir que la diferencia primordial que existe entre el mantenimiento técnico y el progresivo es que éste está a la espera de tiempos ociosos generalmente cortos y aleatorios, mientras que el mantenimiento técnico, aunque sus tiempos sean cortos, están programados y es obligatorio para el personal de producción ceder el equipo según la programación.

Los trabajos de mantenimiento preventivo deben ser aplicados exclusivamente a los recursos vitales e importantes de la empresa, con objeto de obtener resultados eficaces y económicos; para esto es necesario que las rutinas sean elaboradas considerando el grado de fiabilidad que, con respecto al servicio, esperamos del recurso analizado. En la **tabla I.IV**, se muestra la sinopsis de los tipos de mantenimiento preventivo.

**TABLA I.IV SÍNTESIS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

TIPOS DE MANTENIMIENTO.	CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN.
PREDICTIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Diagnóstico permanente (automático).</li> <li>* Trabajos efectuados sólo si se requieren.</li> <li>* Alto costo de implantación.</li> <li>* Económico y altamente fiable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Disponer de equipo automático de diagnóstico.</li> <li>* Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.</li> <li>* Necesita alta confiabilidad y seguridad en la operación.</li> </ul>
PERIÓDICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas.</li> <li>* Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones.</li> <li>* Poco económico, pero fiable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.</li> <li>* Necesita alta fiabilidad.</li> <li>* Conocer la vida útil de partes vitales para determinar su cambio.</li> </ul>
ANALÍTICO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Diagnóstico permanente (manual).</li> <li>* Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones.</li> <li>* Fiable y altamente económico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Disponer de captadores, sensores y personal, para toma de lecturas y análisis.</li> <li>* Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.</li> <li>* Necesita mediana fiabilidad.</li> <li>* Contar con estadística que permita análisis seguros.</li> </ul>
PROGRESIVO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Periodicidad de rutina establecida por oportunidad de tiempo ocioso.</li> <li>* Cambio de partes sólo por fuera de especificaciones.</li> <li>* Económico pero poco fiable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Disponer periódicamente de cortos tiempos ociosos del equipo.</li> <li>* Necesita poca fiabilidad.</li> <li>* Contar con relación de fallas y recomendaciones del fabricante, que permitan fijar fechas aproximadas de atención.</li> </ul>
TÉCNICO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas.</li> <li>* Cambio de partes por término de vida útil o fuera de especificaciones.</li> <li>* Fiabilidad y economía medianas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.</li> <li>* Necesita poca fiabilidad.</li> <li>* Contar con estadística que permita análisis seguros.</li> </ul>

## 1.5 LA ORGANIZACIÓN EN EL MANTENIMIENTO

Sin duda existen diferentes definiciones acerca del concepto de organización, una de ellas la mencionamos enseguida. Es un grupo de personas que están dedicadas a una serie de labores y que combinan sistemática y conscientemente sus esfuerzos individuales, para lograr un fin común conocido (objetivos de mantenimiento).

La configuración de una organización dentro del mantenimiento, depende de un sinnúmero de factores. Estos pueden ser internos o externos.

a) Factores condicionantes internos.

- Capacidad económico financiera.
- El volumen de producción, comercializable en términos rentables.
- El crédito.
- El tipo de productos y los procesos para obtenerlos, etc.

b) Factores condicionantes externos.

- El ámbito social.
- La ubicación geográfica.
- La distribución geográfica de la organización.
- La disponibilidad de mano de obra capaz, servicios, energía, agua, etc.
- La evolución económica del mercado.
- La absorción del producto o productos.

Como resultado de un análisis de los factores anteriormente mencionados, podrá concluirse la forma en que se estructurará el departamento de mantenimiento, esto es, con un nivel comparable a otras áreas de la empresa, tal como la podemos identificar en la figura 1.6; dependiendo de algún organismo principal, tal y como lo podemos mostrar en las figuras 1.7 y 1.8; accionando en forma centralizada, descentralizada o mixta.

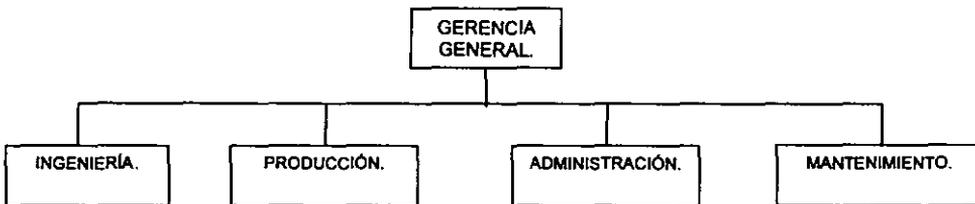
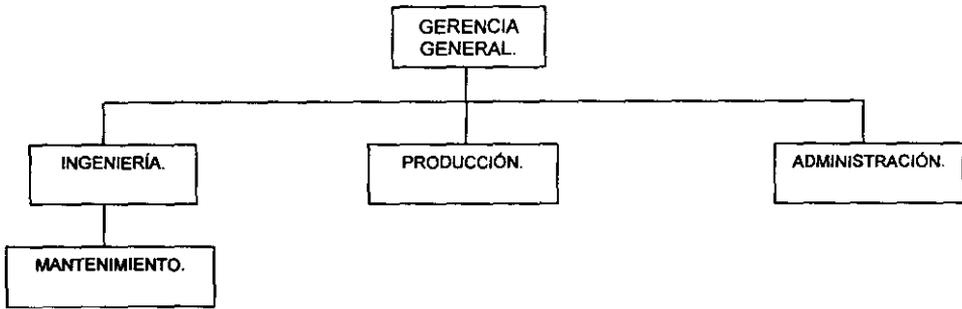
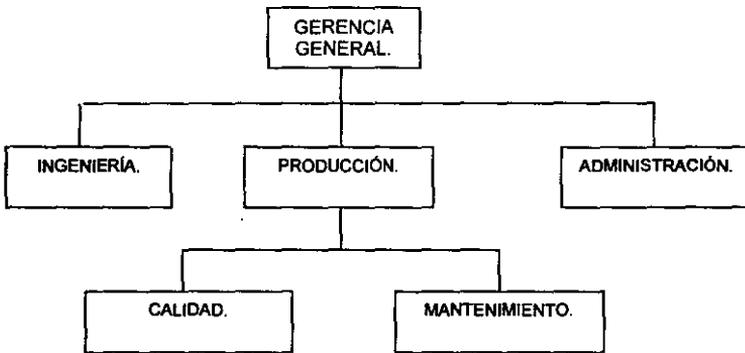


FIGURA 1.6 EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AL MISMO NIVEL DE OTROS DEPARTAMENTOS



**FIGURA I.7 EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DEPENDIENDO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**FIGURA I.8 EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DEPENDIENDO DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN**

## 1.5.1 MANTENIMIENTO CENTRALIZADO

Es un organismo de mantenimiento que, sin tener en cuenta su dependencia, tiene toda la responsabilidad del servicio. Esta forma de organización se aplica en empresas relativamente pequeñas o medianas. En la **figura 1.9**, se muestra este tipo de organización.

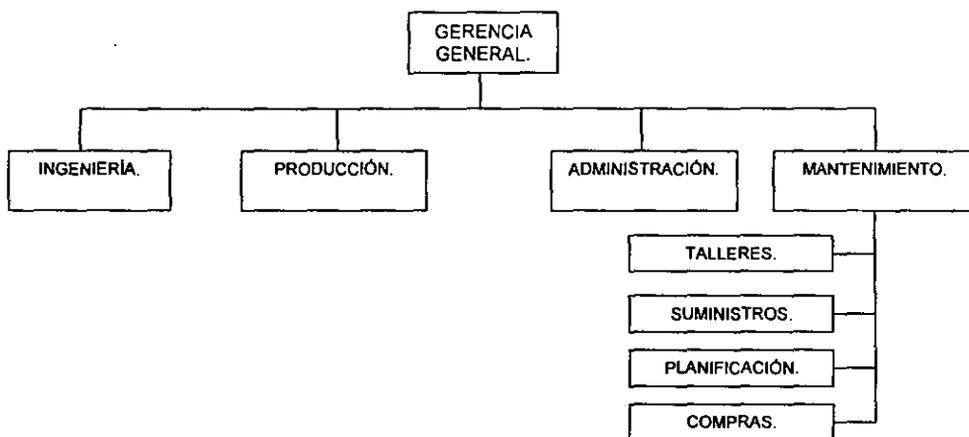


FIGURA 1.9 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRALIZADO

### 1) VENTAJAS.

- Reune al personal en especialidades o gremios (mecánicos, ajustadores, montadores, etc.), facilitando la especialización.
- Facilita la estandarización y normalización de tareas y su aplicación en todos los ámbitos de la fábrica.
- Permite un rápido intercambio de hombres entre las distintas áreas.
- La supervisión está mejor desarrollada y puede intercambiarse entre grupos con facilidad.
- Asegura la fijación, movimientos, reposición y control de las existencias de repuestos, etc., tendiendo a reducir los inventarios.
- La programación de tareas se ve facilitada, pues tiene la suma de medios.
- En casos de emergencia es posible disponer la aplicación de todos los medios y la mano de obra que se requiera.

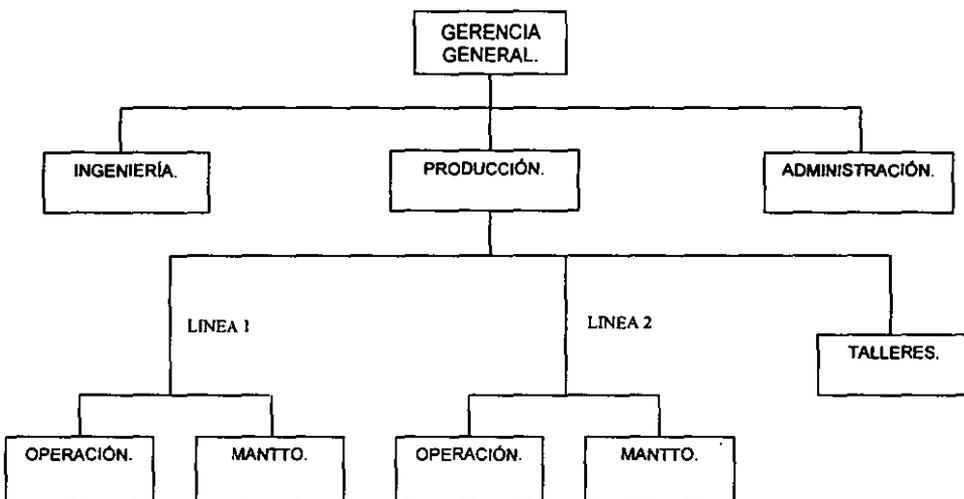
- Es posible distribuir mejor en el tiempo y espacio, las cargas de trabajo en todas las áreas de la fábrica.
- Facilita la información y entrenamiento de todo el personal.

## 2) DESVENTAJAS.

- Falta de agilidad en la respuesta del servicio.
- Dificulta que el personal de mantenimiento se especialice en todos los equipos que maneja.
- Tendencia a una mayor burocratización en el manejo de ordenes de servicio, programación de trabajos, etc.
- Las responsabilidades entre mantenimiento y operación tienden a diluirse.
- No existe una buena compenetración de los problemas del área productiva.

### 1.5.2 MANTENIMIENTO DESCENTRALIZADO

En este caso, mantenimiento depende de cada una de las áreas productivas y de servicio, tal y como se muestra en la **figura 1.10**. También se le denomina mantenimiento asignado y se aplica generalmente en grandes complejos industriales donde las áreas están geográficamente dispersas.



**FIGURA 1.10 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DESCENTRALIZADO**

### 1) VENTAJAS.

- El personal puede especializarse más en las tareas de mantenimiento de cada uno de los equipos.
- Mayor agilidad entre requerimiento y satisfacción del servicio.
- Menor burocracia.
- Las responsabilidades del personal de mantenimiento respecto de la producción son más definidas.
- Menores tiempos muertos por traslados.
- Las tareas de programación se simplifican.

### 2) DESVENTAJAS.

- Las tareas de mantenimiento no responden a normas y estándares de aplicación general en toda la empresa.
- Se dificulta la transferencia de operarios entre las áreas.
- Se amplía el número de supervisores y es más difícil el intercambio.
- Hay tendencia a multiplicar los servicios de apoyo a mantenimiento.
- Lo mismo sucede con las existencias de repuestos y suministros.
- También se duplican las especialidades y el número total de operarios suele superar la carga total de trabajo de mantenimiento.
- Se dificultan los planes de formación y entrenamiento del personal.

## 1.5.3 MANTENIMIENTO MIXTO

En el mantenimiento cuya organización está dividida. En efecto, la división se establece, en centralizar las tareas técnico-administrativas en un departamento o repartición y los grupos operativos del mantenimiento (talleres por zonas) se descentralizan a áreas o tareas determinadas.

Cuando se organiza así el servicio, se tienden a ampliar las ventajas y a atenuar las desventajas que presentan los mantenimientos centralizado y el asignado. En definitiva, se centralizan tareas tales como los talleres, la oficina técnica, adquisición y almacenaje de repuestos y suministros, tareas que se hacen sobre la base de normalización de calidades,

marcas y cantidades compatibles con la economía del conjunto y planificación de grandes paradas de líneas o de trabajos importantes que afecten a toda la empresa.

Por otra parte, se descentralizan todas las áreas propiamente de mantenimiento. Es de destacar también que en el caso de adoptarse una organización mixta, se centraliza el mantenimiento preventivo. Esta forma de organización puede adoptarse para complejos industriales grandes o medianos.

En una organización mixta suele lograrse un buen apoyo de los servicios centralizados que dependen de mantenimiento hacia los grupos asignados en cada una de las áreas operativas.

#### **1.5.4 LA ORGANIZACIÓN INTERNA DEL MANTENIMIENTO**

Independientemente de la ubicación que tenga el departamento de mantenimiento dentro de la empresa, es decir centralizada, descentralizada o mixta, la organización interna de este servicio tiene más o menos la misma configuración en cuanto a las funciones; sin embargo, la forma de dependencia hace que determinadas tareas varíen en su forma de desarrollo.

En la **tabla I.V** se muestra cómo se relaciona el departamento de mantenimiento con otras áreas de la empresa. Las responsabilidades del departamento de mantenimiento hacia las otras áreas, dependerá del alcance que le brinde la dirección general de la empresa al departamento de mantenimiento y del tamaño de la empresa. Independientemente del alcance, el departamento de mantenimiento debe de cumplir con dos funciones básicas: planificación y control.

**TABLA I.V RELACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CON OTRAS ÁREAS DE LA EMPRESA**

<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>ÁREAS OPERATIVAS.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Aplicación de políticas en cuanto al mantenimiento programado.</li> <li>*Planes de mantenimiento.</li> <li>*Auditoría del mantenimiento.</li> <li>*Controla los costos de mantenimiento.</li> </ul>
	<b>ALMACENES.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Repuestos al catálogo de existencias y repuestos.</li> <li>*Formas de almacenaje.</li> <li>*Fijación de existencias máximas y mínimas.</li> <li>*Recepción y control de calidad de repuestos y suministros.</li> </ul>
	<b>COMPRAS.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Tramitaciones de compras y reposiciones.</li> <li>*Recomienda proveedores.</li> <li>*Especificaciones de compra.</li> <li>*Seguimiento de trámites de compras.</li> </ul>
	<b>INGENIERÍA.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Requiere planos y especificaciones.</li> <li>*Solicita modificaciones de instalaciones.</li> </ul>
	<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Fijación de fuerzas efectivas.</li> <li>*Estudios especiales de mantenimiento.</li> <li>*Costos y organización.</li> </ul>
	<b>PROVEEDORES.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Controla los procesos de fabricación.</li> <li>*Colabora en desarrollar nuevos proveedores.</li> <li>*Verificación de las instalaciones y facilidades.</li> </ul>
	<b>PROCESAMIENTO DE DATOS.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Registro de campañas de equipos para análisis y trazado de planes posteriores.</li> <li>*Requiere listados de costos de mantenimiento.</li> <li>*Controla estados de ordenes de trabajo y montos de demoras codificadas.</li> <li>*Implementar los programas de procesamiento del mantenimiento preventivo, por computadora.</li> </ul>
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Campañas educativas de seguridad al personal de mantenimiento.</li> <li>*Elaboración de normas de seguridad para el personal de mantenimiento.</li> <li>*Competencias de seguridad.</li> <li>*Diseño de dispositivos y ropas adecuadas a diferentes trabajos.</li> </ul>
	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Elaboración de planes y programas de fabricación en función de las necesidades de mantenimiento.</li> <li>*Establece desviación de paradas, contra requerimientos de producción.</li> </ul>

## 1.6 SISTEMA DE ÓRDENES DE TRABAJO

Todo trabajo de conservación, ya sea programado o contingente, cuyo análisis pueda facilitar la mejora continua de esta función (rutinas, reparaciones por anomalías, ajustes de importancia, etc.) debe tener su origen en un documento escrito. Este documento, llamado orden de trabajo y cuyo ejemplo de formato se muestra en la **figura I.11**, es elaborado una o dos semanas antes de que se estime debe empezar la tarea y contener cuando menos los siguientes datos, para ser llenados antes y después de la realización de ésta. A continuación mencionaremos los principales datos.

- El número, tipo y prioridad de la orden, y los anexos que contiene (planos vales, dibujos, etc.)
- Explicación detallada del trabajo por ejecutar, su tiempo y costo estimados.
- Explicación detallada del trabajo ejecutado, su tiempo y costo real.
- Lugar para los nombres y firmas del que entregó y recibió el trabajo ejecutado y a satisfacción.
- Lugar para los nombres y firmas del personal que proyectó, revisó y autorizó la orden.

MANSE. S.A. REFORMA 107 MONTERREY, N.L.	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.</b> <b>ORDEN DE TRABAJO DE CONSERVACIÓN.</b>	NUM: _____ PRIORIDAD: A) ALTA. B) BAJA.
<b>TRABAJO A EJECUTAR:</b>  <b>VALES PARA MATERIAL:</b> <b>ANEXOS:</b>  <b>COSTO ESTIMADO:</b> <b>TIEMPO ESTIMADO:</b>		
<b>TRABAJO REALIZADO:</b>  <b>FECHA:</b> <b>COSTO REAL:</b> <b>DIFERENCIA (REAL-ESTIMADO):</b> <b>TIEMPO REAL:</b> <b>DIFERENCIA (REAL-ESITMADO):</b>		
<b>OBSERVACIONES:</b>   		
<b>ENTREGUÉ</b>  <b>RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.</b>		<b>RECIBÍ</b>  <b>RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN.</b>
<b>PROYECTÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>AUTORIZÓ</b>
<b>FIGURA I.11 EJEMPLO DE FORMATO PARA UNA ORDEN DE TRABAJO DE CONSERVACIÓN</b>		

Existen dos tipos de órdenes de trabajo:

- A) Rutinarias.
- B) Específicas.

### **1.6.1 ÓRDENES DE TRABAJO RUTINARIAS**

Las órdenes de trabajo rutinarias son las ordenes que se atienden en forma continua, pues éstas forman parte de un plan de conservación predeterminado y generalmente, después de ejecutarlas, vuelven a repetirse con la frecuencia que se les ha asignado en el mencionado plan, y en algunos casos, hasta terminar con el tiempo de vida útil del equipo al cual se refieren.

### **1.6.2 ÓRDENES DE TRABAJO ESPECÍFICAS**

Éstas órdenes, se elaboran para la atención de alguna acción contingente, o para dar respuesta a alguna solicitud de trabajo o reporte de anomalías elaborados por el personal de producción o de mantenimiento; en este último caso deben ser preparadas por el proyectista de conservación analizando a fondo el problema, es decir, si al operador le llega un reporte de anomalías correspondiente a una máquina vital o importante a la cual se le ha notado un funcionamiento defectuoso, pero sin perder aún la calidad de servicio que se espera de ella, procede a obtener la información que sobre este recurso existe en su tarjeta de registro, la analiza y, si lo considera necesario, irá al lugar en donde está instalada la máquina, la inspeccionará, le hará pruebas y todo lo que estime conveniente, hasta determinar el trabajo que deba ejecutarse para corregir la falla, expidiendo para ello la orden de trabajo específica con la documentación que se estime necesaria. Si el estudio demuestra que la rutina de conservación es inadecuada, corrige el plan de conservación correspondiente.

### **1.6.3 REPORTES DE ANOMALÍAS**

En la **figura 1.12** se muestra un ejemplo de lo que es un reporte de anomalías; este documento es usado en la mayoría de las empresas como si fuera una orden de trabajo, lo que no es recomendable porque da lugar al abuso y perjudica la planeación integral de la conservación. Pero es necesario puntualizar que estos reportes sólo deben de emplearse como órdenes de trabajo para fines de control y análisis de resultados.

MANSE. S.A. REFORMA 107 MONTERREY, N.L.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO. SOLICITUD DE REPORTE DE ANOMALÍAS.	FECHA:
UBICACIÓN DE LA MÁQUINA: FECHA DE DISPONIBILIDAD: FECHA DE REQUERIMIENTO: CUENTA DE CARGO: PRIORIDAD:		
<b>TRABAJO SOLICITADO:</b>		<b>TRABAJO EFECTUADO:</b>
Arreglo del motor de arranque de la máquina diesel M501, ya que presenta goteo en las juntas y su funcionamiento es irregular.		
SOLICITÓ		AUTORIZÓ
<b>FIGURA 1.12 EJEMPLO DE UN REPORTE DE ANOMALÍAS</b>		

## 1.7 LA PLANIFICACIÓN EN EL MANTENIMIENTO

Planificar es organizar, conforme a un plan, es el establecimiento de programas con indicación de las diversas etapas que hay que seguir, así como la estructuración de organismos adecuados para esta realización. En esta etapa se desarrollan los trabajos tácticos de la conservación por lo que es indispensable hacerla en corto plazo (de una semana a un mes, máximo). Con el fin de tener en cuenta situaciones reales, y dejar a un lado las eventualidades que traen los tiempos más largos. En esta etapa se obtienen los resultados prácticos de la conservación; por este motivo, es el tipo de planeación que utilizan la mayor parte de las empresas, es decir, sólo planifican y ejecutan, lo que trae como consecuencia resultados aleatorios, ya que dicha planeación no esta basada en un plan inicial que marque un rumbo bien definido, con objetivos a largo plazo. La etapa de la planificación empieza con el análisis del programa anual de conservación y la preparación de los programas mensuales correspondientes.

El siguiente paso es hacer las ordenes de trabajo rutinarias que de ahí resulten, asignando los recursos humanos, físicos y técnicos que se requieran, además de informar con detalle el trabajo por ejecutar, los instructivos, planos, materiales y refacciones por utilizar y, en fin todo lo que la orden de trabajo exige en sus renglones para su reparación. Se debe tener especial atención en que estas labores de conservación programada deben de hacerse

con el auxilio del personal de producción para que el impacto negativo en la producción sea mínimo o se tenga una máquina de reserva que pueda hacerse cargo de la función.

Cuando en la empresa se labora solamente uno o dos turnos es necesario aprovechar el tiempo libre de la máquina con el fin de programar sus rutinas de conservación dentro de este tiempo. Asimismo el personal de conservación debe de tener los turnos adecuados al trabajo que tiene que desarrollar y no un horario adoptado por costumbre o imitando horarios de producción que en la mayoría de los casos, no se compaginan. Como esta es una labor planeada con anticipación (estrategicamente), el supervisor al hacer la programación, de la planificación debe tener a su disposición todos los recursos necesarios (materiales, herramientas, equipo de prueba, instructivo, etc.), para ser entregados al operario responsable.

Cuando se termina el trabajo el supervisor lo verifica, recibe los materiales sobrantes, y los desmontados, requiere o liquida la orden de trabajo informando de tiempos y costos tanto reales como estimados, además de las observaciones que juzge necesarias sobre el resultado en general de la orden de trabajo (calidad del trabajo, del personal, diferencias de tiempo y costo, etc.).

Por lo que respecta a las contingencias y anomalías, como estas se suscitan sin programación previa, deben de ser tratadas solamente con ordenes especificadas, ya que están fuera del plan de conservación a largo plazo; por lo que se procede en la forma siguiente:

- (a) Los trabajos ocasionados por contingencias deberán de ser atendidas de inmediato con ordenes de trabajo especificadas.
- (b) Los trabajos ocasionados por anomalías pueden ser manejados de dos formas, primero que cada reporte origine una orden de trabajo específica y segundo, que por su bajo costo y frecuencia se acepte que el reporte de anomalías sea considerado como una orden de trabajo, por lo que tiene que ser liquidado o requisitado como tal.

Es indispensable que cuando menos el personal de producción y de conservación conozca a fondo el sistema de planeación de la conservación en la empresa y los gerentes y supervisores correspondientes sean responsables de su correcta interpretación.

## 1.8 EL CONTROL DE RESULTADOS

Es indispensable verificar el desempeño del personal durante la ejecución de las órdenes de trabajo para corroborar su calidad, así como detectar si los recursos físicos presentan deficiencias de diseño, instalación, funcionamiento, fiabilidad o mantenibilidad. Para esto es indispensable apoyarse en los supervisores, que, al estar en la línea de producción tienen la posibilidad de comprobar si se está consiguiendo la calidad y productividad esperadas. Su labor es preponderantemente táctica debiendo estar alertas para identificar desde su inicio los problemas que puedan suscitarse (ellos deben escoger el personal adecuado al trabajo por realizar, combinar sus destrezas, planificar las variaciones que se originen, corroborar que las refacciones, materiales, herramientas o instructivos, se hayan obtenido con oportunidad y estén siendo correctamente empleados; así como comprobar el avance de los trabajos con respecto al tiempo estimado). Terminando el trabajo, comprobarán que éste haya quedado bien y que el responsable de la operación esté conforme con el mismo, procediendo a liquidar o requisitar la orden de trabajo respectiva, anotando en ella las observaciones que estimen puedan ayudar a los altos niveles de planeación para conseguir mejorar ésta.

En el nivel de supervisión es donde se conocen los resultados de la conservación y es necesario que éstos sean anotados lo más rápidamente posible en sus respectivos registros para que contengan información realista y actual, a fin de que sirvan de base a la estadística y la preparación de los diferentes informes de resultados, tanto los estratégicos que sirven a la alta dirección como los tácticos al servicio de la gerencia y del mismo personal de producción y conservación; todo esto con las herramientas y procedimientos de control autorizados por la empresa.

## 1.9 LAS PRINCIPALES TAREAS DEL MANTENIMIENTO

De manera muy general, mencionaremos las principales tareas que debe de llevar a cabo el departamento de mantenimiento, éstas son:

- (a) **SERVICIO.** Esta tarea consiste en proporcionar la buena apariencia, comodidad, seguridad, higiene y adecuado funcionamiento de los bienes físicos de la empresa, la seguridad del personal de la empresa.

(b) **CAMBIO.** Es restablecer el adecuado funcionamiento de los bienes físicos de la empresa, al remplazar los elementos que han fallado, están defectuosos y/o su vida económica ha concluido.

(c) **REPARACIÓN.** Es establecer el adecuado funcionamiento de los bienes físicos de la empresa, mediante la corrección de las fallas una vez que se han corregido. Esta actividad, es la principal tarea del mantenimiento correctivo, pero no necesariamente la reparación es un mantenimiento correctivo para todos los casos. En un mantenimiento preventivo la reparación es programada, sin haberse presentado la falla. Esta tarea, como reparación mayor previa a su realización, debe ser justificada técnica y económicamente, teniéndose muy presente lo siguiente:

- Planeación de la empresa.
- Restricciones presupuestales.
- Condiciones técnicas.
- Aspectos comerciales del mercado.

(d) **INSPECCIÓN.** Su objetivo es la detección de las posibles fallas potenciales. Esta es una de las tareas más importantes dentro del mantenimiento, ya que con ésta se puede determinar el comportamiento de los bienes físicos de la empresa, cómo están funcionando y en que momento empiezan a desgastarse más allá de la forma normal prevista estadísticamente, para así poder programar el mantenimiento. La inspección convencional, como tarea, es la actividad física en la que el inspector (personal o medios, a través de los cuales se efectúa la inspección), revisa las condiciones de los bienes físicos de la empresa, conforme a un procedimiento establecido; no aporta mas que datos. La inspección como actividad de ingeniería en la que se pretende, no solamente recopilar datos, sino un análisis del origen de posibles fallas o simplemente desviaciones, afectaciones, trascendencia del efecto de una variación, así como las posibles medidas de evitar o al menos de aminorarlos. La inspección puede ser efectuada a diferentes niveles de detalle, en la **tabla I.VI.**

(e) **MODIFICACIÓN.** Consiste en reducir o eliminar las fallas repetitivas mediante la alteración del diseño original, a través de las actividades físicas de la aplicación de medidas diferentes ala condición normal. Esta tarea frecuente en México es aplicada por el personal de mantenimiento en forma intuitiva, con ingenio, pero lamentablemente sin ingeniería, es decir, no profundizan en su análisis y no lo documentan. Podríamos comentar que se basan en la experiencia.

**TABLA I.VI NIVELES DE INSPECCIÓN**

- **CHECAR.** Representa la inspección para determinar que los elementos están completos y las tareas se cumplieron, sin evaluación alguna.
- **COMPARAR.** Es la inspección para diferenciar los bienes físicos de la empresa, donde se efectuó una tarea contra algún otro de los bienes físicos de la empresa conforme a sus atributos (especificaciones).
- **COMPROBAR.** Es la inspección para asegurar que uno de los bienes físicos de la empresa cumplió una tarea contra algún otro de los bienes físicos de la empresa que funge como patrón, conforme a sus atributos (especificaciones).
- **MEDIR.** Es la inspección para asegurar que uno de los bienes físicos de la empresa cumplió contra algún otro de los bienes físicos de la empresa base (patrón), conforme a valores preestablecidos.
- **REVISAR.** Es la inspección en la cual se observa el estado de los bienes físicos de la empresa, fuera de servicio y/o en funcionamiento, en forma pasiva sin retirar elementos.
- **VERIFICAR.** Es la inspección de los bienes físicos de la empresa, contra parámetros determinados por las especificaciones de diseño, normas, datos contractuales o valores preestablecidos.

## **1.10 LA GENERACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO**

En general, los costos de mantenimiento son generados por la sustitución de piezas, conjuntos o subconjuntos, reparaciones, ajustes o reposición total de equipos o instalaciones, provocadas por fallas o bien que éstos han llegado al fin de su vida útil.

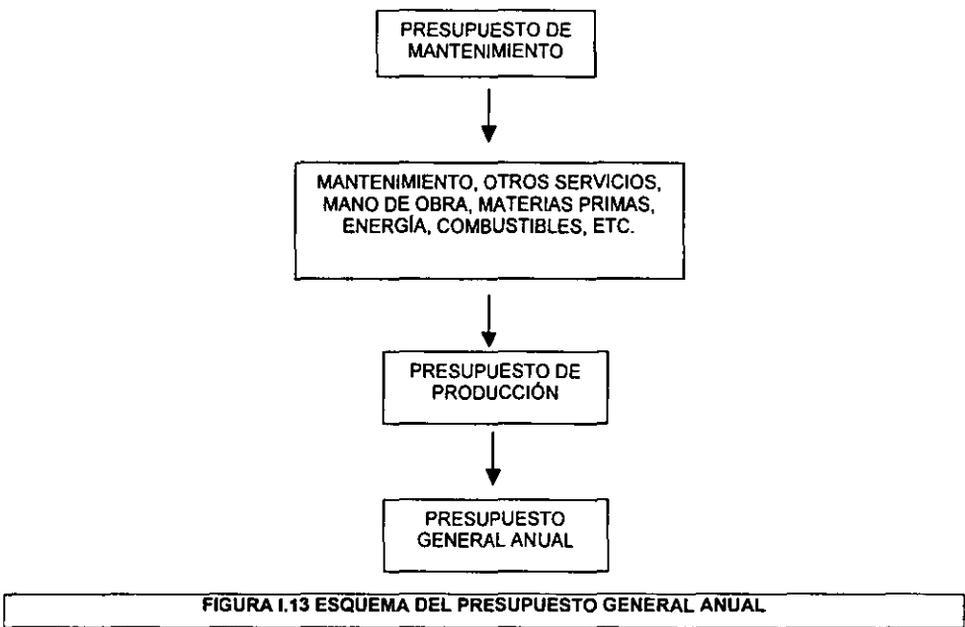
Independientemente del sistema de costeo que utilice la empresa, por lo general al área de mantenimiento se le asigna un monto incluido en el presupuesto operativo que se elabora para todo el año; de dicho monto se separan los gastos propios de los que se imputan a cada trabajo.

Esquemáticamente, el presupuesto de mantenimiento debiera generarse en las previsiones de ventas que, entre otras consideraciones, contiene los requerimientos, operativos por producto, etc. Esto hace al grado de compromiso que tendrían las diferentes

líneas operativas y, consecuentemente, los servicios que requeriría la producción. Entre estos servicios está el mantenimiento de las líneas, instalaciones y equipos productivos, auxiliares y de otros servicios.

Este comienza con las estimaciones de ventas que elaboran los departamentos de: Ventas, Estudio de Mercado y el área de Finanzas. El plan estimado de ventas genera una serie de aperturas, una de las cuales es el plan tentativo de producción, del cual surgen las consecuentes necesidades del servicio de mantenimiento. De los planes y programas de mantenimiento se puede elaborar el correspondiente presupuesto del área. Este presupuesto constituye una cuenta (depende de la cantidad de productos que se produzcan), del presupuesto general de la empresa. En la misma se consignan algunas cuentas componentes del área de mantenimiento.

En la figura 1.13, se muestra un esquema simplificado de la relación entre el presupuesto de mantenimiento respecto del presupuesto general anual de la empresa.



El presupuesto general anual es el documento que guía a la empresa en cuanto a su gestión total. Dicho presupuesto se elabora sobre la base de la suma de los presupuestos

correspondientes a todas y cada una de las áreas de la empresa. Considerando el que corresponde a mantenimiento, el mismo contiene las cantidades que luego valorizadas, entre otros conceptos, divididos según el plan de cuentas, son:

- Mano de obra. Propia (en horas simples y horas extraordinarias); contratadas.
- Equipo y herramental. Energía; combustibles y fluidos (aire comprimido, gas, oxígeno, etc.); repuestos y suministros; servicios a mantenimiento (transporte, ingeniería, etc.) lubricantes, etc.

Hay diversas formas de considerar las cantidades de los anteriores conceptos, siendo los más relevantes: por registros históricos, por análisis y cálculo de los trabajos más importantes que se incluyen en el plan anual, por estimaciones de las ordenes de trabajo más representativas. La valoración de éstas cantidades están a cargo del departamento de Contaduría.

### **1.11 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ EN UNIDADES DE TRANSPORTE**

En relación a los programas de mantenimiento preventivo automotriz en unidades de transporte, se elaboran y aplican de acuerdo a la conveniencia y necesidades de la empresa. Éstos, principalmente pueden estar basados en función del: tiempo y kilometraje. Estos a su vez toman como base las especificaciones de los diferentes fabricantes de los conjuntos del tren motriz y accesorios. El historial y la vida útil de los diferentes componentes de un vehículo son los parámetros a tomar en cuenta en el desarrollo de los programas de mantenimiento preventivo.

En la **tabla I.VII** se muestra un ejemplo típico de los mantenimientos preventivos que se aplican en los autobuses de transporte, tomando como referencia el kilometraje desarrollado. Mencionando de manera breve las actividades que les distinguen entre sí.

TABLA I.VII ACTIVIDADES DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS EN AUTOBUSES DE ACUERDO A PERIODOS DE KILOMETRAJE	
PERIODO	ACTIVIDADES
5,000 a 10,000 Kms	Consiste en una simple revisión visual en donde se elabora lo mínimo que sea necesario, de hecho sólo se reportan las posibles futuras reparaciones.
20,000 a 30,000 Kms	Consiste en realizar parte de los reportes anteriores, así como el cambio de aceites, filtros y efectuar un engrase general.
Cada 50,000 Kms	En éste, se realizan inspecciones más profundas como desarmar y revisar, incluyendo muchas veces el cambio de piezas.

Enseguida, se muestra el detalle de las actividades que componen cada uno de los mantenimientos preventivos mostrados en la **tabla I.VII**. Estos se identifican en las **figuras I.14, I.15 y I.16**.

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO.</b>				
<i>TIPO "A". 5,000-10,000 kms.</i>				
CADA _____ KMS	OPERADOR	FECHA ANT. M.P.	FECHA	
O CADA _____ MESES	PLACAS	Nº ECO	ODOMETRO ANT.	ODOMETRO
<b>INSPECCION TODOS LOS COMPONENTES Y REALICE LAS CORRECCIONES NECESARIAS</b>				
CODIGOS A EMPLEAR:      B = OK; O = REALICE REPARACION; X = REPARAR COMPLETAMENTE				
<b>VERIFICACION INICIAL</b>		<b>BAJO EL MOTOR</b>		
FRENO DE EMBRAGUE JGO LIBRE DEL PEDAL DEL EMBRAGUE _____ Pulg. PARABRISAS ESTRELLADOS <b>INTERIORES:</b> ASIENTOS TAPETES PISO PANELES PUERTAS TAPICERIA TECHO DORMITORIO TABLERO DE INSTRUMENTOS OPERACION LIMPIA-PARABRISAS ESTADO PLUMAS Y BRAZO LIMPIA-PARABRISAS CORNETAS AIRE YELECTRICAS ESPEJOS	ESTADO DIRECCION CAJA DIRECCION FLECHA DIRECCION CRUCETA(S) DIRECCION BRAZO PITMAN BRAZOS DE DIRECCION BRAZO VIAJERO			
		<b>MOTOR</b>		
		<b>CAMBE:</b>		
		ACEITE FILTRO ACEITE FILTRO(S) COMBUSTIBLE FILTRO REFRIGERANTE REVISAR ARNESSES REVISAR SISTEMA DE AIRE Y POSTENFRIADOR POR POTOS DE DESGASTE, DAÑOS EN LA TUBERIA O CONEXIONES FLOJAS REVISAR RESTRICCION DEL FILTRO DE AIRE (Cambie si alcanza la restricción de 25" de H <sub>2</sub> O)		
<b>INSPECCION EXTERIORES</b>		<b>RUEDAS Y LLANTAS</b>		
LUCES EXTERIORES BAJAS ALTAS NEBLINEROS DIRECCIONAL DEL IZQ. DIRECCIONAL DEL DER. DIRECCIONAL TRAS. IZQ. DIRECCIONAL TRAS. DER. LUZ STOPS LUZ CUARTOS DEL LUZ CUARTOS TRAS. LUZ DE REVERSA MONTAJE PLACAS DAÑOS FISICOS: PARRILLA RADIADOR CARROCERIA MANIFAS Y LINEAS DE AIRE ESTADO Y FUNCION QUINTA RUEDA	REVISAR TAPONES DE VALVULAS TUERCAS FLOJAS Y/O AGRIETADAS PISO IRRREGULAR EMPAREJAMIENTO DE YOYOS <b>INSPECCION RUEDAS Y LLANTAS:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">PSI ----- 32 MM</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">PSI ----- 32 MM</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">PSI ----- 32 MM</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">PSI ----- 32 MM</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">PSI ----- 32 MM</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">PSI ----- 32 MM</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">PSI ----- 32 MM</div> </div>			
<b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>				
DRENAR AGUA TANQUES DE AIRE VERIFICAR ALARMA DE BAJA PRESION OPERACION DE RESORTE DE EMERGENCIA REVISAR TRIANGULOS DE EMERGENCIA				
<b>BAJO EL VEHICULO</b>				
<b>NIVELES:</b> TRANSMISION EJES MEZCLA RADIADOR LUBRICAR CHASS VERIFICAR VALVULAS FRENOS ESTACIONARIOS AJUSTAR FRENOS	<b>CARROCERIA</b>			
		DANOS VESTIDURAS OPERACION PUERTAS LUBRICACION ELEVADORES OPERACION CORTINA DORMITORIO		

**FIGURA 1.14 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN AUTOBUSES APLICADO A LOS 5,000-10,000 KMS**

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

**TIPO "B". 20,000-30,000 kms.**

CADA ___ KMS O CADA ___ MESES	OPÉRADOR	FECHA ANT. M.P.	FECHA
	PLACAS	No ECO	ODOMETRO ANT. ODOMETRO
<b>INSPECCIONE TODOS LOS COMPONENTES Y REALICE LAS CORRECCIONES NECESARIAS CODIGOS A EMPLEAR: B=OK; O=REALICE REPARACION; X=REPARAR COMPLETAMENTE</b>			
VERIFICACION INICIAL		INSPECCION EXTERIORES (CONT)	
FRENO DE EMBRAGUE		MONTAJE TANQUES DE COMBUSTIBLE	
JOGO LIBRE DEL PEDAL DEL EMBRAGUE ___ Pulg.		MONTAJE DE DEFLECTORES	
OPERACION DE ELEVADORES DE PUERTAS		DAÑOS A LAMINACION EXTERIOR	
LUCES INTERIORES		<b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>	
INTERIORES:		DRENAR AGUA DE TANQUES DE AIRE	
ASIENTOS		REVISAR VALVULAS TANQUE DE AIRE	
TAPETES PISO		OPERACION RESORTE DE FRENOS DE EMERG.	
PANELES DE PUERTAS		TIEMPO DE PERDIDA DE PRESION ___ min	
DORMITORIOS		PRESION DEL GOBERNADOR DE AIRE ___ Psi	
TABLERO DE INSTRUMENTOS		PRESION S/APLICAR FRENOS ___ Psi/min	
OPERACION LIMPIA-PARABRISAS		PRESION C/FRENOS APLICADOS ___ Psi/min	
ESTADO PLUMAS Y BRAZO LIMPIA-PARABRISAS		REVISAR TRIANGULOS SEG Y DEFLECTORES	
CORNETAS AIRE Y ELECTRICAS		<b>BATERIAS</b>	
ESPEJOS		SEÑOS DE SOBRECARGA	
INSTRUMENTOS Y MEDIDORES:		LIMPIEZA DE CORROSION	
TEMPERATURA DEL MOTOR		CABLES	
PRESION DE ACEITE		BORNES	
PRESION DE AIRE		TERMINALES	
TANQUE(S) COMBUSTIBLE		ESTADO DE LA CAJA DE BATERIAS	
CARGA		INDICAR COLOR DEL INDICADOR O NIVEL DE ACIDO:	
ODOMETRO		<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; text-align: center; line-height: 30px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; text-align: center; line-height: 30px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; text-align: center; line-height: 30px;">3</div> </div>	
RADIO			
<b>INSPECCION EXTERIORES</b>			
LUCES EXTERIORES		<b>MOTOR</b>	
BAJAS		CAMBE:	
ALTAS		ACEITE	
NEBLINEROS		FILTRO ACEITE	
DIRECCIONAL DEL IZQ.		FILTRO(S) COMBUSTIBLE	
DIRECCIONAL DEL DER.		FILTRO REFRIGERANTE	
DIRECCIONAL TRAS. IZQ.		REVISAR ARNESES	
DIRECCIONAL TRAS. DER.		REVISAR SISTEMA DE AIRE Y POSTENFRIADOR	
LUZ STOPS		POR PUNTOS DE DESGASTE, DAÑOS EN LA TUBERIA	
LUZ CUARTOS DEL.		O CONEXIONES FLOJAS	
LUZ CUARTOS TRAS.		CONEXIONES FLOJAS	
LUZ DE REVERSA		REVISAR RESTRICCION DEL FILTRO DEL AIRE	
MONTAJE PLACAS		(Cambiar si la restricción es mayor de 25" de H <sub>2</sub> O)	
DAÑOS FISICOS:		REVISAR:	
PARRELLA		RADIADOR, TOLVA Y POSTENF	
RADIADOR		EMBRAGUE DE ABANICO Y POLEAS	
CARROCERIA		BOMBA DE AGUA	
MANUAS Y LINEAS DE AIRE		JUEGO EN BALEROS	
ESTADO Y FUNCION QUINTA RUEDA		ESTADO VALVULA DE DRENADO	
MONTAJES SOPORTES Y LÓDERAS		SOPORTES Y TORNILLERIA	
SOPORTES CABINA OPERADOR		FUGAS EN GENERAL	
LUBRIC. DE MANUAS Y BSAGRAS DE PTAS.		ESTADO DE BANDAS Y AJUSTE	
REVISION DEL TORQUE EN TORNILLOS CHASS			

**FIGURA I.15 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN AUTOBUSES APLICADO A LOS 20,000-30,000 KMS**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO.</b>													
<i>TIPO "B". 20,000-30,000 kms.</i>													
CADA ___ KMS O CADA ___ MESES	OPERADOR	FECHA ANT. M.P.	FECHA										
	PLACAS	Nº ECO	ODOMETRO ANT.	ODOMETRO									
<b>MOTOR (CONT)</b>		<b>BAJO EL VEHICULO (CONT)</b>											
MONTAJE COMPRESOR DE AIRE ACOND.		<b>ESPESOR DE BALATAS:</b>  LD _____ LDD _____ LED _____ LDED _____ LET _____ LDET _____											
LIMPIAR O CAMBIAR RESPIRADERO MOTOR													
REVISAR CUBIERTA MOTOR													
<b>BAJO EL VEHICULO</b>		<b>ESTADO DE TAMBORES:</b>  LD _____ LDD _____ LED _____ LDED _____ LET _____ LDET _____											
NIVELES:													
TRANSMISION EJES MEZCLA RADIADOR LUBRICAR CHASIS VERIFICAR VALVULAS FRENO ESTACIONARIOS AJUSTAR FRENO ESTADO DIRECCION: CAJA DIRECCION FLECHA DIRECCION CRUCETA(S) DIRECCION BRAZO PITMAN BRAZOS DE DIRECCION BRAZO VIAJERO  ROTULAS BRAZO DE TORSION BRAZOS RADIALES LARGUEROS (FISURAS O FRACTURAS) MUELLES PERCHAS ALVARONES DESGASTE DE ESPIGAS AJUSTE DE BALEROS EN RUEDAS NIVEL DE ACEITE DE MASAS HOJAS DE MUELLES TORQUE EN ABRAZADERAS TIPO "U" FUGAS EN: ANTICONGELANTE ACEITE MOTOR DIRECCION HIDRAULICA COMBUSTIBLE TRANSMISION EJES TRASEROS RETENES DE MASAS INT. Y EXT. SOPORTES DE TRANSMISION EJE CARDAN Y CRUCETAS CAMBIO DE ACEITE EJES TRASEROS CAMBIO DE ACEITE TRANSMISION APRIETE TORNILLO CAMARAS DE FRENO AJUSTE DE FRENO REVISION DE MANGUERAS (PICADAS, ETC.) VERIFICAR VALVULA TANQUES ESTACIONARIOS LUBRICACION DE CHASIS													
		<b>RUEDAS Y LLANTAS</b>											
		REVISAR TAPONES DE VALVULAS TUERCAS FLOJAS Y/O AGRIETADAS PISO IRREGULAR EMPAREJAMIENTO DE YOYOS INSPECCION RUEDAS Y LLANTAS:  <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> <td style="text-align: center;">PSI _____ 32 MM</td> </tr> </table>			PSI _____ 32 MM								
PSI _____ 32 MM	PSI _____ 32 MM	PSI _____ 32 MM											
PSI _____ 32 MM	PSI _____ 32 MM	PSI _____ 32 MM											
PSI _____ 32 MM	PSI _____ 32 MM	PSI _____ 32 MM											
		<b>CARROCERIA</b>											
		DANOS VESTIDURAS OPERACION PUERTAS LUBRICACION ELEVADORES OPERACION CORTINA DORMITORIO											
		<b>SISTEMA DE CARGA</b>											
		INSPECCION VISUAL DE: CONEXIONES DE ALTERNADOR CARGA _____ CONEXIONES DE MARCHA VOLTAJE DE ARRANQUE											

**FIGURA 1.15 (Cont) MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN AUTOBUSES APLICADO A LOS 20,000-30,000 KMS**



<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO.</b>				
<i>TIPO "C". 50,000 kms.</i>				
CADA ___ KMS	OPERADOR	FECHA ANT. M.P.	FECHA	
O				
CADA ___ MESES	PLACAS	No ECO	ODOMETRO ANT.	ODOMETRO
<b>INSPECCIONE TODOS LOS COMPONENTES Y REALICE LAS CORRECCIONES NECESARIAS</b>				
<b>CODIGOS A EMPLEAR: B - OK; O - REALICE REPARACION; X - REPARAR COMPLETAMENTE</b>				
<b>VERIFICACION INICIAL</b>		<b>INSPECCION EXTERIORES (CONT)</b>		
FRENO DE EMBRAGUE		MONTAJE TANQUES DE COMBUSTIBLE		
JGO LIBRE DEL PEDAL DEL EMBRAGUE ___ Pulg.		MONTAJE DE DEFLECTORES		
OPERACION DE ELEVADORES DE PUERTAS		DAÑOS A LAMINACION EXTERIOR		
LUCES INTERIORES		<b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>		
INTERIORES:		DRENAR AGUA DE TANQUES DE AIRE		
ASIENTOS		REVISAR VALVULAS TANQUE DE AIRE		
TAPETES PISO		OPERACION RESORTE DE FRENOS DE EMERG.		
PANELES PUERTAS		TIEMPO DE PERDIDA DE PRESION ___ min.		
DORMITORIO		PRESION DEL GOBERNADOR DE AIRE ___ Psi		
TABLERO DE INSTRUMENTOS		PRESION S/APLICAR FRENOS ___ Psi/min		
OPERACION LIMPIA-PARABRISAS		PRESION C/FRENOS APLICADOS ___ Psi/min		
ESTADO PLUMAS Y BRAZO LIMPIA-PARABRISAS		REVISAR TRIANGULOS SEG Y DEFLECTORES		
CORNETAS AIRE Y ELECTRICAS		<b>BATERIAS</b>		
ESPEJOS		SIGNOS DE SOBRECARGA		
INSTRUMENTOS Y MEDIDORES:		LIMPIEZA DE CORROSION		
TEMPERATURA DEL MOTOR		CABLES		
PRESION DE ACEITE		BORNES		
PRESION DE AIRE		TERMINALES		
TANQUE(S) COMBUSTIBLE		ESTADO DE LA CAJA DE BATERIAS		
CARGA		INDICAR COLOR DEL INDICADOR O NIVEL DE ACIDO:		
ODOMETRO		1	2	3
RADIO				
<b>INSPECCION EXTERIORES</b>				
LUCES EXTERIORES		<b>MOTOR</b>		
BAJAS		CAMBIE:		
ALTAS		ACEITE		
NEBLINEROS		FILTRO ACEITE		
DIRECCIONAL DEL IZQ.		FILTRO (S) COMBUSTIBLE		
DIRECCIONAL DEL DER.		FILTRO REFRIGERANTE		
DIRECCIONAL TRAS. IZQ.		REVISAR ARNESES		
DIRECCIONAL TRAS. DER.		REVISAR SISTEMA DE AIRE Y POSTENFRIADOR		
LUZ STOPS		POR PTOS DE DESGASTE, DAÑOS EN LA TUBERIA		
LUZ CUARTOS DEL.		O CONEXIONES FLOJAS		
LUZ CUARTOS TRAS.		CONEXIONES FLOJAS		
LUZ DE REVERSA		REVISAR RESTRICCION DEL FILTRO DEL AIRE		
MONTAJE PLACAS		(Cambiar si la restricción es mayor de 25" de H <sub>2</sub> O)		
DAÑOS FISICOS:		REVISAR:		
PARRILLA		MONT. RADIADOR, TOLVA Y POSTENF		
RADIADOR		EMBRAGUE DE ABANICO Y POLEAS		
CARROCERIA		BOMBA DE AGUA		
MANIJAS Y LINEAS DE AIRE		JUEGO EN BALEROS		
ESTADO Y FUNCION QUINTA RUEDA		ESTADO VALVULA DE DRENADO		
MONTAJES SOPORTES Y LODERAS		SOPORTES Y TORNILLERIA		
SOPORTES CABINA OPERADOR		FUGAS EN GENERAL		
LUBRIC DE MANIJAS Y BISAGRAS DE PTAS.		ESTADO DE BANDAS Y AJUSTE		
REVISION DEL TORQUE EN TORNILLOS CHASIS				

**FIGURA 1.16 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN AUTOBUSES APLICADO A LOS 50,000 KMS**





## 2.1 INTRODUCCIÓN

A manera de introducción, en esta parte, mencionaremos algunas citas, referentes al significado e interpretaciones, que representan la palabra: "problema". Muchas compañías de todo el mundo la han adoptado como parte de su filosofía. En dichas compañías no se permite que nadie se queje de los "problemas" de una manera pesimista, pues se cree apasionadamente que si uno enfrenta metódicamente el problema, hallará una oportunidad de cambio en él, preparándolo paulatinamente a resolver problemas de mayor grado de dificultad. Además de que, si no existen problemas, no habría potencial para el mejoramiento. Lamentablemente, los "problemas" angustian a la gente impulsándola en ocasiones hacia la desesperación, lo que provoca un bloqueo mental que impide obtener una solución clara y sencilla. Si hallamos un modo de encarar los problemas y despojarnos de emociones, la tensión se alivia y ello contribuye a eliminar la ansiedad que causan, lográndose el objetivo planeado. A través de la historia se han reunido un puñado de útiles aforismos los cuales nos proporcionan una idea del significado de un problema y cómo podríamos resolverlo. A continuación se mencionan solo algunos:

"No podemos resolver nuestros problemas actuales con el mismo nivel de conciencia que los ha creado"<sup>2.1</sup>

A. Einstein.

"No tenemos problemas, cada problema es una oportunidad disfrazada"<sup>2.1</sup>

Anónimo.

"Un problema bien planteado, es un problema medio resuelto"<sup>2.1</sup>

Edward Hodnett.

"Un problema es una discrepancia entre lo que debería ocurrir y lo que esta ocurriendo"<sup>2.1</sup>

Charles Kepner-Benjamin Tregoe.

---

<sup>2.1</sup> De Bono, Edward. "Ideas para profesionales que piensan". Editorial Paidós Mexicana, 1987.

Consideramos que una buena formulación de un problema a menudo incluye las siguientes características:

- a) Lo que se conoce,
- b) Lo que se desconoce y
- c) Lo que se busca

Esto significa que quienes solucionan problemas deben resolver mucho trabajo aún antes de empezar a tratar de generar soluciones creativas.

Se añade otra condición a la existencia de un problema: Una persona debe tener la voluntad de encontrar la causa de algo que anda mal para corregirlo. Si una persona sabe que existe una discrepancia pero no desea resolverla, para él no existe problema. Esto significa que un problema tiene cierto nivel de relatividad en cuanto a las circunstancias del observador.

Con la anterior recapitulación, se concluye lo siguiente:

Al identificar un problema, es necesario tener planteada una estrategia (metodología) para saber cómo podemos resolverlo utilizando medios racionales y creativos.

Para entender mejor la aplicación del *kaizen*, sentaremos las bases que le sustentan. Para ello haremos un breve recorrido por aquellos términos que le anteceden.

## **2.2 LA FILOSOFÍA JAPONESA EN LA INDUSTRIA**

Fue sorprendente el desarrollo de la economía japonesa a partir de los años 50's, la cual calificarían los norteamericanos y los europeos como una milagrosa recuperación después de quedar totalmente abatida en la Segunda Guerra Mundial, donde la mayoría de las compañías japonesas tuvieron que comenzar literalmente desde el principio. Al tratar de comprender el milagro económico japonés de la postguerra, los intelectuales, periodistas y

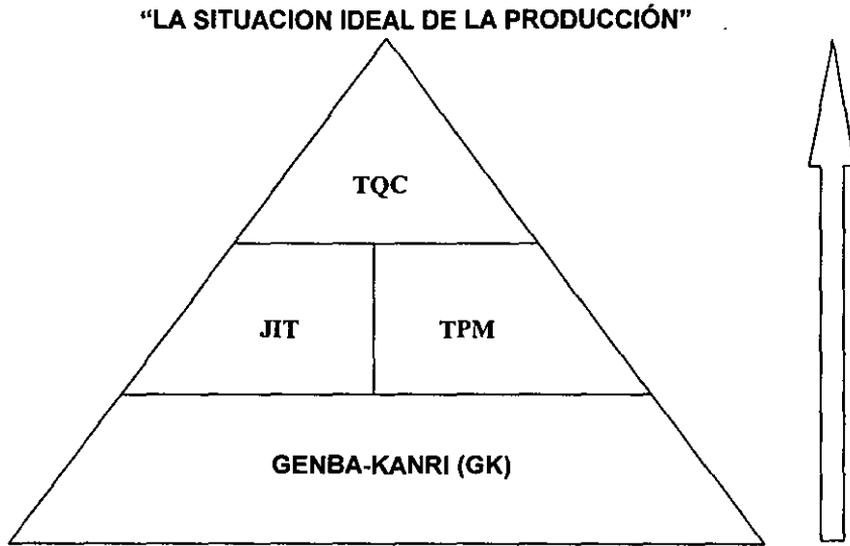
gente de negocios por igual, estudiaron debidamente factores como: el movimiento de la productividad, control total de la calidad, actividades de los grupos pequeños, sistemas de sugerencias, automatización, robots industriales y relaciones laborales. Prestaron mucha atención a algunas de las prácticas administrativas únicas del Japón, entre ellas el sistema de empleo de por vida, salarios basados en la antigüedad y sindicatos de empresa. Pero todos fracasaron al no entender la verdad tan simple que se encuentra detrás de los muchos mitos relativos a la administración japonesa. Y es que existen dos enfoques contrastantes para progresar: el enfoque gradual y el enfoque del gran salto hacia delante. Por lo general, las compañías japonesas están a favor del progreso gradual, sobre la base del esfuerzo continuo y constante de actividades de mejoramiento, no requiriendo necesariamente una tecnología avanzada o la aplicación de enormes inversiones y las compañías occidentales optan por el enfoque del gran salto hacia delante, basado principalmente en la innovación.

Cada día presentaba nuevos retos a los gerentes y a los trabajadores por igual, y cada día significaba progreso. La esencia de las prácticas administrativas japonesas (ya sean de mejoramiento de la productividad, actividades para el control total de la calidad, círculos de calidad o relaciones laborales), pueden reducirse a una palabra: kaizen. Fue afortunado que las diferentes herramientas que ayudaron a elevar el concepto kaizen a nuevas alturas fueran introducidas en Japón a finales de la década de los 50's y principios de la 60's por expertos como W. E. Deming y J. M. Juran. Sin embargo, la mayoría de los nuevos conceptos, sistemas y herramientas que hoy son muy utilizados en Japón, posteriormente han sido desarrolladas en ese país y representan mejoramientos cualitativos sobre el control de calidad estadístico y el control total de calidad de la década de 1960. La herramienta principal en la aplicación de kaizen, es la Metodología P.D.C.A.

Las compañías japonesas compiten por una mayor participación en el mercado mediante la introducción de productos nuevos y más competitivos, usando y mejorando las más recientes tecnologías. Dentro del desarrollo que se tuvo en diferentes ramos de la industria existe una filosofía que la ha fincado, forma parte de toda una cultura que se extiende fuera de su territorio y en la que se funda gran parte de sus logros. Para entender el planteamiento, veremos el enfoque con el que actualmente se trabaja en el ramo automotriz, cómo ejemplo.

En términos generales, se prepara a la gente hacia un ideal de producción. Para poder obtener dicha situación ideal de la producción (calidad como la base de la eliminación total de

lo innecesario), se desarrollan otras técnicas de trabajo, cuyo dominio y aplicación nos llevan al punto mas alto de la misma. En la **figura II.1**, se muestra los elementos que componen las técnicas que conducen al ideal de producción.



**FIGURA II.1 TÉCNICAS QUE CONDUCEN AL IDEAL DE PRODUCCIÓN**

Conforme a la **figura II.1**, se tienen las siguientes interpretaciones:

**TQC:** Control total de la calidad (Total Quality Control). Consiste en la técnica de mejoramiento de la capacidad del análisis.

**JIT:** Justo a tiempo (Just In Time). Es la técnica de actualización y eliminación de lo innecesario.

**TPM:** Mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance). Es la eliminación de lo innecesario causado por equipos.

Como podemos observar, la base de esta pirámide es lo que se denomina "Genba-Kanri"<sup>2.2</sup>, concepto que explicaremos a continuación ya que este nos permitirá entender mejor el desarrollo y aplicación de la Metodología P.D.C.A.

### **2.2.1 LA MISIÓN DEL GENBA-KANRI**

La misión del Genba-Kanri consiste en:

- Ofrecer productos que satisfagan al cliente.
- Aplicar el círculo de control basado en la estandarización
- Desarrollar a la persona más importante, denominada cómo: protagonista, siendo éste, el supervisor.

### **2.2.2 EL CONCEPTO DEL GENBA-KANRI**

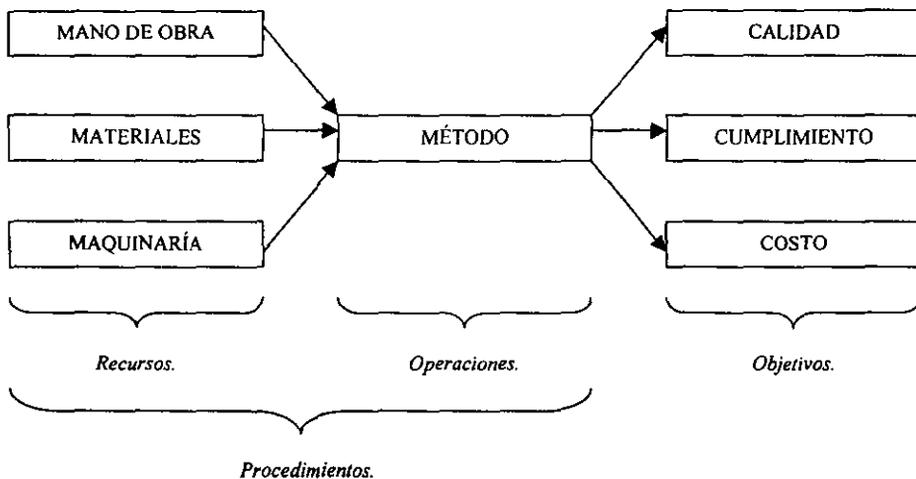
A continuación se mencionarán algunas características del Genba-Kanri. Para ello se explican por separado.

#### **2.2.2.1 GENBA**

El Genba esta compuesto por diferentes factores, los cuales entre sí conformarán la estructura de una industria. Éstos factores se muestran en la **figura II.2**. Denominando a éstos cómo los factores del campo de la producción.

---

<sup>2.2</sup> Palabra de origen japones que significa: Administración del Campo. Donde el campo esta referido al área laboral.



**FIGURA II.2 LOS FACTORES DEL GENBA**

A continuación detallaremos cada uno de los factores que conforman a los grupos mostrados en la **figura II.2**.

**RECURSOS.** Los recursos están referidos sobre la base de: mano de obra (operadores), materiales, (hierro, resina, etc.) y máquinas, (troqueles, herramientas, etc.). Lo más importante de los recursos son los operadores, ya que son quienes canalizan los materiales y operan las máquinas hacia las condiciones deseadas. Por eso, hay que acondicionarles un lugar seguro y un buen ambiente de trabajo.

**OPERACIÓN.** La operación es el método que puede integrar y canalizar los tres recursos y generar los productos deseados eficientemente. Estas actividades se enfocan a:

- Establecer la operación estándar, la operación estándar se define cómo: "El mejor método de operación para cumplir los objetivos de calidad, costo y entrega oportuna, además de garantizar la seguridad"<sup>22</sup>, siendo aquel que elimina: lo inútil, la variación y lo difícil, permitiendo que el trabajo sea

<sup>22</sup> Palabra de origen japones que significa: Administración del Campo. Donde el campo esta referido al área laboral.

realizado sin dificultad, rápidamente, sin gastos extraordinarios y con precisión.

- Desarrollar la técnica de los operadores (adiestramiento técnico), se define como la potencia para realizar la operación estándar siempre con precisión y la capacidad para mejorarla. Ya que la misión es producir con calidad uniforme, cualquier operador tiene que obtener el mismo resultado, por ello en vez de depender sólo de la habilidad técnica de los operadores, se tienen que mejorar exhaustivamente las operaciones difíciles, es decir las que son repetitivas y por lo tanto tendientes a variar en su resultado. Los supervisores tendrán que observar constantemente las operaciones y poner atención a las opiniones de los operadores.
  
- Aplicar Kaizen para eliminar los siete desperdicios. El kaizen está definido como la realización de una mejora al proceso. Por ello el enfoque es eliminar lo inútil en las operaciones que estamos realizando. Para que una actividad sea considerada como kaizen, debe cumplir con lo siguiente:
  - (a) Debe tener un efecto en calidad, costo, cumplimiento o seguridad.
  - (b) Debe ser definido, es decir, debe dar la solución eliminando la posibilidad de reincidencia del problema.
  - (c) Debe ser mensurable o cuantificado el beneficio obtenido.

Lo inútil de las operaciones, se puede clasificar en los siete desperdicios del campo. Éstos se muestran en la **tabla II.I**.

**TABLA II.1 LOS SIETE DESPERDICIOS EN LA INDUSTRIA**

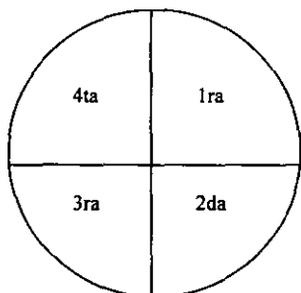
- 1) **Sobreproducción.** Se refiere a que, por exceso de fabricación, se busca un lugar para almacenamiento y perjudica al proceso anterior/posterior afectándolos.
- 2) **Tiempo de espera.** Es ocasionado por un paro de instalación, faltantes de material, mal balanceo de distribución de operadores, o cuando sólo se vigila el trabajo de la máquina que opera en automático.
- 3) **Transporte (en proceso).** Se refiere al almacenamiento provisional y de transporte entre procesos. Estos sólo cambian de lugar y aumentan el riesgo de daño a los materiales.
- 4) **Procesos innecesarios (operación inútil).** Son operaciones equivocadas, innecesarias que no modifican grandemente a la pieza. Por ejemplo: rebabeo en fundición e inyección, maquinado con dos procesos.
- 5) **Producción de defectos.** Cuando se producen defectos es necesario, una selección, reparación o producción complementaria y esto representa trabajo adicional. En los procesos de producción, debe cumplirse el principio respecto a defectos. Que se refiere a "No hacer, no pasar, no recibir" defectos.
- 6) **Inventarios.** Hay que definir la cantidad normal de existencia (máximos y mínimos) y su ubicación específica. Establecer sistema de primeras entradas, primeras salidas
- 7) **Movimientos Innecesarios.** Son aquellos que inducen a movimientos forzados de los operadores, y produce variación de los productos.

**OBJETIVOS.** En los procesos productivos: fundición, maquinado, estampado, etc., si no podemos satisfacer el proceso posterior, no será posible satisfacer al cliente. Atendiendo a este razonamiento, se debe actuar pensando que los procesos posteriores son los clientes. Por otra parte, los procesos posteriores deben tratar de ser buenos clientes, retroalimentando a los procesos anteriores rápida y concretamente sobre el grado de afectación que están recibiendo. La satisfacción de los procesos posteriores se puede obtener cumpliendo los objetivos de:

- **Calidad (Quality).** Asegurar la calidad de todos los procesos basados en los requerimientos de los procesos anteriores.
- **Cumplimiento (Delivery).** Producir con la oportunidad y en el volumen requerido por los procesos posteriores.
- **Costo (Cost).** Cumplir la producción planeada con los recursos asignados (mano de obra, material y máquina).

### 2.2.2.2 KANRI

Es el método establecido para administrar correctamente todos los factores de producción, aplicando el círculo de control (Metodología P.D.C.A.), el cual podemos identificar en la **figura II.3**. En la cual podemos observar claramente que se compone de cuatro etapas.



1a. Etapa	P (Plan)	Establecer objetivo y medio
2a. Etapa	D (Do)	Ejecutar
3a. Etapa	C (Check)	Evaluar resultado
4a. Etapa	A (Action)	Realizar mejoramiento

**FIGURA II.3 EL CÍRCULO DE CONTROL**

A continuación explicaremos cada una de las etapas que conforman el círculo de control.

**1a. Etapa. P (Plan).** Establecer el objetivo. Se puede definir en cuanto al alcance que pretendemos lograr (qué?, a qué nivel? y hasta cuándo?). Para un buen planteamiento de objetivo, se deben de cumplir con las siguientes características:

- a) Concretar la política y objetivo de la planta, gerencia y departamento.
- b) Expresar por medio de números el objetivo.
- c) Establecer el plazo para lograrlo.
- d) Desarrollar el objetivo en forma agresiva, considerando el nivel actual.
- e) Involucrar a las áreas relacionadas.

En cuanto a las actividades que debemos de desarrollar (medio), para dar cumplimiento a los objetivos, las podemos establecer de la siguiente manera.

- a) Profundizar en los factores y determinar las actividades principales.
- b) Elaborar programa de actividades (¿hasta cuándo? y ¿qué debe hacerse?).
- c) Confirmar la responsabilidad.
- d) Establecer compromisos por escrito.

**2a. Etapa D (Do).** En esta etapa se deberán de ejecutar principalmente, las siguientes actividades.

**1) Capacitar en los objetivos, actividades y en la operación estándar.** Después de definir el objetivo y el método (cómo llegar a dicho objetivo), se necesita la capacitación para efectuarlos. Los puntos más importantes al capacitar a los relacionados son:

- a) Dar a conocer a las personas involucradas los objetivos, actividades y el estándar. Estos deben estar elaborados de tal manera que puedan ver su avance cuando ellos lo deseen.
- b) Hacer entender la importancia y la necesidad del cumplimiento del estándar, explicando concretamente que problema ocurrirá si no se cumple.
- c) Dar adiestramiento para cumplir lo más fácil posible, capacitando a sus subordinados de la forma más entendible. Los operadores pueden fabricar siempre los productos con una calidad uniforme de la misma manera y a la misma velocidad.

**2) Ejecutar el trabajo.** Lograr el objetivo a través de los subordinados. El supervisor debe motivar a sus subordinados y eliminar los aspectos que están afectando al trabajo cooperando con sus superiores y departamentos relacionados.

**3a. Etapa C (Check).** Se necesita evaluar periódicamente el resultado para verificar si se está realizando correctamente el trabajo. Una de las técnicas empleadas, consiste en emplear la política denominada cómo: Sen Gen Shugi. La cual consiste en aplicar tres técnicas de inspección, las cuales se consideran importantes. Estos son:

1. *Genba*. Consiste en tomar decisiones y acciones;
2. *Genbutsu*. Esta consiste en inspeccionar el resultado viéndolo físicamente. O sea, se tendrá que certificar personalmente y no exclusivamente por reportes escritos, y
3. *Genjyutsu*. Este punto nos determina que el juicio que emitamos en torno al resultado de la inspección, deberá ser efectuado con realismo, sin que se interpongan prejuicios. Existen dos puntos de vista sobre la evaluación del resultado:

(a) **Visión anticipada:** Se refiere a cuantificar los recursos y la operación, a través del cumplimiento de la operación estándar.

(b) **Revisión de resultado:** Se refiere a medir a través del resultado comparándolo con los objetivos. Si no obtenemos un buen resultado, debemos buscar las causas revisando los recursos y la operación.

Normalmente utilizamos la visión anticipada y cuando detectamos anomalías usamos la visión de resultado. Sin embargo, lo importante en ambos puntos de vista es revisar el procedimiento de trabajo, o sea la situación de los recursos y operación (método). Hay que comunicar estos datos visualmente a todas las personas relacionadas, ya que ellos también tienen experiencia en campo y por tanto posibilidades de descubrir las anomalías.

**4a. Etapa A (Action).** Cuando se detectan anomalías, el supervisor debe captar físicamente la condición real del campo y tomar acciones mediante los siguientes pasos:

Tratamiento inmediato: es una acción que se puede aplicar inmediatamente para minimizar la afectación de una anomalía, en donde el objetivo principal, es no pasar defectos al proceso posterior.

Tratamiento definitivo: es una acción para evitar que reaparezca la anomalía por la misma causa, siendo lo importante detectar la principal causa.

Generalmente se pronostican muchas causas, pero lo importante es buscar cual de ellas afecta más a la anomalía, y a esta causa mayor se debe dar una

contramedida (solución) con prioridad, después se debe evaluar y si no existe un buen resultado, se debe dar la siguiente contramedida a la segunda causa mayor. Sin embargo no es fácil dar con la causa verdadera. Debido a esto es necesario aplicar dos pasos en la contramedida, el primer paso es la contramedida provisional y así la producción puede continuar y; el segundo paso sería la contramedida definitiva, que la eliminaría. Esto trae como consecuencia la existencia de dos tipos de contramedidas. Al aplicar una contramedida definitiva, las nuevas operaciones deben ser establecidas en la hoja de operación estándar, capacitando nuevamente a los operadores. En el caso de una condición que ha estado sin ninguna anomalía durante mucho tiempo y ha cumplido con los objetivos para los que fue establecida, es válido establecerse retos más altos (nuevos objetivos). Todo ello se debe confirmar con los jefes de las áreas involucradas.

Ya se han explicado los puntos estratégicos para aplicar cada etapa del círculo de control. Ahora bien, ¿cada cuánto tiempo se tiene que estar aplicando?. Es decir, el tiempo y la velocidad con que gire el círculo de control es variable y depende de cada área. Sin embargo, los puntos importantes para aplicar cada etapa del círculo de control siempre son iguales. La aplicación continua del círculo de control ayudará a crear un campo laboral más firme. Por tanto, su participación como supervisor en el campo es aplicarlo insistentemente.

En síntesis, el Genba-Kanri son todas las actividades que aseguran la calidad de los productos elaborados y eliminan lo inútil al hacer girar el círculo de control (mejora continua) sobre la base de la operación estándar.

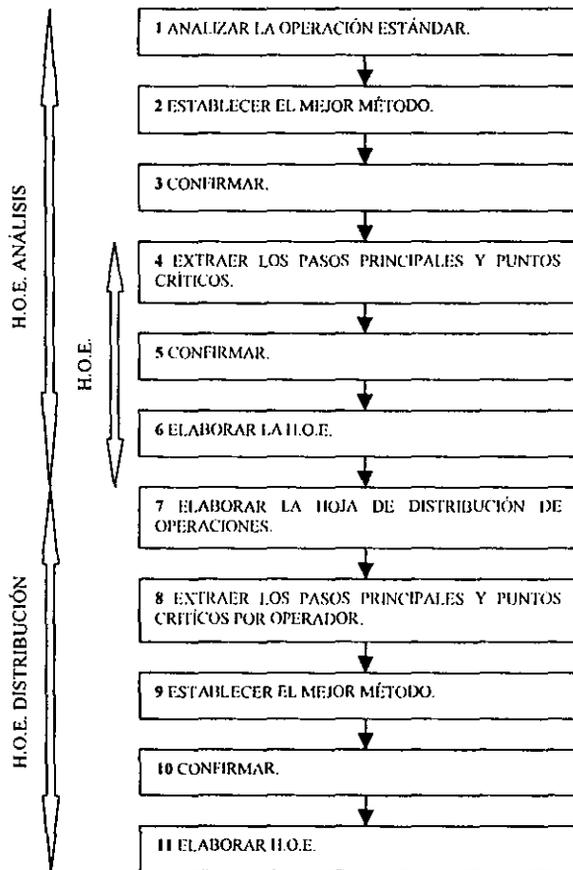
### 2.2.3 EL PROTAGONISTA DEL GENBA-KANRI

Los elementos que intervienen en la fabricación de los productos en el campo de producción son los operadores y máquinas; por eso se dice que estos elementos son los más importantes del campo de producción (Genba). Sin embargo, la persona quien ordena las actividades es el supervisor y además tiene la capacidad de coordinar los problemas de campo con ingeniería. Tomando como base lo anterior, los supervisores son las personas más importantes para ejecutar la administración del campo (Genba-Kanri).

### 2.2.4 LOS TRABAJOS PRINCIPALES DEL SUPERVISOR

Son las actividades que debe realizar el supervisor para mejorar la calidad, reducir el costo y garantizar la entrega oportuna de la producción diaria y consiste en:

**(a) Establecer el trabajo correcto.** Se establece al determinar los tipos de operación estándar; para ello se debe aclarar cuáles son las operaciones que existen en el proceso, el nivel de dificultad, la técnica de los operadores y cuál es nivel de calidad que se requiere en cada operación. En la **figura II.4**, se muestran las etapas para establecer la operación estándar y los tipos de hojas que existen. En la **tabla II.11**, se menciona una breve explicación de cada una de éstas etapas.



**FIGURA II.4 LAS ETAPAS Y LOS TIPOS DE HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR (H.O.E.)**

**TABLA II.II ETAPAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA OPERACIÓN ESTÁNDAR**

1. Realizar la operación físicamente describiendo detalladamente.
2. Revisar y mejorar los movimientos involucrados a partir de un análisis. Eliminar: lo inútil, innecesario y lo repetitivo.
3. Repetir físicamente los movimientos y de acuerdo con el análisis corregir si existen operaciones innecesarias.
4. Poner en orden los puntos analizados para poder enseñarlos correctamente a cualquier persona.
5. Repetir físicamente la secuencia establecida, conforme a lo establecido anteriormente.
6. Anotarlos en la H.O.E., para estandarizar.
7. Asignar las operaciones a cada operador de acuerdo al nivel de habilidad técnica y en base al programa de producción del mensual.
8. Resumir los pasos principales de la operación unitaria por cada distribución de operaciones para poder enseñarlo correctamente a cualquier persona.
9. Confirmar físicamente y si existen defectos, corregir.
10. Anotarlo en la hoja de operación estándar.

Enseguida se mencionan las principales Hojas de operación Estándar (H.O.E.)

1) *H.O.E DEL TIPO DE ANÁLISIS*. Estas hojas se establecen por cada operación unitaria y se aplican a las operaciones que satisfagan las siguientes condiciones:

- Operaciones cíclicas, operaciones que se pueden estandarizar fácilmente en detalle y que se controlan en unidades de minuto.
- Operaciones que son difíciles de enseñar a los operadores y requieren de una explicación detallada.

2) *H.O.E. DEL TIPO DE SECUENCIA*. Se aplican a las operaciones que satisfagan las siguientes condiciones:

- Operaciones que se realizan periódicamente.
- Operaciones que son esporádicas (no se sabe cuando se van a presentar), sin embargo se les ha establecido un método en caso de que ocurran.
- Operaciones cuyo tiempo ciclo es muy largo.

Este tipo de H.O.E. se emplea en las áreas de mantenimiento, manejo de materiales, recuperación de unidades en línea final, etc.

3) *H.O.E. DEL TIPO DE DISTRIBUCIÓN Y COMBINACIÓN*. Estandariza el orden y la cantidad de operaciones asignadas por operador, en base a una distribución de operaciones. Se usa básicamente cuando en la operación solo existen operaciones manuales, por ejemplo en las áreas de ensamble.

Se usa cuando existe una combinación de operaciones manuales y de máquinas; por ejemplo en las áreas de mantenimiento, donde se combinan las operaciones mecánicas con las manuales.

**(b) Enseñar a los subordinados el trabajo correcto.** Establecer el trabajo correcto no es suficiente, es importante enseñarlo y hacer que lo respeten, para ello el supervisor deberá aplicar el método de las tres etapas de la enseñanza. Este lo podemos identificar en la **tabla II.III**.

**(c) Estudiar las formas de mejorar el trabajo.** Esta referido a, que no debe dejarse el trabajo definido como estándar permanente, es importante realizar la observación de la operación en forma crítica con la finalidad de buscar siempre el mejor método de trabajo y que sea mas práctico. Para ello se deberá de eliminar, dentro de la operación estándar, lo que se conoce como: *Muda, Mura y Muri*. En la **tabla II.IV** se menciona el significado de cada una.

**TABLA II.III ETAPAS DE LA ENSEÑANZA**

ETAPAS	ACTIVIDAD
PRIMERA. Explicar la operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencionar el nombre de la operación que van a realizar.</li> <li>• Verificar el grado de conocimiento que tienen acerca de la operación.</li> <li>• Explicar el nivel de importancia de la operación</li> <li>• Hacer que se sitúen en posición correcta.</li> <li>• Explicar acerca de los dispositivos y herramientas.</li> </ul>
SEGUNDA. Mostrar cómo se hace.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar y ejecutar la operación indicándoles los principales pasos, puntos claves y sus razones.</li> <li>• Ejecutar la operación pidiéndoles que digan en voz alta los principales pasos, puntos claves y razones, corrigiendo los errores.</li> <li>• Enseñarles repetidamente hasta que lo aprendan</li> </ul>
TERCERA. Verificar lo enseñado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir la persona a quién preguntar en caso de tener dudas.</li> <li>• Verificar con frecuencia el trabajo.</li> <li>• Inducir a que hagan preguntas.</li> </ul>

**TABLA II.IV SIGNIFICADO DE MUDA, MURA Y MURI**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Muda</u>. Esta referido a la eliminación de lo inútil, sobre todo las actividades redundantes y que se les conoce cómo desperdicios.</li> <li>• <u>Mura</u>. No tener variación en las actividades, pues cuando no existe un orden, se carece de estandarización.</li> <li>• <u>Muri</u>. Eliminar las actividades difíciles y encontrar actividades que nos redituen el mismo resultado.</li> </ul>
--

**(d) Detectar y eliminar anomalías.** Es importante tener el estándar y las normas en forma visible, para que las anomalías puedan ser reconocidas fácilmente y, si se encuentra alguna, el supervisor debe tomar las medidas concretas para encontrar su causa real y establecer estándares para prevenir su reincidencia.

**(d) Crear un buen ambiente de producción.** Con el fin de hacer la operación estándar con precisión, es importante mantener a su personal, los materiales, los equipos e instalaciones en las mejores condiciones. Para ello se debe aplicar el método de las cinco "eses". El cual está constituido por:

1<sup>ª</sup>s. *Selección (Seiri)*. Es la acción de clasificar elementos necesarios para la operación, desechando lo innecesario e identificando lo útil.

2<sup>ª</sup>s. *Orden (Seiton)*. Es mantener las cosas necesarias en forma ordenada e identificadas y de fácil acceso, para eliminar la búsqueda de lo inútil.

3<sup>ª</sup>s. *Limpieza (Seiso)*. Es mantener limpia el área de trabajo, herramientas, máquinas e instalaciones.

4<sup>ª</sup>s. *Progreso (Seiketsu)*. Es hacer de la selección, del orden y la limpieza; hábitos propios de nuestra costumbre.

5<sup>ª</sup>s. *Disciplina (Shitsuke)*. Es cumplir con nuestras promesas, objetivos, disposiciones y reglamentos.

## 2.3 ANTECEDENTES DE LA METODOLOGÍA P.D.C.A.

En marzo de 1950 el subcomité del control de calidad en la Unión Japonesa de Ingenieros y Científicos (JUSE), principió la publicación de su revista *Statistical Quality Control*; este fue un humilde inicio en los esfuerzos para mejorar las prácticas japonesas del control de calidad a fines de la década de 1940. En julio de 1950, W. E. Deming fue invitado a Japón para enseñar el control de calidad estadístico en seminarios de ocho días organizados por JUSE. Deming visitó Japón varias veces en la década de 1950 y fue durante una de estas visitas que hizo su famosa predicción de que Japón pronto estaría inundando el mercado mundial con productos de calidad.

Deming también introdujo el Círculo de Deming, una de las herramientas vitales del control de calidad para asegurar el mejoramiento continuo a Japón. En la figura II.5, se muestra el original Círculo de Deming.



**FIGURA II.5 EL CÍRCULO DE DEMING**

Deming destacó la importancia de la constante interacción entre investigación, diseño, producción y ventas en la conducción de los negocios de una compañía. Para llegar a una mejor calidad que satisfaga a los clientes, deben recorrerse constantemente las cuatro etapas, con la calidad como el criterio máximo. Después, este concepto de hacer girar siempre la rueda de Deming para la mejora, se extendió a todas las fases de la administración y se vio que las cuatro etapas de la rueda correspondían a acciones administrativas específicas, tal y como se muestra en la tabla II.V.

<b>TABLA II.V FASES ADMINISTRATIVAS DEL CÍRCULO DE DEMING</b>	
<b>FASE ADMINISTRATIVA</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
Diseño → Planificar.	El diseño del producto corresponde a la fase administrativa de la planificación.
Producción → Hacer.	La producción corresponde a hacer (fabricar o trabajar) el producto que fue diseñado.
Ventas → Revisar.	Las cifras de ventas confirman si el cliente está satisfecho.
Investigación → Actuar.	En el caso de que se presente una reclamación, tiene que ser incorporada a la fase de planificación y a pasos positivos (actuar) para la siguiente ronda de esfuerzos. La ejecución aquí se refiere a la acción para el mejoramiento.

En esta forma, los ejecutivos japoneses enriquecen la rueda de Deming y la denominan: Círculo P.D.C.A. (Plan, Do Check, Action), y que en español significaría Círculo P.E.R.A. (Planificar, Ejecutar, Revisar, Actuar). En las primeras etapas de la aplicación de la rueda, la función revisar significaba que los inspectores estaban revisando los resultados de los trabajadores, y actuar se refería a las acciones correctivas aplicadas en caso de encontrar errores o defectos. Así, el círculo del P.D.C.A. , inició con la interacción de trabajo entre supervisores, inspectores y trabajadores. El círculo P.D.C.A., se convirtió así en una metodología sumamente empleada en la resolución de problemas, tal y como se verá más adelante.

## 2.4 METODOLOGÍA P.D.C.A.

En la figura II.6 se muestran los elementos que conforman a la Metodología P.D.C.A.

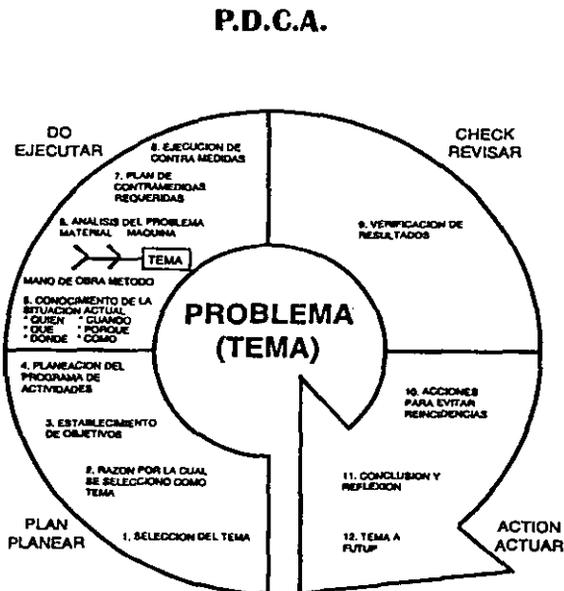


FIGURA II.6 METODOLOGÍA P.D.C.A.

La Metodología P.D.C.A., tiene su origen en el conocido ciclo de Deming. Fue así como los japoneses lo adoptaron y de acuerdo a la tradición oriental, mejoraron el ciclo Deming y el uso de las siete herramientas básicas (Diagrama de Pareto, Histogramas, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de dispersión, Estratificación, Gráficas de control y Gráficas en general), Hojas de verificación; que se avocaban a resolver la mayoría de los problemas de calidad y de productividad, en base a métodos estadísticos, los cuales deben ordenarse en forma de gráficas y valores, teniendo así un enfoque netamente científico.

Enriquecieron este método a través de filosofías, tales como: Mantenimiento productivo total, Círculos de calidad, Cero defectos, Justo a tiempo, 5's (cinco eses), etc; lográndose obtener el P.D.C.A. La metodología se aplica actualmente en grandes compañías japonesas (principalmente automotrices), como: Toyota, Nissan, Mitsubishi, etc., extendiéndola a sus principales proveedores.

A continuación se explican las etapas que conforman dicha metodología, apoyándose en breves ejemplos en algunas de éstas etapas.

#### **2.4.1 PLAN (Planear)**

Dentro de esta etapa, existen las siguientes actividades a efectuar.

##### **1) SELECCIÓN DEL TEMA.**

###### Actividades:

- Seleccionar un tema relevante considerando entre otros criterios, las políticas del área involucrada y el resultado de sus actividades diarias.
- La leyenda del tema no deberá ser demasiado amplio y expresar correcta y claramente el problema.
- Al nombrar el tema no usar la contramedida (solución) en él.
- Evitar el uso de abreviaturas, códigos, etc.
- Identificar a qué sector pertenece la selección del tema: seguridad, calidad, costo, etc.

Dentro de la selección del tema, éste deberá estar enfocado a una de las siguientes áreas:

**Costo.** *Ejemplos:* Reducción de desperdicio, inventarios de material, etc.

**Entrega oportuna.** *Ejemplos:* Porcentaje de unidades directas, faltante de partes para ensamblar, etc.

**Seguridad.** *Ejemplos:* Selección y orden del área laboral, manejo de sustancias peligrosas, etc.

**Calidad.** *Ejemplos:* Desprendimientos de puntos de soldadura, eliminación de: rebaba, rayas, fisuras etc.

En la **tabla II.VI** se mostrará un ejemplo de cómo se puede nombrar la selección de tema, ante una problemática específica.

**TABLA II.VI EJEMPLO DE SELECCIÓN DEL TEMA**

El departamento de pintura ocasiona demasiados rechazos en las defensas pintadas debido a que en el departamento de ensamble, las partes poseen defectos de apariencia (grumos, zonas donde existe poca pintura, pintura "descarapelada", etc.).

Ante esta situación, y si no se ha realizado un análisis profundo, sería válido el nombrar la selección de tema de la siguiente manera:

**"Reducción del rechazo por defectos de pintura en defensa"**

Ahora bien, si poseemos el análisis que nos permita saber cuál es el principal defecto en el pintado (que está ocasionando la mayor proporción de rechazo), de defensas (por ejemplo, el espesor); el tema sería:

**"Reducción del rechazo por espesor de pintura en defensa"**

**Punto crítico:** Definir un título (nombre) del tema que expresa concretamente el grado de problema.

## **2) RAZÓN DE SELECCIÓN DEL TEMA.**

La razón de selección de tema, es la presentación de los elementos que muestran la evidencia, para justificar la resolución del problema que nombramos (selección de tema). Para ello, mencionaremos algunas actividades que nos pueden apoyar para cumplir con esta etapa.

### Actividades:

- Enfocarse a los problemas concretos apoyándose en las políticas establecidas por la dirección y que involucran al área de estudio.
- Todos los integrantes del grupo deben evaluar las variables del tema seleccionado mediante alguna de las siete herramientas, (matriz de decisiones, etc.), de modo que permita, conforme a un periodo de tiempo (mes, trimestre, semestre, etc.), establecer un patrón de medición.
- Justificar la problemática seleccionada en base al cliente interno-externo.
- Establecer la importancia del tema seleccionado relacionando factores cómo: efectos económicos, reclamos de campo, etc.

En la **tabla II.VII** se muestra un ejemplo para la etapa de razón de selección del tema.

Donde se determina lo siguiente:

Puntos críticos: 1)Expresar el antecedente, la importancia y la prioridad de los problemas.

2)Expresar la razón fundamental del por qué se seleccionó el tema y cómo se enfocó.

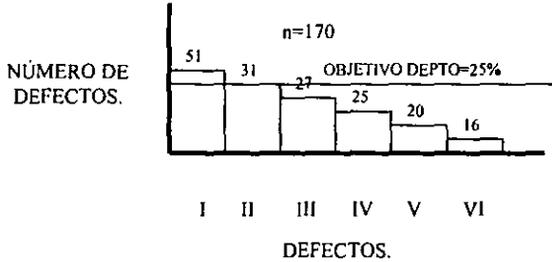
## **3) ESTABLECIMIENTO DEL OBJETIVO.**

### Actividades:

- Indicar el objetivo a través de valores numéricos.
- El objetivo debe tener relación con el efecto esperado y así evaluarlo mediante la confirmación del efecto.
- El objetivo debe contener las siguientes características: ser concreto, alcanzable y agresivo (grandes retos).
- El establecimiento del objetivo deberá tener relación con la selección del tema y la razón de selección del tema.

**TABLA II.VII EJEMPLO DE RAZÓN DE SELECCIÓN DEL TEMA**

De acuerdo a los datos obtenidos en el periodo: 6/Mayo-7/Junio '97, tenemos registrada la siguiente gráfica, que nos muestra la tendencia de incidencia de los defectos presentados en el departamento de pintura.



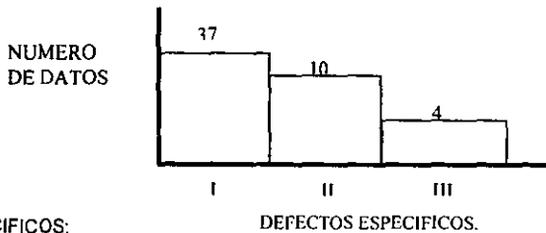
DEFECTOS:

- I Película de pintura desigual.
- II Pintura con grumos.
- III Desprendimiento de pintura.
- IV Pintura quebrada.
- V Pintura opaca.
- VI Pintura brillante.

DEFECTOS.

En la gráfica de Pareto se observa que el objetivo propuesto por el departamento (política de la compañía), establece que el defectivo máximo permisible, no debe ser mayor al 25%. Por lo que, la causa principal ("película desigual de pintura"), amerita ser analizada.

Al efectuar la gráfica de la causa principal, encontramos lo siguiente:



DEFECTOS ESPECIFICOS:

- I Variación de espesor de pintura.
- II Superficie de defensa húmeda.
- III Variación en boquilla de pistola.

DEFECTOS ESPECIFICOS.

La "variación de espesor de pintura", es la razón de selección de tema que justifica la resolución de este problema; pues está originando el que no cumplamos con el objetivo establecido en el departamento de pintura.

En la **tabla II.VIII** se muestra un ejemplo para la etapa de establecimiento del objetivo. Donde se determina lo siguiente:

Puntos críticos: 1)Aclarar la meta del valor del objetivo (%).

2)No plasmar simplemente los deseos y expectativas, sino establecer un objetivo factible de manera escalonada.

3)Definirlo tomando en cuenta las políticas de la planta, gerencias y departamentos.

#### **TABLA II.VIII EJEMPLO DE ESTABLECIMIENTO DEL OBJETIVO**

Conforme a los anteriores dato, el objetivo quedaría determinado de la siguiente manera:

**“Reducción del rechazo de pintura en defensa por película desigual, del 30% al 20%; del 8 de Junio al 7 de Julio”.**

Cómo podemos observar, de la forma en que se redactó el objetivo, pueden responderse las interrogantes:

¿QUÉ? = Reducción del rechazo de pintura en defensa, por película desigual.

¿HASTA CUANDO? = Del 8 de Junio al 7 de Julio (período de comparación igual al utilizado en la razón de selección del tema).

¿HASTA CUANTO? = Del porcentaje actual: 30%, al planteado: 20%. Porcentaje menor al planteado como objetivo departamental.

#### **4) PROGRAMA DE ACTIVIDADES.**

##### Actividades:

- Definir el programa de las actividades, mencionando las áreas (responsables) y el periodo de duración de estas; para ello se sugiere el uso de las 5W (why, what, who, when, where) y 1H (how), lo cual nos podrá orientar en cuanto a la información que se requiere plasmar, ya que deberá de responder apropiadamente los cuestionamientos efectuados.
- Involucrar al jefe inmediato, obteniendo su autorización. Se debe contar con la participación de todos los integrantes, la asignación de las tareas debe ser entendida a primera vista y reconocida por los integrantes. Debe estar escrito el programa (programado y real).

En la **tabla II.IX** se muestra un ejemplo para la etapa de programa de actividades.

**TABLA II.IX EJEMPLO DE PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

PROGRAMA DE ACTIVIDADES						
ETAPA	QUE?	PORQUE?	DONDE?	QUIEN?	CUANDO?	COMO?
<b>D</b>	Conocimiento de la situación actual.	Se requiere determinar las condiciones que generan el defecto.	Depto. pintura.	Roque	May'97	Visual, video y foto.
	Análisis.	Para determinar la probable causa que origina el defecto.	Area de control de campo.	Cruz	May'97	Lluvia de ideas del grupo de trabajo.
	Plan de acciones correctivas.	Determinar actividades prioritarias y hacer programa de actividades correctivas.	Area de control de campo.	Roque.	May'97	Basándose en los resultados de la matriz de prioridad.
	Ejecución de acciones correctivas.	Para eliminar las anomalías y mejorar el proceso.	Depto. pintura.	Roque	Jun'97	Haciendo físicamente los cambios en campo.
<b>C</b>	Verificación de resultados.	Para medir el avance y resultado de cada acción correctiva.	Directo en campo.	Todos.	Jun'97	Confirmación diaria vs. Resultado de calidad en línea.
<b>A</b>	Acciones para evitar la reincidencia.	Establecer el estándar y hacerlo respetar.	Directo en campo.	Todos	Jul'97	Hoja de operación estándar.
	Conclusiones.	Reflexión del grupo de los resultados obtenidos.	Directo en campo.	Cruz	Jul'97	Intercambio de experiencias de lo planeado y el resultado obtenido.
	Tema a futuro.	La mejora continua debe seguir aplicándose	Aula de juntas.	Todos	Jul'97	Haciendo girar el círculo de control del P.D.C.A.

Donde:

**Qué?** Referido a la acción que se va a realizar.

**Porqué?** Es la justificación de la acción a ejecutar.

**Dónde?** Lugar donde se realizará la actividad.

**Quién?** Nombre de los responsables para llevar a cabo la actividad.

**Cuándo?** Fechas programadas para la realización de las actividades.

**NOTA:** Deberá tomarse en cuenta el período que se determinó en el establecimiento del objetivo, para obtener resultados que nos permitan efectuar el comparativo de éstos, antes y después de implementada la contramedida definitiva.

**Cómo?** Es el medio (herramienta) o elemento, que nos ayudará a culminar cada una de las actividades programadas.

**NOTA:** Al llevar a cabo el programa de actividades, éstas pueden variar con la práctica ("en la realidad"), por lo que habrá que graficar o determinar las fechas reales en que acontecieron las actividades. Las experiencias obtenidas, se mencionarán en la etapa de "Reflexión y tareas futuras"; lo cual ayudará al grupo y a cada uno de los integrantes a mejorar las técnicas empleadas en la Metodología P.D.C.A.

**Puntos críticos:** 1) Se debe contar con la participación de todos los integrantes.

2) La asignación de las tareas debe ser entendida a primera vista y reconocida por los integrantes.

3) Debe estar escrito el programa, así como el avance de lo programado y el real.

## 2.4.2 DO (Ejecutar)

Las actividades referentes a esta etapa, son:

### 5) CONOCIMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Dentro del conocimiento de la situación actual, se realizará una investigación a través de los antecedentes que existan (documentación, reportes, etc.) acerca del fenómeno presentado (defectos, anomalías, etc.). También se tomará en cuenta la opinión de la gente de mayor experiencia (obreros, supervisores, etc.), que estén involucrados.

Asimismo, nuestra presencia en el lugar donde acontece el fenómeno deberá de realizarse, con la finalidad de obtener la mayor información posible, para así establecer la causa de mayor incidencia y que nos establezca la raíz del problema. Enseguida se mencionan algunas actividades que se pueden desarrollar en esta etapa.

#### Actividades:

- Investigar a fondo la problemática clasificándola por: tiempo, zona de proceso, turnos, grupos, operadores, material, lote, tipo de maquinaria, dirección, temperatura, etc., de manera que nos ayude en la etapa de análisis.
- De inmediato, ver físicamente las cosas en campo siendo realista (San-Ganshugi).
- No se deben emplear los datos usados en la etapa de selección de tema.
- Mostrar gráficamente (siete herramientas) lo investigado, de tal forma que se vean fácilmente las diferencias, problemas, etc.

Por lo anterior, en esta etapa se dependerá de la habilidad del líder del grupo, para enfocar el tipo de investigación que habrá que determinar para definir el rumbo a seguir.

**Nota:** De la información recapitulada en esta etapa, se obtendrá el punto de partida para el análisis.

Puntos críticos: 1) Observar de manera exhaustiva la condición real de lo problemático y verificar a través de los datos (antecedentes).

2) Investigar la variación de la diferencia y el comportamiento de los fenómenos.

3) Lo que se busca es confirmar la condición real (situación "presente") y no encontrar las contramedidas.

## 6) ANÁLISIS.

En la etapa del análisis, se obtendrán las probables causas que están originando el problema (efecto). Al hacerlo, tendremos que evaluar cada una de estas causas, para así establecer un plan de acciones correctivas (siguiente etapa).

Para la detección de las causas pueden utilizarse los siguientes medios:

- Diagrama de causa-efecto (Ishikawa).
- Diagrama de dispersión.
- Diagramas de factores/sistemas (donde existe el tipo de falla, etc.).

El más usado es el diagrama de causa-efecto. En la **tabla II.X**, se mencionan algunas recomendaciones para la elaboración del diagrama causa-efecto.

NOTA: La etapa de análisis, no significa la elaboración del diagrama causa-efecto, éste sólo es una herramienta para establecer las probables causas, ya que dentro de la etapa se deberán determinar las causas de mayor potencial.

TABLA II.X RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO
--

Algunas recomendaciones para la elaboración de un diagrama causa-efecto, son:
---

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Intercambio franco de ideas entre toda la gente involucrada en el tema.</li><li>• Expresar las características, lo más concretamente posible.</li><li>• Para asegurarse que se consideren todas las causas, pregúntese repetidamente ¿por qué?.</li><li>• Es indispensable conocer a profundidad el proceso o defecto del cual se está hablando.</li><li>• Elija factores y características que se puedan medir.</li><li>• Descubra factores, sobre los cuales sí sea posible trabajar.</li><li>• Trate de mejorar el diagrama continuamente.</li></ul> |
|---|

Las actividades que se podrán llevar a cabo para el análisis, son:

Actividades:

- En base al conocimiento de la situación actual, identificar las "posibles causas verdaderas" (factores) y resumir en el diagrama causa-efecto, verificar sin falta los factores.

- Rastrear los factores, repitiendo “por qué” 4-5 veces. Al meterse en un “callejón sin salida” (sin respuesta), ello nos determinará una posible causa potencial. Investigar nuevamente la situación actual (último por qué).
- Analizar a fondo involucrando al jefe indicado y las áreas relacionadas.
- No se debe tratar de solucionar el problema exteriorizando excusas como: “es la primera vez que aparece”, “no tenemos experiencia”, etc.

Puntos críticos: 1) Identificar las posibles causas verdaderas (factores) desde los problemas (características) analizados en la etapa del conocimiento de la situación actual.

2) Emplear el diagrama de causa-efecto (Ishikawa) como una sugerencia de análisis, por lo tanto el análisis no significa la elaboración del diagrama.

3) Buscar la causa real desde los factores.

## **7) PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS.**

Al existir cierto número de causas probables, derivadas de nuestro análisis; será necesario evaluar el efecto de cada una de éstas para así obtener la causa principal. Para ello, se determinan las actividades siguientes:

### Actividades:

- Pensar las medidas correctivas para cada una de las causas encontradas a través del análisis.
- Dividir las medidas correctivas en los siguientes tipos: medida correctiva de los fenómenos (contramedida provisional), medida correctiva sobre las causas que ocasionaron los fenómenos (contramedida), para prevenir la reincidencia.
- Hacer una evaluación global mediante: efecto, factibilidad, economía, grado de tecnología, operatividad, etc.
- Elaborar la propuesta de programa operativo y preparar los recursos requeridos.

En la **tabla II.XI** se mostrará un ejemplo para la etapa de plan de acciones correctivas

**TABLA II.XI EJEMPLO DE PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS**

Si nosotros encontramos tres causas potenciales (a partir de nuestro análisis), las cuáles son:

1. Operación inconsistente en turno nocturno,
2. Paros de línea de pintura por boquilla obstruida, y
3. Aplicación constante de mantenimiento en equipo.

Utilizaremos una matriz de decisión (diagrama de matriz), para obtener la contramedida más factible.

CAUSA:	CONTRAMEDIDA:	FACTIBILIDAD:	COSTO:	RAPIDEZ:	TOTAL:
Operación inconsistente en turno nocturno.	Implementación de iluminación artificial.	○	△	△	7
Paros de línea de pintura por boquilla obstruida.	Limpieza de boquilla tres veces por turno.	○	○	○	9
Aplicación constante de manto. en equipo.	Automatización de equipo de pintado.	□	□	△	4

**DONDE:**                      ○ = 3                      △ = 2                      □ = 1

Las características a calificar fueron (aspecto que debe ser discutido por el grupo de trabajo):

**FACTIBILIDAD.** Referido al grado que representaría el implementar la contramedida, en el área, proceso, etc. De acuerdo a la escala asignada, se tendría:

*Círculo:* Gran facilidad de implementación.

*Triángulo:* Baja facilidad (con ciertas dificultades).

*Cuadrado:* Muy baja facilidad, implica demasiadas dificultades para su implementación.

**COSTO.** Monto de la inversión necesaria para el establecimiento de la contramedida. De acuerdo a la escala asignada, se tendría el siguiente concepto:

*Círculo:* Costo moderado.

*Triángulo:* Costo considerado, superior al asignado originalmente.

*Cuadrado:* No es redituable.

**RAPIDEZ.** Tiempo necesario para puesta en marcha de la contramedida propuesta.

*Círculo:* Tiempo inferior a un turno.

*Triángulo:* Tiempo superior a dos turnos.

*Cuadrado:* Más de una semana.

De acuerdo a nuestro diagrama de matriz, las causas se atacarían (llevar a cabo las contramedidas) en el siguiente orden:

1. Paros en línea por boquilla obstruida.
2. Operación inconsistente en turno nocturno.
3. Aplicación constante de mantenimiento en equipo de línea.

Los puntos críticos de esta etapa, se muestran enseguida.

Puntos críticos: 1) Eliminar la causa real que se encontró como resultado del análisis (no se trata de eliminar los fenómenos).

2) Recabar todas las ideas de los integrantes del grupo, jefe inmediato y personas relacionadas.

3) Pensar medidas tangibles y reales, más que personales; para que la acción correctiva sea estable y sin variación.

## **8) EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS.**

En esta etapa se llevará a cabo la evaluación de las causas. Para ello se plantean las siguientes actividades:

### Actividades:

- Antes de aplicar las medidas correctivas, conseguir consentimiento de las áreas relacionadas (cliente interno/externo), jefe inmediato; para que posteriormente no haya problema alguno.
- Probar las ideas de mejora, investigando los efectos secundarios que puedan afectar a otras áreas y después ponerlas en práctica.

En sí, la ejecución de las acciones correctivas consiste en elaborar un programa de actividades, donde se establecerá:

- Período (¿Cuándo?).
- Actividad a realizar (¿Dónde?).
- Responsable (¿Quién?).

En el mismo, se representarán los resultados que se han obtenido para cada una de las contramedidas ejecutadas.

NOTA: Los resultados deberán ser presentados a través de gráficas para que puedan ser cuantificables, y así se determine la contramedida que se adoptará y que nos permitiera cumplir con el objetivo planteado.

Puntos críticos: 1) Realizar las medidas como se habían acordado.

2) Verificar si no hay efectos secundarios.

3) Realizarlas por sí solos.

4) Dar capacitación y entrenamiento.

### 2.4.3 CHECK (Revisar)

Para el cumplimiento de esta etapa, se detallan las siguientes etapas.

#### 9) VERIFICACIÓN DE RESULTADOS.

Al tener la contramedida ya seleccionada, se presentarán los resultados que se obtuvieron. De esta manera se podrá comparar el “antes” (problema) y el “después” (contramedida implementada), para mostrar los beneficios que se lograron.

#### Actividades:

- Hacer un análisis comparativo de antes y después de Kaizen
- En caso de aplicar varias medidas correctivas, confirmar el efecto de cada una de ellas.
- Indicar los efectos indirectos e intangibles (beneficios económicos).
- Investigar si existen áreas y operaciones similares tanto dentro como fuera de la planta, informar y sugerir la aplicación de las contramedidas que han dado resultados positivos.
- Compensar el resultado (mejora), con los efectos secundarios (gastos, etc.) indicar el efecto en términos reales con datos y/o montos de dinero.

Puntos críticos: 1) Verificar, hasta obtener efectos estables, ampliando los datos históricos de la confirmación inicial.

2) Comparar los efectos en gráficas, antes y después de Kaizen, respecto al objetivo.

3) Verificar los efectos intangibles sin omisiones (relación humana, capacidad de trabajo en equipo, entusiasmo, buen ambiente de trabajo, etc.).

### 2.4.4 ACTION (Actuar)

Para cumplir con esta actividad, deberemos efectuar las siguientes etapas.

## **10) PREVENCIÓN DE LA REINCIDENCIA.**

Esta etapa debe enfocarse, a las tareas necesarias de "mantenimiento preventivo", para que la contramedida aplicada sea definitiva e irreversible, asegurándose la permanencia de la misma. En estas actividades deberán involucrarse responsables, fechas, etc.

### Actividades:

- Mantener y controlar los efectos.
- Hacer estandarización de: Equipos (dibujos, hoja de especificaciones, instructivo de manejo, muestreo límite, etc.), Mano de obra (modificación de la hoja de operación estándar, capacitación y adiestramiento en habilidades técnicas.), Calidad (carta de control de proceso) Confirmar el resultado de modificación cada semana, mes, trimestre, etc. Informar en forma exhaustiva la fecha de cambio a las áreas relacionadas. Brindar información (documentos) al turno siguiente, áreas y operaciones similares (dentro y fuera de la planta) a través del jefe inmediato.

Puntos críticos: 1) Hacer estandarización para prevenir la reincidencia, con el fin de mantener y controlar la estandarización.

2) Establecer sistemas y realizar revisiones de los equipos así como la capacitación y entrenamiento de manera periódica.

## **11) REFLEXIONES SOBRE TAREAS FUTURAS.**

Etapa que aparenta ser el final de la metodología, pero significa el compromiso de la mejora continua, ya que deberá de existir el planteamiento de un nuevo "problema" , para la resolución del mismo.

### Actividades:

- Aclarar los puntos positivos y negativos.
- Aprovechar las reflexiones acerca del trabajo efectuado.
- En caso de tener cumplimientos seleccionar los temas nuevos para solucionar (mejora continua).

Puntos críticos: 1) Aclarar la diferencia entre la planeación y el resultado.

2) Resumir los planes futuros.

3) Aprovechar puntos positivos del resultado y aprender de los puntos negativos.

## **CAPÍTULO III**

*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA P.D.C.A.  
EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE  
AUTOBUSES FORÁNEOS*

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

## INTRODUCCIÓN

El estudio realizado dentro del presente trabajo, para la aplicación práctica de la Metodología P.D.C.A. se efectuó dentro de las instalaciones de la empresa denominada:

Nombre: Autotransportes Express, S. A.  
Ruta: México-Cuernavaca-México.  
Dirección: Av Taxqueña No. 5000  
Col. San Francisco Culhuacán.  
C.P. 04430 México, D.F.

En esta empresa, la gerencia de mantenimiento depende directamente de la Dirección General, tal y cómo se muestra en la **figura III.1**. El departamento de mantenimiento, para la realización de sus actividades de mantenimiento posee personal interno y externo (se emplea cuando existe mayor carga de trabajo), los cuales ascienden a un total de 38 trabajadores. La flotilla de la empresa cuenta con 245 autobuses de servicio pesado, donde un 90% de éstos son de configuración homóloga, y que para fines de nuestro estudio se clasificó de la siguiente manera: 235 unidades de 2 ejes con 6 neumáticos y 10 unidades de 3 ejes con 8 neumáticos.



**FIGURA III.1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA AUTOTRANSPORTES EXPRESS, S.A.**

Enseguida se desarrolla cada una de las etapas que integran la Metodología P.D.C.A. para la resolución del problema seleccionado.

### 3.1 SELECCIÓN DEL TEMA

La selección del tema ha desarrollado se denomino cómo:

*“Reducción de la aplicación de mantenimientos correctivos en los autobuses en el conjunto de ruedas”*

Area: Departamento de Mantenimiento.

### 3.2 RAZÓN DE SELECCIÓN DEL TEMA

- De acuerdo a la política de la Dirección General de la compañía.

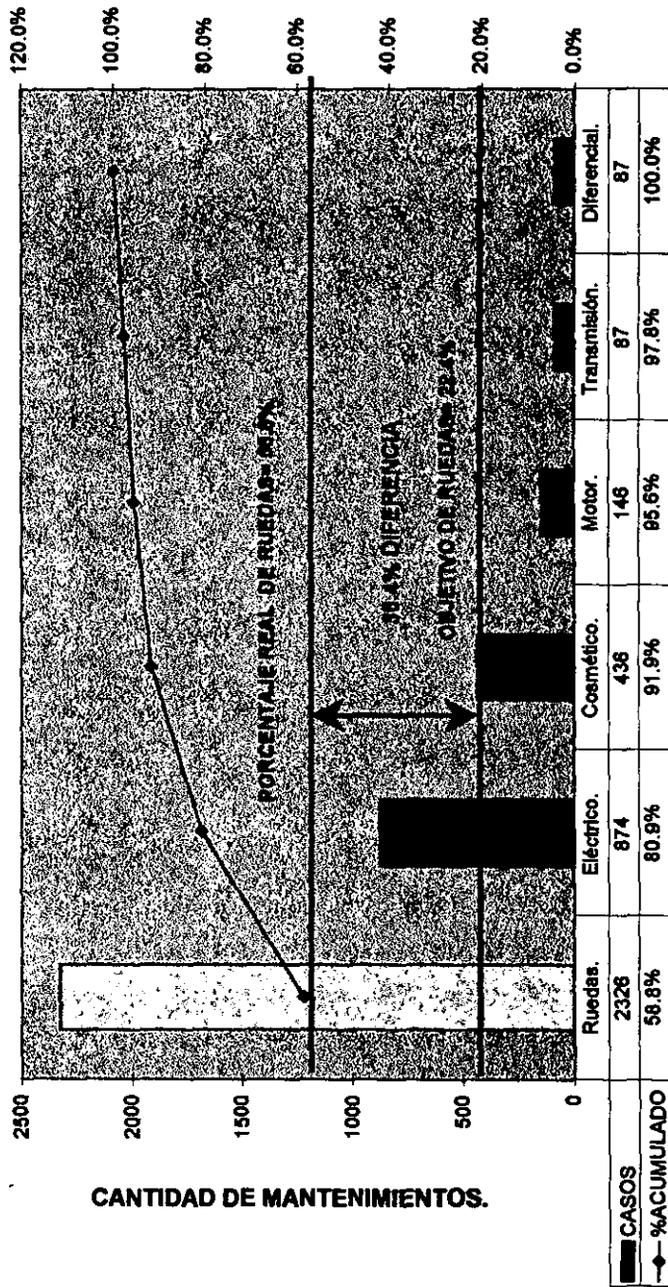
En cumplimiento a la reducción del presupuesto asignado al departamento de mantenimiento durante el año 2000, no se atenderán en promedio trimestral más de 3,000 casos de mantenimientos correctivos para el total de los 245 autobuses.

- De acuerdo al comportamiento del número de casos de mantenimientos correctivos por conjuntos para el total de los 245 autobuses.

Se realizó un estudio estadístico el cual consistió en conocer el número de mantenimientos correctivos por conjunto, dentro de los tres primeros meses del año 2000. Éstos tuvieron el siguiente comportamiento, tal y como se muestra en la **tabla III.I**.

TABLA III.I MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS POR CONJUNTOS, ENE-MAR'00			
CONJUNTO	ACTIVIDAD CORRECTIVA REALIZADA	NÚMERO DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS APLICADOS	% REAL
Motor	Ajuste completo y/o medio ajuste.	146	3.7%
Transmisión	Cambio de engranes.	87	2.2%
Diferencial	Cambio de piñon y cremallera.	87	2.2%
Ruedas	Reparación de neumático y/o rin.	2,326	58.8%
Eléctrico	Cambio de marcha, alternador, acumulador y/o reparación eléctrica en general.	874	22.1%
Cosmético	Reparación de hojalatería, pintura o accidente mayor.	436	11.0%
<b>Total:</b>		<b>3,956</b>	<b>100.0%</b>

En la **gráfica III.1**, se muestra la anterior tabulación.



CONJUNTOS.

GRÁFICA III.1 MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS POR CONJUNTOS, ENE-MAR'00

El objetivo de las ruedas, se obtuvo a través de una matriz de decisiones la cual nos permitiría conocer de manera cualitativa la proporción de incidencia de los mantenimientos correctivos en los principales conjuntos que integran un autobús. Dicha matriz de decisiones se obtuvo de acuerdo a la experiencia y opinión del personal involucrado en el departamento de mantenimiento.

En la **tabla III.II** se muestran los criterios que se emplearon para asignar los parámetros a evaluar de acuerdo a su importancia, y a su jerarquía.

<b>TABLA III.II CRITERIOS ADOPTADOS PARA LA MATRIZ DE DECISIONES</b>		
<b>CRITERIO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>	
Frecuencia.	Número de mantenimientos correctivos.	
Costo.	Costo de mantenimientos correctivos.	
Factibilidad.	Facilidad en la aplicación del mantenimiento correctivo.	
Importancia.	Grado de la seguridad del cliente (operador y pasajero).	
Donde la escala asignada y el nivel de importancia determinados, fueron:		
<b>Símbolo:</b>	<b>Valor:</b>	<b>Importancia:</b>
⊗	1	Poco importante.
□	2	Importante.
X	3	Muy importante.

En la **tabla III.III** se muestra la aplicación de la matriz de decisiones a los conjuntos que integran los mantenimientos correctivos en la flotilla de autobuses.

**TABLA III.III MATRIZ DE DECISIONES**

CONJUNTO	CRITERIOS:				RESULTADOS:		
	FRECUENCIA	COSTO	FACTIBILIDAD	IMPORTANCIA	TOTAL	PORCENTAJE	POSICIÓN
Motor	⊗	X	□	X	9	18.4%	2°
Transmisión.	⊗	X	□	⊗	7	14.3%	5°
Diferencial.	⊗	□	□	⊗	6	12.2%	6°
<b>Ruedas.</b>	X	□	X	X	11	22.4%	1°
Eléctrico.	X	⊗	X	⊗	8	16.3%	3°
Cosmético.	X	□	□	⊗	8	16.3%	4°
<b>GRAN TOTAL:</b>					49	100%	

Lo anterior implica que, de acuerdo a los criterios establecidos, los mantenimientos correctivos aplicados en las ruedas suelen ser los de mayor relevancia.

Conforme a la **gráfica III.1** se determina que el número de mantenimientos correctivos en las ruedas tiene un porcentaje real del 58.8% quedando por encima del porcentaje objetivo de dicho conjunto, del 22.4%. De acuerdo al anterior enfoque, se justifica el punto denominado cómo: razón de selección del tema.

### 3.3 ESTABLECIMIENTO DEL OBJETIVO

Para el establecimiento del objetivo, debemos contar con la suficiente información en función de la causa que hayamos decidido resolver, para responder a las interrogantes de: dónde?, qué?, cuánto? y hasta cuándo?. En nuestro caso, éstas se respondieron tal y cómo se muestra en la **tabla III.IV**.

TABLA III.IV ESTABLECIMIENTO DEL OBJETIVO.	
<i>Dónde :</i>	En el conjunto de ruedas (neumáticos).
<i>Qué:</i>	Reducción del número de mantenimientos correctivos.
<i>Cuánto:</i>	Obtener una reducción del 37 %
<i>Hasta cuándo:</i>	Agosto del 2000

Dado lo anterior, nuestro objetivo se constituyó de la siguiente manera:

*“Reducción del 37% en los mantenimientos correctivos del conjunto de ruedas a partir de Agosto del 2000”*

### 3.4 PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Se establece el programa de actividades que deberá planearse y desarrollarse hasta la finalización de la metodología, obteniendo los resultados que nos permitan lograr el cumplimiento del objetivo planteado anteriormente. Dicho programa se muestra en la **tabla III.V.**

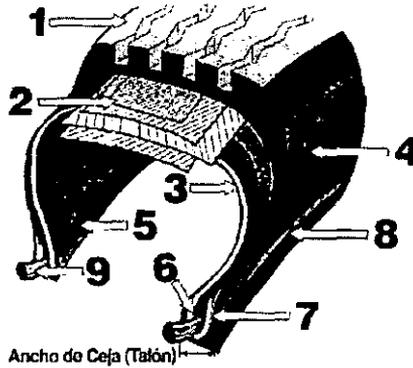
**TABLA III.V PROGRAMA DE ACTIVIDADES.**

<b>ETAPA</b>	<b>Qué?</b>	<b>Por qué?</b>	<b>Dónde?</b>	<b>Quién?</b>	<b>Cuándo?</b>	<b>Cómo?</b>
<b>D</b>	Conocimiento de la situación actual.	Reducción en los mantenimientos correctivos en ruedas.	Departamento de mantenimiento.	(*)	1/Abr/00 al 2/Mayo/00	A través de información estadística de mantenimiento.
	Análisis	Determinar la probable causa por condiciones de ensamble.	Departamento de mantenimiento.	(*)	3/Mayo/00 al 6/Mayo/00	Elaborar el diagrama de causa-efecto.
	Plan de acciones correctivas.	Investigar las causas potenciales.	Departamento de mantenimiento.	(*)	8/Mayo/00 al 8/Junio/00	Resultados del rastreo de factores.
	Ejecución de acciones correctivas.	Para determinar la medida correctiva más óptima.	Departamento de mantenimiento.	Mecánicos.	9/Junio/00 al 29/Junio/00	Aplicación de las medidas correctivas en el campo.
<b>C</b>	Verificación de resultados.	Para confirmar la medida correctiva más óptima.	Departamento de mantenimiento.	(*)	1/Agosto/00 al 31/Octubre/00	Información estadística actual.
<b>A</b>	Acciones para evitar la reincidencia.	Establecer la operación estándar.	Departamento de mantenimiento.	(*)	1/Noviembre/00 al 2/Diciembre/00	1) Instructivo de operación estándar. 2) Capacitación en la hoja de operación estándar.
	Conclusiones.	Análisis sobre los resultados obtenidos.	Departamento de mantenimiento.	(*)		Intercambio de opiniones y resumen de las mismas.
	Selección del tema a futuro.	Para el cumplimiento de la filosofía de la empresa: "mejora continua"	Gerencia de operaciones y Departamento de mantenimiento.	(*)		Aplicación de la metodología del P.D.C.A.

(\*) Esta referido a los integrantes: Juan Carlos Pérez, Jesús Velázquez y Juan Francisco Hernández.

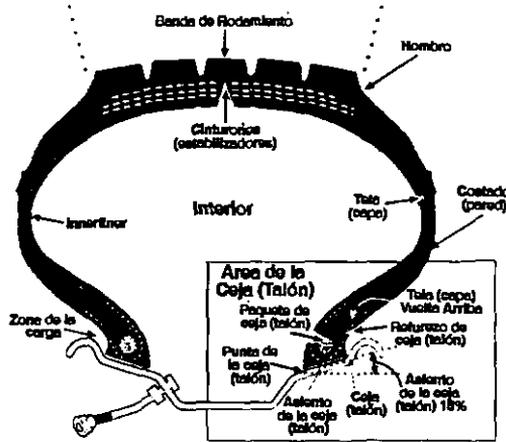
### 3.5 CONOCIMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Consideramos necesario identificar las partes principales que constituyen al neumático, elemento principal del conjunto de las ruedas. Para conocer la terminología que se emplea en los mantenimientos correctivos y la función que tienen estas partes. Éstas se muestran en la **figura III.2** y en la **tabla III.VI** se proporciona una breve explicación.



**FIGURA III.2 PARTES PRINCIPALES DE UN NEUMÁTICO**

En la **figura III.3**, se muestra un esquema de ensamble entre el neumático y el rin, el cual se le conoce cómo rueda.



**FIGURA III.3 ENSAMBLE DE NEUMÁTICO SIN CÁMARA Y EL RIN**

**TABLA III.VI PARTES PRINCIPALES DE UN NEUMÁTICO**

1. **Banda de rodamiento:** Este hule (goma) proporciona la interfase entre la estructura de la llanta (neumático) y el camino. Su propósito es proporcionar tracción y freno.
2. **Cinturón (Estabilizador):** Las capas del cinturón (estabilizador), especialmente de acero, proporcionan resistencia a la llanta (neumático), estabilizan la banda de rodamiento y protegen a éste de pinchaduras.
3. **Capa radial:** La capa radial, junto con los cinturones (estabilizadores), albergan la presión de aire de la llanta (neumático). La capa transmite todas las fuerzas de carga, frenado, y dirección entre la rueda y la banda de rodamiento de la llanta (neumático).
4. **Costado (pared):** El hule (goma) del costado (pared) está especialmente compuesto para resistir la flexión e intemperie, proporcionando al mismo tiempo protección a la capa radial.
5. **Sellante:** Una o dos capas de hule (goma) en llantas (neumáticos) de tipo sin cámara, especialmente preparados para resistir difusión de aire. El sellante en llantas (neumáticos) tipo sin cámara reemplaza la cámara en llantas (neumáticos) tipo con cámara.
6. **Relleno:** Piezas de hule (goma) con características seleccionadas que se usan para llenar el área de la ceja (talón) y la parte inferior del costado (pared) para proporcionar una transición suave del área rígida de la ceja (talón) al área flexible del costado (pared).
7. **Refuerzo de ceja (talón):** Una capa colocada sobre el exterior del amarré de la capa radial, en el área de la ceja (talón), que refuerza y estabiliza la zona de transición de la ceja (talón) al costado (pared).
8. **Ribete:** Usado como referencia para el asentamiento adecuado del área de la ceja (talón) sobre el rin (aro).
9. **Atado de ceja (talón):** Manufacturado de alambre de acero continuo, de alta tensión para formar una unidad de alta resistencia. El atado de ceja (talón) es el ancla de cimentación de la carcasa que mantiene el diámetro requerido de la llanta (neumático) en el rin (aro).

Para una mejor comprensión a continuación presentamos una breve definición del término mantenimiento correctivo en ruedas: Es cualquier falla que se presenta en el neumático y/o el rin.

De acuerdo a los reportes de anomalías generados en el departamento de mantenimiento durante el año de 1999, éstos fueron: Presión de inflado incorrecta, apareamiento, profundidad de piso, desbalanceo, demora potencial y condiciones de ensamble. El significado de éstos términos se establece en la **tabla III.VII**.

**TABLA III.VII PRINCIPALES ANOMALIAS EN LOS MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN LAS RUEDAS**

- I. **PRESIÓN DE INFLADO INCORRECTA.** La pérdida inadecuada de presión en el neumático causará desgastes prematuros y, en muchos casos, la pérdida total de los cascos, por lo que se recomienda, verificar periódicamente las presiones en frío.
- II. **APAREAMIENTO.** Esta condición sólo se aplica en ejes con dos neumáticos. El apareamiento depende de que ambas ruedas tengan las mismas especificaciones, ya que el mal apareamiento en duales (dos ruedas) puede causar que el neumático más alto soporte mayor carga y que el de menor diámetro tenga un mayor desgaste debido a que no tiene un contacto apropiado con la superficie.
- III. **PROFUNDIDAD DE PISO.** Es cuando la cantidad de material (hule) entre el último cinturón y la banda de rodamiento es mínimo, lo cual puede causar pequeñas cortadas o perforaciones que dañarán el casco.
- IV. **DESBALANCEO.** Principalmente origina un desgaste irregular en el neumático creando un diámetro que no es uniforme en el neumático lo cual reduce su vida, en forma drástica.
- V. **CONDICIONES DE ENSAMBLE.** Referido al inapropiado montaje y desmontaje de las llantas. Se presenta cuando no es realizado correctamente con el equipo adecuado, causando problemas en: presión de inflado inadecuada, separación incorrecta entre duales, etc.

Para el desarrollo de esta etapa, se utilizó como herramienta el principio denominado cómo: "Sen Gen Shugi"<sup>3.1</sup>, el cual significa buscar las causas en el lugar donde se esta presentando el problema.

De acuerdo a este principio y conforme al programa de actividades, se efectuó un estudio dentro de las 245 unidades durante el mes de Abril del 2000, para detectar las principales causas de los mantenimientos correctivos en las ruedas. Estas se mencionan en la **tabla III.VIII.**

<sup>3.1</sup> CAPÍTULO II. 2.2.2.2. KANRI. 3ra Etapa C (Check). Pag 55.

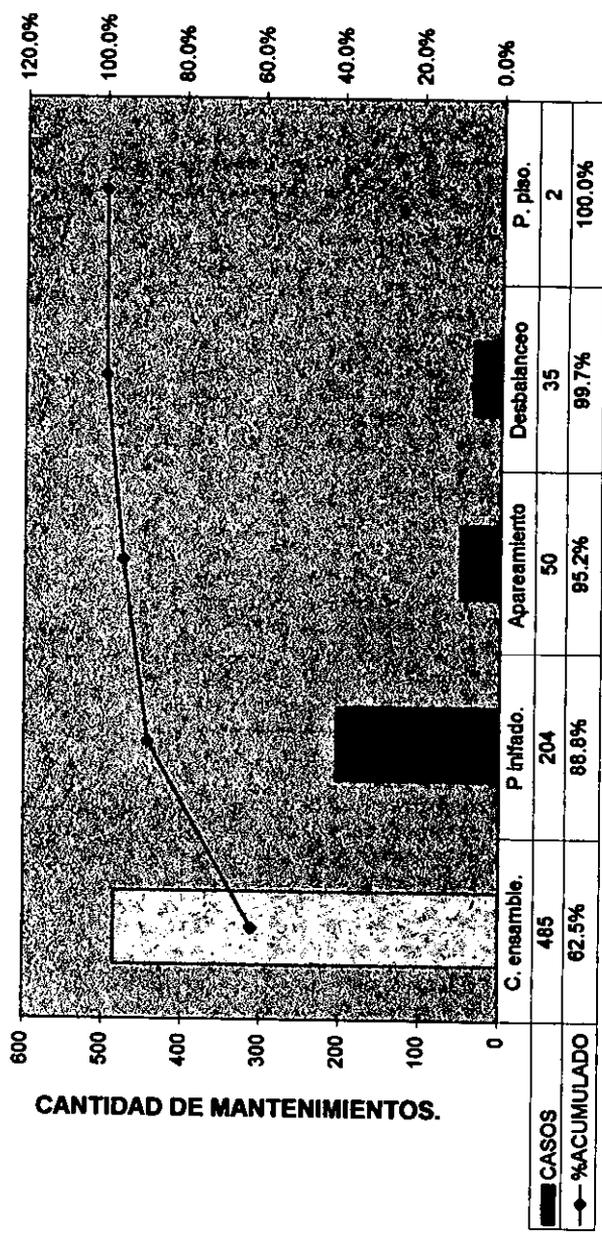
TABLA III.VIII CAUSAS PRINCIPALES DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN LAS RUEDAS, ABR'00		
ITEM	CAUSA	CANTIDAD
1	PRESIÓN DE INFLADO INCORRECTA	204
2	APAREAMIENTO	50
3	PROFUNDIDAD DE PISO	2
4	DESBALANCEO	35
5	CONDICIONES DE ENSAMBLE	485
<b>TOTAL:</b>		<b>776</b>

En la **gráfica III.2**, se muestran las causas principales de los mantenimientos correctivos en las ruedas.

Los factores principales de las condiciones de ensamble comprendidas en el mismo período se muestran en la **tabla III.IX**. En la **gráfica III.3** se muestran los valores correspondientes a la tabla anterior.

En la **figura III.3** se muestra la distribución de las causas principales de ensamble en cada una de las ruedas para las unidades de autobuses de 1 y 2 ejes.

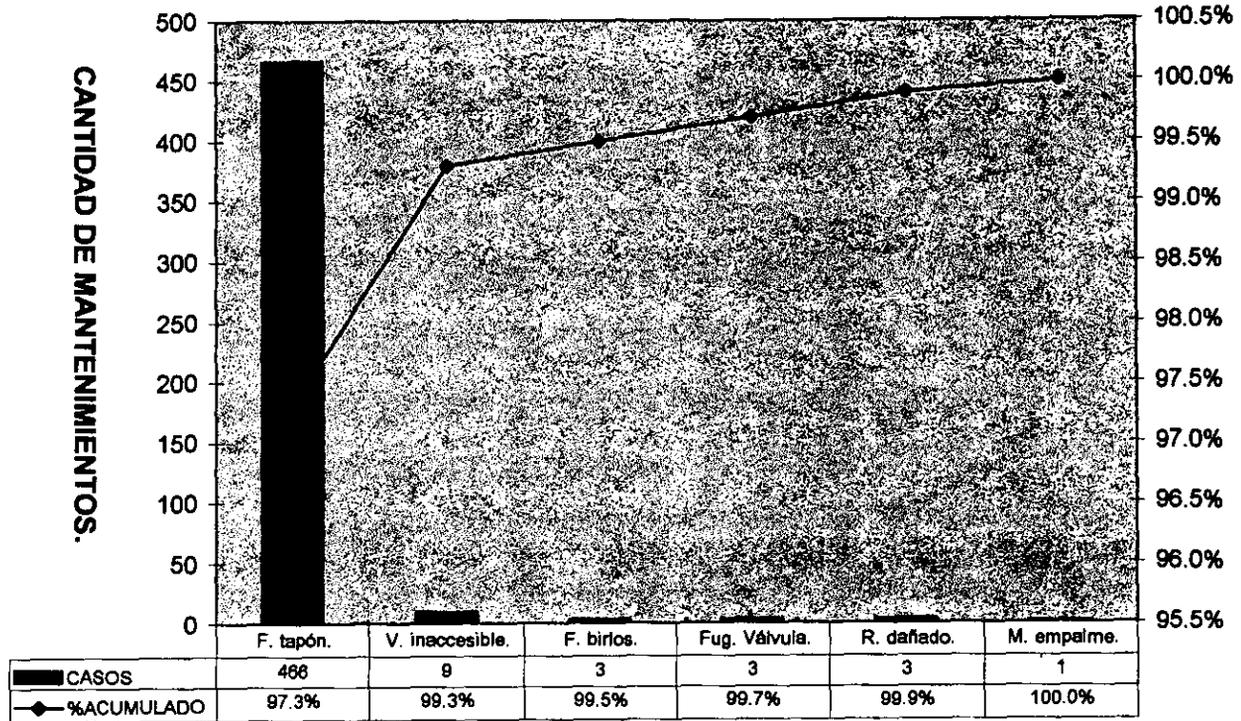
TABLA III.IX CAUSAS PRINCIPALES POR CONDICIONES DE ENSAMBLE, ABR'00		
ITEM	CAUSA	CANTIDAD
1	FALTA DE TAPÓN.	466
2	VÁSTAGO INACCESIBLE.	9
3	FALTA DE BIRLOS.	3
4	FUGA EN VÁLVULA.	3
5	RHIN DAÑADO.	3
6	MAL EMPALME.	1
<b>TOTAL:</b>		<b>485</b>



CAUSAS.

GRÁFICA III.2 CAUSAS PRINCIPALES EN LA APLICACIÓN DE MANTENIMIENTOS EN LAS RUEDAS, ABR'00

GRAFICA III.3 CAUSAS PRINCIPALES POR CONDICIONES DE ENSAMBLE, ABR'00



CAUSAS.

**AUTOMÓVILES DE UN SOLO EJE, UNIDADES 1 a la 236**

PARTE FRONTAL DEL AUTOMÓVIL

	<b>LLANTA 1</b>		<b>LLANTA 2</b>
F.T.=	70		85
V.I.=			
F.B.=	1		
F.V.=			
R.D.=			
M.E.=			

	<b>LLANTA 3</b>	<b>LLANTA 4</b>		<b>LLANTA 5</b>	<b>LLANTA 6</b>
F.T.=	70	45		73	85
V.I.=		3		6	
F.B.=		1	<b>EJE TRASERO 1</b>	1	
F.V.=					
R.D.=		1			1
M.E.=					

PARTE TRASERA DEL AUTOMÓVIL

**AUTOMÓVILES DE DOS EJES, UNIDADES 236 a la 245**

PARTE FRONTAL DEL AUTOMÓVIL

	<b>LLANTA 1</b>		<b>LLANTA 2</b>
F.T.=	7		4
V.I.=			
F.B.=			
F.V.=			
R.D.=			
M.E.=			

	<b>LLANTA 3</b>		<b>LLANTA 4</b>
F.T.=	5		7
V.I.=			
F.B.=		<b>EJE TRASERO 1</b>	
F.V.=			
R.D.=			
M.E.=			

	<b>LLANTA 5</b>	<b>LLANTA 6</b>		<b>LLANTA 7</b>	<b>LLANTA 8</b>
F.T.=	9	2		10	9
V.I.=				1	
F.B.=		1	<b>EJE TRASERO 2</b>	1	
F.V.=		1		1	
R.D.=		1		1	
M.E.=					

PARTE TRASERA DEL AUTOMÓVIL

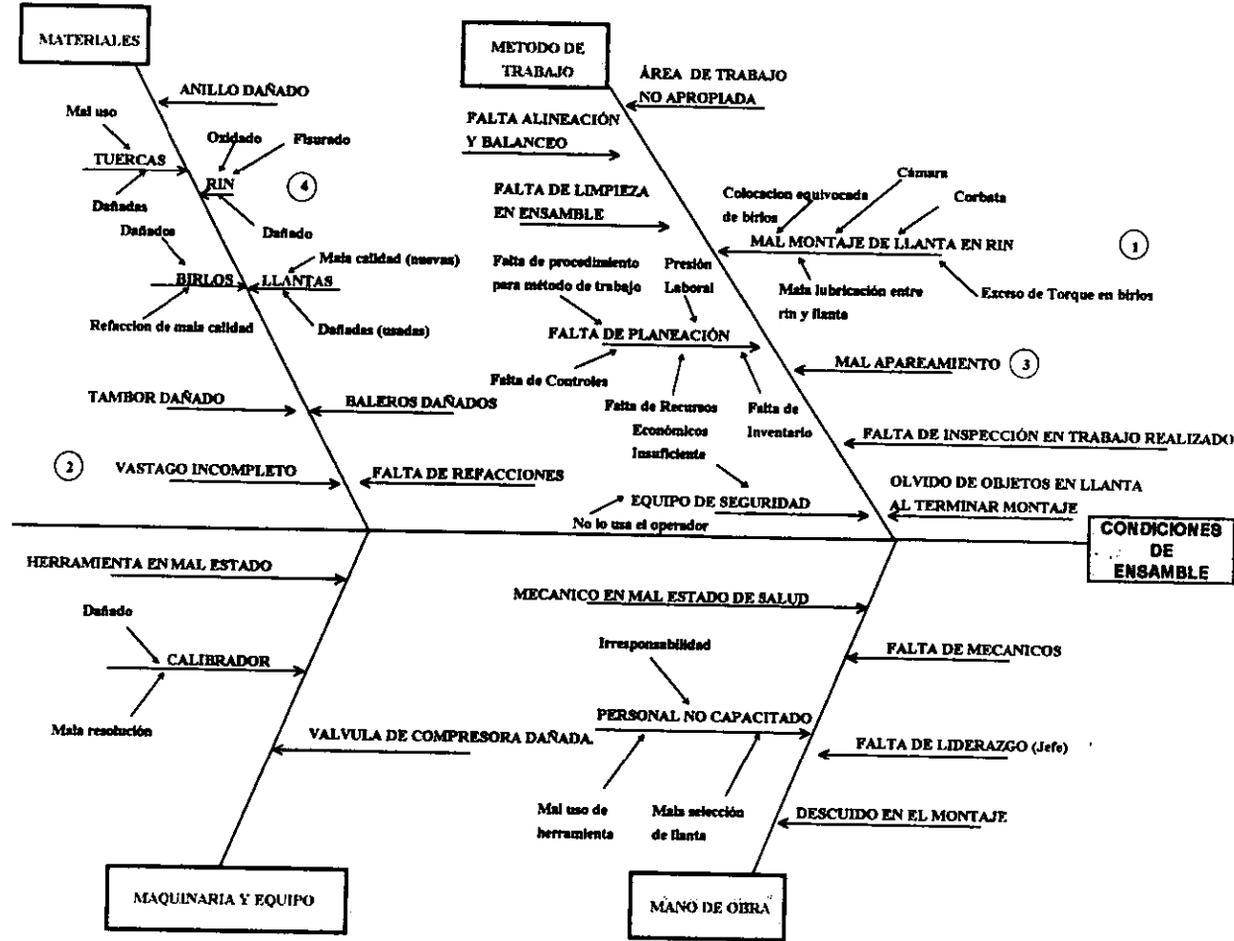
RECUESTO TOTAL	
CAUSA	CANT
F.T.= Falta de tapón	400
V.I.= Vástago incesos	9
F.B.= Falta de bridas	3
F.V.= Fuga en válvula	3
R.D.= Rñin dañado	3
M.E.= Mal empalme	1

Gran total: 485

**FIGURA III.3 NOMENCLATURA EMPLEADA EN LAS CONDICIONES DE ENSAMBLE (100% UNIDADES), ABR'00**

De acuerdo a los datos obtenidos podemos concluir que las condiciones de ensamble, es la principal anomalía que genera el mayor número de mantenimientos correctivos en las ruedas de autobuses foráneos. A partir de esto procederemos a efectuar nuestro análisis del problema, con el objeto de identificar el principal factor que nos permita cumplir con nuestro objetivo.

FIGURA III.4 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE CONDICIONES DE ENSAMBLE



De acuerdo a la **figura III.4**, se pueden identificar cuatro factores, que pueden influir en la problemática de las condiciones de ensamble. A partir de éstos, se derivarán las causas principales de cada uno, en función de un rastreo de factores<sup>3.2</sup>. Esto se hace respondiendo repetidamente, tres veces, la interrogante: ¿Por qué?. Dicha matriz se muestra en la **tabla III.X**.

TABLA III.X RASTREO DE FACTORES				
ITEM	CAUSA	1) ¿POR QUÉ?	2) ¿POR QUÉ?	3) ¿POR QUÉ?
1	Mal montaje de llanta en rin.	Mala lubricación.	Uso inadecuado de lubricantes.	<i>Negligencia del mecánico.</i>
2	Vástago incompleto.	Falta de tapón.	Poca importancia para colocarlo.	<i>Pérdida del tapón al momento del ensamble final.</i>
3	Mal apareamiento.	Mal montaje.	Carencia de pivote guía.	<i>Degollamiento del pivote guía.</i>
4	Rhin dañado.	Ceja golpeada.	Operación errónea.	<i>Uso inadecuado de herramienta.</i>

### 3.6.1. EVALUACIÓN DE FACTORES

Cada factor (referido al por qué?, número 3) se evaluo de manera independiente, para así conocer su correspondiente resultado (potencial), para cada uno de ellos. Esto se hizo conforme a periodos semanales, conforme al programa de actividades, establecido en el punto 3.4. Al conocer los resultados, en cada uno de los factores, se elige el más viable; ya que representará una medida correctiva al problema principal.

<sup>3.2</sup> CAPITULO II. 2.4.2 Do (Ejecutar). Actividades. Pag 73.

### 3.6.1.1 FACTOR UNO. NEGLIGENCIA DEL MECÁNICO

#### a) Antecedentes:

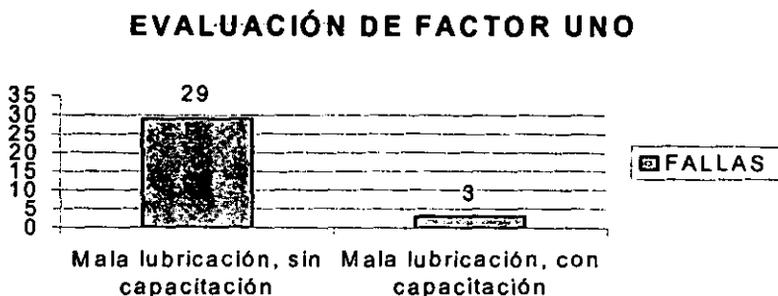
- El uso inadecuado de un lubricante, derivado del petróleo, deteriora la vida de la ceja en la llanta (resequedad prematura).
- El lubricante más apropiado para facilitar el ensamble entre la llanta y el rin, es el elaborado con agua y jabón.
- No aplicar lubricante hace que el ensamble sea difícil y/o que la llanta sufra daños (cuarteaduras).

#### b) Contramedida empleada:

- Capacitar al mecánico en el uso adecuado de lubricante (agua y jabón) durante el ensamble de la llanta y el rin.

#### c) Presentación de resultados:

- De acuerdo a la **figura III.5**, se muestran los resultados obtenidos durante la semana del 8 al 13 de Mayo.



**FIGURA III.5 EVALUACIÓN FACTOR UNO, NEGLIGENCIA DEL MECÁNICO**

#### d) Conclusión:

- Una vez proporcionada la capacitación, la disminución del problema es casi total. Consideramos que este resultado no impactaría de manera inmediata en la resolución ó disminución de la problemática de condiciones de ensamble.

### 3.6.1.2 FACTOR DOS. PÉRDIDA AL MOMENTO DEL ENSAMBLE FINAL

#### a) Antecedentes:

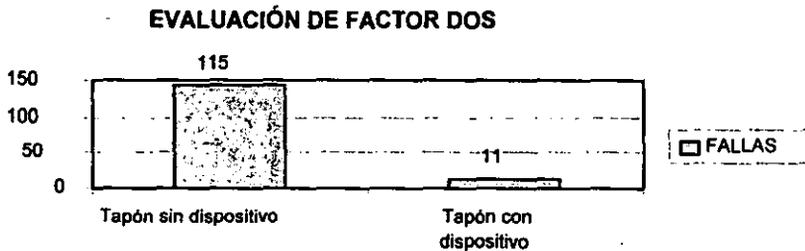
- La pérdida del tapón trae como consecuencia la disminución paulatina en la presión de inflado, por fuga en el vástago.
- Además permite la inclusión de polvo y partículas que impiden una operación de inflado adecuada.

#### b) Contramedida empleada:

- Proponer al fabricante de tapones el diseño de un dispositivo que mantenga unido el tapón con el vástago, de forma que cuando sea retirado el tapón, éste siempre esté presente para su colocación nuevamente.

#### c) Presentación de resultados:

- De acuerdo a la **figura III.6**, se muestran los resultados obtenidos durante la semana del 15 al 20 de Mayo.



**FIGURA III.6 EVALUACIÓN FACTOR DOS, PÉRDIDA DEL TAPÓN AL MOMENTO DEL ENSAMBLE FINAL**

#### d) Conclusión:

- Una vez implementado el dispositivo que mantenga unido el tapón con el vástago y habiéndolo aplicado en la flotilla, se logró una reducción del problema en un 90%. Consideramos que podrá representar una solución potencial a corto plazo.

### 3.6.1.3 FACTOR TRES. DEGOLLAMIENTO DE PIVOTE-GUÍA

#### a) Antecedentes:

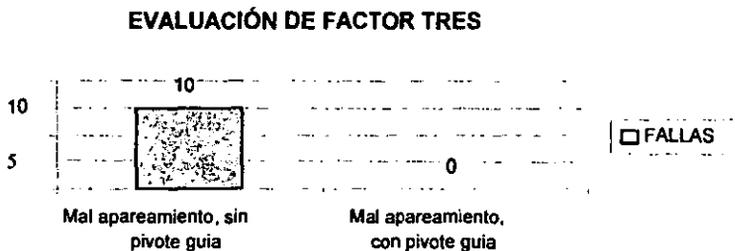
- El mal apareamiento por falta de pivote-guía, trae como consecuencia que no sea posible la inspección (presión de inflado) de la llanta interna.

#### b) Contramedida empleada:

- La sustitución de pivote-guía, propio del rin; por un perno-guía independiente.

#### c) Presentación de resultados:

- De acuerdo a la **figura III.7**, se muestran los resultados obtenidos durante la semana del 22 al 27 de Mayo.



**FIGURA III.7 EVALUACIÓN FACTOR TRES, DEGOLLAMIENTO DEL PIVOTE GUÍA**

#### d) Conclusión:

- Una vez hecha la sustitución, el problema se erradicó, aunque, cabe recordar que esta condición es exclusiva en los ejes traseros de los autobuses. Por ello consideramos que no representará de mucha ayuda a la problemática.

### 3.6.1.4 FACTOR CUATRO. USO INADECUADO DE HERRAMIENTA

**a) Antecedentes:**

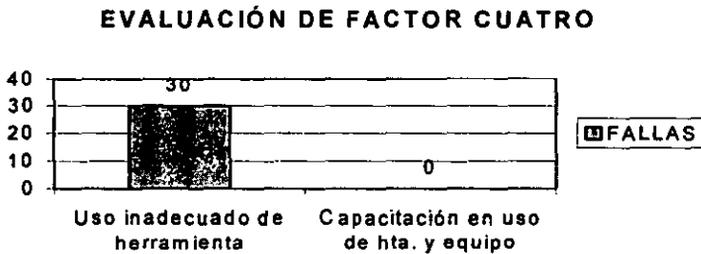
- La ceja del rin se daña, debido a los golpes sufridos por el uso inadecuado de la herramienta. El operario golpea con la herramienta el dispositivo de ensamble.

**b) Contramedida empleada:**

- Proporcionar capacitación a los mecánicos en la operación del equipo y herramienta, para su uso adecuado.

**c) Presentación de resultados:**

- De acuerdo a la figura III.8, se muestran los resultados obtenidos durante una semana.



**FIGURA III.8 EVALUACIÓN FACTOR CUATRO, USO INADECUADO DE HERRAMIENTA**

**d) Conclusión:**

- Una vez implementada la capacitación, se eliminó el problema, pero no se considera de gran importancia debido al número de casos presentados.

### 3.7 PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS

En función de las evaluaciones que se obtuvieron de cada uno de los factores, se establece aquella que, de manera potencial nos permitirá lograr nuestro objetivo planteado.

Para ello se evalúan las acciones correctivas a realizar, a través de una matriz de decisiones, confirmando así, la medida correctiva más apropiada. En la **tabla III.XI**, se muestra la matriz de decisiones.

TABLA III.XI MATRIZ DE DECISIONES PARA LA DEFINICIÓN DEL PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS								
ITEM	ACCIÓN CORRECTIVA	IMPORTANCIA	FACTIBILIDAD	COSTO	CONFIABILIDAD	PUNTOS	PRIORIDAD	EJECUCIÓN
1	Capacitación en el uso del lubricante	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	X	10	3 <sup>o</sup>	Sí
2	Diseño de dispositivo para tapón	X	X	<input type="checkbox"/>	X	11	1 <sup>o</sup>	Sí
3	Sustitución de perno guía por pivote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	9	4 <sup>o</sup>	No
4	Capacitación en el uso de hta. y equipo de ensamble.	X	X	<input type="checkbox"/>	X	11	2 <sup>o</sup>	Sí

Donde:

- **IMPORTANCIA.** Seguridad en la operación
- **FACTIBILIDAD.** Facilidad de aplicación
- **COSTO.** Baja inversión para la implementación
- **CONFIABILIDAD.** Encuesta en diferentes áreas involucradas (mecánicos, jefes, administradores, etc.).
- **EJECUCIÓN.** Aplicación en función de la sumatoria obtenida y por la aprobación de la jefatura del departamento.

El valor de la simbología empleada, es:

SÍMBOLO	VALOR	IMPORTANCIA
⊗	1	BAJA
<input type="checkbox"/>	2	MEDIANA
X	3	ALTA

Conforme al resultado mostrado en la **tabla III.XI**, la ejecución de las acciones correctivas será de acuerdo a la siguiente implementación.

- 1) Diseño de dispositivo para tapón.
- 2) Capacitación en el uso de lubricante y herramienta, empleados en el ensamble.

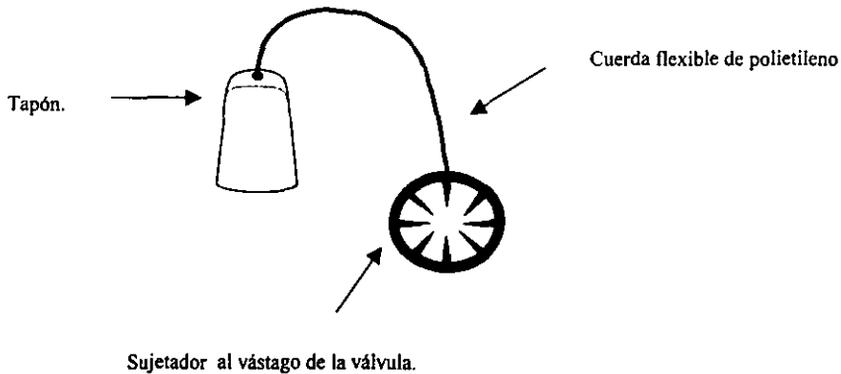
En la **tabla III.XII**, se indican las actividades definidas en el plan de actividades elaborado.

TABLA III.XII PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS				
ETAPA	ACTIVIDAD	¿POR QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?
P	Establecer programa de corrección.	Implementación de las acciones correctivas definitivas.	(*)	5 al 8 Junio '00
D	Diseñar dispositivo.	Evitar la pérdida de los tapones.	(*)	9 al 10 Junio '00
	Fabricación de dispositivo.	Garantizar durabilidad.	(*)	12 al 17 Junio '00
	Elaboración de programa de capacitación.	Uso adecuado de herramientas y materiales.	(*)	19 al 22 Junio '00
	Aplicación del programa de capacitación.	Garantizar el nivel de aprendizaje.	(*)	23 al 29 Junio '00
C	Revisiones semanales.	Evaluar la funcionalidad del dispositivo.	(*)	30 Junio al 29 Julio '00
	Evaluaciones semanales.	Asegurar el nivel de conocimientos.	(*)	30 Junio al 29 Julio '00
A	Evaluación de las acciones correctivas.	Verificar resultados.	(*)	1 al 31 Agosto '00

(\*) Esta referido a los integrantes: Juan Carlos Pérez, Jesús Velázquez y Juan Francisco Hernández.

### 3.8 EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS

Conforme a lo concluido en la definición del plan de acciones correctivas, **tabla III.XII**, en la **figura III.9** y en la **tabla III.XIII**, se muestran las acciones correctivas implementadas.



**FIGURA III.9 DEFINICIÓN DE DISPOSITIVO QUE SE EMPLEARÁ PARA EVITAR LA PÉRDIDA**

**TABLA III.XIII PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL USO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO, EMPLEADO EN EL ENSAMBLE**

**Plan de Capacitación:**

- a) Uso de herramienta.
- b) Uso de lubricante.
- c) Técnicas de montaje y desmontaje.

**Programa:**

- 1.-Introducción.
- 2.- Tipos de herramientas para el montaje y desmontaje de ruedas.
  - a) Manuales.
  - b) Automáticas.
- 3.-Tipos de lubricante para el montaje y desmontaje de ruedas.
- 4.-Uso y manejo de la herramienta.
  - a) Mantenimiento de la herramienta.
  - b) Práctica.
  - c) Uso de manuales del fabricante
- 5.-Evaluación.

### 3.9 VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

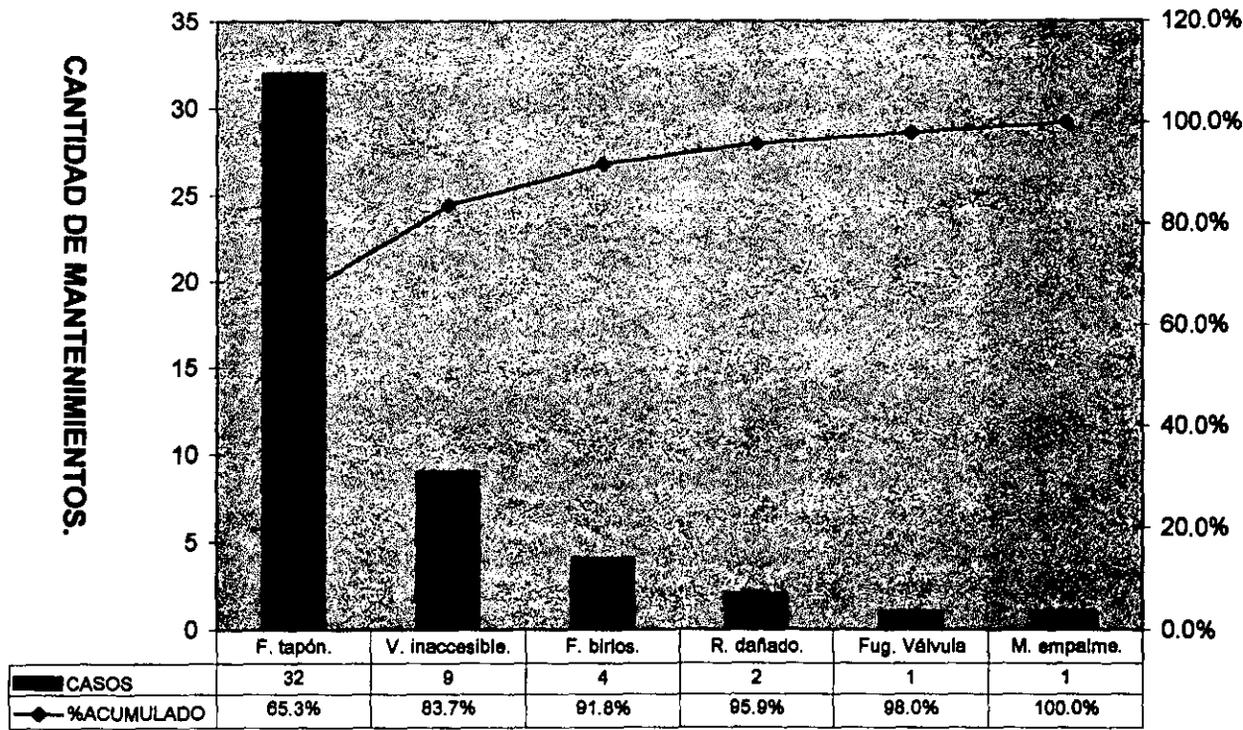
Enseguida se muestran los valores obtenidos dada la implementación de las medidas correctivas.

#### 3.9.1 CAUSAS PRINCIPALES POR CONDICIONES DE ENSAMBLE

Dada la implementación del dispositivo en el tapón para disminuir la pérdida, se aplico nuevamente el recuento de cada uno de los factores principales de las condiciones de ensamble. El periodo contemplado para efectuar dicho recuento se realizo en el mes de Agosto del 2000. En la **tabla III.XIV** (remitirse a la **tabla III.IX**, página 89; para efectos comparativos) se muestran los resultados obtenidos. En la **figura III.10** se muestra la nomenclatura empleada.

ITEM	CAUSA	CANTIDAD
1	FALTA DE TAPÓN.	32
2	VÁSTAGO INACCESIBLE.	9
3	FALTA DE BIRLOS.	4
4	FUGA EN VÁLVULA.	1
5	RHIN DAÑADO.	2
6	MAL EMPALME.	1
<b>TOTAL:</b>		<b>49</b>

En la **gráfica III.4** se muestran los valores de la **tabla III.XIV** (remitirse a la **gráfica III.3**, página 91; para efectos comparativos).

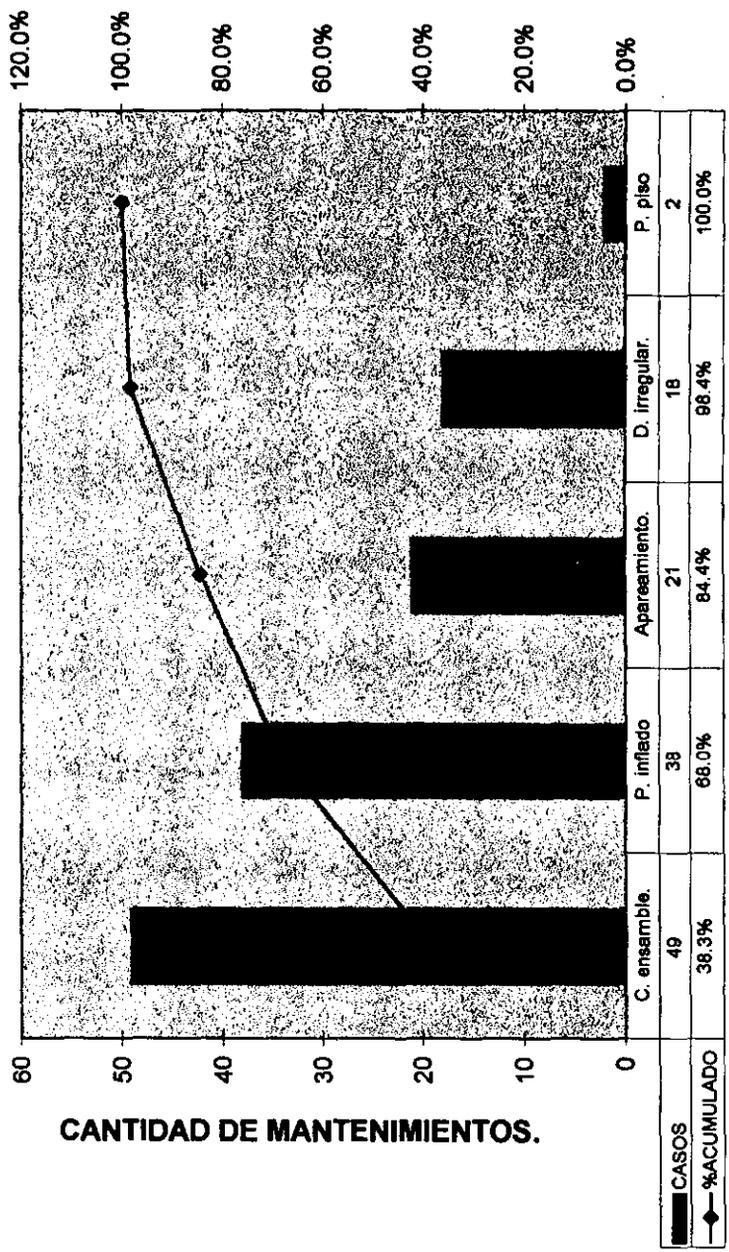


**CAUSAS.**

### 3.9.2 CAUSAS PRINCIPALES DE LOS MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN LAS RUEDAS

La consecuencia en la implementación del dispositivo, modifico las causas principales de los mantenimientos correctivos en las ruedas, dicho comportamiento se muestra en la **tabla III.XV**, la cual corresponde al mes de Agosto del 2000. En la **gráfica III.5** se muestran los valores tabulados. Para efectos comparativos de este punto, remitirse a la **tabla III.VIII** y a la **gráfica III.2** (página 89 y página 90, respectivamente).

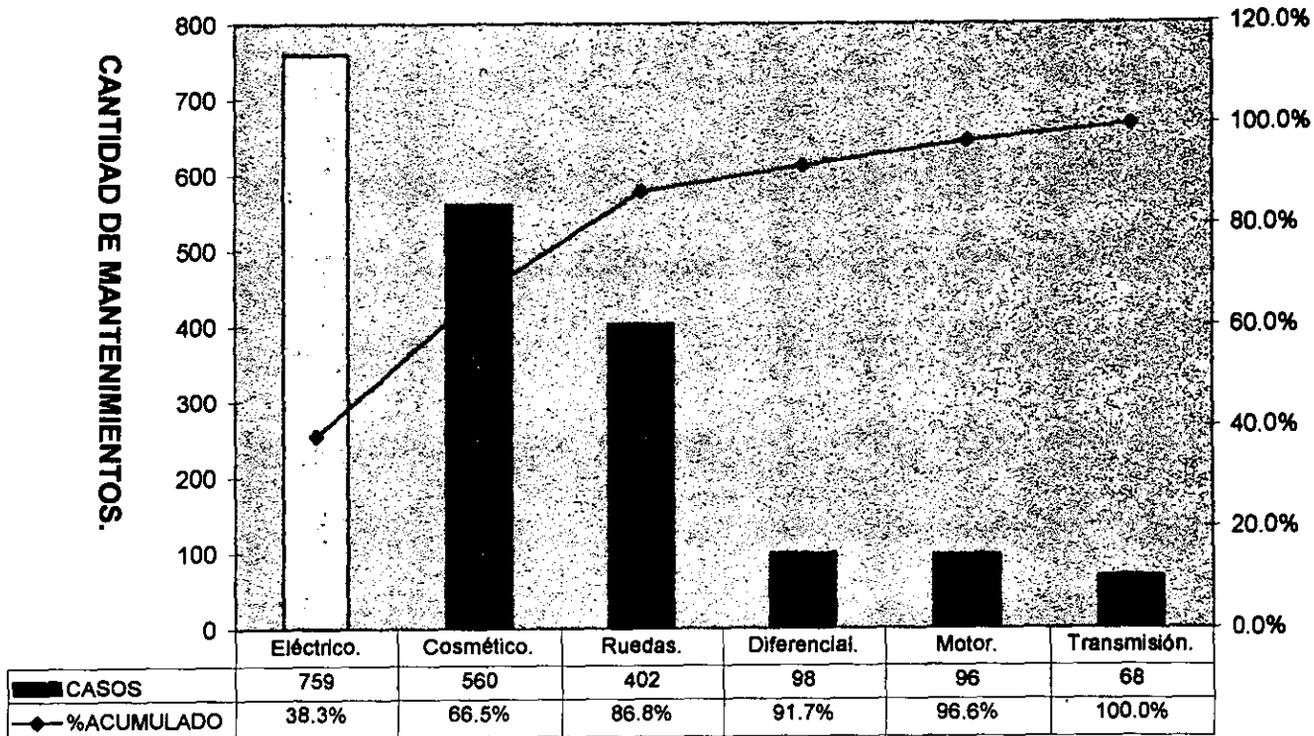
TABLA III.XV CAUSAS PRINCIPALES DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN LAS RUEDAS, AGO'00		
ITEM	CAUSA	CANTIDAD
1	CONDICIONES DE ENSAMBLE	49
2	PRESIÓN DE INFLADO INCORRECTA	38
3	APAREAMIENTO	21
4	DESGASTE IRREGULAR	18
5	PROFUNDIDAD DE PISO	2
<b>TOTAL:</b>		<b>128</b>



**CAUSAS.**

**GRÁFICA III.5 CAUSAS PRINCIPALES EN LA APLICACIÓN DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN LAS RUEDAS, AGOSTO'00**

GRÁFICA III. 6 MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS POR CONJUNTOS. AGO.-OCT'00



CONJUNTOS.

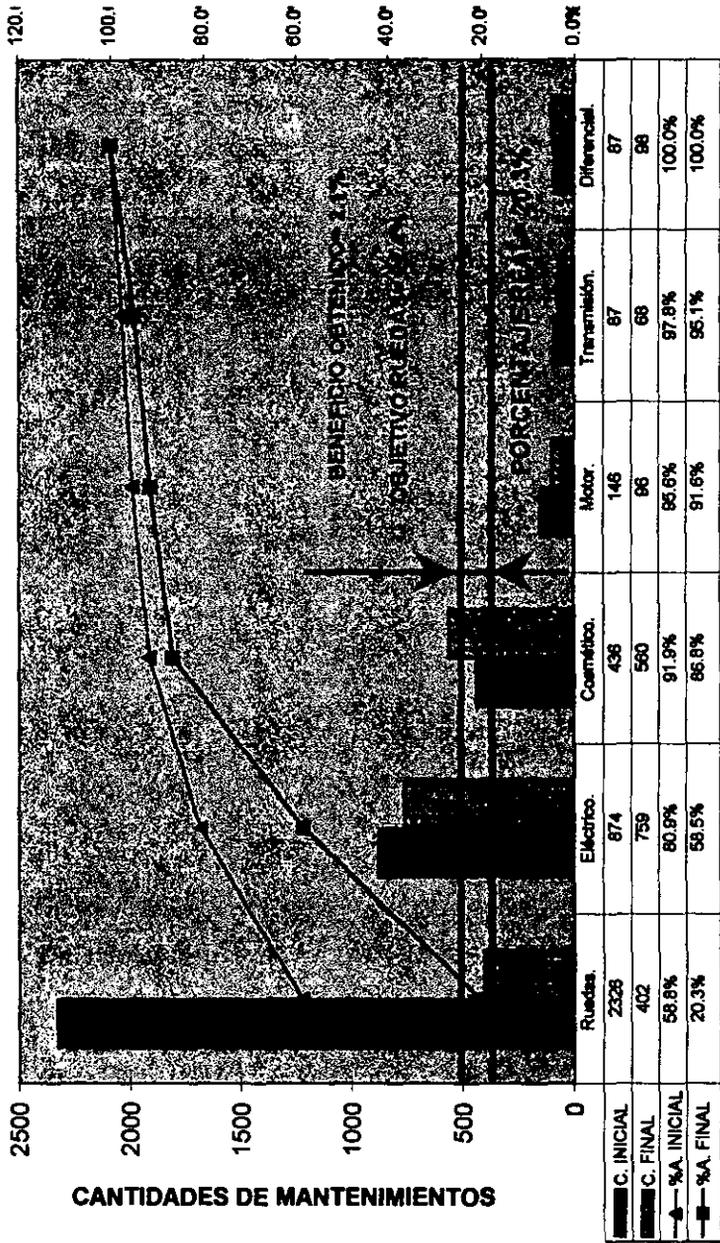
### 3.9.4 COMPARATIVO DE RESULTADOS

Enseguida se comparan las condiciones: antes y después, de haberse implementado la medida correctiva del dispositivo de tapón, referidos a: "Mantenimientos correctivos por conjuntos" (gráfica III.1 con respecto a la gráfica III.6). En dicho comparativo podemos identificar que, a través de la medida implementada para evitar la pérdida de tapones en las ruedas, el resultado obtenido en el mantenimiento correctivo de ruedas, se encuentra por debajo de su objetivo específico (22.4%). Quedando así dentro del objetivo establecido por la dirección general el cual establece:

*"En cumplimiento a la reducción del presupuesto asignado al departamento de mantenimiento durante el 2000, no se deberán atender en promedio trimestral más de 3,000 mantenimientos correctivos para el total de las 245 unidades".*

En la tabla III.XVII, se muestra un resumen, donde podemos justificar lo antes mencionado. En la gráfica III.7, se indican las gráficas de dichos comparativos.

TABLA III.XVII COMPARATIVO DE LOS MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS POR CONJUNTOS, 2000					
CONJUNTO	CONDICIÓN INICIAL		CONDICIÓN FINAL		% OBJETIVO
	FRECUENCIA TRIMESTRAL	% REAL	FRECUENCIA TRIMESTRAL	% REAL	
Motor	146	3.7 %	96	4.8 %	18.4 %
Transmisión	87	2.2 %	68	3.4 %	14.3 %
Diferencial	87	2.2 %	98	4.9 %	12.2 %
Ruedas	2,326	58.8 %	402	20.3 %	22.4 %
Eléctrico	874	22.1 %	759	38.3 %	16.3 %
Cosmético	436	11.0 %	560	28.2 %	16.3 %
<b>TOTAL :</b>	<b>3,956</b>	<b>100.0%</b>	<b>1,983</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0 %</b>



GRÁFICA III-7. COMPARATIVO DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS POR CONJUNTOS. CONDICIÓN INICIAL VS FINAL

### **3.9.5 BENEFICIO ECONÓMICO**

En la **tabla III.XVIII**, se indica el beneficio económico obtenido antes y después de haber implementado la medida correctiva.

### **3.10 ACCIONES PARA EVITAR REINCIDENCIAS**

En la **tabla III.XIX** se mencionan las actividades que se planearon para evitar la reincidencia de anomalías, estos, la aparición de las causas principales que originaron la alta incidencia en los mantenimientos correctivos de las ruedas.

**TABLA III.XVIII BENEFICIO ECONÓMICO**

CONCEPTO	ANTES	DESPUÉS	AHORRO
Mano de obra:	\$15,252.00	\$5,165.00	\$10,087.00
Materiales:	\$3,333,158.00	\$661,290.00	\$2,671,868.00
Inversión Herramental:	\$0.00	\$6,680.00	(\$6,680.00)
		<b>Ahorro total :</b>	<b>\$2,675,275.00</b>

Desglose:

**1. Mano de obra.**

**Antes.**

Total de días hábiles (Ene-Mar'00) = 63 días

Sueldo por día = 40.35 \$/día

Número de mecánicos (Ene-Mar'00) = 6 mecánicos

Mano de obra ( Ene-Mar'00)= 63 (días)\*40.35 (\$/día)\*6 (mecánicos)= 15,252 (\$mecánicos)

**Después.**

Total de días hábiles (Ago-Oct'00) = 64 días

Sueldo por día = 40.35 \$/día

Número de mecánicos (Ago-Oct'00) = 2 mecánicos

Mano de obra (Ago-Oct'00)= 64 (días)\*40.35 (\$/día)\*2 (mecánicos)= 5,165 (\$mecánicos)

**2. Materiales.**

**Antes.**

Costo de válvula = 22 \$

Costo de llanta = 1,411 \$

Número de casos (Ene-Mar'00)=2,326

Materiales (Ene-Mar'00) =(22+1,411)(\$)\*2,326=3,333,158 (\$)

**Después.**

Costo de válvula = 22 \$

Costo de llanta = 1,623 \$

Número de casos (Ago-Oct'00)=402

Materiales (Ago-Oct'00) =(22+1,623)(\$)\*402=661,290 (\$)

**3. Herramental.**

**Antes.**

Inversión (Ene-Mar'00)=0.00 (\$)

**Después.**

Inversión (Ago-Oct'00)=16,680.00 (\$)

**TABLA III.XIX ACTIVIDADES PARA EVITAR LA REINCIDENCIA**

No.	ACTIVIDAD	¿PARA QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?				¿DÓNDE?
				Semana 1a	Nov. 2a	'00 3a	4a	
1	Elaboración de hoja de operación estándar, "Reparación de llanta".	Establecer estandarización	(*)					Sala de Juntas.
2	Proporcionar capacitación con el método de las 3 etapas de la enseñanza.	Tener personal capacitado	(*)					Aula y taller
3	Identificar medidas preventivas.	Para inspección	(*)					Taller
4	Verificación de resultados.	Para evaluar	(*)					Taller y sala juntas

(\*) Esta referido a los integrantes: Juan Carlos Pérez, Jesús Velázquez y Juan Francisco Hernández.

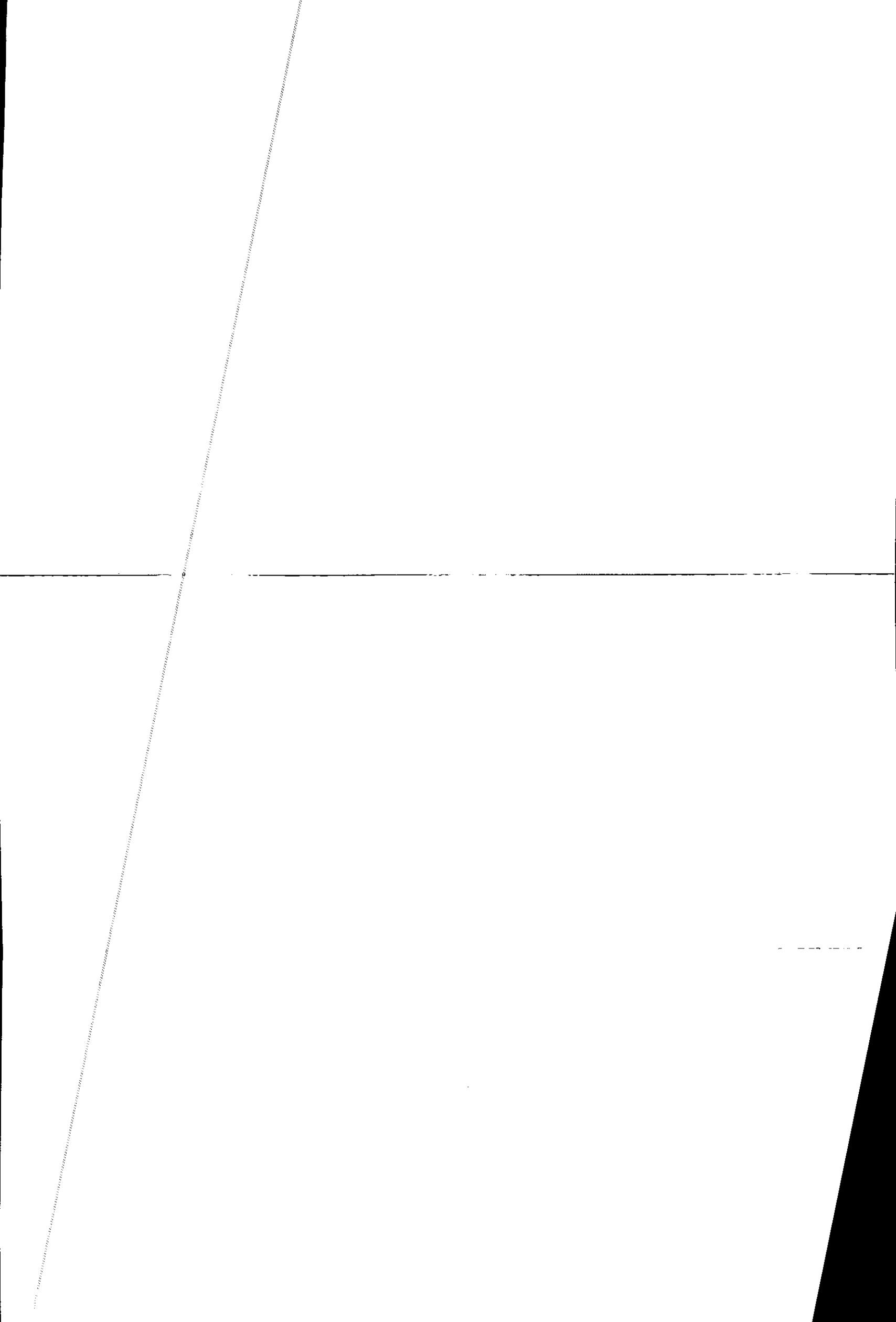
**NOTA:** En la figura III.11, se muestra la correspondiente Hoja de Operación Estándar de reparación de llanta.

NOMBRE DE LA OPERACION: Desmontaje y montaje de llanta.		NOMBRE DEL PROCESO: Reparación de llanta.			ELABORO:	REVISO:	APROBO:	FECHA: Nov/1998.
MODELO O MAQUINA: Unidades de transporte. (2-3 ejes)	No DE CONTROL: 2000-01	TIEMPO CICLO: 182 min.	TIEMPO DE APRENDIZAJE: 1 (un) día.	NOMBRE DEL OPERADOR: Roman Cruz Flores.	J.C.P.B.	E.G.M.	F.D.R.	HOJA: 1/1

No.	PASOS PRINCIPALES	TIEMPO (min)	CALIDAD	FACILIDAD	SEGURIDAD	PUNTOS CRITICOS	RAZONES DE LOS PTOS CRITICOS	ILUSTRACION
1	Apuntalar la unidad.	5			X	Colocación de taquetes atras y adelante de c/rueda.	Evitar accidentes con la unidad.	
2	Aflojar tuercas de la rueda que se va a reparar.	10			X	Con pistola neumática aflojar c/una de las tuercas c/dado de 1' 1/4".	Para evitar que gire la rueda y por seguridad.	
3	Levantar unidad con gato hidraulico.	10			X X	Colocación de gato en punto seguro de unidad. Levantar unidad hasta lograr un claro entre llanta y piso, de 3 a 5 cm.	Evitar que se caiga la unidad. Para que llanta salga libremente sin peligro de rebotar en el suelo.	
4	Quitar tuercas y desmontar rueda.	10			X	Retirar todas las tuercas y colocarlas en un recipiente. Desmontar rueda con movimientos suaves hacia afuera (inclinandola hacia la unidad).	No perder tuercas. Para que llanta no caiga encima del operador.	
5	Transportar rueda a desmontador y asegurar con tuerca central.	3			X	Fijar rhin al desmontador adecuadamente.	Para evitar movimientos entre rhin y llanta.	
6	Quitar tapón y pivote de la válvula, para desinflar llanta.	3			X	Liberar presión.	Para desmontar llanta de rhin.	
7	Insertar palanca entre ceja de llanta y rhin.	3			X	No dañar rhin y llanta.	Evitar fugas posteriores.	
8	Desmontar llanta con palanca.	10			X	Hacer girar la palanca alrededor del rhin.	Facilitando desmontaje de ceja inferior opuesta de llanta.	
9	Levantar llanta y colocar palanca en ceja inferior opuesta.	10			X	Desmontar completamente llanta de rhin.	Para retirar llanta de rhin.	
10	Bajar llanta y repararla.	25			X X	Retirar llanta c/cuidado apoyándola en desmontador.	Verificar y reparar daño en llanta.	
11	Colocar llanta sobre rhin.	3			X	Iniciar montaje.	Lograr un buen montaje entre llanta y rhin.	
12	Colocar palanca entre ceja inferior y rhin.	3			X	Para montar ceja en rhin.	No dañar la ceja.	
13	Repetir operación 12, en ceja superior.	3			X	Para montar ceja superior en rhin.	No dañar la ceja.	
14	Aplicar jabón con agua (jabonadura) entre cejas de llanta y rhin.	5			X	Lubricar llanta.	Facilitar el deslizamiento de llanta al inflado.	
15	Acomodar uniformemente la llanta en rhin.	5			X	Empujar uniformemente la llanta.	Inflar fácilmente.	
16	Inflar llanta hasta tocar cejas de llanta y rhin.	10			X	No aplicar excesiva presión de inflado.	Poder colocar pivote de válvula.	
17	Colocar pivote de válvula.	3			X	Para mantener presión en rueda.	Mantener la presión en llanta.	
18	Inflar llanta a 100 lb/in.	10			X	Respetar la especificación de operación.	Aprovechar vida útil de llanta.	
19	Colocar tapón de válvula.	3			X	Evitar daños a pivote.	Evitar fugas de presión.	
20	Retirar tuerca central y bajar rueda del desmontador.	5			X	Para liberar rueda.	Facilitar transporte.	
21	Transportar rueda.	3			X	Para montar en unidad.	Hacer coincidir orificios de rhin con pernos de tambor.	
22	Colocar tuercas al llegue (20 lb/in).	10			X X	Para fijar rueda al tambor.	No olvidar colocar todas las tuercas.	
23	Bajar unidad con gato hidráulico.	10			X	Hasta que pueda extraerse el gato.	Apoyar rued de la unidad completamente en el piso.	
24	Apretar tuercas con pistola neumática a 120 lb/in.	10			X	Teniendo una secuencia de "cruz".	Asegurar uniformidad entre rhin y maza.	
25	Retirar taquetes y herramientas de la unidad.	10			X	Para liberar unidad.	Evitar accidentes con la unidad.	

TOTAL: 1'02"

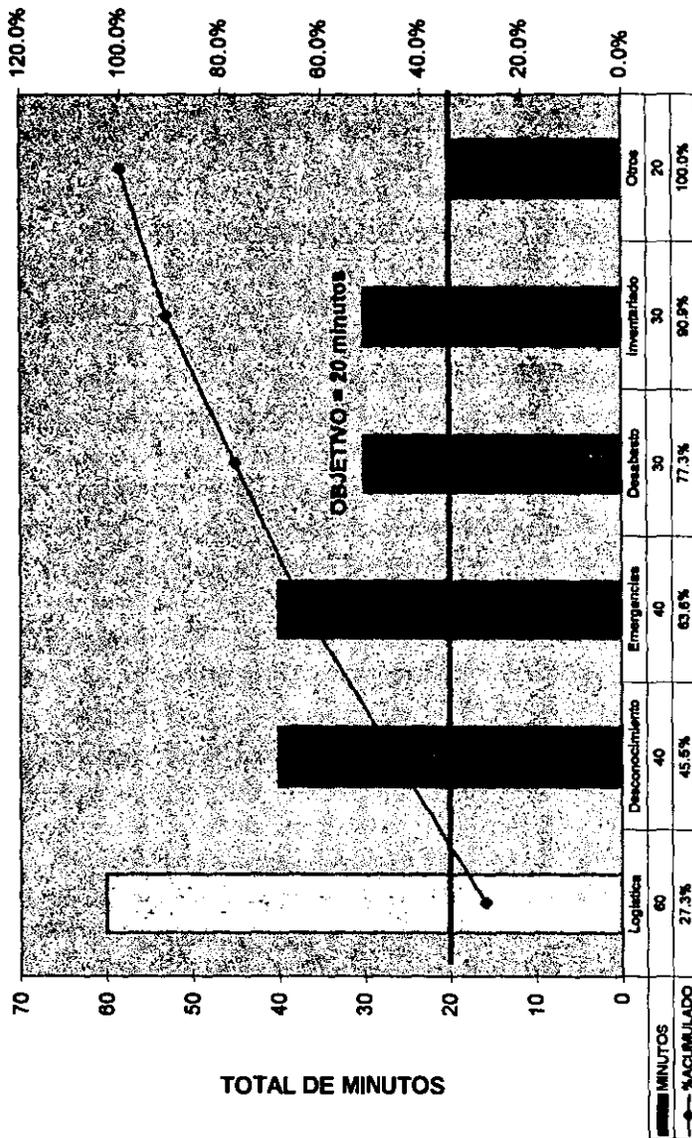
HERRAMIENTA: 1. Pistola neumática. 1. Dado 1 1/4". 1. Gato hidráulico. 1. Palanca para gato hidráulico. 1. Quita pivotes 1. Compresora. 1. Desmontador. 1. Medidor de presión.	EQUIPO DE SEGURIDAD: 3. Taquetes de madera. 1. Par de guantes de carmaza. 1. Par de botas con casquillo.	REFERENCIA:	DECLA:	REVISIONES:	SE MODIFICO:	FECHA:	REVISO:
--	---	-------------	--------	-------------	--------------	--------	---------



### 3.11 REFLEXIONES Y TAREAS FUTURAS

Enseguida se mencionan algunas reflexiones obtenidas al término del presente trabajo.

- La secuencia anterior de los datos presentados, desde la selección del tema hasta las acciones para evitar la reincidencia, nos da una idea sobre las etapas que se tienen que cubrir para lograr la resolución de una problemática, la cual se logra a través de un trabajo en conjunto.
- Se considera que la base fundamental de un estilo e trabajo es la estandarización (forma metódica y ordenada de realizar una operación) y que una vez establecida se deberán realizar actividades de capacitación, reflejo de la mejora continua, la cual tiene que darse desde la Dirección General hasta el área operativa, proporcionándole a la gente un sistema de "cultura" que debe crecer paulatinamente.
- Con la utilización de la Metodología P.D.C.A. se lograron detectar y eliminar una serie de "desperdicios" (tiempos muertos, inventarios innecesarios, etc.), además de crear un ambiente de trabajo limpio reflejado en las áreas de los operadores y que contribuye al desarrollo individual y en equipo.
- Se determinó que el estudio específico dentro del área de mantenimiento le proporcionó la importancia justa, ya que se poseía la imagen de ser un área no productiva y generadora de gastos no controlados.
- La estrategia planteada en el presente trabajo estuvo constituida en la documentación de las etapas que intervinieron en la aplicación de la metodología, haciendo evidente la necesidad de aplicar una revisión constante a los métodos y procedimientos de ejecución operativa para evaluar y corregir desviaciones, permitiendo un control que garantice que las actividades se realizan dentro de los lineamientos establecidos.
- Por último, resta mencionar que la utilización de la metodología es un medio para determinar una de las formas eficientes de realizar actividades periódicas; trayendo consigo valores agregados como son: disciplinas, organización, optimización de recursos, etc., por lo tanto que la Metodología P.D.C.A. nos ayuda a vislumbrar nuevas áreas de oportunidades y tiene la flexibilidad para resolver diversos tipos de problemas.



GRÁFICA III 8-REDUCCIÓN DE TIEMPO MUERTO POR LOGÍSTICA, JORNADA LABORAL 8 HRS

## CONCLUSIONES

Efectuando un consenso entre las empresas manufactureras pequeñas, detectamos que existe una lucha cotidiana entre las áreas de producción y mantenimiento donde se le da preferencia al área de producción, ya que a ésta se le reconoce como la principal generadora de ingresos; mientras al área de mantenimiento se le identifica como un centro de costos que consume grandes cantidades de recursos y materiales, donde la aplicación de mantenimientos correctivos representa la mayor proporción de gastos.

Aunque en nuestra opinión es importante destacar que el área de mantenimiento no constituye un gasto inútil cuando logra tener un trabajo eficiente, éste se logra en primera instancia con la disminución de los mantenimientos correctivos. El trabajo eficiente entre ambas áreas se refleja cuando la producción tiene niveles altos sin variación en su calidad y cuando existe una disminución de los paros del equipo productivo; permitiendo con ello la planeación de tareas preventivas.

La imagen laboral del departamento de mantenimiento en torno a la empresa de autobuses foráneos, objeto de nuestro estudio, se caracterizó por la aplicación indiscriminada de mantenimientos correctivos con el objeto de lograr el funcionamiento a tiempo de los autobuses. Empleando para ello recursos inapropiados en materia de equipo y de herramienta (demasiado gastadas, con modificaciones, poca existencia, etc.); apoyados en personal, cuyos conocimientos estaban basados en la experiencia laboral adquirida. Esto puso de manifiesto el poco apoyo brindado por parte de la Dirección General; asimismo la forma desordenada para desempeñar su trabajo (sin planeación y efectuando el mismo trabajo de diferentes maneras). Dichas características las catalogamos como "condiciones normales", propias de las empresas pequeñas y medianas; esto lo pudimos concluir a partir del presente trabajo y a través de nuestra experiencia laboral en dicha área.

A través de la aplicación de la Metodología P.D.C.A., logramos establecer diversas actividades que contribuyeron a modificar los hábitos creados en los trabajadores del departamento de mantenimiento; algunos de éstos son:

- El involucramiento de todos los trabajadores (sin importar jerarquía ó experiencia), en la resolución de problemas, originó la participación y la aportación de ideas valiosas; lo cual ya no fue exclusivo de los trabajadores de mayor experiencia. Esto permitió externar la creatividad en los trabajadores de nuevos y una aminoración en los "tabúes", pertenecientes a los trabajadores de "expertos".
- El establecimiento de las operaciones estándares, en las tareas más importantes, permitió que los trabajadores adquirieran el nivel necesario de conocimientos para que todos la efectuaran de la misma manera. Esto trajo como consecuencia que se desempeñara una forma de trabajo ordenada.
- Generación de *Kaizen* por parte de los trabajadores de manera espontánea, lo cuál les permitió facilitar su trabajo en diferentes operaciones. Esta actitud contribuye de forma paulatina al mejoramiento continuo de los estándares y trae consigo indiscutiblemente: beneficios económicos para la empresa y mejores condiciones laborales entre los trabajadores.

Para llevar a cabo la actividad de *Kaizen*, no se requirieron grandes sumas de dinero, se requirió en primera instancia la capacitación del personal en la Metodología P.D.C.A. a través del apoyo de la Dirección General. Una vez que el trabajador la ha adoptado, ésta será una herramienta muy importante en su actividades diarias, un baluarte en la aplicación constante de la mejora continua. Esta filosofía se basa en la observación metódica permitiéndole externar sin complejos su creatividad. Permitirá desarrollar la Metodología P.D.C.A. la cual podemos aplicar e identificar básicamente en el área de producción, pero no es exclusiva de éstas, abriéndose una alternativa para las áreas administrativas.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Buffa, Elwood Spencer.** Ciencia de la administración e investigación de operaciones formulación de modelos y métodos de solución. 2ª Ed. México, Editorial Limusa, 1983, 105 pp.
- **Dounce Villanueva, Enrique; Carlos López de León, y Jorge Fernando Dounce Pérez Tagle.** La productividad en el mantenimiento industrial. 1ª Ed. México, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., 1998, 345 pp.
- **Heber González, Raimundo.** Mantenimiento industrial. 1ª Ed. Argentina, Librería y Editorial Alsina, 1984, 195 pp.
- **Imai, Masaaki.** Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa. 11ª Ed. México, Compañía editorial continental, S.A. de C.V., 1998, 298 pp.
- **Mercado H., Salvador.** ¿Cómo hacer una tesis? 8ª Ed. México, Editorial Limusa, 1999, 293 pp.
- **Steiner, George Albert.** Planeación estratégica, lo que todo director debe saber. 3ª Ed. México, C.E.C.S.A., 1995, 280 pp.

## GLOSARIO

La necesidad de explicar algunos términos empleados en el presente trabajo, nos obliga a definirlos a continuación.

<b>Término:</b>	<b>Significado:</b>
Contramedida.	Esta referido a la solución que debemos determinar ante un problema. Puede ser de dos tipos: a) Contramedida provisional, solución temporal; b) Contramedida definitiva, solución permanente. Este término es empleado por los japoneses.
Fiabilidad.	Se define como la probabilidad de que un equipo no falle, es decir funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado, teniendo como condición que el equipo se utilice para el fin y con la carga de trabajo para la que fue diseñado.
Ingeniería de fiabilidad.	Area ingenieril dedicada al estudio de la fiabilidad de los equipos.
Kaizen.	Esta definida como el mejoramiento continuo, donde se establece la estrategia de mantener y mejorar el estándar de trabajo mediante mejoras pequeñas y graduales. Involucra a todos –gerentes y trabajadores por igual-. Por otra parte, significa un mejoramiento en la vida personal, familiar, social y de trabajo.
Mantenibilidad.	Es la rapidez con la cual las fallas, o el funcionamiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos. Puede decirse, que es la probabilidad de que el mantenimiento programado sea ejecutado con éxito.
Metodología P.D.C.A.	La Metodología P.D.C.A. es una adaptación del Círculo de Deming, la cual determina de manera estratégica la manera en que podemos resolver un problema. Es muy empleada en la aplicación del Kaizen.
Tiempo(s) ocioso(s).	Tiempo en que un equipo productivo no esta trabajando, ni entregando un servicio, por lo cual debe aprovecharse para ejecutar en él la conservación preventiva planeada.