



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
“ARAGÓN”**

**ANÁLISIS DE TRABAJO EN TALLER DE  
MANTENIMIENTO DE AUTOBUSES**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA,  
AREA INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A**

***LUIS FELIPE ECHEVERRIA PALACIOS***

**ASESOR: ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO**

**MEXICO, D.F. 2010**





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.

# ***AGRADECIMIENTOS***

Corta es la hoja para agradecer a tantas personas que me han apoyado en mi vida, sin embargo, éste es un pequeño homenaje de agradecimiento para todos ellos. Quizá no aparezcan todos, pero si los más significativos.

A mi mamá, **Ofelia**, primeramente le dedico este trabajo, por el esfuerzo y dedicación que tuvo conmigo y con mi educación, por sus cuidados y su amor. Pero sobre todo, por darme la vida.

A mi papá, **Felipe**, de igual manera le dedico el presente, agradeciéndole todos sus consejos y enseñanzas, por confiar en mí y por no dejarme solo.

A mis hermanos, **Laura, Norma, Angélica, Marina y Daniel**, por su comprensión y apoyo, por sus consejos y aportaciones a mi vida diaria.

A mi tío **Nacho** (Q.E.P.D.), por su apoyo incondicional en mi desarrollo profesional, su insistencia para la realización de este trabajo, y por su luz y bendición desde el cielo.

A mis **amigos y familia en general**, por su invaluable apoyo incondicional.

A mi asesor, **Ing. Adrián**, por su dedicación y tiempo invertidos en este trabajo, por sus consejos y conocimientos, pero sobre todo por ayudarme a lograr el sueño de ser ingeniero.

A la **UNAM**, que me permitió obtener una profesión, preparándome de la mejor forma posible para enfrentar los retos del futuro.

*And in the end, the love you take,  
Is equal to the love you make.*

**The Beatles**

# ÍNDICE

-	<b>Introducción</b> .....	<b>I</b>
-	<b>Capítulo 1 “Talleres de Mantenimiento”</b>	
	1.1 Definiciones .....	<b>1</b>
	1.1.1 Definición de taller .....	<b>1</b>
	1.1.2 Definición de autobús .....	<b>1</b>
	1.1.3 Definición de almacén .....	<b>2</b>
	1.2 Estructura organizacional .....	<b>8</b>
	1.3 Lay-out de un taller de mantenimiento .....	<b>10</b>
-	<b>Capítulo 2 “Estudio de tiempos”</b>	
	2.1 Definición .....	<b>13</b>
	2.2 Tipos de estudio .....	<b>15</b>
	2.3 Herramientas y desarrollo de un estudio .....	<b>16</b>
	2.3.1 Procedimiento general de resolución de problemas .....	<b>16</b>
	2.3.2 Equipo y herramientas necesarios .....	<b>19</b>
	2.3.3 Realización del estudio de tiempos .....	<b>25</b>
-	<b>Capítulo 3 “Desarrollo del estudio”</b>	
	3.1 Definición del plan de trabajo .....	<b>34</b>
	3.2 Determinación de formatos .....	<b>37</b>
	3.3 Realización del estudio .....	<b>40</b>
	3.3.1 Elementos utilizados para la realización del estudio .....	<b>44</b>
	3.3.2 Incidencias ocurridas durante el estudio .....	<b>44</b>
-	<b>Capítulo 4 “Clasificación de resultados”</b>	
	4.1 Captura de datos .....	<b>50</b>
	4.1.1 Acomodo de las hojas de observación o reporte .....	<b>50</b>
	4.1.2 Captura de los datos .....	<b>50</b>
	4.2 Análisis, obtención y clasificación de resultados .....	<b>52</b>
	4.2.1 Tiempo estándar .....	<b>58</b>
	4.2.2 Tiempo muerto .....	<b>60</b>
	4.3 Análisis de resultados y propuestas .....	<b>61</b>
	4.3.1 Análisis de resultados del estudio .....	<b>61</b>
	4.3.2 Propuestas .....	<b>63</b>

-	<b>Capítulo 5 “Aplicación de propuestas”</b>	
	5.1 Plan Maestro -----	66
	5.1.1 Definición de Plan Maestro -----	66
	5.2 Aplicación de propuestas -----	68
	5.2.1 Lay-out -----	68
	5.2.2 Equipos de cómputo -----	68
	5.2.3 Herramientas -----	68
	5.2.4 Software -----	69
	5.3 Resultados obtenidos -----	69
	5.3.1 Comparación de resultados -----	71
	5.4 Mejoras obtenidas -----	72
-	<b>Conclusiones</b> -----	73
-	<b>Bibliografía</b> -----	74

# *INTRODUCCIÓN*

A lo largo de la historia, el hombre ha buscado la forma de realizar sus actividades en el menor tiempo posible. Esta búsqueda se ha caracterizado por algunos puntos relevantes, como los son el tiempo, la comodidad, la cantidad, y hasta hace algunos años, la calidad.

Para lograr el objetivo de mejorar, nos hemos basado en muchos aspectos que, en mayor o menor medida, nos han ayudado a conocer nuestras formas de trabajar, y así llegar a la meta.

Uno de esos aspectos es el tiempo. Se puede medir el tiempo de atención, de producción, demoras, etc. Todos estos tiempos nos llevan a mejorar y a obtener dos puntos importantes en una empresa: atención al cliente y eficiencia.

Una empresa que se interesa por mejorar la atención hacia sus clientes, debe de conocer sus métodos y formas de trabajo. Con base en estos datos, se puede determinar si es eficiente o si tiene áreas de oportunidad en las cuales concentrarse. Todos estos parámetros son importantes a la hora de tomar decisiones.

Todos podemos conocer un taller mecánico, sin embargo, no todos conocen su funcionamiento. El presente trabajo se realizó en un taller de mantenimiento de autobuses en el cual se llevó a cabo un análisis de tiempos y movimientos, para poder determinar la eficiencia de los trabajos de mantenimiento de este tipo de unidades, vehículos utilizados en la vida diaria e indispensables en el transporte terrestre, tanto de personas como de carga.

La satisfacción del cliente se logra a través de la calidad, en este caso, del servicio brindado. Pero, ¿dónde comienza la calidad?

En un taller, la calidad comienza desde el mantenimiento que se realiza a cada autobús. El mantenimiento abarca desde la recepción de refacciones en el almacén, hasta la salida del autobús hacia la terminal.

Este proyecto se basó en el análisis del trabajo humano, a través de un estudio de tiempos, que nos permitió:

- Determinar el tiempo estándar de atención en el Almacén.
- Registrar los tiempos y reparaciones más frecuentes realizadas en los autobuses.
- Identificar las cargas horarias en el Taller.
- Describir y conocer las actividades realizadas por el personal, así como el ambiente laboral.
- Estimar la eficiencia del Taller de Mantenimiento.

Para llevar a cabo este estudio se requirió del apoyo de todo el personal del Taller de Mantenimiento, desde gerentes hasta mecánicos. El proyecto se dividió en cuatro fases:

- a) Estudio de tiempos en Almacén de refacciones
- b) Análisis de fosas de servicio
- c) Estudio de tiempos en las naves del Taller de Mantenimiento
- d) Estudio de recepción de autobuses

En el capítulo 1 hablaremos de un taller de mantenimiento, los trabajos que se realizan en él, su diseño óptimo y su organigrama.

Con este panorama pasaremos al capítulo 2, donde se define lo que es un estudio de tiempos, así como los métodos y aditamentos utilizados para la realización de dicho estudio.

En el capítulo 3 se determina el plan de trabajo, así como el desarrollo del estudio, con aplicaciones de conocimientos en ingeniería y calidad.

En el capítulo 4 se realiza el análisis de los resultados y de las propuestas de mejora para la toma de decisiones.

En el capítulo 5 y último, se relata el Plan Maestro de actividades determinado por la Gerencia, así como un comparativo de los resultados obtenidos en el primer estudio y después de aplicar las propuestas; analizando la existencia de mejoras.

Finalmente, se presentan las conclusiones y bibliografía.

En general, este trabajo servirá para mostrar las áreas de oportunidad que pueden existir en un taller de mantenimiento de autobuses, para que, apoyado en las conclusiones y tomando las mejores decisiones, puedan lograr el objetivo de ser los líderes en su ramo, además de su principal objetivo: cumplir con las necesidades y las expectativas de sus clientes.

# ***CAPÍTULO 1***

## ***TALLERES DE MANTENIMIENTO***

### ***1.1 DEFINICIONES***

En este capítulo se presentan los conceptos que se utilizan en un taller de mantenimiento de autobuses.

#### ***1.1.1 Definición de taller***

Es el lugar en donde se realiza un trabajo manual. En el caso de un taller mecánico ó automotriz, es el lugar donde se reparan los vehículos automotores.

En este caso, es un taller especializado en autobuses, y dividido en varias secciones, con lo cual permite dar un mantenimiento integral a las unidades, desde motor, transmisión eléctrico, hasta llantas, hojalatería y tacografía.

Debido a que el estudio es en un taller de mantenimiento de autobuses, definamos qué es un autobús.

#### ***1.1.2 Definición de autobús***

El autobús es un vehículo terrestre diseñado para el transporte de personas. Generalmente es usado en los servicios de transporte público urbano e interurbano, y con trayecto fijo. Su capacidad puede variar entre 10 y 120 pasajeros.

El autobús hace referencia al transporte urbano, mientras que el autocar u ómnibus lo hace al interurbano. Otra forma de diferenciación semántica va de acuerdo al tamaño y capacidad del vehículo, considerando ómnibus al autobús que puede transportar más de 30 personas y microbús al que transporta menos.

Para este estudio, se tomó en cuenta a los autobuses de pasajeros, con capacidad para 40 asientos. Son autobuses de recorridos largos, por lo que el mantenimiento que reciben no es sencillo ni rápido.

Por esta razón se llegó a la conclusión de hacer un estudio de tiempos, para poder medir los tiempos de trabajo y las formas de realizarlo, a modo de acortar este tiempo efectivo sin dejar de lado la calidad y seguridad que debe de tenerse en este tipo de actividad.

### ***1.1.3 Definición de almacén***

Aunque se realizó el estudio en todo el taller, en el Almacén de refacciones, es el área donde existe el mayor atraso y la principal razón para llevar a cabo el estudio.

El almacén es una parte fundamental de un taller de mantenimiento, ya que en él se encuentran todas las refacciones que se pueden utilizar a la hora de reparar una unidad. Si existe un atraso en esta parte, ya sea por falta de material o atraso por parte de los almacenistas, se retrasa de manera importante el proceso de reparación, incrementando tiempos muertos y demoras. Traducido esto a la gerencia es aumento de tiempo y pérdida económica. Para este estudio, se le denominará *Almacén de Refacciones*.

El Almacén de Refacciones es una parte muy importante dentro de un taller, ya que de ahí parten las labores de mantenimiento y reparación, tanto de los autobuses como de las mismas instalaciones. Se trabaja con 15 personas, rolando en 3 turnos, para atender dicho almacén. Se encuentra en medio de las naves, en el centro del taller, abarcando el tamaño equivalente a dos naves.

Se cuenta con un Jefe de Almacén, el cual se encarga de dirigir, mantener, coordinar, analizar y manejar todos los movimientos, refacciones y personal que se encuentran en el almacén.

Pero como no siempre una sola persona puede realizar todo el trabajo, delega ciertas responsabilidades a 7 personas que trabajan como analistas, las cuales se encargan de pedir piezas faltantes, recibir el material, hacer envíos, crear los roles de turnos para el personal, ordenar las piezas en el almacén, etc.

Estos 5 analistas, que pueden ser llamados también supervisores, ayudan al Jefe de Almacén a guiar y mantener el almacén en óptimas condiciones de servicio.

Para atender al personal que solicite material al almacén, se cuenta con 7 almacenistas, en 3 turnos, que realizan dicha tarea, además de acomodar el material en los anaqueles correspondientes.

Además, se cuenta con 1 almacenista que recibe y acomoda material en el área de recepción y 1 chofer, encargado de enviar y recibir refacciones y material provenientes de otros talleres ó proveedores.

La forma de trabajar en el Almacén es laboriosa y complicada, ya que se compone de varias actividades.

#### *1.4.1.1 Recepción de materiales*

Primero explicaremos cómo funciona el área de Recepción de materiales.

Se ubica en la parte del frente del Almacén, cerca de uno de los pasillos del taller, lo cual permite un fácil acceso para los proveedores del almacén, quienes pueden estacionar cerca sus vehículos, evitando así retrasos o accidentes al trasladar los materiales.

Al llegar el proveedor al área de recepción, entrega el reporte de pedido, luego se verifica la factura y se coteja con los reportes de pedido dentro del sistema del almacén. A continuación, se procede a descargar y verificar que las refacciones y/o materiales vengan en condiciones óptimas y en las cantidades solicitadas, para poder darles entrada en el sistema y su ubicación dentro de los anaqueles.

Posteriormente, se archivan los reportes de pedido y/o traspaso, se hace un pequeño inventario y se imprimen los reportes correspondientes.

#### *1.4.1.2 Despachos de materiales*

E área de los despachos se encarga de surtir de material y refacciones a mecánicos y choferes, para realizar las labores de mantenimiento de los autobuses.

Los despachos son cuatro, uno por cada nave de servicio, y se ubican en los costados del almacén. Actualmente se trabaja con tres, debido a la falta de espacio y a que en las naves 2 y 3 trabajan los mismos grupos mecánicos, por lo que es complicado tener el material en los 2 despachos. Se optó por clausurar uno, y utilizarlo para colocar material, como un anaquel.

En los 3 restantes se surte de material tanto a los mecánicos como a los choferes, quienes solicitan papel, jabón, armor all, etc.

En cada despacho se encuentra un almacenista despachando los vales de refacciones, en los cuales los mecánicos anotan el material que necesitan para realizar su trabajo.

La forma de trabajar de los almacenistas es la siguiente:

Primero reciben el vale de refacciones, verifican la firma del encargado correspondiente y leen el vale. Luego se dirigen al lugar en donde se encuentra el material, para comenzar a surtir al mecánico solicitante. En caso de no encontrar o no saber dónde se encuentra el material solicitado, tienen que trasladarse al frente del almacén, donde se encuentran los equipos de cómputo, para entrar al sistema y verificar la posición y/o existencia del material. Posteriormente, se traslada al lugar correspondiente.

Una vez que ha juntado todo el material, regresa a su puesto de trabajo para entregar el material al mecánico, quien lo revisa para verificar su buen estado.

Ya con el visto bueno del mecánico, el almacenista se traslada al frente del almacén, donde están los equipos de cómputo, para realizar la captura de los datos que obtuvo. Una vez realizada esta acción, sella su vale, lo coloca en un contenedor y regresa a su despacho, en espera de atender una nueva solicitud.

Se pueden presentar variaciones en caso de que las refacciones estén agotadas o que aún no llegue el pedido de dichas refacciones.

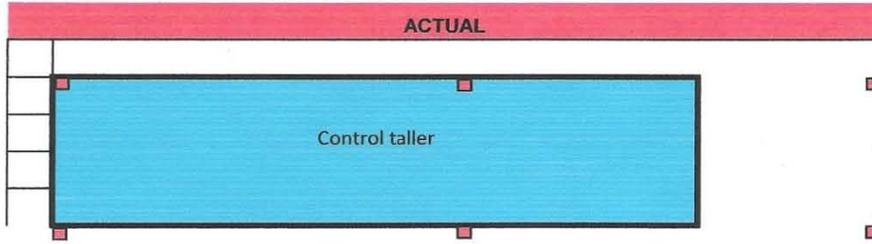
#### *1.4.1.3 Oficinas*

El Jefe del Almacén cuenta con su oficina, en la parte media del almacén, cerca de uno de los despachos, desde la cual dirige y supervisa los trabajos que se realizan dentro de las instalaciones. Algunas de sus funciones son las de recibir a nuevos proveedores, realizar juntas, platicar con el personal acerca de su desempeño, verificar que materiales de alto costo sean los requeridos, etc.

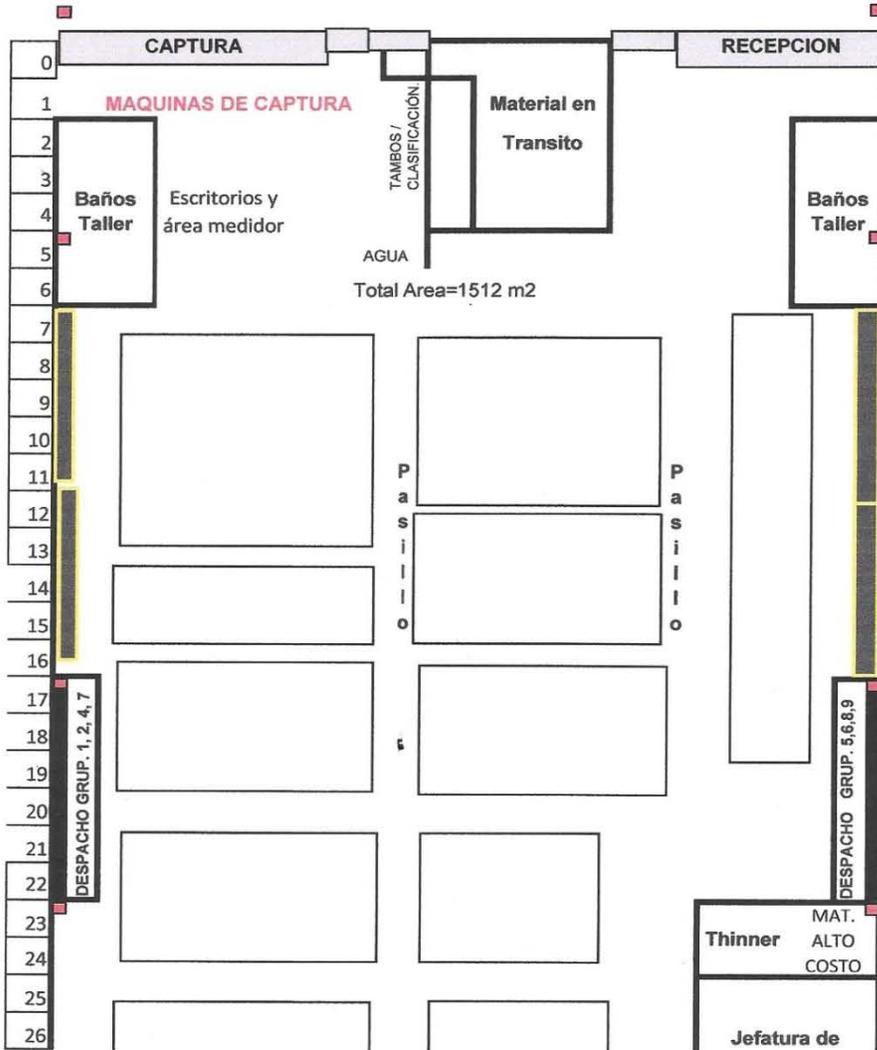
Junto a su oficina se encuentran cuatro escritorios, correspondientes a cuatro analistas, quienes desempeñan las labores de atención de negados (refacciones agotadas que se necesitan con urgencia), coordinación de envíos, revisión de los vales de refacciones, facturas, control de inventarios y de ubicación de material, etc.

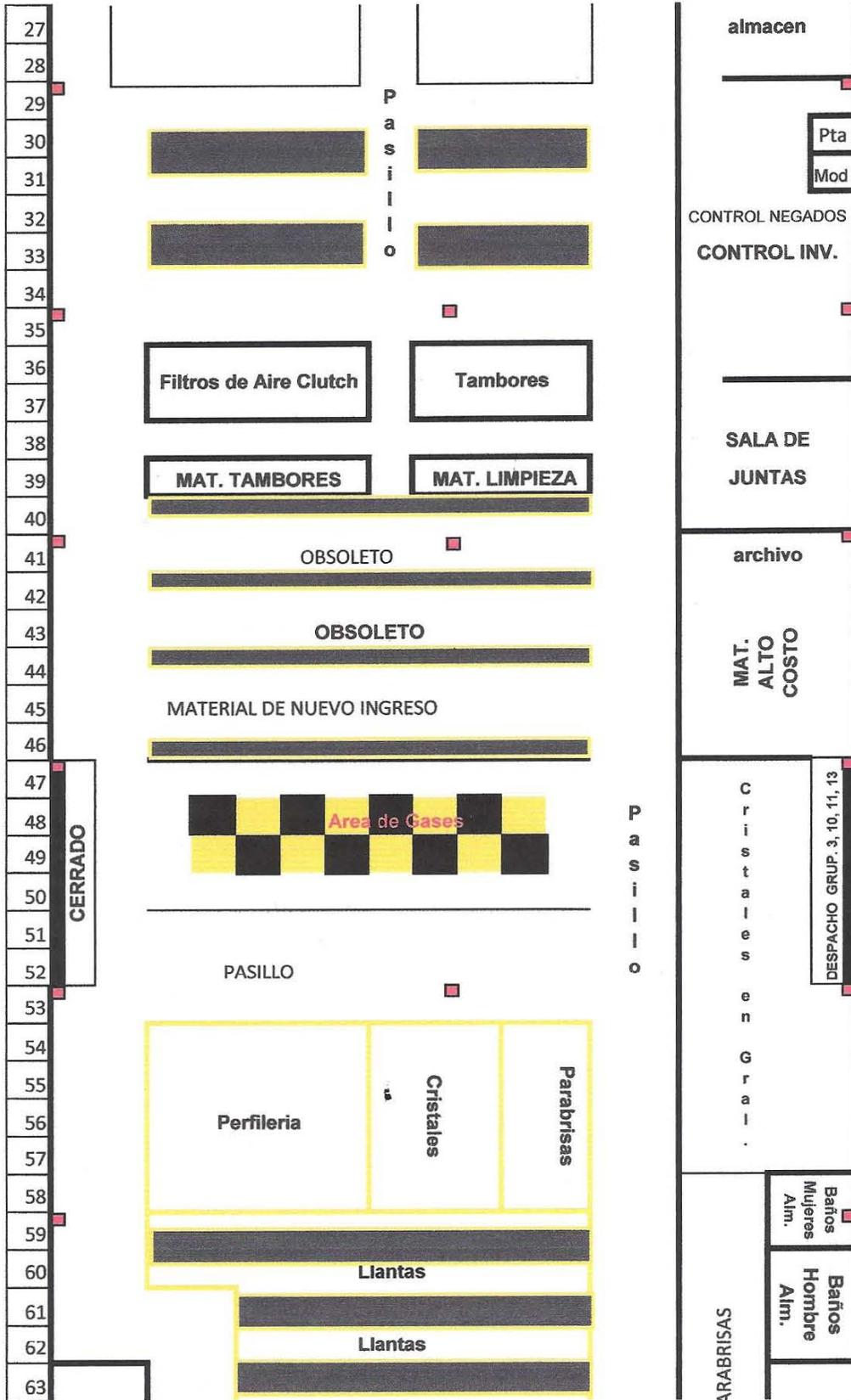
Otros analistas se encuentran en el área del frente del almacén, cerca de los equipos de cómputo. Se encargan de revisar los vales de refacciones, cotejar el material que ha salido con el sistema, etc. En ocasiones, también atienden a los mecánicos para surtirlos de material.

A continuación se muestra un lay-out del Almacén, para poder entender mejor su diseño y la localización de las áreas que presentan problemas, como es el caso de los despachos de refacciones.



Pasillo Mecanicos





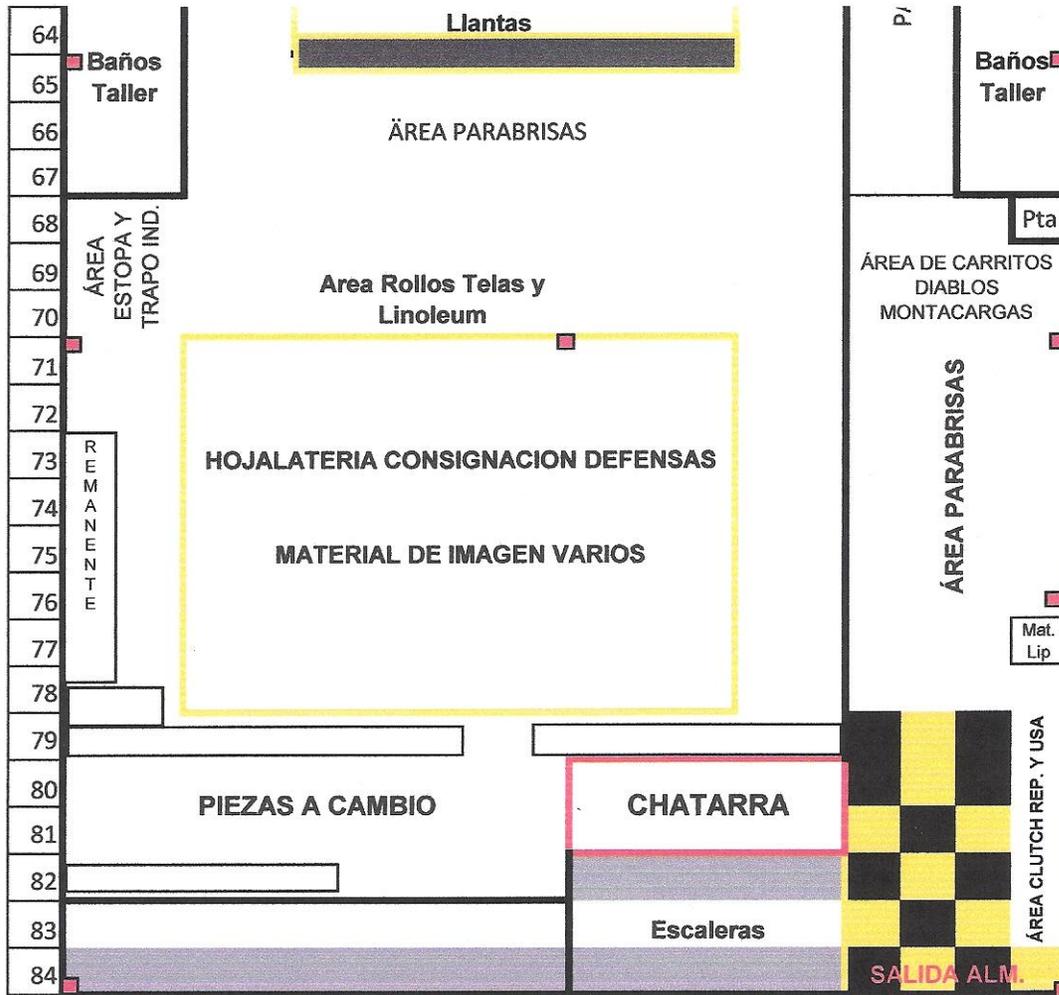


Imagen 1.1 Lay-out de un Almacén de refacciones

Como se puede apreciar en la imagen, se tiene un espacio para cada tipo de refacción. Se muestra también la localización del personal que ahí labora, permitiendo así poder trazar las rutas que deben de seguir a la hora de desempeñar sus actividades.

## 1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Como toda empresa, un taller de mantenimiento puede estudiarse en base de un organigrama, en el cual se observa los niveles, rangos y las responsabilidades que tienen los diferentes trabajadores.

En la figura 1 se muestra el organigrama del Taller de Mantenimiento, siendo el Gerente y los Jefes de Taller y Almacén los encargados de la planeación y desarrollo del estudio.

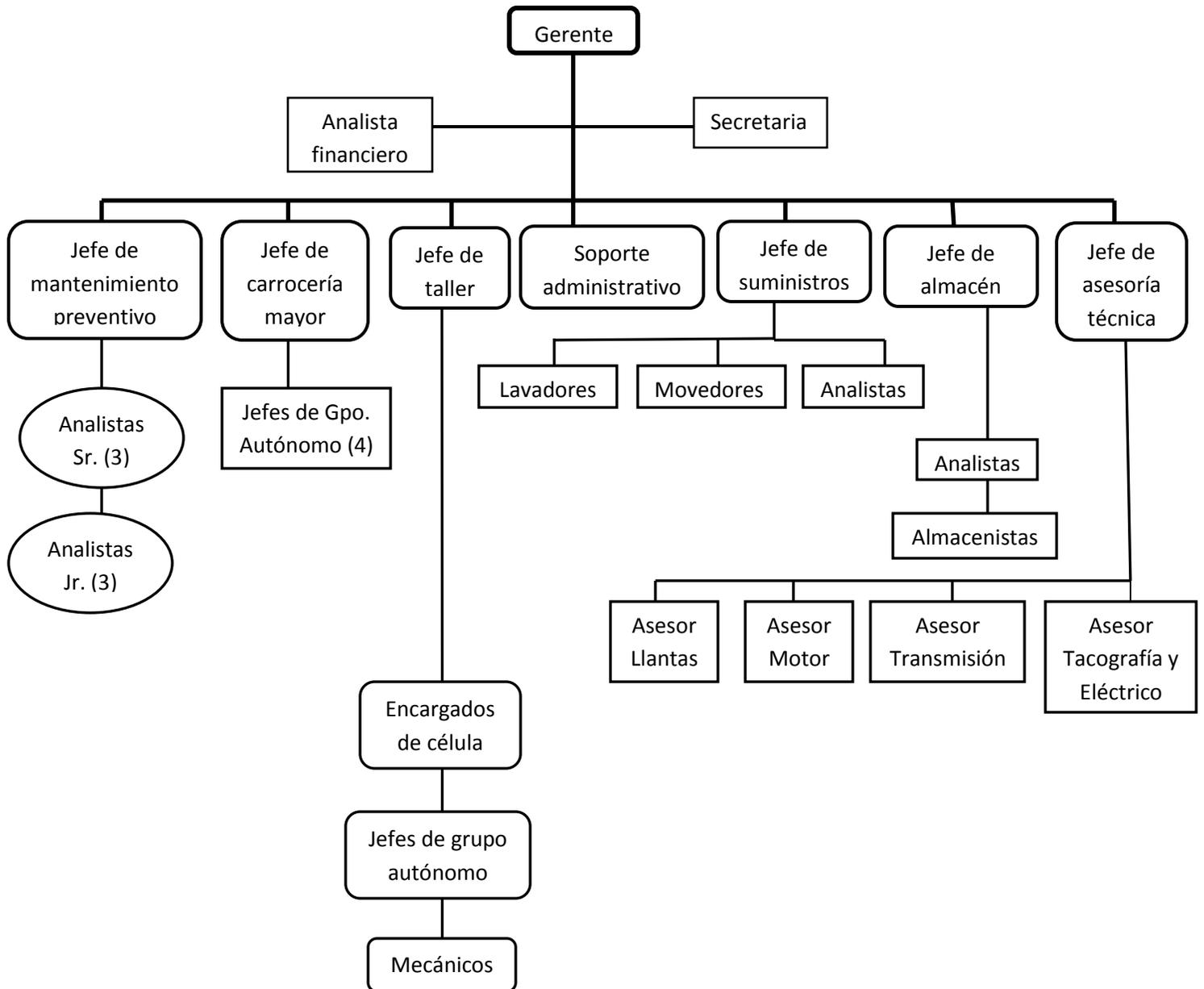


Figura 1 Organigrama del Taller de Mantenimiento

*Gerente.*- Es el jefe del área de Mantenimiento, encargado de dirigir a todo el personal y de tomar las decisiones importantes, dentro de su área.

*Analista financiero.*- Es quien maneja los costos dentro del área de Mantenimiento.

*Secretaria.*- Auxiliar en las labores del gerente.

*Jefe de Mantenimiento preventivo.*- Encargado de planear y llevar a cabo lo referente al mantenimiento preventivo de las unidades.

*Jefe de carrocería mayor.*- Es la persona que dirige las reparaciones que se hacen a los autobuses chocados, que tienen una gran parte de la carrocería dañada y que requiere de tiempo y espacio para repararse.

*Jefe de taller.*- Es el encargado de dirigir y supervisar todos los trabajos que se realizan en el taller, así como analizar y verificar nuevas propuestas de mejora en las unidades.

*Jefe de suministros.*- Encargado de los suministros del taller, así como del área de control.

*Jefe de almacén.*- Persona que tiene a su cargo el mantenimiento, abastecimiento y atención del almacén de refacciones.

*Jefe de asesoría técnica.*- Supervisa las reparaciones, aportando sus conocimientos y ayudando a los mecánicos.

*Encargados de célula.*- Son los encargados ó supervisores, los cuales se encuentran en todas las naves, revisando los trabajos realizados.

*Jefes de grupo autónomo.*- Son los jefes de cada grupo de trabajo. Existen dos grupos de Motor, dos de Transmisión, dos de Suspensión y Dirección, dos de Llantas, dos de Aire Acondicionado, cuatro de Hojalatería, uno de Eléctrico y uno de Tacografía (En el capítulo 3 se definirán los grupos autónomos).

*Mecánicos.*- Son las personas que realizan los trabajos y las reparaciones necesarias para mantener las unidades en un correcto estado.

### 1.3 LAY-OUT DE UN TALLER DE MANTENIMIENTO

Aunque fue en el Almacén de refacciones en donde se llevó a cabo el presente estudio, se muestra también el lay-out de un taller, mostrando así la importancia del Almacén de refacciones y la necesidad de contar con una logística que permita el diseño óptimo y funcionamiento confiable de un taller.

La distribución de las instalaciones del Taller de Mantenimiento se muestra en la imagen 1.2:

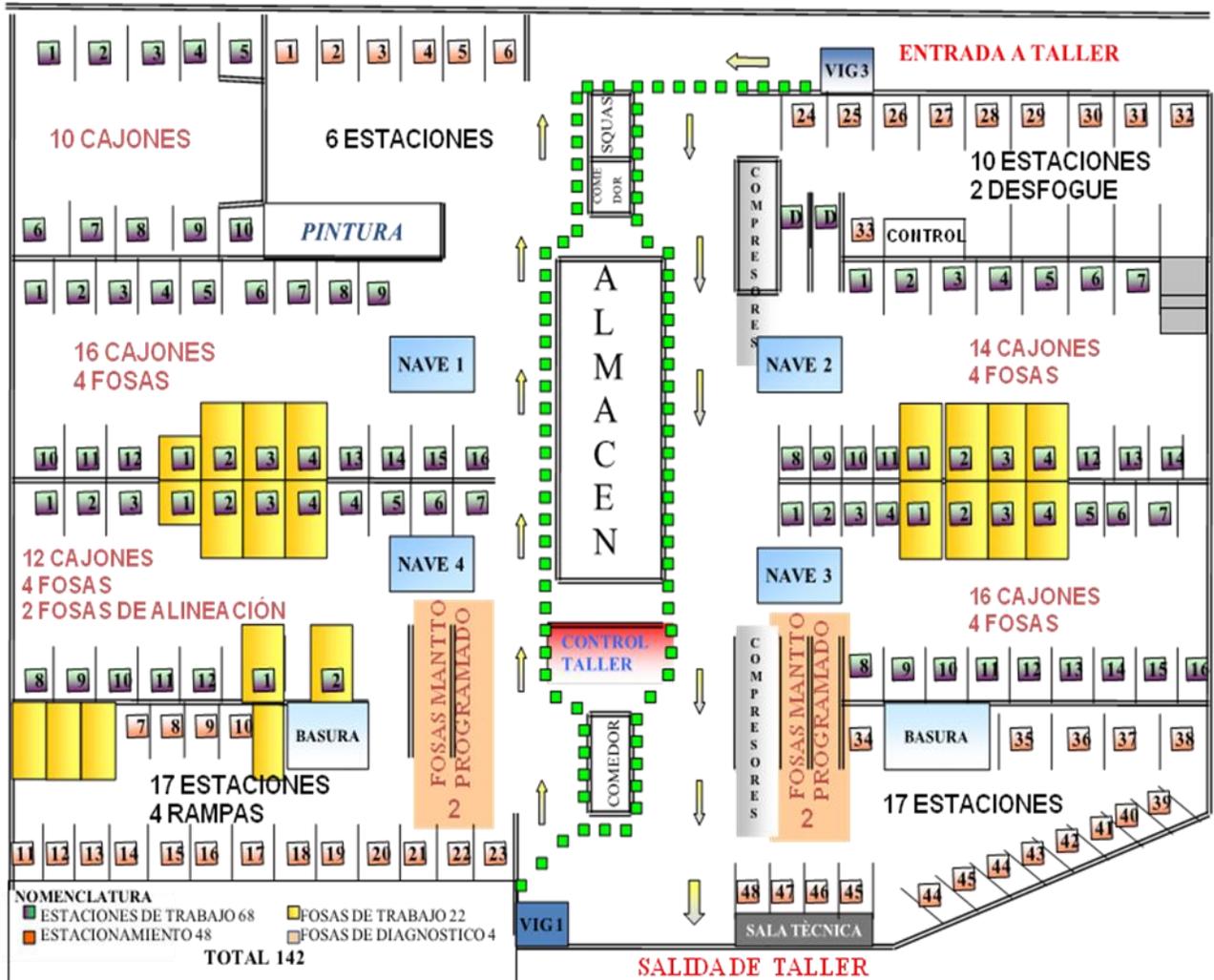


Imagen 1.2 Lay-out de un Taller de Mantenimiento

Como se puede apreciar en la imagen, el acceso a este taller se puede realizar por medio de dos entradas diferentes, ingresando los autobuses por la caseta de

vigilancia No. 3, y los automóviles de los gerentes, en la caseta de vigilancia no. 1. El personal puede ingresar por cualquiera de las puertas de acceso mencionadas.

Este diseño de entradas permite que no exista un congestionamiento mayor a la hora de ingreso de las unidades.

Siguiendo el recorrido de un autobús, luego de entrar al taller, se encuentra con un área de estacionamiento para autobuses de guardia y el área de vestiduras y desfogue.

A continuación se localizan las naves 2 y 3, en las cuales trabajan los grupos mecánicos de Motor 1 y 2, de Transmisión 1 y 2, y en el caso de la nave 3, la Fosa de servicio no. 2. Cerca de la nave 3 se encuentra el área de depósito de basura, así como de estacionamiento de autobuses y de almacenamiento de llantas.

Frente de esta zona se encuentra la sala técnica, lugar donde se juntan los gerentes y trabajadores para realizar juntas o pláticas. A un costado de esta sala se encuentra el estacionamiento de jefes y gerentes.

Continuando el recorrido, se encuentra en el centro un comedor y el área de control, donde se dan las órdenes de trabajo para brindar el servicio de mantenimiento de los autobuses.

Frente del área de control, se encuentra el almacén, mostrando uno de los despachos de atención a mecánicos y el área de recepción de materiales.

Del lado izquierdo se encuentra la nave 4, donde se encuentra la Fosa de servicio no. 1, y los grupos mecánicos de Llantas, Suspensión y Tacografía.

Siguiendo el recorrido, se encuentra la nave 1, donde trabajan los grupos mecánicos de Hojalatería y Aire Acondicionado. Detrás de esta nave, se localizan las áreas de Pintura y de Eléctrico.

Terminando el recorrido, se encuentra un segundo comedor, para volver a llegar a la caseta no. 3. Para abandonar el taller, el autobús debe de salir por la caseta no. 1.

Cabe resaltar que los trabajos se rigen bajo la norma ISO 9001:2008. Por ejemplo:

- En lo que se refiere al enfoque basado en procesos, la norma ISO 9001:2008 cita que: “Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que determinar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad ó un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso.”<sup>1</sup>

En este caso, los trabajos se manejan como procesos, como entrada, inspección, los trabajos de reparación, etc.

- Control de documentos (4.2.3) y control de los registros (4.2.4).
- Ambiente de trabajo (6.4).
- Enfoque al cliente (5.2).
- Mejora continua (8.5.1).

Se puede decir que el presente estudio está ligado casi por completo a estos 3 últimos puntos, ya que, primeramente, se llevó a cabo un análisis de trabajo para poder cumplir con las necesidades actuales y futuras del cliente. Para llevarlo a acabo, se trabaja con la mejora continua, para así incrementar la satisfacción de clientes y partes interesadas (Dirección, Compras, etc.). En cuanto al ambiente de trabajo, se revisó que cumplieran con la norma, permitiendo que los almacenistas llevaran a cabo sus actividades sin contratiempos.

Nota.- El término “ambiente de trabajo” se refiere a aquellas condiciones bajo las cuales se realiza el trabajo, incluyendo factores físicos, ambientales y de otro tipo (ruido, temperatura, humedad, iluminación).

1.- ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos

# *CAPÍTULO 2*

## *ESTUDIO DE TIEMPOS*

### *2.1 DEFINICIÓN*

Se puede definir al estudio de movimientos y tiempos como:

*La aplicación de técnicas diseñadas para determinar el tiempo en que un obrero calificado debe realizar determinada tarea a un nivel definido de rendimiento.*

Se utiliza esta clase de estudio para determinar el tiempo requerido por una persona calificada, trabajando a una marcha normal, para realizar un trabajo específico. Hay que tener en cuenta que mientras el estudio de movimientos es, en gran parte, análisis, el estudio de tiempos analiza mediciones. El estudio de tiempos se utiliza para medir el trabajo y su resultado es el tiempo en minutos que necesitará una persona adecuada a la tarea, e instruida en el método específico, para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal.

El estudio de movimientos y tiempos es el análisis de los métodos de trabajo con el fin de:

- 1) Desarrollar el método y el sistema mejores, generalmente los de coste mínimo
- 2) Normalizar dicho sistema y método
- 3) Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada, y convenientemente adiestrada, realice cierta tarea u operación, trabajando a marcha normal
- 4) Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método

1. *Desarrollo del método mejor. Estudio de métodos.* - Al proyectar un proceso de fabricación, debe tenerse en cuenta el conjunto del sistema, así como cada operación individual que deba formar parte del mismo. Para ello se emplea el método general de resolución de problemas:

- a) *Definición del problema.* - Se prepara una exposición general del objetivo a conseguir, es decir, se formula el problema.
- b) *Análisis del problema.* - Se obtienen los datos determinando las especificaciones, restricciones y se describe el método actual, si la actividad se está ya realizando.
- c) *Búsqueda de las posibles soluciones.* - Se ensaya el método de eliminación, utilizando listas de control y aplicando los principios de economía de movimientos y se emplea imaginación creadora.

- d) *Valoración de las diversas soluciones posibles.*- Se determina la mejor solución, que puede ser el método que dé el coste mínimo o requiera menos capital, el método que permita fabricar el producto en el menor plazo ó el método que dé la calidad óptima ó el mínimo desperdicio de material.
- e) *Recomendaciones para la puesta en práctica.*- Se prepara un informe escrito y se expone verbalmente, teniendo a mano todos los datos necesarios y previendo las posibles preguntas y objeciones.

El objetivo es concebir un sistema, una secuencia de operaciones y procedimientos que conduzcan a la mejor solución.

*2.- Normalización de la operación. Hoja de instrucciones normalizadas.*- Una vez determinado el mejor método de hacer un trabajo, se ha de proceder a su normalización. Generalmente, el trabajo se descompone en operaciones o tarea específicas, que se describen detalladamente. La forma más común de mantener las normas es una hoja de instrucciones normalizadas en las que se registran detalladamente la operación y las especificaciones para ejecutar el trabajo.

*3.- Determinación del tiempo tipo. Medida del trabajo.*- El estudio de movimientos y tiempos puede utilizarse para determinar el número de minutos que debe tardar una persona calificada, convenientemente adiestrada y experimentada, en ejecutar una determinada operación o tarea, cuando trabaja a un ritmo normal. Este tiempo tipo puede ser empleado en la planificación y programación del trabajo, en la estimación de costos ó en el control de costos de mano de obra, ó servir de base a un plan de primas sobre el salario. El método más común de medir un trabajo manual es el estudio de tiempos con cronómetro. La operación que se ha de estudiar se divide en elementos pequeños, y cada uno de ellos se cronometra con exactitud. Para cada uno de dichos elementos se encuentra un valor de tiempo representativo seleccionado, y se suman todos estos valores a fin de obtener el tiempo total elegido para ejecutar la operación. El observador del estudio de tiempos valora la velocidad desarrollada por el operario durante el estudio y luego corrige el tiempo elegido mediante este factor de valoración, a fin de que un operario calificado, trabajando a ritmo normal, pueda hacer el trabajo con facilidad en el tiempo especificado. A este tiempo corregido se le conoce con el nombre de *tiempo normal*, al cual se le añaden los suplementos por necesidades personales, fatiga y esperas, cuya suma total es el tiempo tipo del trabajo.

*4.-Adiestramiento del operario.*- El estudio cuidadoso de un método para realizar un trabajo es de poco valor a no ser que pueda llevarse a cabo. Es necesario enseñar al operario a realizar el trabajo en la forma prescrita.

## ***2.2 TIPOS DE ESTUDIO***

Basándose en estos puntos, el estudio de tiempos y movimientos se divide en 4 partes; sin embargo, hay 2 partes principales que son:

- *Estudio de movimientos ó estudio de métodos*, para hallar el mejor procedimiento de realizar un trabajo.
- *Estudio de tiempos ó medida del trabajo*, para determinar el tiempo tipo de una tarea concreta.

El estudio de tiempos, iniciado por Taylor, se utilizó primordialmente para determinar los tiempos tipo, y el estudio de movimientos, debido a los Gilbreth, se empleó en gran parte para el perfeccionamiento de los métodos.

En la actualidad, existe una tendencia concreta a considerar el término *estudio del trabajo* como sinónimo de estudio de movimientos, y el de *medida del trabajo* como equivalente al estudio de tiempos.

### *Estudio de tiempos por Taylor*

Está generalmente admitido que el estudio de tiempos tuvo sus comienzos en el taller mecánico de la Midvale Steel Company, en 1881, y que Frederick W. Taylor fue su creador. La definición y explicación que da Taylor del estudio de los tiempos es como sigue:

“El estudio de tiempos es, de los elementos de organización científica del trabajo, el que hace posible la “transmisión de conocimientos desde la dirección a los hombres”... El estudio de tiempos se realiza en 2 amplias fases: la primera comprende un trabajo analítico y la segunda uno constructivo”.

De la definición anterior se deduce que Taylor hizo algún uso del estudio de movimientos, como una parte de su técnica del estudio de tiempos. Sin embargo, se preocupó más de los materiales, las herramientas y las instalaciones en relación con el perfeccionamiento de los métodos. Queda para los Gilbreth el desarrollo del estudio de los movimientos, tal como lo conocemos en la actualidad.

### *Estudio de movimientos por los Gilbreth*

El estudio de movimientos no puede ser discutido sin hacer constante referencia al trabajo realizado por Frank B. Gilbreth y su esposa, Lillian M. Gilbreth.

Mistress Gilbreth, con sus conocimientos psicológicos, y Mister Gilbreth, con su formación en ingeniería, se complementaron de un modo único para llevar a cabo un trabajo en el que está incluida la comprensión del factor humano, tanto como el conocimiento de los materiales, herramientas e instalación.

## ***2.3 HERRAMIENTAS Y DESARROLLO DE UN ESTUDIO***

### ***2.3.1 Procedimiento General de Resolución de Problemas***

Una parte muy importante del estudio de movimientos y tiempos es la elaboración del método a seguir para realizar una operación cuándo se va a fabricar un nuevo producto ó cuando se trata de mejorar un método ya existente. Puesto que el estudio y elaboración de métodos es una forma creadora de resolución de problemas, conviene presentar con algún detalle el procedimiento general de resolución de problemas, que se divide en:

*1.- Definición del problema.*- Aunque decimos que la definición o formulación del problema es el primer paso para su resolución, frecuentemente está precedido por la necesidad de reconocer la existencia misma del problema. En muchos casos, no es fácil precisar con exactitud dónde reside realmente el problema; sin embargo, éste debe localizarse y exponerse claramente.

El siguiente formato muestra el contenido y pasos a seguir para la definición del problema:

HOJA DE ESTUDIO DE METODOS

*Definición del problema:* Exposición general del objetivo; formulación del problema.

- a) Criterios. Medios de juzgar el éxito de la solución del problema.
- b) Exigencias de la producción: 1) máxima producción diaria; 2) variaciones estacionales; 3) volumen anual; 4) vida esperada del producto: forma de la curva representativa.
- c) Fecha de terminación. Tiempo disponible: 1) para estudio; 2) para instalación y pruebas, y 3) para alcanzar la plena producción.

Algunas veces es conveniente dividir el problema en subproblemas, o determinar si el problema que se considera constituye una parte de otro mayor. Puede ser necesario volver atrás y examinar las actividades que preceden a la operación en estudio o, posiblemente, las actividades que la siguen. Aún cuando en las primeras etapas del procedimiento de resolución es conveniente que el problema haya sido formulado en términos generales, suele resultar más difícil resolver un problema complejo que uno simple.

*2.- Análisis del problema.*- La formulación del problema puede dar como resultado una declaración o definición general. A continuación, es necesario obtener datos:

discriminar los hechos y determinar hasta qué puntos son aplicables al problema. Desde luego, puede ocurrir que quien realiza el estudio posea ya considerables conocimientos sobre la materia y busque información adicional. La valoración de los hechos no debe hacerse durante el período de análisis. En este procedimiento de resolución de problemas ha de diferirse el juicio crítico hasta el momento final.

Al comienzo, conviene establecer los criterios de valoración de las diversas soluciones del problema, que puede ser la que dé el mínimo coste de mano de obra, el menor coste total o mínima inversión de capital, la que requiera menor espacio o logre la máxima utilización de los materiales, o la que utilice la menor cantidad de personal.

Deben conocerse las especificaciones ó restricciones que afecten al problema. En algunos casos, las restricciones son flexibles; en otros, a medida que se avanza en la resolución del problema, puede ser necesario imponer limitaciones específicas. En cada fase del proceso de resolución surgen consideraciones de las restricciones. Sin embargo, éstas deben examinarse con gran cuidado, pues en algunos casos son ficticias ó imaginarias, debiendo tenerse únicamente en cuenta las restricciones reales.

El realizador del estudio también debe tener información acerca de la importancia de la empresa, el volumen de producto a fabricar, el número de obreros empleados en la actividad y la vida probable del proyecto. Es importante una programación del tiempo. Hay que saber de cuánto tiempo se dispone para resolver el problema y, si se trata de un problema de producción, el tiempo disponible para llevar a la práctica el procedimiento y para conseguir la producción especificada de un artículo de buena calidad.

#### HOJA DE ESTUDIO DE METODOS

*Análisis del problema.* (En esta fase no ha de hacerse ninguna valoración.)

- a) Especificaciones o restricciones, incluyendo cualquier límite de gastos en capital original.
- b) Descripción del método actual, si la operación se está realizando ya. Puede incluir: 1) Diagramas del proceso; 2) diagramas de recorrido; 3) diagramas de frecuencia de paradas; 4) diagramas hombre-máquina; 5) diagramas de operación, y 6) simogramas.
- c) Determinación de las actividades que puede hacer mejor el operario, de las que pueda hacer mejor la máquina, y relaciones entre el operario y la máquina.
- d) Nuevo examen del problema. Determinación de subproblemas.
- e) Nuevo examen de los criterios.

**3.- Búsqueda de las posibles soluciones.**- Es evidente que el objetivo básico será encontrar la solución preferible, ajustada a los criterios y especificaciones

establecidos. Cabe esperar que se encuentren varias soluciones, y entre ellas habrá que elegir la preferible.

La primera pregunta que nos hacemos es: ¿Cuál es la causa básica de que haya surgido este problema? Si pudiera eliminarse, ya no existiría el problema.

*4.- Valoración de las diversas soluciones posibles.* - Cuando ya se ha acumulado un gran número de ideas relacionadas con el problema. Algunas de ellas pueden eliminarse rápidamente, y las restantes hay que considerarlas con mayor atención. Puede hacerse un examen a fin de determinar en qué medida se ajusta cada solución a los criterios elegidos y a las especificaciones originales.

Cuando se realiza un estudio de métodos, puede afirmarse que no hay una solución exacta, sino que, en general, existen varias soluciones posibles. Hay frecuentemente factores de enjuiciamiento que deben tenerse en cuenta, además de las valoraciones cuantitativas, para llegar a la solución preferible. Aunque todas y cada una de las soluciones posibles satisfagan los criterios establecidos, pueden resultar preferibles otras soluciones en el caso de que cambie alguna restricción ó especificación. Con frecuencia es deseable seleccionar tres soluciones:

- 1) La solución ideal
- 2) La que sea preferible para aplicación inmediata
- 3) Otra que pueda emplearse en el futuro ó en condiciones diferentes.

La valoración de la solución preferible exige una cuidadosa consideración de las dificultades que puedan encontrarse en el futuro, como tiempo, costo de mantenimiento, y reparación de las instalaciones, el ajuste a amplias variaciones en el producto o en sus dimensiones y los efectos del desgaste y averías de la maquinaria sobre la calidad del producto y la obsolescencia de la maquinaria. Tampoco pueden descuidarse los aspectos humanos. Cabe mencionar que el éxito del método elegido dependerá de que el jefe de la sección o departamento de inspección lo apruebe plenamente o sea vetado. Por ello, la solución recomendada puede ser, más que la solución ideal, la que presente mayores probabilidades de ser aceptada y de llevarse a la práctica.

*5.- Recomendaciones para la puesta en práctica.* - En muchos casos, la persona que resuelve el problema no es la misma que llevará a la práctica la solución recomendada, ni que dará el visto bueno para su aprobación. Por ello, una vez encontrada la solución preferible, hay que comunicarla a diversas personas, siendo la forma más corriente el informe, verbal o escrito, cuya presentación constituye el paso final del procedimiento de resolución de problemas. En algunos casos es necesaria una presentación cuidadosa y metódica, incluyendo gráficos, diagramas, fotografías, modelos tridimensionales o maquetas. En cualquier caso, debe de hacerse de manera lógica y directa, fácil de seguir y comprender, indicando la fuente de todos los dato y explicando claramente cualquier supuesto.

El ciclo completo puede incluir un control para tener la seguridad de que la solución propuesta se lleva efectivamente a cabo. Puede hacerse de cuando en cuando una revisión o comprobación para determinar qué dificultades se encuentran, ya que es deseable saber si el método produce realmente los resultados que se preveían al proponerlo. Finalmente, una nueva evaluación o estudio del método puede ofrecer otras posibilidades de mejora con la cual se repite el ciclo de resolución de problemas.

### ***2.3.2 Equipo y Herramientas Necesarios***

En la actualidad, el estudio de tiempos con cronómetro es el método de medida del trabajo que se emplea con más frecuencia. No obstante, existe un lugar bien definido para el uso de los tiempos tipo establecidos mediante datos elementales, tiempos predeterminados y muestreo de trabajo.

El equipo mínimo para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos, calculadora de bolsillo y lápiz o bolígrafo.

Ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

Como se observa, el equipo necesario para el estudio de tiempos o medición del trabajo no es tan elaborado ni tan costoso como el que se requiere para el estudio de micromovimientos. En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básico para el éxito y no el equipo utilizado.

#### *Cronómetros*

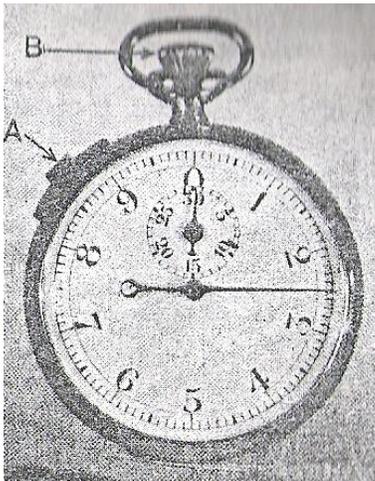
Aunque el estudio de tiempos con cronómetro ha tenido su mayor uso en la determinación de tiempos tipo en relación con los sistemas de primas por rendimiento, se le utiliza en la actualidad para una serie de fines diferentes. El estudio de tiempos con cronómetro puede emplearse para:

1. Determinar programas y planificar el trabajo
2. Determinar costos tipo y ayudar en la preparación de presupuestos.
3. Estimar los costos de un producto previamente a su fabricación. Esta información es valiosa para la preparación de ofertas y para la determinación de precios de venta.
4. Determinar la eficacia de las máquinas, número de éstas que puede manejar una persona, número de personas necesarias en un grupo o cuadrilla y para ayudar a equilibrar las líneas de montaje y el trabajo realizado en transportador.
5. Determinar tiempos tipo que han de utilizarse como base para la aplicación de un sistema de primas por rendimiento a la mano de obra directa.

6. Determinar tiempos tipo que se han de utilizar como base para el pago de la mano de obra indirecta, como transportistas e instaladores.
7. Determinar tiempos tipo que servirán de base para el control de coste de la mano de obra.

Cronómetros decimales.- El cronómetro es el instrumento que más se emplea para la medida del tiempo. Los dos únicos tipos de cronómetro utilizados en el estudio de tiempos son el decimal de minuto y el decimal de hora, aunque el primero se utiliza más que el segundo.

El cronómetro decimal de minuto tiene la esfera dividida en 100 espacios iguales, cada uno de los cuales representa 0.01 minutos; la manecilla grande da una vuelta completa por minuto. El reloj tiene una esfera pequeña dividida en 30 espacios, cada uno de los cuales representa un minuto, y en la que la manecilla da una vuelta en 30 minutos. Las manecillas del reloj se manejan mediante la corredera A y el vástago de dar vuelta B, mostrados en la figura.



*Cronómetros decimales.*

La puesta en marcha y parada del cronómetro se regulan mediante la corredera. Se puede parar la manecilla en una posición cualquiera y luego hacerla reanudar la marcha desde esa posición. Oprimiendo la parte superior del vástago B vuelve la manecilla a cero, pero comienzan a andar inmediatamente después de soltar el vástago. Se puede mantener en 0 la manecilla conservando oprimido el vástago o empujando la corredera A en dirección opuesta al vástago.

El cronómetro decimal de hora es como el decimal de minuto, tanto en diseño como en funcionamiento. Pero tiene la esfera dividida en 100 partes iguales, cada una de las cuales representa 0.0001 horas y la manecilla da 100 revoluciones por hora. La esfera pequeña está dividida en 30 espacios, cada uno de los cuales representa 0.01 horas y la manecilla da 3 1/3 vueltas por hora. La principal ventaja de este cronómetro consiste en que las lecturas se hacen directamente en fracciones de hora, que es la unidad común de medida de tiempo en la industria.

Su principal desventaja radica en que es más difícil manejar cuatro cifras decimales que dos. Esto se hace más evidente cuando se registran los datos del cronómetro en las hojas de observación.

El cronómetro fraccionado en segundos no es recomendable y se utiliza poco en los trabajos de estudio de tiempos.

Cronómetros electrónicos.- Se dispone actualmente de cronómetros totalmente electrónicos, y éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de  $\pm 0.002\%$ . Pesan unos 0.20 kilogramos y aproximadamente son de unos 10 cm de largo por 8 cm de ancho y 4 cm de grueso. Permiten cronometrar cualquier número de elementos y medir también el tiempo total transcurrido. Por lo tanto, proporcionan todas las ventajas de un estudio con cronómetros con regresos a cero y ninguna de sus desventajas. Operan con baterías recargables, que normalmente deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo.

La única desventaja, además del costo, es cierta dificultad al leer lo desplegado en el cronómetro electrónico del tipo LED en estudios realizados bajo luz de día brillante, o al sol. Los cronómetros del tipo "sunlight" son cronómetros electrónicos LCD diseñados para el estudio de tiempos a la intemperie y bajo sol brillante.



*Cronómetro digital.*

### *La cámara tomavistas*

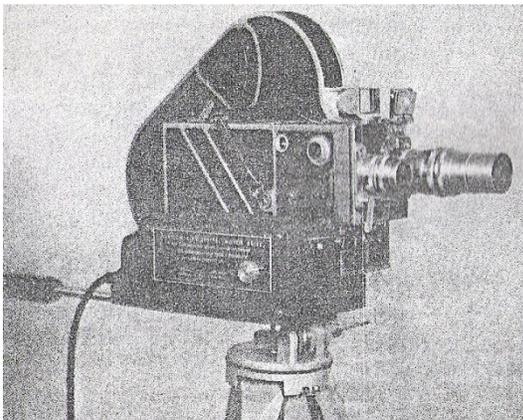
El tiempo para los elementos de una operación puede obtenerse de una película de la operación, tomada con una cámara tomavistas, accionada por motor síncrono de velocidad conocida o colocando un microcronómetro en el campo de la cámara al impresionar la película.

La velocidad de la cámara utilizada con más frecuencia es de 1000 vistas por minuto, lo que permite la medida del tiempo en milésimas de minuto. La película de una operación es a la vez registro permanente del método utilizado y del tiempo de cada elemento de la operación. Incluso puede proyectarse la película a la velocidad exacta a la que se tomó, lo que permite una comprobación a la actuación del operario. En otras palabras, se puede valorar la velocidad del operario, esto es, relacionarla con la actuación tipo.

Después, pueden emplearse cámaras de velocidades superiores a 1000 imágenes por minuto, así como también dispositivos para tomar 50 ó 100 imágenes por minuto.

### *Máquina de registro de tiempos*

Durante unos años se han utilizado en Estados Unidos y en otros países, máquinas para registrar el tiempo sobre una cinta de papel, que se mueve a una velocidad uniforme. La máquina de registro de tiempos consiste en una caja pequeña, por la cual pasa una cinta de papel, movida por un motor eléctrico, a una velocidad uniforme de 25.4 cm por minuto. La cinta lleva impresa una escala en cuartos de centímetro, por lo que una división equivale a 0.01 minutos. La máquina tiene 2 teclas que, al ser pulsadas, hacen una marca en la cinta. El comienzo de un elemento se registra generalmente pulsando ambas teclas y el final del elemento pulsando una solamente. Se necesita también disponer de circuitos eléctricos cuyo voltaje sea adecuado para el motor de la máquina registradora. Ésta se puede utilizar en lugar del cronómetro, y permite al analista medir elementos más cortos de los que podría obtener con un cronómetro.

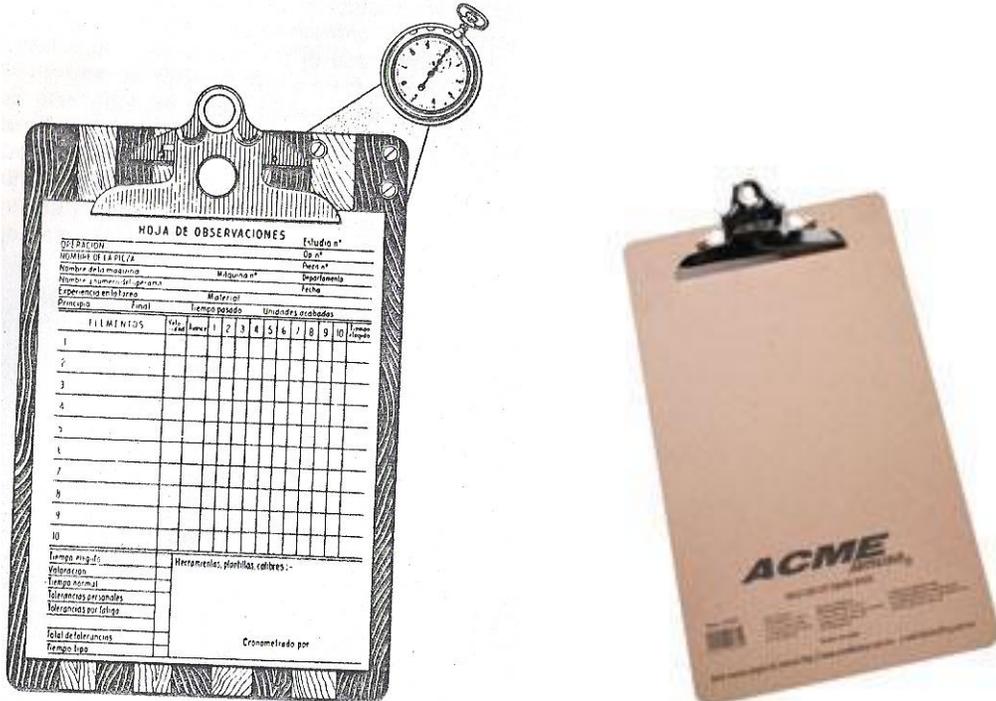


*Tipos de cámaras de registro de tiempos*

### *Tablero de observación*

Para sostener el papel y el cronómetro se utiliza un tablero de poco peso y ligeramente mayor que la hoja de observación. Hay muchas disposiciones diferentes; pero lo mejor parece ser montar rígidamente el reloj en cualquier sitio

cerca del ángulo superior derecho del tablero y sujetar las hojas de observación mediante una pinza situada a un lado o en la parte superior del tablero. La forma del tablero de observación utilizada se muestra en la siguiente figura:



*Tableros de observación de madera.*

Como en la mayor parte de los casos, el analista ha de registrar los datos estando de pie, es preferible tener dispuesto el reloj y las hojas de la forma más conveniente posible.

Cuando se está realizando el estudio con cronómetro, el observador debe sujetar el tablero contra su cuerpo y su brazo izquierdo, de forma que pueda manejar el cronómetro con el pulgar y el dedo índice de la mano izquierda, dejando la mano derecha libre para registrar los datos.

Estando en pie en la posición correcta para el trabajo que se observa y sosteniendo el tablero de forma que la esfera del reloj quede dentro de la línea de visión, el observador puede concentrarse más fácilmente sobre las 3 cosas que piden su atención, esto es, el operario, el reloj y la hoja de observación.

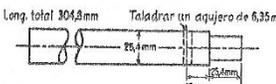
### *Hoja de observación*

La hoja de observación es un impreso, con los espacios necesarios para anotar la información deseada sobre la operación que se estudia. Esta información incluye generalmente una descripción detallada de la operación, nombre del operario, nombre del observador del estudio de tiempos, fecha y lugar del estudio. El

impreso también ofrece espacio para anotar las lecturas del cronómetro para cada elemento de la operación, registrar las valoraciones de la actuación del operario y para cálculos. Se puede dejar un espacio para hacer un esquema del lugar de trabajo, ó un dibujo de la pieza y para las especificaciones del material, plantilla, calibres y herramientas.

Las hojas de observación difieren grandemente en cuanto a tamaño y disposición, aunque se utiliza mucho la de 216 por 280 mm, especialmente por la facilidad de encuadernación y archivo.

Algunas empresas han considerado conveniente adjuntar a la hoja de observaciones una hoja de cálculos separada y una hoja conteniendo una descripción más completa de cada elemento.

HOJA DE OBSERVACION															
HOJA 1 DE 1 HOJAS						FECHA 30-1-48									
OPERACION: Taladrado 635mm						OPERACION N° D-20									
NOMBRE PIEZA: Eje de motor						PIEZA N° MS-267									
NOMBRE DE LA MAQUINA: Avej						MAQUINA N° 2174									
NOMBRE Y N° DEL OPERARIO: S.K. Adams 1347						VARON <input checked="" type="checkbox"/> HEMBRA <input type="checkbox"/>									
EXPERIENCIA EN LA TAREA: 18 meses en taladro						MATERIAL SAE 2315									
CAPATAZ: H. Miller						DEPARTAMENTO N° DL 21									
PRINCIPIO 10:15	FINAL 10:58	TIEMPO TRANSCURRIDO 23	UNIDADES TERMINADAS 20	TIEMPO REAL POR 100:115	N° DE MAQUINAS ATENDIDAS: 1										
ELEMENTOS		VELOCIDAD	AVANCE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO LEGIDO	
1. Coger pieza y colocarla en la plantilla				T 0.12	0.11	0.12	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.14	0.12		
				L 0.12	0.29	0.39	0.54	0.66	0.77	0.92	8.01	14	0.32		
2. Apretar el tornillo de sujeción				T 0.13	0.12	0.12	0.14	0.11	0.12	0.12	0.18	0.12	0.11		
				L 0.25	0.41	0.51	0.68	0.77	0.89	7.04	0.14	0.26	0.49		
3. Avanzar la broca al trabajo				T 0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04		
				L 0.30	0.45	0.55	0.72	0.82	0.93	0.08	0.18	0.29	0.47		
4. Taladrar un agujero de 635mm		980	H	T 0.57	0.54	0.56	0.51	0.54	0.58	0.52	0.59	0.59	0.56		
				L 0.87	0.99	3.11	4.23	5.36	6.51	0.60	0.71	0.88	11.03		
5. Levantar la broca del agujero				T 0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03		
				L 0.91	2.02	0.14	0.26	0.39	0.54	0.63	0.74	0.92	0.06		
6. Aflojar el tornillo de apriete				T 0.06	0.06	0.07	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08		
				L 0.97	0.08	0.21	0.32	0.45	0.60	0.69	0.80	0.99	0.14		
7. Sacar la pieza de la plantilla				T 0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	0.07		
				L 1.05	0.17	0.29	0.40	0.54	0.66	0.78	0.88	0.08	0.21		
8. Soplar las virutas				T 0.13	0.10	0.12	0.14	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11		
				L 0.18	0.27	0.41	0.54	0.67	0.80	0.89	5.00	0.20	0.32		
9.				T											
				L											
10.		(1)		T 0.12	0.11	0.13	0.14	0.12	0.12	0.11	0.13	0.12	0.12	0.12	
				L 11.44	0.56	0.69	0.82	0.87	17.01	18.09	0.21	0.31	0.42		
11.		(2)		T 0.12	0.14	0.12	0.11	0.12	0.10	0.13	0.15	0.12	0.11	0.12	
				L 0.56	0.70	0.81	0.93	0.99	0.11	0.22	0.36	0.43	0.53		
12.		(3)		T 0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
				L 0.40	0.74	0.85	0.96	16.02	0.15	0.26	0.40	0.47	0.57		
13.		(4)		T 0.54	0.53	0.55	0.52	0.57	0.54	0.50	0.53	0.55	0.54	0.54	
				L 12.14	13.27	14.40	15.48	0.60	0.69	0.76	0.93	21.02	22.11		
14.		(5)		T 0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
				L 0.17	0.30	0.43	0.51	0.63	0.72	0.79	0.96	0.05	0.14		
15.		(6)		T 0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	
				L 0.23	0.36	0.49	0.58	0.69	0.77	0.85	20.02	0.10	0.20		
16.		(7)		T 0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07	0.08	0.06	0.08	0.08	0.08	
				L 0.31	0.44	0.58	0.66	0.77	0.84	0.93	0.68	0.18	0.28		
17.		(8)		T 0.14	0.12	0.10	0.09	0.12	0.14	0.15	0.11	0.12	0.12	0.12	
				L 0.45	0.56	0.68	0.75	0.89	0.99	19.08	0.19	0.30	22.40		
18.				T										1.11	
				L											
TIEMPO LEGIDO	1.11	VALORACION	100%	TIEMPO NORMAL	1.11	TOTAL DE LOS SUPLEMENTOS	5%	TIEMPO TIPO	1.17						
Long. total 304.8mm Taladrar un agujero de 635mm				HERRAMIENTAS, PLANTILLAS, CALIBRES; Plantilla n° D-12-33				Usar broca de 635mm diámetro				Avance a mano			
				Usar aceite S-4				CRONOMETRADO POR J. B. M.							

Hoja de observaciones.

### *Otro equipo*

Cuando se estudian operaciones con máquinas-herramientas, se necesita un indicador de velocidades o un tacómetro. Conviene siempre que el analista compruebe las velocidades y avances al hacer un estudio de tiempos con cronómetro, aunque la máquina tenga una tabla en la que se dé esta información para cada situación de las palancas de velocidad y avance.

Se recomienda a todo analista de estudio de tiempo y movimientos el uso de una regla de cálculo corriente, como ayuda valiosa y economizadora de tiempo. Pueden comprarse o construirse reglas de cálculo especiales y utilizarlas provechosamente en ciertas clases de trabajo.

### ***2.3.3 Realización del estudio de tiempos***

El procedimiento exacto de hacer un estudio de tiempos con cronómetro puede variar algo, según sea el tipo de la operación que se estudia y el uso que ha de hacerse de los datos obtenidos. No obstante, por lo general, se requiere dar los 8 pasos siguientes:

1. Obtener y registrar información sobre la operación y operario que se estudia.
2. Dividir la operación en elementos y anotar una descripción completa del método.
3. Observar y registrar el tiempo empleado por el operario.
4. Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse.
5. Valorar la actuación del operario.
6. Comprobar que se ha cronometrado un número suficiente de ciclos.
7. Determinar los suplementos.
8. Determinar el tiempo tipo para la operación.

### *Petición del estudio de tiempos*

No se hace un estudio de tiempos a no ser que lo pida una persona autorizada. Por lo general, es el encargado de taller el que pide que se haga un estudio de tiempos, aunque lo pueden solicitar otros miembros de la empresa, como el director de la fábrica, el ingeniero jefe, el inspector de control de producción o el jefe de contabilidad de costes.

Si se ha de establecer un tiempo tipo para una nueva tarea, con el fin de implantar un sistema de primas, el encargado es el responsable, en la mayor parte de las fábricas, de comprobar que se está haciendo la operación satisfactoriamente antes de pedir que se haga el estudio. Ha de ver, igualmente, que los operarios han aprendido bien la tarea y que están siguiendo el método prescrito. De antemano, el encargado debe avisar a los operarios de que se va a hacer un estudio de tiempos, manifestando, a la vez, los fines que se persiguen.

Después de que el departamento de estudio de tiempos ha recibido la petición de que se haga un estudio y se haya nombrado al analista que lo va a realizar, este debe ver la operación junto con el encargado. Mientras examinan los elementos que la integran, el analista debe formularse la pregunta ¿Está esta operación dispuesta para el estudio de tiempos?

No será correcto el tiempo tipo establecido para una tarea si se ha cambiado el método de realizar ésta, si los materiales no están de acuerdo con las especificaciones o si otras condiciones del trabajo son diferentes a las que había en el momento en que se hizo el estudio de tiempos original. Por consiguiente, el observador de tiempos examina la operación que se pretende estudiar, con el fin de sugerir cualquier cambio que crea puede efectuarse antes de hacer el estudio.

Aunque es posible que el encargado haya preparado la tarea originalmente o comprobado el método con el ingeniero de procesos que la instaló, el analista de estudio de tiempos debe someter cada fase del trabajo a una serie de preguntas como las siguientes:

- A) ¿Puede aumentarse la velocidad o el avance de la máquina sin afectar la vida óptima de la herramienta o sin perjudicar la calidad del producto?
- B) Pueden hacerse cambios en el herramental para reducir el tiempo del ciclo?
- C) ¿Pueden aproximarse los materiales a la zona de trabajo para reducir el tiempo de manipulación?
- D) ¿Está funcionando correctamente el equipo y se está obteniendo un producto de calidad?
- E) ¿Se está ejecutando la operación con seguridad?

Se supone que el observador del estudio de tiempos estará instruido en el estudio de movimientos y que aplicará sus conocimientos en esta materia a la operación que está a punto de cronometrar. Antes de comenzar el estudio debe hacerse todos los cambios que deseen adoptar el encargado. Como es natural, el encargado decide la forma en que se ha de hacer la tarea; pero discutirá con el analista cada elemento de la operación y ambos se pondrán de acuerdo en que la operación está dispuesta para el estudio de tiempos.

Si se decidiera llevar a cabo un cambio grande en la operación y se requiriera un tiempo considerable para poner en marcha el método nuevo, podría ser conveniente hacer un estudio de tiempos del método actual y luego, una vez realizado su perfeccionamiento, estudiar la tarea otra vez y fijar un tiempo tipo nuevo. Si sólo se han de hacer cambios menores, es mejor realizarlos antes de comenzar el estudio de tiempos de la tarea.

### *2.3.3.1 Fases del estudio de tiempos*

A continuación se describen las fases de un estudio de tiempos, que pueden llevarse a cabo en el momento y sitio de ejecución de la operación. Estas fases son:

- Obtener y anotar la información necesaria
- Dividir la operación en subdivisiones o elementos
- Hacer una lista de elementos por su orden de ejecución
- Cronometrarlos y registrar las lecturas
- Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse
- Observar y anotar la velocidad o nivel de actuación del operario y
- Dibujar un esquema de la pieza y lugar de trabajo.

#### Registro de la información

Se ha de anotar cuidadosamente toda la información que aparece en la cabecera de la hoja de observación, punto importante, ya que los estudios realizados a la ligera ó incompletos son de poco valor.

El primer requisito está en anotar toda la información necesaria para la identificación. Un estudio puede quedar desprovisto prácticamente de valor como registro o como fuente de información para datos tipo y construcción de fórmulas al cabo de unos meses, porque la persona que hizo el estudio ha olvidado las circunstancias que lo rodeaban. Por lo general, la información necesaria sobre la operación, pieza, material, cliente, número de pedido, tamaño del lote, etc, puede obtenerse de la hoja de ruta, de la lista de materiales o del dibujo de la pieza.

Se debe dibujar un esquema de la pieza en la parte inferior de la hoja o en la parte superior si es que no hay un espacio acotado para este fin. También se debe incluir un esquema del lugar de trabajo, mostrando la posición del operario, emplazamiento de las herramientas plantillas y materiales. Deben darse las especificaciones de los materiales que se trabajan, así como registrar una descripción del equipo que se utiliza. Por lo general, basta con la marca, clase, tipo y tamaño de la máquina. Si la máquina posee un número de identificación, también se debe anotar. Se ha de hacer un registro exacto del número, tamaño y descripción de las herramientas, plantillas, calibres y dispositivos de fijación. Debe anotarse el nombre y el número del operario y el estudio de tiempos debe quedar firmado por el observador.

#### División de la operación en elementos y descripción del método

El tiempo tipo de una operación únicamente es válido para esa operación; por consiguiente, se ha de registrar, en la hoja de observación o en hojas adjuntas a la misma, una descripción detallada y completa del método. Esta descripción es de gran importancia, ya que en cualquier momento, después de fijada la norma para

la tarea, el departamento de estudio de tiempos puede ser requerido para determinar si el operario está ejecutando la tarea de la misma forma que cuando se hizo el estudio de tiempos. La información contenida en la hoja de observación es la descripción más completa del método que tiene el departamento de estudio de tiempos para hacer esta comprobación.

No resulta satisfactorio el cronometraje de la totalidad de la operación como si fuera un elemento y puede decirse que un estudio global no es sustitutivo del estudio de tiempos. Una parte esencial del estudio de tiempos es la división de la operación en elementos cortos para cronometrarlos por separado, por las siguientes razones:

- 1- Uno de los medios mejores para describir una operación es la de dividirla en elementos definidos y medurables y describir cada uno de éstos por separado. En una lista se ponen primero aquellos elementos de la operación que suceden con regularidad y luego se describen todos los demás elementos que forman parte de la tarea o actividad. A veces es preferible preparar una descripción detallada de la operación en una hoja adjunta a la de observación. Se pueden indicar específicamente los *puntos de inicio y final de cada elemento*. Con frecuencia e posible utilizar los elementos tomados del estudio de tiempos como *hoja de instrucciones normalizadas* de la operación. Esta lista de elementos puede servir también para el entrenamiento de los nuevos operarios.
- 2- Pueden determinarse tiempos tipo para los elementos de la tarea. Estos tiempos tipo elementales hacen posible determinar sintéticamente el tiempo total de la operación.
- 3- Un estudio de tiempos puede mostrar que se está tomando un tiempo excesivo para ejecutar ciertos elementos de la tarea o que se está gastando muy poco tiempo en otros elementos. Esto último ocurre a veces en los elementos de inspección. Además, el análisis de una operación por elementos puede mostrar ligeramente variaciones en el método, que no se detectarían tan fácilmente en un estudio global.
- 4- Un operario puede no trabajar a la misma marcha durante la totalidad del ciclo. El estudio de tiempos permite la aplicación de valores de actuación separados a cada elemento de la tarea.

Cuando se han de hacer estudios de tiempos de un producto nuevo o de un nuevo tipo de trabajo, debe hacerse un análisis cuidadoso de todas las posibles variables de trabajo. Es deseable establecer los tiempos tipo elementales tan pronto como sea posible y ello se puede conseguir más rápidamente si antes de hacer ningún estudio de tiempos se prepara un esquema general de las normas. Es sumamente importante preparar una definición normalizada de los elementos para que se puedan utilizar estos en todos los estudios de tiempos.

Todo trabajo puede dividirse en movimientos fundamentales de las manos o *therbligs*. Estas subdivisiones minúsculas son demasiado cortas para que puedan

medirse con un cronómetro; por consiguiente, se han de agrupar algunas de ellas en elementos con duración suficiente para ser cronometrados.

Al dividir una operación en elementos deben tenerse en cuenta las 3 reglas siguientes:

- a) Los elementos deben tener la duración más corta compatible con la posibilidad de ser cronometrados exactamente.
- b) Deben separarse los tiempos de manipulación de la máquina.
- c) Deben separarse los elementos constantes de los variables.

Deben separarse los elementos de un ciclo que son constantes de los que son variables. En el espacio correspondiente de la hoja de observación se debe registrar concisamente cada elemento, recomendándose el uso de los símbolos para representar los elementos que se repiten con frecuencia.

### Toma y registro de los datos

Los 3 métodos más comúnmente utilizados para leer un cronómetro son:

- Lectura continua
- Lectura repetitiva
- Lectura acumulativa

Los dos primeros tienen un uso más amplio que el último.

*Lectura continua.* - Es el método continuo de cronometraje, el observador pone en marcha el reloj al principio del primer elemento y lo deja funcionar continuamente durante el período de estudio. Las lecturas del reloj se anotan en la hoja de observación al final de cada elemento, a continuación del nombre o símbolo.

*Lectura repetitiva.* - En el método repetitivo, o de vuelta a cero, se hace retroceder las manecillas a cero al final de cada elemento. Al principio del primer elemento el observador pone a cero las manecillas pulsando el vástago del reloj. La manecilla avanza y comienza instantáneamente a medir el tiempo del primer elemento. Al final del primer elemento, el observador lee el reloj, hace retroceder a cero la manecilla y anota la lectura a continuación. De forma similar procede con el resto de los elementos. Con este método de cronometraje se obtiene el tiempo directo sin sustracciones y se registran directamente los datos del reloj en la hoja de observaciones.

La principal ventaja de este método repetitivo sobre el de lectura continua es que se hace visible el tiempo de cada elemento en la hoja de observación y el observador pueda darse cuenta de las variaciones mientras realiza el estudio.

*Lectura acumulativa.* - El método de cronometraje por acumulación permite la lectura directa de cada elemento mediante el uso de dos cronómetros. Se montan estos relojes junto al tablero de observación y se conectan mediante un juego de palancas, de forma que cuando se pone en marca el primer cronómetro, el segundo se para automáticamente. Cuando se pone en marcha el segundo reloj, el primero se para. Pueden hacerse volver las manecillas a cero inmediatamente después de la lectura, por lo que las sustracciones resultan innecesarias. De esta forma puede leerse el reloj con mucha mayor facilidad y exactitud, puesto que las manecillas no se mueven en el momento de realizar la lectura.

### Registro de las lecturas del cronómetro

Quizá parezca difícil a los no iniciados que el observador pueda realizar todo lo que se exige de él en una sucesión tan rápida, esto es, observar al operario, leer el cronómetro y anotar los datos en la hoja de observación; pero esto resulta más sencillo después de un poco de práctica.

Con frecuencia se oye un sonido bien diferenciado al principio y final de cada elemento. Estos ruidos ayudan al observador de tiempos a hacer sus lecturas, ya que aprende pronto a aprovecharlos.

Se ha de insistir en la necesidad de cronometrar cuidadosamente cada parte de la operación. Deben considerarse partes específicas de la operación, y cronometrarse como tales, los elementos *cambiar herramientas, soplar las virutas de la plantilla, mover las piezas acabadas, reemplazar la caja vacía, lubricar el troquel* y demás por el estilo. En el cronometraje de elementos que se suceden con poca frecuencia es necesario hacer un número suficiente de lecturas del reloj, y además, obtener datos en cuanto a la frecuencia de dichos elementos, a fin de prorratear el tiempo.

Cuando se presentan elementos extraños se deben cronometrar y anotar en la hoja de observación. Estos elementos, según su naturaleza, pueden incluirse o no en el tiempo tipo. Se entiende por elementos extraños aquellos que no suceden regularmente en el ciclo, tales como caída accidental de una llave o trozo de material, atirantamiento de la correa de una máquina, sustitución de una herramienta rota, etc.

### Número de ciclos que se han de cronometrar.

En general, es de esperar que el tiempo necesario para ejecutar los elementos de una operación varíe ligeramente de ciclo a ciclo. Aun cuando el operario trabaje con ritmo uniforme, no siempre realizará cada elemento de los ciclos consecutivos exactamente en el mismo tiempo, pudiendo deberse las variaciones a diferencias en la posición exacta de las piezas y herramientas empleadas, variaciones en la lectura del cronómetro y a posibles diferencias en la determinación de los puntos exactos en que se hace la lectura. Con materias primas altamente normalizadas, herramientas, equipo y condiciones de trabajo de mucha calidad y operarios bien

calificados y entrenados, no serán grandes las diferencias en las lecturas de cada elemento; pero, no obstante, aún habrá alguna variación.

El estudio de tiempos es un proceso de muestreo y, por consiguiente, cuanto mayor sea el número de ciclos cronometrados, más próximo estarán los resultados a la realidad de la actividad que se mida. La uniformidad en las lecturas del cronómetro es del mayor interés para el analista.

Cuanto mayor sea la variación en las lecturas de un elemento, mayor será el número de observaciones necesarias para obtener la precisión deseada.

### Valoración.

A medida que el observador realiza el estudio, determina también la valoración de la velocidad a la que está trabajando el operario. Para obtener una muestra representativa a la que pueda aplicarse la valoración de la velocidad, el observador necesita un número suficiente de lecturas. Posteriormente se aplicará el factor de valoración a este “tiempo representativo”, a fin de conocer el tiempo normal del elemento.

Existen diferentes “sistemas” o métodos para llegar a este factor de valoración, aunque todos dependen del buen juicio del observador de tiempos. Uno de los métodos más comunes es el de determinar un factor de valoración para la totalidad de la operación. El observador se concentra en la valoración de la velocidad al principio o al final del estudio, y posiblemente a intervalos durante el mismo. Su objeto es determinar el nivel medio de actuación del operario mientras se hace el estudio. Esta valoración se registra en la hoja de observaciones en forma de factor de valoración.

Otro método es determinar un factor de valoración para cada elemento de la operación, que es el plan más ampliamente utilizado en la actualidad. Un plan de valoración todavía más exacto requiere que el analista valore cada elemento en el momento de cronometrarlo y que lo anote en la hoja de observación cuando anota la lectura del cronómetro. Con este método se tendrá registrada una valoración por cada lectura del reloj. Aunque consecuente, este método es muy difícil para el observador de tiempos, que ha de valorar cada lectura de reloj, a no ser que los elementos sean bastante largos.

### Selección del operario que se ha de cronometrar

Si hay más de una persona que ejecuta la misma operación, el observador de tiempos puede cronometrar a una de ellas solamente o a varias. Si todos los operarios siguen el mismo método, esto es, el prescrito para la tarea, y hay una diferencia en las velocidades de trabajo de los mismos, es costumbre cronometrar al operario que trabaja a una marcha más próxima a la normal. Como se utiliza un factor de valoración para la velocidad del operario, teóricamente no hay diferencia si se cronometra al operario más lento o al más rápido. No obstante, se considera

más difícil valorar correctamente la actuación de un operario muy lento. No es deseable cronometrar a un principiante, porque pocas veces su método es igual al que se empleará cuando tenga más práctica en la tarea.

No ha de olvidarse tampoco la importancia de mantener la buena voluntad y cooperación del operario en el trabajo del estudio de movimientos y tiempos. Por razones psicológicas, es mejor cronometrar a un operario normal que al más rápido, puesto que los obreros, que no comprenden bien el proceso de valoración del operario, se inclinan a creer que se fijarán los tiempos tipo como consecuencia directa de la producción de la persona sometida a cronometraje. Si esta persona es la mejor en la tarea de que se trate, pueden pensar que el tiempo tipo será tan bajo que resultará difícil, si no imposible, que el operario medio se adapte a él.

#### *Etapas necesarias para hacer observaciones en un estudio de tiempos*

- 1.- Hablar con el encargado del departamento sobre la operación que se ha de cronometrar.
- 2.- Comprobar que se ha informado al operario de que se va a hacer un estudio de tiempos.
- 3.- Asegurarse la cooperación del operario. Explicarle lo que se va a hacer.
- 4.- Asegurarse de que la operación se halla dispuesta para el estudio de tiempos.
- 5.- Obtener toda la información necesaria y anotarla en la hoja de observaciones.
- 6.- Hacer un esquema de la pieza y del lugar de trabajo.
- 7.- Dividir la operación en elementos y hacer una lista de ellos en la hoja de observaciones. Si se juzga necesario, describir el método más extensamente en una hoja por separado, haciendo una lista con los puntos de principio y fin de cada elemento.
- 8.- Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse.
- 9.- Anotar la hora de comienzo del estudio.
- 10.- Poner en marcha el cronómetro decimal al principio del primer elemento del ciclo. Leer y anotar el tiempo de cada elemento del ciclo.
- 11.- Una vez acabado el estudio y después de leer el cronómetro al final del último elemento, leer y anotar la hora del día en la hoja.
- 12.- Valorar la actuación del operario y anotarla en la hoja de observación.

13.- Firmar y fechar el estudio.

14.- Comprobar que se ha cronometrado un número suficiente de ciclos.

15.- Marcar los datos sobre un gráfico de control.

# ***CAPÍTULO 3***

## ***DESARROLLO DEL ESTUDIO EN ALMACÉN***

En este capítulo se explicará paso a paso el desarrollo del estudio en el Almacén.

El primer paso fue la definición del problema: la pérdida de tiempo a la hora de atender los despachos del almacén de refacciones. Las quejas de los mecánicos eran constantes, ya que perdían mucho tiempo esperando a que los atendieran, sin importar la cantidad o tipo de refacciones que fuesen a solicitar.

Pero no sólo ellos se quejaban, también los jefes de grupo autónomo, quienes se percataban que los trabajos no se estaban realizando en tiempo y forma. El jefe de taller también recibió este tipo de quejas, ya que existía mucho atraso en el mantenimiento de los autobuses.

Todo esto condujo a la posibilidad de mejorar el servicio. Tanto la gerencia de mantenimiento, como las del taller y almacén, determinaron hacer un estudio de tiempos y movimientos, en el cual analizarían las actividades realizadas por su personal, así como los tiempos utilizados por los mismos para realizar dichas actividades.

Es así como surge la posibilidad de realizar este proyecto, junto con otros dos ingenieros industriales.

Luego del proceso de presentación, se trasladó al equipo al Almacén, que sería a partir de ese momento el área de trabajo.

### ***3.1 DEFINICIÓN DEL PLAN DE TRABAJO***

Para comenzar, se definió un plan de trabajo, indicando qué actividades se deben de realizar y en qué fechas.

Plan de trabajo.- Se puede definir al plan de trabajo como un documento elaborado por un administrador y por el personal que cubre un período específico, enumerando todas las actividades planeadas, la fecha en la cual éstas se ejecutarán y completarán, los recursos que se requerirán y las personas responsables de su ejecución.

En efecto, es un documento que diseña un encargado o jefe, en el cual se le asignan una cierta cantidad de tareas ó actividades a un determinado número de personas. Asimismo contiene las fechas de realización de las mismas.

En este caso, luego de una presentación con el personal del Almacén y de un reconocimiento del área de trabajo, se entregó el plan de trabajo, que se muestra a continuación:

		Septiembre
ACTIVIDADES	RESPONSABLE	29 y 30
TOMAR TIEMPOS EN DESPACHOS DE ALMACÉN tiempos de las actividades que realizan los despachadores, turno <b>MATUTINO</b>	Luis Felipe Echeverría Palacios	Inducción
TOMAR TIEMPOS EN DESPACHO DE LLANTAS RENOVADAS turno <b>MATUTINO</b>		
ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE STOCK Y CONSUMO DE LAS REFCC. E IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL FALTANTE CONSIDERANDO HORARIO DE LAS FOSAS DE SERVICIO <b>DE 7:00 AM A 4:00 PM</b>		
<b>APOYO COMO PREPARATIVO DE INVENTARIO ACTIVIDADES RETIQUETADOS, APOYO EN EL PINTADO DE ALMACEN, VERIFICACIÓN DE EXISTENCIAS, ELABORACIÓN SEÑALIZACIONES.</b>		
CONCENTRADO Y CAPTURA DE LA INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y ENTREGA PREVIA COMO AVANCE DE RESULTADOS		
TOMAR TIEMPOS EN DESPACHOS DE ALMACÉN tiempos de las actividades que realizan los despachadores, turno <b>VESPERTINO</b>	Sergio Aguilar Ortega	Inducción
TOMAR TIEMPOS EN DESPACHO DE LLANTAS RENOVADAS turno <b>VESPERTINO</b>		
TOMAR TIEMPOS DE RECORRIDO DE CHOFER DE ALMACÉN, turno <b>MATUTINO</b>		
ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE STOCK Y CONSUMO DE LAS REFCC. E IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL FALTANTE CONSIDERANDO HORARIO DE LAS FOSAS DE SERVICIO <b>DE 7:00 AM A 4:00 PM</b>		
<b>APOYO COMO PREPARATIVO DE INVENTARIO ACTIVIDADES RETIQUETADOS, APOYO EN EL PINTADO DE ALMACEN, VERIFICACIÓN DE EXISTENCIAS, ELABORACIÓN SEÑALIZACIONES, CONTEO FÍSICO</b>		
CONCENTRADO Y CAPTURA DE LA INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y ENTREGA PREVIA COMO AVANCE DE RESULTADOS		
TOMAR TIEMPOS DE PERSONAL EN RECEPCIÓN <b>TURNOS MAT Y VESP.</b>	José Luis Lemus Alberto	Inducción
TOMAR TIEMPOS DE RECORRIDO DE CHOFER DE ALMACÉN, turno <b>VESPERTINO</b>		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN GENERAL DEL PERSONAL EN ALMACÉN		
<b>APOYO COMO PREPARATIVO DE INVENTARIO ACTIVIDADES RETIQUETADOS, APOYO EN EL PINTADO DE ALMACEN, VERIFICACIÓN DE EXISTENCIAS, ELABORACIÓN SEÑALIZACIONES, CONTEO FÍSICO</b>		
CONCENTRADO Y CAPTURA DE LA INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y ENTREGA PREVIA COMO AVANCE DE RESULTADOS		



La siguiente actividad a realizar fue analizar los niveles de stock y consumo de refacciones, así como la identificación de material faltante. Esta actividad fue realizada cubriendo el horario de atención de las fosas de servicio, que es de 7:00 a las 16:00 horas. Se incluía también, por lapso de una semana, el apoyo al personal del almacén en los preparativos y ejecución del inventario anual.

La última actividad indicada en el plan de trabajo era el análisis y la concentración de la información recabada, a fin de obtener las conclusiones necesarias para generar un plan de acción que condujera al objetivo: mejorar la atención en los despachos.

Una vez obtenidos los resultados, se llevó a cabo la aplicación de las propuestas y se analizó de nueva cuenta, para verificar las mejoras obtenidas.

Con toda esta labor, se juntó toda la información necesaria para realizar una presentación, y revisarla con el Jefe de Taller. Ésta fue la última actividad que se realizó con este estudio, cumpliendo así con lo estipulado en el plan maestro.

### 3.2 DETERMINACIÓN DE FORMATOS

Una vez analizado el plan maestro, se diseñaron los formatos con los cuales se trabajaría. El formato elegido para la toma de tiempos fue el siguiente:

<b>HOJA DE OBSERVACIÓN</b>												
Operario: _____		Fecha: _____			Inició: _____							
Despacho: _____		Grupo: _____			Terminó: _____							
ELEMENTOS	CICLOS DE OPERACIÓN										SUMA	PROM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.- Recibir orden												
2.- Buscar material												
3.- Ir por el material												
4.- Entregar material												
5.- Capturar salida												
Tiempo promedio de operación												
Tiempo estándar de operación												
Habilidad:	Observaciones:											
Esfuerzo:												
Condiciones:												
Constancia:												
Fatiga:												

Imagen 3.2 Formato de hoja de observación.

El formato incluye lo siguiente:

- Título.- El título es el de Hoja de observación.
- Operario.- Se le colocaba el nombre del operario, pero se decidió omitir este paso, debido a que no siempre se podía monitorear a la misma persona, y, dado que el estudio es general y no particular, se estudió a todos los almacenistas por igual.
- Despacho.- Indica en qué despacho se estaba realizando el estudio.
- Fecha.- La fecha de realización del estudio.
- Grupo.- El grupo mecánico al cual pertenecen las piezas y/o refacciones solicitadas.
- Hora de inicio y termino.- Indica la hora a la cual se inició el estudio y la hora en la cual se finalizó.
- Elementos.- Son todas las actividades que se cronometraron.
- Ciclos de operación.- Son los espacios para colocar los tiempos registrados en cada actividad. Se colocó espacio para 10 ciclos por hoja.
- Suma.- La suma de todos los tiempos de cada actividad. Por ejemplo, el total del tiempo utilizado para recibir un vale.
- Promedio.- Es el tiempo promedio medido de actividad.
- Tiempo promedio de operación.- Es el tiempo promedio obtenido de todo el ciclo, es decir, ya sumados todos los tiempos de cada actividad, se suman de nuevo entre sí y se promedian, para obtener un tiempo promedio para realizar un ciclo completo.
- Tiempo estándar de operación.- Es el tiempo que se obtuvo al final del estudio. Por esta razón el espacio está en blanco en todas las hojas de observación que se llenaron.
- Observaciones.- Este espacio fue reservado para hacer comentarios y observaciones referentes al proceso de atención de vales, tales como la falta de personal o de material, etc.
- Material suministrado.- Indica el material y/o refacciones despachadas.

Como se indicó en el capítulo 1, dentro del almacén las refacciones eran acomodadas conforme se iba encontrando espacio dónde colocarlas. Aún y que se contaba con números de registro y con el soporte de un software, la tarea de búsqueda y recolección de refacciones era bastante complicada y tardada, en ocasiones, muy laboriosa. Por lo cual, al hacer un estudio minucioso, se obtuvieron más de 12 elementos de operación, entre los cuales se cuentan:

- Almacenar pieza
- Recepción de vale
- Inspección de firma autorizada
- Esperar disponibilidad del sistema
- Consultar precio
- Buscar pieza
- Transportar pieza
- Inspección de material entregado
- Sello de captura
- Cerrar sistema

Para efectos de comodidad, se dividió la actividad de atención de vales de refacciones en 5 elementos:

- **Recibir orden.-** El tiempo que se tarda el despachador en atender al mecánico, tomar y leer el vale de refacciones.
- **Buscar material.-** Cuánto tiempo se demora un despachador en buscar en el sistema la ubicación del material solicitado.
- **Ir por el material.-** El tiempo que toma al despachador el trasladarse hasta el anaquel correspondiente, tomar el material y regresar al despacho con el mismo.
- **Entregar material.-** Ya estando en el despacho, el tiempo de entrega e inspección del material solicitado.
- **Capturar salida.-** Ya entregado el material, se toma el tiempo que tarda el despachador en capturar el vale de refacción que recibió.

Ya con la cantidad de elementos necesaria para realizar el estudio, se dejó el espacio para 10 ciclos, es decir, para tomar 10 tiempos por hoja, colocando además características importantes, como lo son la fatiga, habilidades, esfuerzo, condiciones y constancia.

Todas ellas nos brindaron un valor extra de tiempo, que fue agregado al total obtenido por hoja, y que a la postre nos permitió conocer el tiempo promedio de atención.

Anteriormente, se contaba con tres personas para medir el tiempo de tres despachos, los cuales eran atendidos por una persona cada uno, así que el estudio fue bastante personalizado y preciso. En la parte superior de la hoja de toma de tiempos se colocó los espacios correspondientes para el nombre del almacenista estudiado, la fecha, el despacho en cuestión y las horas de inicio y fin del estudio.

Como parte complementaria y para facilitar la captura y análisis, se colocó también un espacio en el cual se anotaba el grupo mecánico al cual pertenecían las refacciones solicitadas. Los grupos mecánicos son los siguientes:

- **Motor**
- **Transmisión**
- **Aire Acondicionado**
- **Eléctrico**
- **Dirección**
- **Suspensión**
- **Frenos**
- **Llantas**
- **Hojalatería**
- **Pintura**
- **Asiento y vestiduras**
- **Tacografía**

- **Varios**
- **Herramientas**
- **Mantenimiento**
- **Limpieza**

Cabe mencionar que los grupos mecánicos no son lo mismo que los grupos autónomos.

Los grupos mecánicos son aquellos que agrupan las refacciones en motor, eléctrico, transmisión, aire, etc.

Los grupos autónomos son los equipos de personas que trabajan para reparar o dar mantenimiento a las partes ó piezas de un grupo mecánico. Por ejemplo, existen dos grupos autónomos de motor, dos de transmisión, uno de tacografía, dos de llantas, etc.

### ***3.3 REALIZACIÓN DEL ESTUDIO***

Ya con los espacios necesarios, y una vez explicado el procedimiento a todo el personal, se comenzó a realizar el estudio.

El ciclo comenzaba desde el momento en el que el almacenista recibía el vale de refacciones. Un error que se tenía en este estudio era que se pensaba que el tiempo se tomaba a partir de que el mecánico llegaba al despacho.

En efecto, ése tiempo era cronometrado, pero no era incluido como tiempo de atención, sino como tiempos muertos.

Al recibir el vale de refacciones, el almacenista lo revisa, fijándose en el número o código de pieza, el nombre de la pieza y la cantidad; además, debe de verificar que el vale venga firmado, tanto por el mecánico que solicita el material, como por el jefe de grupo autónomo, que autoriza y avala que el material es el necesario. Todo esto abarca el tiempo de *recibir orden*.

Una vez leído el vale, el almacenista busca el material en el programa de cómputo (software). Se busca por el número de código, y, una vez localizado el material o la refacción, el programa muestra la disponibilidad del mismo, así como la cantidad existente y su ubicación.

Así es como funciona este software. Sin embargo, tiene un gran problema: es muy lento.

Este problema era muy recurrente, ya que los almacenistas se tardaban mucho en buscar la refacción solicitada. El software tardaba demasiado en cargarse y en mostrar los resultados, además de que, a la hora de capturar, el sistema de nueva

cuenta hacía perder tiempo al almacenista, que tenía que esperar para poder vaciar todos los datos contenidos en el vale, generando así más tiempos muertos.

A veces, y dada la problemática de la lentitud del programa de cómputo, los almacenistas preferían ir directamente a verificar la disponibilidad del material, si conocían la ubicación, o preguntando a los demás almacenistas su localización y/o cantidad.

En ocasiones, los almacenistas ya conocían la ubicación o cantidad de material sin tener la necesidad de buscar en el sistema, ahorrándose tiempo en esta actividad.

Una vez localizado el material, se cronometraba el traslado desde el despacho hasta el anaquel en donde se ubicaba la refacción y de regreso al despacho. Una vez en el anaquel, se buscaba la pieza, y dependiendo de su ubicación y de la cantidad, dependía el tiempo consumido por el almacenista.

Cuando eran refacciones muy pesadas (parabrisas, pintura, llantas) o la cantidad de material solicitado era excesiva, se utilizaban aditamentos especiales tales como carritos en el caso de parabrisas, y diablitos, en el caso de las demás refacciones. Se contaba con dos diablitos y con cuatro carritos.

Como es de suponerse, el manejo y traslado de las refacciones no era a la ligera. Se utilizaban guantes, para protegerse, además de mover las piezas con cuidado. En el caso de las llantas, se tenía que abrir un candado para poder sacar un travesaño y bajar las llantas; usando una faja para evitar lesiones en la espalda. Para los parabrisas el caso es el mismo, con la diferencia de que no lo podía realizar una sola persona. En ocasiones el almacenista era ayudado por el mecánico que lo solicitaba, por otro almacenista o por cualquier persona que estuviera disponible en el momento.

Cuando se trataba de un gran número de refacciones, el almacenista simple y sencillamente abandonaba su lugar de trabajo, ya que no les daba tiempo de atender el pedido que tenían para despachar y los nuevos que llegaban. Como los autobuses no podían estar mucho tiempo parados, se debía de realizar esta actividad en el menor tiempo posible. En ocasiones llegaron a tardarse hasta 30 minutos.

Ya que recolectaban todas las refacciones que les habían solicitado, los almacenistas regresaban a los despachos para proseguir con la siguiente actividad: *entrega de material*.

La entrega de material consiste en depositar el material en el despacho, para que, junto con el mecánico, el almacenista revise y verifique que el material se encuentra en buen estado, y que es el material solicitado, así como la cantidad correcta. Todo esto para evitar futuras reclamaciones y confusiones.

El siguiente paso es la captura de los datos. Como se comentó anteriormente, en este paso, junto con el de la búsqueda de material, provocan muchos tiempos muertos, debido a las constantes fallas y a la lentitud del programa de cómputo y de los equipos obsoletos utilizados.

La tarea de capturar consiste en vaciar todos los datos que contiene el vale de refacciones despachado. El almacenista debe de colocar el tipo y cantidad de material que fue entregado, así como el código de la pieza y del propio vale.

Una vez capturado, debe de colocarle el sello de capturado, y guardarlo, para que, antes de salir, uno de los analistas coteje los vales con los datos arrojados por la computadora, a fin de comprobar que no haya errores y que los niveles de stock de las refacciones es el correcto.

Todas estas actividades abarcan el proceso de atención de vales de refacciones.

En la imagen 3.3, se muestra una hoja de reporte debidamente llenada, en la cual se muestra los tiempos cronometrados en cada ciclo, así como el tipo de refacción que se solicitó:

### HOJA DE OBSERVACIÓN

**Operario:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** 10-Oct-08 **Inició:** 10:00 a.m.  
**Despacho:** Universal **Grupo:** Motor **Terminó:** 12:30 p.m.

ELEMENTOS	CICLOS DE OPERACIÓN										SUMA	PROM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.- Recibir o	00:06:94	00:06:15	00:06:61	00:05:81	00:07:15	00:07:10	00:08:99	00:04:86	00:07:11	00:07:81	1:12:13	0:07:13
2.- Buscar material	0	00:07:96	00:05:98	0	0	0	0	0	0	0	0:15:14	0:01:31
3.- Ir por el material	01:00:74	01:36:82	01:17:30	00:41:35	02:36:60	00:59:19	01:26:43	02:22:04	00:41:64	01:25:36	14:10:27	1:25:03
4.- Entregar material	00:04:99	00:14:89	00:07:64	00:06:17	00:16:19	00:05:11	00:10:89	00:06:18	00:04:19	00:11:88	1:31:33	0:09:09
5.- Capturar salida	00:12:27	00:19:06	00:10:04	00:12:58	00:10:43	0	00:11:74	0	00:09:16	0	1:26:48	0:12:24
<i>Tiempo promedio de operación</i>												1:55:21
<i>Tiempo estándar de operación</i>												
<b>Habilidad:</b>	<b>Observaciones:</b>					<b>Material suministrado:</b>						
<b>Esfuerzo:</b>	El material que indica un 0 en la casilla de <i>buscar material</i> , se debe a que el almacenista ya conoce la ubicación de dicho material, por lo que no es necesario buscarlo en el sistema.					1.- Filtros 2.- Manguera, aceite, trapo 3.- Manguera de aire para retardador 4.- Banda, válvula 5.- Filtros 6.- Balero 7.- Manguera 8.- Manguera 9.- Bandas 10.- Bomba de combustible						
<b>Condiciones:</b>	El material que indica un 0 en la casilla de <i>captura de salida</i> , es porque se trata de material a cambio, y en este caso no se captura la salida del mismo.											
<b>Constancia:</b>												
<b>Fatiga:</b>												

Imagen 3.3 Hoja de observación.

En la tabla, se colocó despacho “Universal”, debido a que es en este despacho donde se laboraba y donde se encontraban los equipos de cómputo. Los otros dos despachos, a pesar de brindar atención, fueron cerrados por obras de mantenimiento, además, por solicitud de la gerencia, para medir los tiempos que les tomaba a los almacenistas realizar el proceso completo de atención de vales de refacciones, tanto con equipos de cómputo a la mano como con traslado desde el despacho que atendían hasta el despacho universal.

Este tipo de decisiones e inconvenientes serán explicados más adelante.

En la parte de grupo, se colocó *motor*, ya que todas las refacciones colocadas en esta hoja pertenecen a este grupo mecánico.

Se analizó el tiempo de 10 ciclos, aunque esto no significa que sean los únicos registrados en ese día. Como ya se explicó anteriormente, se colocaron 10 ciclos para una mayor comodidad a la hora del registro y del análisis de los datos.

Cada ciclo cuenta con los tiempos de cada actividad. A excepción de algunos en la parte de buscar pieza, ya que, como se había comentado, a veces los analistas ya conocían el lugar y la cantidad de refacciones en existencia.

Otra sección que en ocasiones no registra tiempo alguno es en el área de captura de material, debido a que el material solicitado es “a cambio”, es decir, son piezas que por su valor, no son desechadas, sino que se llevan a reparar. Al averiarse alguna, se recurre al almacén para obtener otra a cambio, por lo cual no se captura ningún dato.

Éstas y otras aclaraciones fueron registradas en el área de comentarios, la cual fue diseñada con esa finalidad.

En la parte de *material suministrado*, se muestra el material y/o la refacción que fue despachada. Cada una tiene asignado un número, del 1 al 10, que son cada uno de los ciclos, mostrando los tiempos de atención en cada pieza. Por ejemplo, en el ciclo 3, se solicitó una manguera de aire para retardador, tardándose el despachador en recibir la orden 06:61 segundos. Para buscar la refacción en el sistema se demoró 05:98 segundos. El traslado desde el despacho hasta el anaquel y de regreso fue de 01:17 minutos. Para entregar el material al mecánico, el almacenista se demoró 07:64 segundos. En la parte de la captura, el almacenista necesitó de 10:14 segundos, un tiempo muy bueno y relativamente corto, tomando en cuenta la lentitud del sistema.

Así es como se registraron los datos en las hojas de observación.

A continuación se da una breve explicación de los elementos utilizados para la realización de este estudio, así como algunas incidencias ocurridas durante el mismo.

### ***3.3.1 Elementos utilizados para la realización del estudio***

Los elementos que se utilizaron para la realización de este estudio son:

- *Cronómetro.*- El cronómetro utilizado fue uno del tipo decimal de hora, digital, lo cual nos facilitaba las lecturas. En total se usaron 6 cronómetros, 2 por persona. Se accionaba uno cuando comenzaba cada ciclo. En caso de que se iniciaran 2 o más ciclos simultáneos, se iniciaban los 2 cronómetros. Como se comentó en el capítulo 2, se utilizó el método de vuelta a cero, por lo cual, una vez concluido un ciclo, y ya registrados los tiempos en la hoja de observación, se limpia el cronómetro, para poder iniciar un nuevo ciclo con el cronómetro en cero.
- *Tabla ó tablero de observación.*- Se trata de una tabla muy ligera y resistente, en la cual se colocaba la hoja de observación, para poder apoyarse mejor y hacer un buen registro de datos.
- *Computadora.*- Para poder hacer un mejor control, vaciado, registro y análisis de los datos, se nos proporcionó un equipo de cómputo para cada ingeniero, con lo cual se garantizaba que cada uno realizaría sus respectivos vaciados, sin necesidad de esperar la disponibilidad de un equipo.

### ***3.3.2 Incidencias ocurridas durante el estudio***

Debido a que en este estudio intervinieron muchas personas, además de ser un área grande, se suscitaron algunas incidencias, que influyeron directa ó indirectamente en los resultados obtenidos.

#### ***3.2.2.1 Equipos de cómputo***

Uno de ellos fue la tardanza del equipo de cómputo. Como se ha comentado anteriormente, los equipos de cómputo utilizados en el almacén no eran los adecuados.

Aún y que se contaba con un programa para agilizar el proceso de atención de vales de refacciones, no existía una ventaja como tal.

Para que un mecánico pudiera solicitar refacciones en el almacén, debía seguir una serie de pasos, que se describen a continuación:

- Identificar la(s) pieza(s) y colocar el nombre, código y la cantidad necesaria en el vale
- Llevar el vale con el jefe de grupo, el cual avala que es el material necesario, y una vez revisado, lo firme de aceptado.

- Llevar el vale al área de control, donde se controlan los accesos y salidas de los autobuses, así como de los vales de refacciones. Luego de recibir el vale, el personal de Control abre una orden de servicio con el número del autobús, ingresando los datos que contiene el vale. Quedando hecho este registro, el mecánico ya puede pasar al almacén para solicitar las refacciones.

Luego de recibir el vale y de acceder al programa, el almacenista ingresaba el código que aparecía en el vale, para poder buscar la orden asignada.

En esta orden, se corrobora que los datos sean correctos. Una vez realizado esto, se procede a buscar el material. Si el almacenista conoce la ubicación, simplemente va por el material solicitado. En caso contrario, debe de buscarlo. Y es aquí donde se pierde gran parte del tiempo, ya que, para buscar la disponibilidad y ubicación del material, la computadora tarda demasiado en arrojar los resultados.

### *3.2.2.2 Captura de vale de refacciones*

Pero no sólo en este paso se pierde tiempo, también sucede a la hora de capturar el vale. El procedimiento de captura es el mismo que el de búsqueda de material. Por lo cual, en 2 de las 5 actividades realizadas por los almacenistas se obtienen tiempos muertos, lo cual produce una baja en la productividad y eficiencia del almacén.

Derivado de la lentitud y obsolescencia de los equipos de cómputo, pasamos a las quejas de los mecánicos.

Cuando un mecánico llegaba al despacho, debía de ser atendido de inmediato por un almacenista. Pero esto no siempre sucedía. Las causas eran variables:

- Había muchos mecánicos solicitando material, por lo cual no se daba abasto a la demanda.
- Uno o más almacenistas se encontraban atendiendo un vale con una cantidad considerable de material o despachando material frágil y de manejo delicado, teniendo que abandonar su puesto, disminuyendo la cantidad de personal disponible.
- Fallas en el equipo de cómputo.
- Vales incompletos
- Órdenes no abiertas o no disponibles

Todas estas situaciones se veían reflejadas en quejas dirigidas a la jefatura del almacén y a la jefatura de taller. Y ésta es una de los motivos por los cuales la jefatura del almacén se decidió a hacer el presente estudio.

### *3.2.2.3 Explicación del uso de un despacho universal en vez de tres despachos separados*

Cabe destacar que el estudio se realizó en cada despacho disponible (a excepción del despacho 4, que hasta la fecha sigue cancelado). Sin embargo, debido a modificaciones y reparaciones hechas al propio taller, al inventario y reacomodo de material y por solicitud nuestra, se cronometraron y midieron las actividades realizadas en un despacho universal.

Este despacho es el que se encontraba en la parte del frente del taller, a un costado del área de recepción de materiales.

Durante el estudio de los despachos por separado, el tiempo cronometrado fue el que se tomaban los analistas para ir a buscar y/o capturar materia al despacho 2 y 3 (desde ahora despacho universal). Es el lugar donde se encuentran los equipos de cómputo utilizados durante el proceso de atención, además de los escritorios de los analistas y del encargado del despacho de llantas renovadas.

Con las modificaciones mencionadas, los almacenistas atendían desde un solo lugar, es decir, en el mismo sitio recibían, buscaban, entregaban y capturaban. Ya no se tenían los desplazamientos para capturar o buscar.

Como se podrá ver más adelante, el estudio demostró un ahorro considerable de tiempo al eliminar estos tiempos muertos.

### *3.2.2.4 Traslados a otros talleres para surtir vales*

En otro taller se trabaja en hojalatería y pintura. Este taller también cuenta con un almacén, mucho más pequeño, y cuenta con perfiles, telas, numeraciones, asientos, parabrisas, accesorios, paneles, etc.

Este taller está relativamente cerca, sin embargo, hay que abandonar las instalaciones, desplazarse calle y media, para poder llegar. Esto implica, aparte de tiempos muertos bastante considerables, riesgos para el almacenista que esté surtiendo el vale, ya que su integridad física corre peligro.

Esta tarea se lleva a cabo preferentemente por una persona, y se tiene que llevar a cabo debido a que en ese taller es en donde se reparan los “accidentes mayores” (volcaduras, choques, despistes). En este lugar prácticamente se reconstruyen los autobuses, ya que, dependiendo del accidente, puede ir desde el cambio de puerta, parabrisas y alguna lámina, hasta la estructura casi en su totalidad, dejando sólo el chasis.

Como se puede dar cuenta el lector, el material que en ocasiones se requiere para llevar a cabo estas reparaciones es extenso, aún a pesar de que cuentan con su propio almacén, pero, dado que la demanda de algunas refacciones no es tan

grande, no se cuenta con todos los materiales, como pintura, thinner, algunos tipos de parabrisas y ventanas, etc.

Para el traslado, se utiliza uno de los carritos del almacén, y, en caso de parabrisas, los carritos adaptados para los mismos.

Como el parabrisas no es utilizado en el momento, el carrito regularmente se queda en el taller, hasta que el almacenista haga un nuevo viaje y regrese por él. Es por esto que se causa un retraso en las actividades en el almacén, ya que, al no haber las herramientas necesarias para la manipulación y traslado de los parabrisas, se pierde tiempo en lo que alguien se traslada por ellos.

### *3.2.2.5 Almacén de llantas renovadas*

Para evitar los altos costos que implica el cambiar las llantas a cada rato, se tiene una eficiente y ahorrativa práctica: Cada determinado tiempo, y dependiendo de las rutas de los autobuses, se les revisa las llantas, para verificar el estado en el que se encuentran.

Cuando se detecta que una llanta nueva presenta algunos desgastes considerables, se cambia, y ésta llanta usada se manda a renovar. Regularmente se usan llantas nuevas en el eje delantero, mientras que en el eje trasero se utilizan las renovadas, a menos que amerite el cambio por nuevas en los 2 ejes.

En el proceso de renovado se le coloca una nueva capa de caucho, para que las caras de la llanta estén de nuevo “parejas”, es decir, como nueva, sin el gasto que se tiene al hacer una de éstas.

Cuando una llanta renovada bastante desgastada (o nueva pero sin posibilidad de renovación) es detectada, se cambia y se manda a los desechos. Para suplir éstas llantas inservibles, se puede reemplazar con llantas nuevas ó con “cascos” (llantas usadas en buen estado o que tienen las condiciones para pasar satisfactoriamente por el proceso de renovado).

Todo éste control es llevado por un analista, quien tiene sus instalaciones fuera del almacén, pero dentro del taller. Se encuentra a un costado de la nave 4. Cuenta con un escritorio, anaqueles, y espacio para que el personal de llantas coloque sus herramientas. E la parte de afuera, rodeando un poco la barda por el lado oeste y toda la barda norte, así como en la parte de atrás de la nave 3 ( en el estacionamiento) se encuentran los racks, en los cuales se colocan las llantas renovadas.

Cuando un mecánico solicita una llanta renovada, el analista debe de acudir junto con él a buscarla (en los autobuses no se utiliza un solo tipo de llanta), además se encuentran encadenadas y bajo llave. Una vez ubicada la(s) llanta(s), se abre el candado, se retira la cadena y se extrae(n) la(s) llanta(s). Después se vuelve a

colocar la cadena, el candado y el analista regresa a su puesto de trabajo. El procedimiento es el mismo para el almacenaje de llantas renovadas.

Todo este control se lleva en cuadernos y en bitácoras. Una vez reportado en las bitácoras, el analista debe de capturar los datos en el sistema, pero no cuenta con equipo de cómputo, por lo que debe de trasladarse al almacén para realizar dicha operación, recorriendo toda la nave 4.

Este traslado, aunado al que se requiere para extraer ó guardar una llanta renovada, provocan tiempos muertos en las actividades del analista, además de causar el abandono continuo del sitio de trabajo por parte del analista. Por lo cual, se detectó esta área de oportunidad, en la cual se demostró el tiempo que el analista pierde en cada ciclo.

#### *3.2.2.6 Reacomodo de material*

Durante el estudio en el almacén, se requirió de un reacomodo de material, sin que éste afectara el estudio de tiempos, debido a que el reacomodo se dio entre lugares cercanos, por lo que no hubo mayor afectación en los resultados.

Este reacomodo se dio en gran medida a causa del inventario. Con el motivo de facilitar los trabajos en el inventario, y acortar las horas/hombre requeridas, se hicieron estas adaptaciones, entre las que se cuentan:

- Acomodo del área de parabrisas.
- Ampliación del área de chatarra
- Reacomodo del área de piezas a cambio

En el croquis mostrado en el área de propuestas del siguiente capítulo, se podrá ver el reacomodo propuesto de materiales.

#### *3.2.2.7 Inventario*

Dentro de las actividades a realizar durante el período de estancia en la organización, se nos indicó la realización de un inventario.

Anteriormente, se hacían los inventarios anualmente, pero debido a los altos costos y a las horas/hombre utilizadas, se tomó la decisión de hacerlos anualmente, con una mejor organización y optimización del tiempo.

La preparación del inventario duró 5 días, en los cuales se le brindó apoyo al personal del almacén en el reacomodo de las refacciones, acondicionamiento, pintado de las instalaciones, indicaciones de emergencia, limpieza, etc.

Estos preparativos fueron de lunes a viernes, y el día sábado se llevó a cabo el inventario, modificando las actividades diarias de los empleados.

El resultado del inventario fue el esperado, además de que se redujo considerablemente el tiempo de ejecución y el costo.

# ***CAPÍTULO 4***

## ***CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS***

Una vez realizado el estudio, y contando con los ciclos y datos necesarios, el siguiente paso fue capturar y clasificar los datos y resultados, para tener una idea más clara de la situación en la que se encontraba el almacén, así como de los tiempos obtenidos, y los incidentes que afectaron las lecturas de los mismos.

### ***4.1 CAPTURA DE DATOS***

Una vez concluidas las jornadas de toma de tiempos, y respetando el plan de trabajo, el paso siguiente fue la captura de los datos.

Para llevar a cabo esta tarea, fue habilitada una oficina con 3 equipos de cómputo, uno para cada ingeniero, a fin de no obstruir ni provocar retrasos.

Junto con las computadoras, se usaron escritorios, en los cuales se colocaron las hojas y se fueron acomodando en orden, por días, y separadas en partes iguales, con el fin de que cada persona capturara la misma cantidad, haciendo así un trabajo más rápido y eficiente.

La captura se llevó a cabo de la siguiente forma:

#### ***4.1.1 Acomodo de las hojas de observación o reporte***

El acomodo se dio por hora y por día, con el fin de permitir un orden. Así, a la hora de abrir el archivo, se puede revisar todos los reportes, tal cual como fueron tomados, facilitando su análisis y comprensión.

#### ***4.1.2 Captura de los datos***

La captura de los datos fue bastante laboriosa, pero relativamente sencilla, ya que, teniendo acomodadas las hojas, sólo era vaciar la información. Se realizó una copia de la hoja de observación, y se colocaba una copia en cada página de Excel, en las cuales se vaciaban los datos tal cual habían sido apuntados en las hojas de observación. De esta forma, al revisar el documento, se puede ir bajando la hoja y se verán los datos acomodados en su respectivo formato, y por día. Al terminar el día, se terminaba de colocar formatos, hasta comenzar los datos del día siguiente. Los datos se separaron también por semanas, separación realizada por hojas en el archivo de Excel; así, se puede revisar los datos de sólo una semana. Las imágenes 4.1 y 4.2 muestran un ejemplo del acomodo de los datos:

### HOJA DE OBSERVACIÓN

Operario: \_\_\_\_\_ Fecha 03-Oct-08 Inició: 10:00 a.m.  
 Despacho: 2 y 3 Grupo: Motor Terminó: 12:00 p.m.

LEMENTOS	CICLOS DE OPERACIÓN										SUMA	PROM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.- Recibir o	00:06:32	00:08:04	0:06:29	00:17:25	00:10:09	00:09:22	00:07:27	00:08:35	00:09:17	00:05:17	01:28:37	00:08:52
2.- Buscar m	00:10:98	0	0	00:12:86	0	00:10:45	0	0	0	0	00:35:49	00:03:35
3.- Ir por el n	05:48:29	02:50:32	00:31:78	00:56:29	04:24:52	03:31:09	01:18:49	02:27:19	02:20:71	00:10:00	00:21:08	02:26:07
4.- Entregar	00:07:04	00:10:29	00:06:84	00:06:20	00:19:86	00:25:11	00:16:76	00:25:14	00:15:11	00:05:07	2:19:42	00:13:58
5.- Capturar	0:20:85	00:28:37	00:35:61	00:36:33	00:42:54	00:25:34	00:18:89	00:15:99	00:20:92	00:15:38	4:24:22	00:26:26
<i>Tiempo promedio de operación</i>												3:18:58
<i>Tiempo estándar de operación</i>												
<b>Habilidad:</b>	<b>Observaciones:</b>					<b>Material suministrado:</b>						
<b>Esfuerzo:</b>	El material que indica un 0 en la casilla de <i>buscar material</i> , se debe a que el almacenista ya conoce la ubicación de dicho material, por lo que no es necesario buscarlo en el sistema.					1.- Sensor de aceite 2.- Anticongelante (12 lts) 3.- Filtros de aceite 4.- Mallas de evaporador 5.- Bombas de agua, lijas 6.- Manguera de 1/4 7.- Bandas 8.- Filtros 9.- Aceite (1 lt) 10.- Banda para Scania						
<b>Condiciones:</b>	Faltó entregar una pieza, no había en existencia y la que se pidió aún no llegaba											
<b>Constancia:</b>												
<b>Fatiga:</b>												

### HOJA DE OBSERVACIÓN

Operario: \_\_\_\_\_ Fecha 03-Oct-08 Inició: 10:00 a.m.  
 Despacho: 2 y 3 Grupo: Hojalatería Terminó: 12:00 p.m.

LEMENTOS	CICLOS DE OPERACIÓN										SUMA	PROM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.- Recibir o	00:31:29	00:10:64	00:10:86	00:16:89	00:12:39						1:24:07	0:16:49
2.- Buscar m	00:45:12	00:25:41	0	0	0						1:10:53	0:14:11
3.- Ir por el n	16:25:87	00:42:07	01:51:27	04:47:29	09:56:81						33:44:51	6:44:58
4.- Entregar	00:25:44	00:20:85	00:13:22	00:25:04	00:27:35						1:53:10	0:22:38
5.- Capturar	01:39:00	00:45:16	00:35:21	01:08:16	00:52:47						5:00:40	1:00:08
<i>Tiempo promedio de operación</i>												8:38:44
<i>Tiempo estándar de operación</i>												
<b>Habilidad:</b>	<b>Observaciones:</b>					<b>Material suministrado:</b>						
<b>Esfuerzo:</b>	El material que indica un 0 en la casilla de <i>buscar material</i> , se debe a que el almacenista ya conoce la ubicación de dicho material, por lo que no es necesario buscarlo en el sistema.					1.- Silicón, balatas, switch, acetileno, mangueras. 2.- Adaptador, conectores, tornillos. 3.- Tuercas y birlos. 4.- Thinner, trapo, sikaflex, poliuretano. 5.- Remaches, thinner, lámina, segueta, trapo.						
<b>Condiciones:</b>												
<b>Constancia:</b>												
<b>Fatiga:</b>												

Imagen 4.1 Acomodo por grupo mecánico y por día.

Una vez acomodados y capturados los datos, se procedió a archivar las hojas de observación, con el fin de preservarlas y tenerlas a la mano para cualquier aclaración.

**HOJA DE OBSERVACIÓN**

Operario: \_\_\_\_\_ Fecha: 08-Oct-08 Inicó: 10:00 a.m.  
 Despacho: Universal Grupo: Transmisión Terminó: 12:30 p.m.

ELEMENTOS	CICLOS DE OPERACIÓN										SUMA	PROM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.- Recibir orden	00:07:54										00:07:54	00:07:54
2.- Buscar material	0										0	0
3.- Ir por el material	00:59:05										00:59:05	00:59:05
4.- Entregar material	00:10:74										00:10:74	00:10:74
5.- Capturar salida	00:17:26										00:17:26	00:17:26
Tiempo promedio de operación												1:35:39
Tiempo estándar de operación												

Habilidad: \_\_\_\_\_ Observaciones: \_\_\_\_\_ Material suministrado: 1.- Casquillos barra dirección

Esfuerzo: \_\_\_\_\_ El material que indica un 0 en la casilla de buscar material, se debe a que el almacenista ya conoce la ubicación de dicho material, por lo que no es necesario buscarlo en el sistema.

Imagen 4.2 Acomodo de los datos por semana.

## 4.2 ANÁLISIS, OBTENCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESULTADOS

Con los datos capturados y separados, procedimos a analizar los datos, revisando los tiempos y clasificándolos por grupo mecánico, a fin de facilitar la obtención de los resultados finales. Este proceso fue un poco más extenso, ya que se tenía que revisar cada tiempo registrado, y sumarlo a los tiempos de su grupo mecánico respectivo, a fin de obtener un **tiempo estándar**, el cual determina **el tiempo promedio que debe de tardarse un almacenista en atender y despachar un vale de refacciones**.

Ya capturados, se separaron los tiempos registrados y los vales atendidos por grupo mecánico, es decir, los tiempos que se tardaron los almacenistas en atender los vales de refacciones que contenían refacciones de un grupo mecánico en específico.

## Despacho Universal

Muestra realizada en la semana del 20 al 24 de Octubre del 2008,  
con un horario de 07:00 am a 01:00 pm el Lunes y 09:00 am a 01:00 pm de Martes a Viernes

Gpo. Mecánico	Solicitud
Motor	91
Transmisión	10
Aire acondicionado	12
Eléctrico	54
Dirección	2
Suspensión	10
Frenos	14
Llantas nuevas	11
Llantas renovadas	0
Hojalatería	23
Pintura	1
Asientos	1
Tacografía	1
Varios	47
Herramientas	0
Mantenimiento	0
Limpieza	4

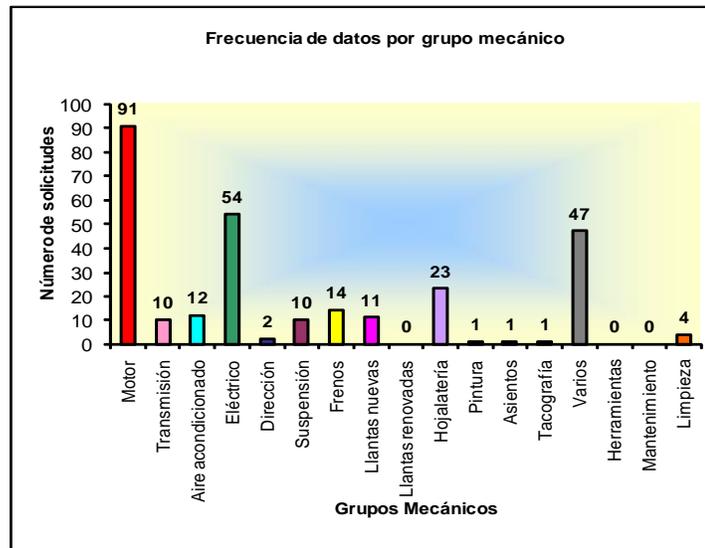


Gráfico 4.1 Clasificación y análisis de los datos obtenidos.

También se midió la frecuencia de pedido, tanto de refacciones como por grupo mecánico, dando un área de oportunidad al almacén, determinando qué refacciones son las que mayor demanda tienen, a fin de mantener un nivel de stock considerable, evitando así la escasez y los retrasos.

<b>REFACCIONES CON MAYOR FRECUENCIA DE CONSUMO</b>	
<b>MOTOR</b>	Filtro para motor, aceite, bandas, anticongelante, mangueras y abrazaderas.
<b>TRANSMISIÓN</b>	Aceite para transmisión, cinturones de plástico y acero.
<b>AIRE ACOND.</b>	Motor de compresor, motor de ventilador, recargas de gas, mallas de evaporador.
<b>ELÉCTRICO</b>	Focos, faros, lámparas, balastras, fusibles, cable, baterías, plumas limpiaparabrisas.
<b>DIRECCIÓN</b>	Barras de dirección.
<b>SUSPENSIÓN</b>	Amortiguadores, cámaras de suspensión, mangueras, cruzetas.
<b>FRENOS</b>	Tambores, balatas, birlos, líquido de frenos.
<b>LLANTAS</b>	Llantas nuevas, renovadas, rin de aluminio y acero, plomos.
<b>HOJALATERIA</b>	Chapas, perfiles, espejos, parabrisas, molduras, estructuras, calcomanías.
<b>PINTURA</b>	Pintura, thinner, sikaflex, sikaprimer, rost off, trapo, estopa, brochas.
<b>ASIENOS</b>	Cinturones de seguridad, vestiduras, asientos.
<b>TACOGRAFÍA</b>	Bases para tablero, interruptores.
<b>VARIOS</b>	Bandas, tuercas, tornillos, rondanas, aceite, desengrasante, quitasarro, cinchos.
<b>HERRAMIENTAS</b>	Brocas.
<b>MANTENIMIENTO</b>	Guantes.
<b>LIMPIEZA</b>	Windex, armor all.

Tabla 4.1 Análisis de las refacciones con mayor frecuencia de consumo.

Además de los datos mencionados anteriormente, se hizo un análisis de cargas de trabajo, en el cual se demostró que la mayor carga de trabajo se da entre las 10:00 am y las 12:00 pm y de las 4:00 a 5:00 pm, ofreciendo así otra área de oportunidad, en la cual la jefatura del almacén pudo tener el dato de la hora en la que necesita más almacenistas en servicio, para cubrir la demanda.

DÍA	7 a 8 am	8 a 9 am	9 a 10 am	10 a 11 am	11 am a 12:00 pm	12 a 1:00 pm	1 a 2 pm
Lunes	2	4	11	23	12	2	0
Martes	0	0	10	19	19	13	0
Miércoles	0	0	10	21	14	15	0
Jueves	0	0	6	18	16	14	0
Viernes	0	0	9	23	16	10	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	0

**Carga Horaria**

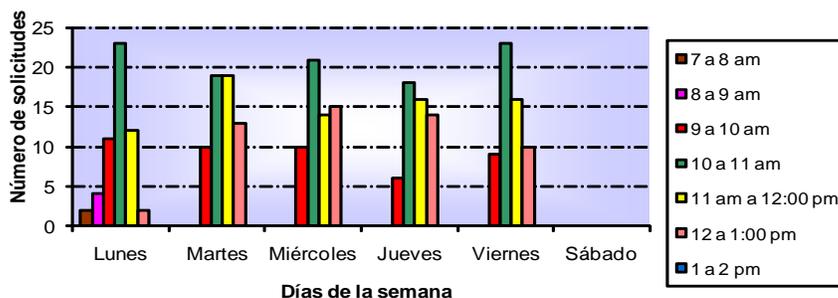


Gráfico 4.2 Clasificación de la cantidad de solicitudes, así como de carga horaria.

Para un análisis más claro y una mejor comprensión, se obtuvo también el tiempo estándar que se tarda un almacenista en despachar una refacción, en este caso, se clasificó por grupo mecánico, ya que la clasificación por refacción es muy extenso (ver imagen 4.3).

## TIEMPO ESTÁNDAR EN EL DESPACHO DE REFACCIONES POR GRUPO MECÁNICO

MOTOR = 3 MINUTOS 23 SEGUNDOS	HOJALATERIA = 3 MINUTOS 40 SEGUNDOS
TRANSMICIÓN = 2 MINUTOS 48 SEGUNDOS	PINTURA = 4 MINUTOS 53 SEGUNDOS
AIRE ACOND = 2 MINUTOS 58 SEGUNDOS	ASIENTOS = 3 MINUTOS 49 SEGUNDOS
ELÉCTRICO = 2 MINUTOS 5 SEGUNDOS	VARIOS = 2 MINUTOS 54 SEGUNDOS
DIRECCIÓN = 3 MINUTOS 27 SEGUNDOS	MANTTO = 2 MINUTOS 36 SEGUNDOS
SUSPENSIÓN = 2 MINUTOS 58 SEGUNDOS	LIMPIEZA = 2 MINUTOS 44 SEGUNDOS
FRENOS = 3 MINUTOS 48 SEGUNDOS	
LLANTAS = 4 MINUTOS 51 SEGUNDOS	
GRUPO 9 = 2 MINUTOS 52 SEGUNDOS	

*Imagen 4.3 Tiempos estándar clasificado por grupo mecánico.*

Una vez realizadas todas las gráficas semanales, así como agrupar los datos por grupo mecánico, se procedió a hacer un compilado, es decir, obtener los resultados finales.

En base a estos datos se pudo dar la clasificación final ó total, en la cual se engloban todos los resultados, ya clasificados. La gráfica y la tabla a continuación muestran tanto la demanda por grupo mecánico como la carga horaria de trabajo, con lo cual se puede determinar el horario crítico de trabajo, así como las posibles refacciones o los grupos mecánicos con mayor consumo.

Gpo. Mecánico	Solicitud
Motor	287
Eléctrico	256
Varios	189
Hojalatería	128
Frenos	86
Transmisión	76
Aire acondicionado	68
Llantas renovadas	65
Suspensión	57
Llantas nuevas	52
Pintura	26
Dirección	21
Asientos	18
Limpieza	12
Tacografía	8
Mantenimiento	4
Herramientas	3
<b>TOTAL</b>	<b>1356</b>

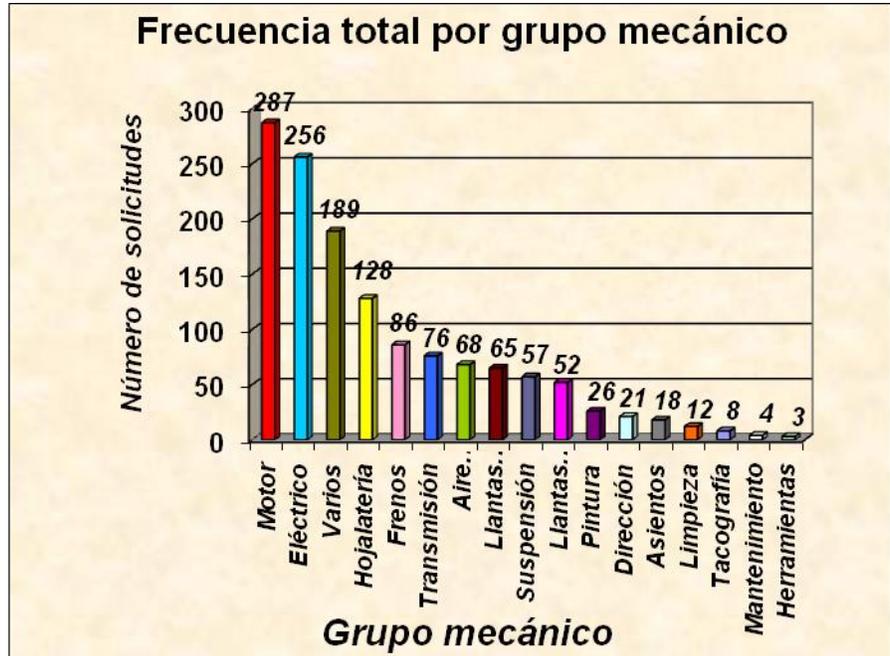


Gráfico 4.3 Cantidad total de solicitudes

En la tabla anterior se muestra la cantidad total de solicitudes recibidas por grupo mecánico. La gráfica nos muestra que el grupo mecánico que solicita una mayor cantidad de refacciones es el grupo Motor, seguido de Eléctrico, con lo cual se puede determinar el aumentar los niveles de stock de refacciones de dichos grupos.

Nótese que los grupos con menor cantidad de solicitudes son los de Mantenimiento y Herramientas, ya que, por lo regular, los mecánicos cuentan con sus propias herramientas, por lo cual no es necesario que las pidan al almacén.

También se hizo un compilado de los resultados obtenidos de las cargas horarias, con lo cual se obtienen los horarios críticos de atención. Así, se tiene el dato de cuándo se debe de tener a la mayor cantidad de trabajadores laborando al mismo tiempo. A continuación, se muestra la tabla 4.4 con los datos totales de las cargas horarias:

DÍA	Hora												Total
	7 a 8 hrs	8 a 9 hrs	9 a 10 hrs	10 a 11 hrs	11 a 12 hrs	12 a 13 hrs	13 a 14 hrs	15 a 16 hrs	16 a 17 hrs	17 a 18 hrs	18 a 19 hrs	19 a 20 hrs	
Lunes	2	4	18	20	25	19	0	19	17	10	8	0	142
Martes	2	7	21	69	62	31	0	9	15	8	10	2	236
Miércoles	2	6	25	89	66	53	0	0	18	18	10	2	289
Jueves	6	9	27	85	83	58	0	7	17	13	8	0	313
Viernes	1	4	19	68	67	33	0	7	16	8	0	0	223
Sábado	0	5	17	48	46	14	10	4	6	3	0	0	153
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>35</b>	<b>127</b>	<b>379</b>	<b>349</b>	<b>208</b>	<b>10</b>	<b>46</b>	<b>89</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>1356</b>

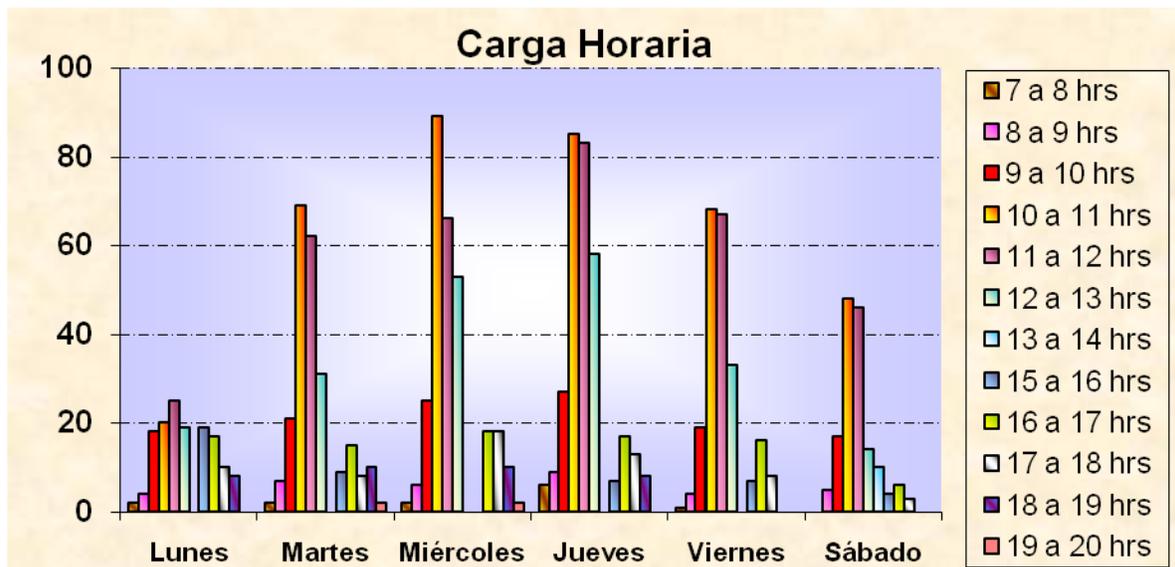


Gráfico 4.4 Totales de cargas de trabajo

En esta tabla se muestran los resultados agrupados, pero se puede analizar por separado, analizando la carga horaria por día y por hora.

DÍA	Total
Lunes	142
Martes	236
Miércoles	289
Jueves	313
Viernes	223
Sábado	153
<b>Total</b>	<b>1356</b>

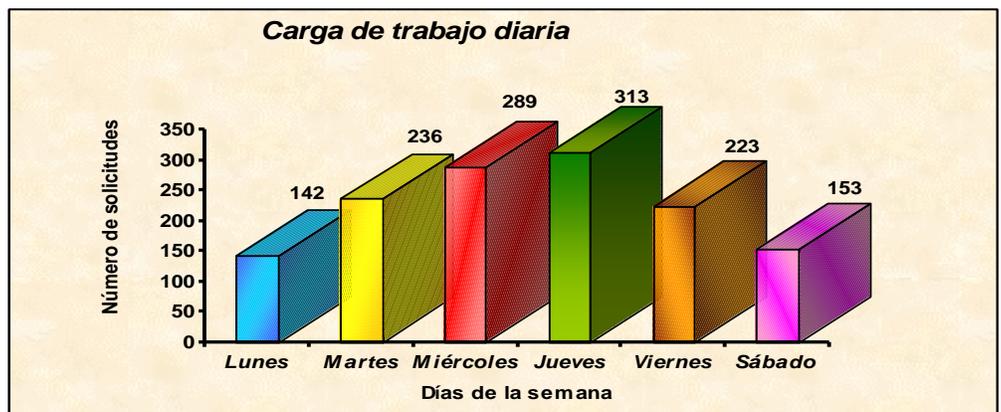


Gráfico 4.5 Análisis de carga de trabajo diaria

Hora	7 a 8 hrs	8 a 9 hrs	9 a 10 hrs	10 a 11 hrs	11 a 12 hrs	12 a 13 hrs	13 a 14 hrs	15 a 16 hrs	16 a 17 hrs	17 a 18 hrs	18 a 19 hrs	19 a 20 hrs
<b>Total</b>	13	35	127	379	349	208	10	46	89	60	36	4



Gráfica 4.6 Análisis de carga de trabajo por hora

Con base a estos datos, se puede entender que los días con una mayor carga de trabajo son los días miércoles y jueves. Esto se debe a que los autobuses deben de estar prácticamente listos el día viernes, para comenzar sus viajes.

En la parte del horario, la carga crítica se encuentra dentro del horario de 10:00 a 12:00 horas.

Todos estos datos le reflejan al Jefe de Almacén el status de consumo en el almacén, con lo cual puede decidir el solicitar más refacciones, o dejar de pedir las, evitando así un rezago y las pérdidas de tiempo que esto provoca; así como la cantidad de personal que debe de tener trabajando y en qué horario, para poder programarles actividades distintas a las de despachar refacciones, como lo son: clasificación, limpieza, verificación de refacciones (que no estén deterioradas), etc.

#### 4.2.1 Tiempo estándar

Como ya se comentó anteriormente, el *tiempo estándar* es el tiempo promedio que tarda una persona en realizar una tarea. En este caso, es el tiempo ocupado por el almacenista para realizar sus actividades.

Para obtener el tiempo estándar, se obtuvo primero el tiempo promedio de cada turno laborado, es decir, el *tiempo promedio de atención en el turno matutino* y el *tiempo promedio del turno vespertino*. Se realizó de esta manera debido a que los tiempos no eran tomados por una misma persona.

Para obtener este tiempo promedio, se sumaron todos los tiempos obtenidos, tanto los tiempos efectivos de trabajo como los tiempos muertos.

El tiempo efectivo de trabajo es el tiempo real trabajado por almacenista, es decir, la cantidad exacta y real de minutos que los almacenistas consumieron durante la realización de su trabajo. Los tiempos muertos son tiempos perdidos, es decir, la cantidad de minutos en los cuales los almacenistas no realizaban ninguna actividad.

El tiempo promedio de operación ó tiempo efectivo fue de 4.31 minutos, pero para poder obtener el dato correcto del tiempo estándar, se le hicieron algunos ajustes al tomar en cuenta valores como la fatiga, habilidad, esfuerzo, condiciones y constancia.

Como se explicó en el capítulo 1, a cada una de estas características se les asigna un valor pequeño, el cual se agrega al tiempo promedio para poder justificar las condiciones en las cuales se estaba trabajando. El cálculo del tiempo promedio se ilustra a continuación:

*Tiempo promedio: **4 minutos 18 segundos 1 centésima = 4.31 minutos***

Habilidad: +0.08

Esfuerzo: 0.00

Condiciones: -0.03

Constancia: 0.00

Fatiga: 8%

*Teniendo ya definidos los valores, se procede a sumarlos, para poder agregarlos al tiempo promedio:*

+0.08

+0.00

-0.03

+0.00

---

0.05

+ 1.00

---

1.05

(4.31 minutos) (1.05) = 4.5255 minutos

Este resultado se conoce como tiempo base, el cual contempla los valores correspondientes a fatiga, constancia, condiciones y esfuerzo. Sin embargo, éste no es el *tiempo estándar*. Se necesita agregar el valor correspondiente a la fatiga:

8% para demora y fatiga

$(4.5255 \text{ minutos}) (1.08) = 4.88754 \text{ minutos}$ , que redondeado nos queda como: **4.89 minutos**

De esta forma, se obtuvo que **el tiempo promedio de atención a vales de refacciones es de 4.89 minutos**, que es igual a decir **4 minutos 53 segundos 4 centésimas**.

Por tanto, en el turno matutino, se obtuvo un tiempo promedio de atención de *4 minutos 53 segundos y 4 centésimas*, que transformados a minutos nos da un total de **4.89 minutos**. En el turno vespertino se obtuvo un tiempo promedio de *3 minutos 3 segundos y siete centésimas*. Transformando a minutos se obtiene un tiempo promedio de **3.05627 minutos**.

La diferencia entre ambos turnos es claramente explicable en el análisis de las cargas horarias representadas anteriormente. La mayor carga de trabajo se encuentra de 10:00 a 12:00 horas, es decir, se comprueba que en el turno matutino se consume una mayor cantidad de tiempo en el proceso de atención a los mecánicos debido a la alta demanda de vales de refacciones.

#### **4.2.2 Tiempo muerto**

Aunque el tiempo estándar es uno de los datos esenciales de este estudio, no le resta importancia al análisis del tiempo muerto obtenido, ya que en base a éste, se determina si las actividades asignadas son realizadas de manera correcta, si están bien programadas ó si se cuenta con el personal suficiente para cubrir las necesidades del almacén.

En el presente estudio se analizaron a los almacenistas, para poder clasificar sus tiempos como activos o muertos. A continuación se comentan algunas actividades consideradas como tiempos muertos:

- Pesar trapo y estopa
- Atender solicitudes de traspaso
- Tramitar negados
- Consultar disponibilidad de refacciones con gente de oficina de almacén
- Checar y pegar códigos

De la misma forma que con el tiempo estándar, se obtuvo un tiempo muerto para el turno matutino y uno para el turno vespertino, teniendo que:

Tiempo muerto en el turno matutino: 2 horas 48 minutos \*\*\*

Tiempo muerto en el turno vespertino: 1 hora 39 minutos

De esta manera, se obtiene que en el turno matutino se tiene en promedio un *tiempo activo* de *5 horas 11 minutos 45 segundos* de *8 horas laborables*.

Con este resultado, el Jefe de Almacén pudo apreciar que se está desperdiciando mucho tiempo, por lo que se solicitó hacer una revisión a las actividades realizadas por los almacenistas, a fin de disminuir este tiempo al mínimo posible, aprovechando los recursos disponibles al máximo.

### ***4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS***

Ya con todos estos datos, el Jefe del Almacén tiene las bases reales para decidir si aumenta los niveles de stock de las refacciones, así como un nuevo diseño del almacén, en el cual se contemplen los espacios necesarios para colocar los materiales, así como un acomodo apropiado para lograr una atención más eficaz.

#### ***4.3.1 Análisis de resultados del estudio***

Como conclusiones, se obtuvo que:

- 1.- Pese al esfuerzo de los almacenistas, el tiempo estándar de atención de vales de refacciones es de 4 minutos 53 segundos 4 centésimas, y que se ve afectado por la cantidad de material solicitado, así como el acomodo del material dentro del almacén y los aditamentos utilizados durante este proceso.
- 2.- Se tienen muchos tiempos muertos, 2 horas 48 minutos en el turno matutino y 1 hora 39 minutos en el turno vespertino.
- 3.- Los días con mayor carga de trabajo son los Miércoles y Jueves, y el horario con mayor carga de trabajo es de 10:00 a 12:00 horas.
- 4.- El diseño del almacén así como el acomodo de las refacciones no son los correctos.
- 5.- Se necesita mejorar los aditamentos y herramientas utilizadas por los almacenistas, ya que no permiten que realicen su trabajo de manera óptima.

\*\*\* Tomando en cuenta que en ocasiones algunos despachadores entraban a las 7:00 am, en lugar de a las 9:00am.

6.- Los Grupos Mecánicos con mayor demanda de refacciones son Motor y Eléctrico, mientras que Mantenimiento y Herramientas son los de menor demanda.

7.- Las refacciones más solicitadas fueron:

- Filtros (motor)
- Aceite (Motor y Transmisión)
- Bandas (Motor y Aire Acondicionado)
- Chapas (Hojalatería)
- Parabrisas (Hojalatería)
- Rondanas, tornillos, tuercas (Varios)
- Focos (Eléctrico)
- Amortiguadores (Suspensión)
- Motor de condensador (Aire Acondicionado)
- Llantas nuevas
- Sikaflex, estopa y trapo (Varios)
- Mangueras (Varios)

7.- En promedio se atienden 110 vales de refacciones a diario. En total, por cada despachador, se deberían de atender 126 vales, tomando en cuenta el tiempo disponible para trabajar. Sin embargo, se atienden, en promedio por despachador, 40 vales de refacciones.

8.- El tiempo promedio diario de captura de vales es de 28 minutos 42 segundos 94 centésimas.

9.- La cantidad de solicitudes atendidas se vió afectada por la remodelación del almacén, el reacomodo de material, el tiempo de captura, la cantidad de material solicitado, por trasladarse al almacén de AU por material solicitado, por búsqueda de material, y porque de 1 a 3 de la tarde, no se tomaron tiempos, debido al horario manejado por el estudio.

### **4.3.2 Propuestas**

Basándose en las conclusiones, surgieron muchas propuestas para mejorar la atención y el servicio en el Almacén, sin embargo, algunas no fueron factibles y se desecharon.

Las propuestas aceptadas por la jefatura fueron las siguientes:

1.- El diseño y reacomodo del Almacén. Se diseñó, junto con el Jefe de Almacén, un nuevo lay-out, en el cual se consideran cambios como:

- Agrupar el material de consignación en un solo lugar, y ordenar las refacciones por despacho (cada despacho atiende a diferentes grupos mecánicos) para evitar los traslados largos y el abandono del lugar de trabajo.

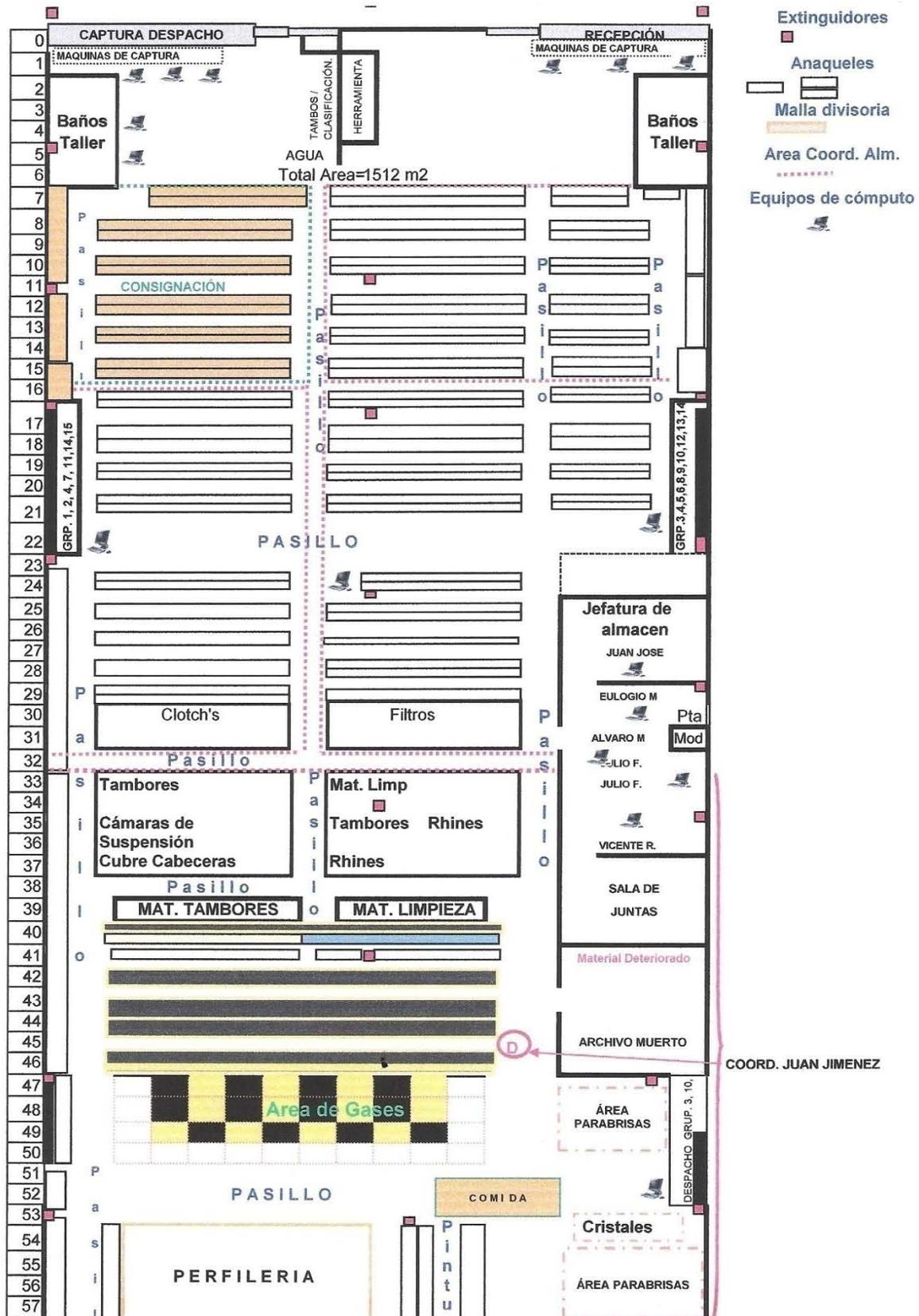
- Colocar equipos de cómputo en los despachos, debido a que se encuentran muy retirados de los mismos, provocando desplazamientos y pérdidas de tiempo. Aunado a esto, mejorar tanto los equipos como el software utilizado, debido a que son demasiado lentos y en ocasiones obsoletos.

2.- Colocar por lo menos a 2 despachadores así como un equipo de cómputo por despacho, para tratar de cubrir la cantidad estándar de vales que se pueden surtir y evitar que se desatienda el puesto de trabajo.

3.- La atención prestada por el personal del almacén es adecuada y su eficiencia es de 85 %. Sin embargo, necesitan más aditamentos para transportar material. Por lo que se solicita que se les otorgue a los almacenistas más aditamentos, como "diablitos", carritos, etc.

4.- Verificar que los códigos de las refacciones vengan "pegados", así como darles a los mecánicos una lista con los códigos de refacciones utilizadas por su grupo mecánico.

En el caso del reacomodo del almacén, a continuación se muestra el lay-out rediseñado, el cual contiene algunas de las modificaciones sugeridas:





# ***CAPÍTULO 5***

## ***APLICACIÓN DE PROPUESTAS***

Las propuestas que se muestran a continuación fueron presentadas a la Gerencia, la cual, mediante un estudio que abarca las posibilidades de aplicación, así como la viabilidad económica, decide cuáles se pueden llevar a cabo. Durante esta reunión se decidió que algunas de las propuestas eran viables.

Cabe resaltar que a la hora de tomar la decisión acerca de la viabilidad de las propuestas, no se tuvo mucho énfasis en los costos de las mismas, sino en los factores de eficiencia y eficacia.

Para esto, se hizo el diseño de un Plan Maestro, en el cual se colocaron las actividades que se pretenden realizar.

### ***5.1 PLAN MAESTRO***

#### ***5.1.1 Definición de Plan Maestro***

El *Plan Maestro* es un documento oficial en el que los responsables de una organización reflejan sus intenciones para con el futuro de la misma en el largo plazo. Entre las características de este documento destacan:

- Es *cualitativo* porque especifica las futuras cualidades de la organización
- Es *objetivo* porque indica el fin por el que lucha la organización, pero no entra en detalles de cómo conseguirlo.
- Es *atemporal* porque, independientemente de la duración del plan, no establece intervalos de tiempo que rijan las prioridades a llevar a cabo en el día a día.

Se puede decir que el plan maestro es el resultado del proyecto o propuesta del proyecto hecho, para dar a conocer todo un estudio hecho sobre lo que se va a plantear, en este caso, las sugerencias ó propuestas.

Una vez definidas las propuestas, se ubicaron dentro del Plan Maestro, como se muestra a continuación.

Se encuentran ordenadas por la importancia que tiene cada actividad:

- 1.- Lay-out**
- 2 despachos
  - Reacomodo de material por grupo mecánico
  - Reacomodo de material entre almacenes
  - Modificación del área de recepción
  - Equipos de cómputo en despachos
- Fosas
- Control ó registro de consumo
  - Diseño de las fosas
  - Reacomodo de piezas
  - Resurtido de piezas
  - Aumentar el stock de piezas

- 2.-  
Tecnificación**
- Sistema y equipos de cómputo
  - Montacargas
  - Carritos y/o diablitos

- 3.-  
Estructuración**
- Redefinición de actividades de los trabajadores
  - Redefinición de las cargas de trabajo (horarios)
  - Cantidad de trabajadores
  - Actual-Ideal

- 4.-  
Redefinición**
- Recepción de materiales
  - Entrega de materiales

## ***5.2 APLICACIÓN DE PROPUESTAS***

Aceptado el Plan Maestro, se puede comenzar a aplicar las propuestas sugeridas, con el fin de verificar que sean las acciones correctas y que se puedan obtener los resultados deseados.

Cabe mencionar que este estudio fue completo al Taller, sin embargo, para este trabajo, sólo se tomó en cuenta las actividades en torno al Almacén de Refacciones.

Todo lo referente a las fosas de servicio y naves de mantenimiento no fue considerado para el presente trabajo. Por tanto, sólo se explican las actividades relacionadas al almacén.

### ***5.2.1 Lay-out***

Se diseñó un lay-out conteniendo algunos cambios, como lo son el integrar equipos de cómputo a los despachos, y no sólo en oficinas y en el despacho principal, además del reacondo del material.

Una vez estudiado el plano, se ordenó que, en horas extra y en horas de baja demanda, se hiciera el reacondo de material. Esto debido a que los almacenistas son quienes se encargan de surtir las refacciones, así que son ellos las personas indicadas para realizar el reacondo. Esto propicia una familiarización de las nuevas ubicaciones.

### ***5.2.2 Equipos de cómputo***

Una vez realizado el reacondo, el siguiente paso fue la solicitud del equipo de cómputo. Después de analizar los tiempos de atención, se llegó a la conclusión de que era necesario contar con al menos una computadora por despacho, evitando así tiempos muertos y el abandono del puesto de trabajo.

Así es que se colocó una computadora en cada despacho, así como otras 2 en el despacho principal ó Universal. De esta manera se agilizó de manera importante el tiempo de atención, además de que casi siempre había un almacenista listo para despachar vales de refacciones.

### ***5.2.3 Herramientas***

Como parte del apoyo al personal del almacén, se solicitó de igual forma que se les asignara una serie de herramientas necesarias, tales como desarmadores,

cúter (para los cinchos), diablitos y carritos para transportar material, así como un montacargas.

Con una mayor cantidad de carritos y diablitos, el traslado de refacciones se volvió mucho más ágil y eficiente. Los almacenistas podían transportar una mayor cantidad de material en un menor tiempo y con mayor facilidad.

En el caso del montacargas, se solicitó para poder cargar y descargar material frágil o de difícil manipulación, como las cajas de parabrisas, o partes importantes de los motores y cajas de velocidades. Con el reacomodo de material, se logró de igual manera que los pasillos fueran redimensionados, permitiendo así el perfecto tránsito del pequeño montacargas.

Actividades como la descarga de parabrisas se vieron mejoradas, en base a que no se necesitaba de 8 personas para su manipulación, tan sólo 2 personas son necesarias actualmente, teniendo así a una cantidad mayor de personal disponible.

#### ***5.2.4 Software***

Otra de las mejoras aplicadas fue la actualización del software utilizado.

Como se explicó anteriormente, éste era uno de los problemas “graves” del Almacén, ya que era una de las actividades que provocaban una mayor cantidad de retrasos. Con la modernización de los equipos de cómputo, fue necesario también actualizar el software, consiguiendo una versión mucho más ágil y sencilla, ahorrando así tiempo y permitiendo que los almacenistas realicen sus actividades correctamente, y no pierdan más tiempo intentando capturar ó buscar material.

### ***5.3 RESULTADOS OBTENIDOS***

Una vez aplicadas las soluciones propuestas, el siguiente paso fue verificar que cumplieran con lo esperado. Para lograrlo, fue necesario volver a medir, es decir, llevar a cabo de nuevo el estudio, para obtener resultados y poder compararlos.

De esta manera se obtiene el dato real y se puede comprobar el acierto al aplicar dichas soluciones.

Esta comprobación se realizó de la siguiente forma:

Primero, se cronometró el tiempo a cada almacenista, con las mismas actividades descritas en el capítulo 3. La diferencia ahora radica en que ya se cuenta con los equipos de cómputo, aditamentos extra, etc.

Los tiempos obtenidos fueron vaciados y analizados, como en la primer parte del estudio.

Los resultados fueron los siguientes:

<b>MOTOR</b>								
<b>Tiempo de atención con traslado para capturar</b>				<b>Tiempo de atención sin traslado para capturar</b>				<b>Diferencia</b>
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
13/10/2008	09:00 a.m.	Filtros	03:34.5	08/01/2009	09:00 a.m.	Filtros	01:01.2	02:33.3
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
24/10/2008	11:00 a.m.	Bandas	01:39.4	07/01/2009	09:00 a.m.	Bandas	01:20.1	00:19.3
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
22/10/2008	09:00 a.m.	Engrane	01:42.8	05/01/2009	10:00 a.m.	Engrane	00:56.2	00:46.6
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
15/10/2008	11:00 a.m.	Anticongelante	03:17.6	07/01/2009	11:00 a.m.	Anticongelante	02:53.5	00:24.1
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
15/10/2008	11:00 a.m.	Filtros, estopa,	03:11.4	05/01/2009	09:00 a.m.	Filtros, estopa,	01:16.3	01:55.1

<b>VARIOS</b>								
<b>Tiempo de atención con traslado para capturar</b>				<b>Tiempo de atención sin traslado para capturar</b>				<b>Diferencia</b>
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
21/10/2008	12:00 p.m.	Tornillos, tuercas rondanas	12:02.2	08/01/2009	10:00 a.m.	Tornillos, tuercas rondanas	02:04.2	09:58.0
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
14/10/2008	10:20 a.m.	Cinchos	03:16.4	08/01/2009	10:00 a.m.	Cinchos	00:37.9	02:38.5
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
14/10/2008	11:40 a.m.	Tornillos	05:52.6	06/01/2009	6:30 p.m.	Tornillos	01:45.8	04:06.8
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
17/10/2008	12:10 p.m.	Rondanas	03:24.7	08/01/2009	5:15 p.m.	Rondanas	01:12.6	02:12.1
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	
06/10/2008	12:15 p.m.	Tornillos	05:51.0	05/01/2009	10:00 a.m.	Tornillos	01:50.2	04:00.8

Imagen 5.2 Tiempos obtenidos con la aplicación de mejoras.

La imagen 5.2 muestra los tiempos obtenidos, ya con las mejoras aplicadas (se muestran los tiempos de antes y después de las mejoras), en las áreas de Motor y Varios. Se toman como ejemplo estos grupos, aunque pudo haber sido de cualquier otro.

En la parte de tiempo de atención con traslado para capturar, se muestran los tiempos que se obtuvieron cuando los almacenistas tenían que realizar su traslado hasta el Despacho Universal para capturar los vales. En la parte de tiempo de atención sin traslado para capturar aparecen los tiempos obtenidos con el equipo de cómputo ya instalado en el despacho correspondiente.

La columna de diferencia nos muestra la diferencia entre los tiempos. En algunos casos, la diferencia es mínima, pero en la mayoría, la diferencia es considerable.

Con esta información se puede concluir que las propuestas presentadas fueron viables para este proyecto, y que sí existe una mejora considerable en los tiempos de atención.

### 5.3.1 Comparación de resultados

Como los retrasos fueron detectados en actividades específicas, a continuación se muestra un comparativo, en el cual se demuestra que con las mejoras realizadas, éstas actividades reducen su tiempo de ejecución, permitiendo que los almacenistas cuenten con una mayor cantidad de tiempo disponible para realizar sus demás actividades.

ACTIVIDADES	CAUSAS	TIEMPO	SOLUCIONES	TIEMPO	VENTAJAS
Surtido de refacciones en despachos de almacén	1.- Se pierde mucho tiempo en trasladarse hacia donde se encuentran los equipos.	Sin equipo de cómputo	1.- Colocar los equipos de cómputo en cada uno de los despachos.	Con equipo de cómputo	1.- Reducción del tiempo de atención de vales de refacción.
		03:34.5 minutos		01:01.2 minutos	
		120 vales diarios		143 vales diarios	
Consulta de disponibilidad de material.	2.- Exceso de pasos para búsqueda y captura.	02:30.9	2.- Mejorar el equipo de cómputo así como el software utilizado.	01:00.7	2.- Aumento de la eficiencia en la atención, así como de la productividad.
Solicitud de códigos de refacciones.	3.- Lentitud del sistema y/o equipo de cómputo.	02:10.2		00:34.6	3.- Evitar el abandono del puesto de trabajo, además de disminuir los tiempos

Imagen 5.3 Comparativo de tiempos entre actividades

En la imagen 5.3 se aprecian perfectamente las mejoras obtenidas en las actividades específicas. En la columna de actividades aparecen las actividades que presentaban problemas ó retrasos; en la columna de causas, las posibles causas por las cuales existía el problema, y en la columna de tiempo, el tiempo promedio que se llevaba un almacenista en realizar dicha actividad.

En la columna de soluciones se ordenan las correcciones que fueron aplicadas para cada caso, aparece también la columna del tiempo, ahora con las mejoras y por último la columna de ventajas, en la cual se describen las ventajas de haber llevado a cabo estas mejoras.

#### ***5.4 MEJORAS OBTENIDAS***

Este es el último paso del presente estudio: las mejoras obtenidas a partir de las propuestas presentadas.

La principal mejora obtenida fue la reducción de los tiempos de atención, ya que se trataba de uno de los problemas principales. La *diferencia entre los tiempos de atención* de antes y después del estudio, fue de *1 hora y 30 minutos*. Es decir, con los cambios realizados, se concluye que, con el esquema anterior, se perdían 90 minutos, los cuales actualmente son utilizados para cumplir con todas las actividades. Por ejemplo, en este tiempo los *almacenistas atienden* un promedio de *23 vales* de refacciones cada uno.

Con este ejemplo queda demostrada la mejora obtenida: con la disminución de tiempo, los almacenistas pueden atender a más mecánicos, surtir más vales de refacciones, y por tanto, agilizar los trabajos dentro del taller.

Otra de las mejoras obtenidas fue la mejora de las condiciones de trabajo y ajuste de los horarios.

En el caso de las condiciones de trabajo, se vieron mejoradas a la hora de reacomodar el material dentro del almacén. Se pintó nuevamente todas las áreas, se cambiaron las lámparas, se repararon los anaqueles y se colocaron nuevos señalamientos de seguridad.

Éstas mejoras permitieron que las condiciones de acceso y visibilidad fueran las adecuadas para permitir a los almacenistas el desarrollo óptimo de sus actividades.

En el caso de los horarios, la solución fue, analizando las cargas horarias, reacomodar al personal para cubrir la demanda durante las horas pico. De esta forma, se logra que los trabajadores continúen con su horario normal, pero también que se cubra con creces el horario crítico, agilizando los trabajos y evitando los rezagos.

Estos cambios permiten que los trabajos se realicen en un tiempo más corto, se evitan los tiempos muertos y se tienen menos pérdidas monetarias.

Todo esto se traduce en un servicio de mantenimiento de calidad, que permite a los pasajeros recibir un servicio de primera.

# *CONCLUSIONES*

**1.-** Es necesario que toda empresa lleve a cabo un análisis del trabajo que realiza, a fin de tener una visión de su situación y corregir los errores encontrados, de modo que siempre exista una mejora que a la larga se verá reflejada en el aumento de ingresos, que es igual a un aumento de clientes y de credibilidad. Probablemente darle la importancia al análisis tanto como se le da a un inventario ó una auditoría.

**2.-** Un factor importante que toda organización debe de tener en cuenta es el tiempo. En lo que concierne a este estudio, se observa que los tiempos operativos del almacén afectaban directamente los tiempos de todo el taller, creando retrasos en otras áreas, como lo son los talleres e incluso en los horarios de corridas y venta de boletos, afectados directamente por la falta de autobuses, detenidos en el taller por reparación.

**3.-** Las mejoras no siempre son costosas, basta revisar y analizar los procedimientos realizados, a fin de verificar que se realicen correctamente. Muchas veces, y como fue el caso en este estudio, se necesita reubicar ó modificar lo actual, sin invertir grandes cantidades de dinero. El resultado es un trabajo eficiente y, con el tiempo, menos costoso.

**4.-** Es importante que, en una empresa, se le tome en cuenta al empleado ó trabajador, ya que es la persona que se vincula directamente con el trabajo y por quien se ven reflejadas las ganancias. Siendo el empleado la persona que conoce el funcionamiento de su área de trabajo, quizá tenga buenas ideas de mejorarlo. Por lo tanto, es necesario permitir que externen sus opiniones y analizarlas.

**5.-** La experiencia que deja el realizar un análisis de trabajo es que, aunque la apariencia sea la mejor, se debe de revisar periódicamente el trabajo que se realiza, a modo de detectar errores y exceso de actividades. Estudiar las diferentes opciones para mejorarlo y simplificarlo sin escatimar en el tiempo ó costo que nos lleve el hacerlo, para obtener así un trabajo eficiente y eficaz.

# ***BIBLIOGRAFÍA***

- Análisis y resultados del estudio realizado en un Taller de Mantenimiento
- Apuntes de Estudio del trabajo y Productividad.
- Benjamin W. Niebel. Ingeniería Industrial. Editorial Representaciones. Segunda edición. México. 1980.
- Elwood S. Buffa; William H. Taubert. Sistemas de producción e inventarios. Planeación y control. Editorial Limusa. Tercera reimpresión. México. 1984.
- ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos
- <http://es.wikipedia.org>
- Manuales operativos