

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN PROCESOS
DE AUTOMATIZACION

TEMA:

**“ESTUDIO Y ANÁLISI DE TIEMPOS DE ADELANTO PARA
LA OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE REPUESTOS Y BODEGA
DEL TALLER DE VEHÍCULO A GASOLINA DE
AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A.”**

Trabajo de graduación modalidad Pasantía presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

Autor:

Oscar M. Miranda G.

Tutor:

Ing. Juan Correa

Ambato – Ecuador

Septiembre / 2007

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

Estudio y análisis de tiempos de adelanto para la optimización del área de Repuestos y Bodega del Taller de vehículos a gasolina de Automotores de la Sierra S.A.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Automotores de la Sierra S.A abre sus puertas a la sociedad ambateña en el año de 1960 conformada en un principio como una empresa donde se estrechan los lazos familiares, de amistad y negocios entre los señores: Rodrigo Vela Barona, Temístocles Sevilla Sánchez, Mario, Ramiro y Manuel Cabeza de Vaca.

En 1960 nace la empresa como una distribuidora de vehículos Volkswagen en la ciudad de Ambato. En 1982 debido a su sólida y seria estructura interna General Motors la elige como concesionaria de la marca Chevrolet para la distribución de vehículos y accesorios en el centro del país.

Desde aquel entonces, dicha empresa ha consolidado su prestigio y se mantiene fiel hasta el día de hoy a su filosofía de servicio y respaldo garantizado a sus clientes a nivel nacional, con la actualización de equipos y herramientas, además la permanente capacitación de sus colaboradores y técnicos con lo cual contribuye a fortalecer el servicio automotor de la gran familia Automotores de la Sierra S.A.

Actualmente el servicio que presta la empresa se ha visto empañado puesto que se ha estado incumpliendo con la fecha y hora de entrega de los vehículos a gasolina a sus respectivos clientes. El departamento de Repuestos y Bodega juega un papel crucial en dicha situación, ya que muchos de los vehículos están parados por una falta de stock de repuestos en la bodega de la matriz.

Además de no contar con el personal suficiente para el sector, la entrega de los pocos repuestos que si existen en bodega se hace muy lenta, permitiendo así una pérdida de tiempo por parte del mecánico que los solicita.

Además todo esto va combinado con la poca y nada capacitación que los miembros en dicha área reciben sobre los instrumentos disponibles como: manuales, catálogos y software, para la determinación de los repuestos indicados para cada automóvil.

Haciendo de este modo mas difícil y tardío el pedido de estos a la casa comercial de General Motor en la ciudad de Quito o a las empresas que los importan si fuese el caso necesario. Provocando así que en ocasiones se entrega el repuesto equivocado causando una total pérdida de tiempo y una insatisfacción de parte del cliente.

Cabe indicar que debido a una falta de organización de repuestos dentro del departamento existen una serie de inconvenientes para encontrar ciertos elementos mecánicos.

Por todo lo expuesto el mantenimiento de los vehículos a gasolina lleva mas tiempo del estipulado provocando la inconformidad del servicio por parte de los clientes.

De continuar con esta desorganización en el área de repuestos y bodega, no solo afectara al taller de mantenimiento sino al prestigio de la empresa; causándole

pérdidas económicas, que el tiempo de entrega de repuestos sea mayor y la pérdida de clientes a causa de la demora en la atención.

Ante esta situación se hace necesario realizar un estudio y análisis de tiempos de adelanto, el mismo que nos permitirá obtener tiempos estándares de pedido y entrega de los repuestos, establecer una nueva programación de trabajo en donde cada empleado cumpla con las diferentes tareas asignadas; de esta manera alcanzar un mayor índice de satisfacción del cliente, reorganización y fortalecimiento de la empresa.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo acerca de la medición de tiempos de adelanto en la compañía Automotores de la Sierra S.A. en el taller de mantenimiento de vehículos a gasolina, se realizará con el fin de optimizar los procesos de recepción, pedido y despacho del área de Repuestos y Bodega. Ya que el servicio interno que presta dicha área al taller es fundamental, por la necesidad misma de repuestos originales para garantizar de ésta manera el trabajo de mantenimiento que brinda la empresa. Además se busca mejorar el área de repuestos y bodega, porque al bajar el tiempo de pedido, recepción y despacho de repuestos se podrá bajar el tiempo de mantenimiento de un vehículo a gasolina, realizar una entrega más rápida, obtener libre espacio físico y poder elevar el número de clientes.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio para la optimización del área de Repuestos y Bodega para minimizar los tiempos de adelanto en el taller de vehículos a gasolina en la Matriz de Automotores de la Sierra S.A.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las funciones específicas del personal que labora en el área de Repuestos y Bodega.
- Analizar la metodología utilizada actualmente para la organización de inventario y tiempos de pedido.
- Realizar la toma de tiempos reales en el área de Repuestos y Bodega para conocer un tiempo teórico de pedido, recepción y entrega de los implementos para reparación y mantenimiento de los vehículos a gasolina.
- Analizar el proceso y los procedimientos requeridos para el pedido, recepción y entrega de repuestos para la reparación y mantenimiento de los vehículos a gasolina.
- Plantear una posible solución a los problemas dentro del departamento de Repuestos y bodega para la optimización del mismo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se analizó en los archivos y documentos de la empresa y se llegó a determinar que no existe ningún registro de algún trabajo, dato, archivo o texto referente a este tema de investigación. Por lo cual la parte administrativa está muy interesada en acatar los resultados que se obtenga si con ellos logran el objetivo de mejorar el tiempo y calidad de atención de sus instalaciones.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Los primeros años de la Compañía son conducidos con acierto y prudencia bajo la Presidencia del señor Temístocles Sevilla, de larga y prestigiosa trayectoria mercantil, y en la Gerencia, el señor Rodrigo Vela, reconocido hombre público en el campo político, periodístico y comercial.

En la década de 1960 a 1970, presiden la Compañía los señores Temístocles Sevilla (1960-1964) y Rodrigo Vela (1964-1970). La Gerencia General es asignada al señor Patricio Sevilla Cobo (1964-2004), desde aquella época del Ambato pequeño, tranquilo y silencioso, de huertos y frutales, de gente sin prisa, transcurrieron 40 años, en los cuales Patricio Sevilla Cobo lideró y desarrolló esta empresa a través del ejemplo, de la disciplina, de la exigencia, del trabajo bien hecho y con total responsabilidad, buscando siempre la perfección en las tareas efectuadas en cada área de la empresa, inició su gestión como Gerente General con apenas cinco empleados y con un capital de 200,000 sucres y gracias a su espíritu tenaz y luchador logró un crecimiento sostenido, fortaleciéndola en la

zona central del país. En la actualidad desempeña la Presidencia Ejecutiva, con lo cual continua brindando su amplio conocimiento y su invaluable aporte en esta nueva etapa.

Automotores de la Sierra S.A. es una empresa exitosa, gracias a la continuidad ejecutiva y ejecutora de sus mandos, pues en sus 46 años de actividad ha contado apenas con cuatro Presidentes y tres Gerentes Generales, que supieron conducir los destinos de la empresa por los caminos de la coherencia, de la honorabilidad y transparencia, mística que se la practica y se transmite a las siguientes generaciones.

La empresa se siente orgullosa de los resultados alcanzados, prevaleciendo la voluntad de ser siempre los primeros y los mejores para nuestros clientes, manejándonos con criterio compartido, con sentido común y estableciendo prioridades claras para el óptimo desempeño en sus zonas de influencia

- El actual patrimonio de Automotores de la Sierra S.A. es de US 9'400,000.00
- Las ventas anuales de vehículos nuevos en los últimos dos años en la zona promedian en 3.000 unidades
- Anualmente ingresan a los Talleres más de 20.000 vehículos
- El personal es de 160 empleados (directos e indirectos)

Se sirve a la zona centro del país con cuatro locales en Ambato, uno en Riobamba y uno en Latacunga; locales con exhibición y venta de vehículos livianos y pesados, talleres de servicio y almacenes de repuestos.

2.3 CATEGORIZACIONES FUNDAMENTALES

2.3.1 INVENTARIO

Como es de saber; la base de toda empresa comercial es la compra y venta de bienes y servicios; de aquí viene la importancia del manejo de inventario por parte de la misma. Este manejo contable permitirá a la empresa mantener el control oportunamente, así como también conocer al final del periodo contable un estado confiable de la situación económica de la empresa.

El inventario tiene como propósito fundamental proveer a la empresa de materiales necesarios, para su continuo y regular desenvolvimiento, es decir, el inventario tiene un papel vital para funcionamiento acorde y coherente dentro del proceso de producción y de esta forma afrontar la demanda.

El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos, en un periodo económico determinados. En este caso si no se venden en el ciclo de operaciones los inventarios, esto ocasiona que se hagan obsoletos y por lo tanto se vende a un muy bajo costo o tal vez se llegue a donar a alguna institución.

Es por ello fundamental conseguir una adecuada determinación del objetivo de acopio y los niveles de inventario mínimo, máximo y de seguridad, en función de los parámetros de periodo operativo, consumo y demora y teniendo en cuenta los factores de seguridad y garantía en caso de interrupción del suministro que se quieran aplicar.

Para una empresa mercantil el inventario consta de todos los bienes propios y disponibles para la venta en el curso regular del comercio; es decir la mercancía vendida se convertirá en efectivo dentro de un determinado periodo de tiempo.

2.3.1.1 OBJETIVO DEL INVENTARIO

Proveer o distribuir adecuadamente los materiales necesarios a la empresa. Colocándolos a disposición en el momento indicado, para así evitar aumentos en los costos que representarían pérdidas de los mismos. Permitiendo satisfacer correctamente las necesidades reales de la empresa.

2.3.1.2 TIPOS DE INVENTARIOS

De acuerdo a las características de la empresa encontramos cinco tipos de inventarios.

2.3.1.2.1 Inventario de Mercancías

Lo constituyen todos aquellos bienes que le pertenecen a la empresa bien sea comercial o mercantil, los cuales los compran para luego venderlos sin ser modificados. En esta cuenta se mostrarán todas las mercancías disponibles para la Venta. Las que tengan otras características y estén sujetas a condiciones particulares se deben mostrar en cuentas separadas, tales como las mercancías en camino (las que han sido compradas y no recibidas aún), las mercancías dadas en consignación o las mercancías pignoradas (aquellas que son propiedad de la empresa pero que han sido dadas a terceros en garantía de valor que ya ha sido recibido en efectivo u otros bienes).

2.3.1.2.2 Inventario de Productos Terminados

Son todos aquellos bienes adquiridos por las empresas manufactureras o industriales, los cuales son transformados para ser vendidos como productos elaborados.

2.3.1.2.3 Inventario de Productos en Proceso de Fabricación

Lo integran todos aquellos bienes adquiridos por las empresas manufactureras o industriales, los cuales se encuentran en proceso de manufactura. Su cuantificación se hace por la cantidad de materiales, mano de obra y gastos de fabricación, aplicables a la fecha de cierre.

2.3.1.2.4 Inventario de Materias Primas

Lo conforman todos los materiales con los que se elaboran los productos, pero que todavía no han recibido procesamiento.

2.3.1.2.5 Inventario de Suministros de Fábrica

Son los materiales con los que se elaboran los productos, pero que no pueden ser cuantificados de una manera exacta (Pintura, lija, clavos, lubricantes, etc.).

2.3.1.3 GESTION DE INVENTARIOS

2.3.1.3.1 Introducción

La gestión de inventarios, como problema de toma de decisiones, pretende suministrar el nivel de existencias que permita minimizar los costes implicados en la misma.

Constituyen una parte esencial en el buen comportamiento económico de las empresas. Con ella, se pretende satisfacer las necesidades de los clientes incurriendo en los mínimos costes posibles.

Las decisiones más habituales que se adoptan con relación a los inventarios son: que artículos mantener en stock; si es más conveniente fabricarlos o comprarlos;

en que momento efectuar la compra; tamaño del lote a comprar; nivel de servicio a brindar a los clientes; nivel de existencias a mantener; inventarios de seguridad a mantener; sistema de control a utilizar.

2.3.1.3.2 Modelos de gestión de inventarios

Los modelos en que basar el aprovisionamiento se agrupan en dos categorías principales, según la demanda sean dependientes o independientes.

- Modelos para Aprovisionamiento no Programado: En los que la demanda es de tipo independiente, generada como consecuencia de las decisiones de muchos actores ajenos a la cadena logística (clientes o consumidores), el modelo más común es el lote Económico de Compras.
- Modelos para Aprovisionamiento Programado: En los que la demanda es de tipo dependiente, generada por un programa de producción o ventas. Responden a peticiones de reaprovisionamiento establecidas por MRP¹ basadas en técnicas de optimización o simulación.

A su vez, los modelos no programados se clasifican en otras dos categorías:

- Modelos de Aprovisionamiento Continuo: En los que se lanza una orden de pedido cuando los inventarios decrecen hasta una cierta magnitud o “punto de pedido”. La cantidad a pedir es el “lote económico de compra”.
- Modelo de Aprovisionamiento Periódico: En los que se lanza una orden de pedido cada cierto tiempo previamente establecido. La cantidad a pedir será la que restablece un cierto nivel máximo de existencias nivel objetivo.

2.3.1.4 NIVEL ÓPTIMO DE INVENTARIO

Es aquel que permite satisfacer plenamente las necesidades de la empresa con la

¹ Management Resources Planning (Planeación de Requerimiento de Materiales)

mínima inversión. Al momento de fijar una política de inventarios la empresa tendrá que tener en cuenta factores tales como:

1. Ritmo de los consumos: A través de la experiencia determinar cómo es el consumo de materia prima durante el año:

- Lineales: la producción se comporta siempre de la misma manera.
- Estacionales: hay periodos donde la producción es baja y periodos donde es alta.
- Combinados: la empresa tiene líneas de producción que se comportan de manera lineal, pero a la vez, cuenta con líneas de producción estacionales.
- Impredecibles: la producción no se puede planear, pues depende de factores externos no controlables.

2. Capacidad de compras: Suficiencia de capital para financiar las compras.

3. Carácter perecedero de los artículos: La duración de los productos es fundamental para determinar el tiempo máximo que puede permanecer el inventario en bodega.

4. Tiempo de respuesta del proveedor:

- Abastecimiento instantáneo: Justo a Tiempo
- Abastecimiento demorado: Niveles altos

5. Instalaciones de almacenamiento: Dependiendo de la capacidad de las bodegas, se podrá mantener más o menos unidades en inventario. Alternativas:

- Alquiler bodegas
- Pactos con proveedores para suministros periódicos

6. Suficiencia de capital para financiar el inventario: Mantener el inventario produce un costo.

- Si la rotación es alta el costo de oportunidad es bajo.
- Si la rotación es baja el costo de oportunidad es alto.

7. Costo asociados a mantener el inventario

- Manejo
- Seguros
- Depreciación
- Arriendos

8. Protección

- Contra posible escasez del producto
- Contra demanda intempestiva
- Contra aumentos de precios

9. Riesgos incluidos en los inventarios

- Disminución de precios
- Deterioro de los productos
- Pérdidas accidentales y robos
- Falta de demanda

2.3.1.5 CLASIFICACIÓN ABC

En cada empresa se utilizan diferentes productos, cada uno de ellos con sus propias características, por lo tanto, cada uno de ellos necesita de un manejo particular, dependiendo de su importancia en los procesos de la compañía y de las

posibilidades de adquisición. El pensar que todos los productos se deben controlar de la misma manera, es una visión limitada de la realidad, que implica desgaste y sobre costos innecesarios.

El análisis ABC es una manera de clasificar los productos de acuerdo a criterios preestablecidos, la mayor parte de los textos que manejan este tema, toman como criterio el valor de los inventarios y dan porcentajes relativamente arbitrarios para hacer esta clasificación.

Es innegable, sin embargo que un pequeño porcentaje de productos, desde cualquier criterio, es indispensable para el funcionamiento de la empresa y/o para mejorar su rentabilidad, estos serian clasificados como productos A típicos, y de acuerdo a este punto de vista se van seleccionando los productos de las demás zonas; si uno considera oportuno podría pensarse en la posibilidad de agregar una zona D, para productos realmente intrascendentes y de costo muy bajo.

La siguiente gráfica nos da una visión de la clasificación ABC, no se utilizaron porcentajes en forma explícita, para no caer en la tentación de dogmatizar sobre un valor en particular, la idea es que a los productos de la zona A se le busquen modelos que permitan un control muy fuerte sobre el criterio clave que se esté manejando y a medida que se alejen los productos de esta zona, los modelos puedan ser más flexibles; esto no quiere decir que se descuide el control físico de los inventarios.

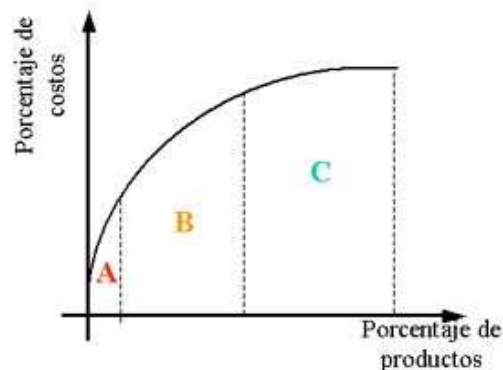


Fig. 2.1 Clasificación de inventarios ABC

2.3.1.5.1 Planeación del inventario ABC

El hecho de mantener el inventario a través de conteo, colocación de pedidos, recibo de existencias, etc., requiere tiempo y dinero. Cuando existen límites en estos recursos, el paso lógico es tratar de utilizar los recursos disponibles para controlar el inventario de la mejor manera posible. En otras palabras, centrarse en los artículos más importantes del inventario.

Esto es cierto en la vida diaria (la mayoría de las decisiones tiene relativamente poca importancia, pero unas pocas le dan forma al futuro) y también es cierto en los sistemas de inventario (en donde unos pocos artículos constituyen la mayor parte de la inversión).

Todo sistema de inventario debe especificar el momento en que se coloca un pedido y la cantidad de unidades que se deben ordenar. La mayoría de situaciones de control del inventario involucran tantos artículos que es muy poco práctico modelar y darle un tratamiento integral a cada uno. Para resolver este problema, el esquema de clasificación ABC divide los artículos del inventario en tres grupos distintos: alto volumen de dólares (A), moderado volumen de dólares (B) y bajo volumen de dólares (C). El volumen de dólares es una medida importante; sin embargo, un artículo bajo en costo pero alto en volumen puede ser más importante que uno de alto costo y de bajo volumen.

La segmentación puede no siempre ocurrir de manera tan nítida. Sin embargo, el objetivo es tratar de separar lo importante de lo que no lo es. El lugar en donde las líneas se dividen realmente depende del inventario particular en cuestión y de la cantidad de tiempo del personal que está disponible.

El propósito de clasificar los artículos por grupos es establecer el grado de control adecuado sobre cada uno. Sobre una base periódica, por ejemplo, los artículos de la clase A pueden controlarse de manera más clara con pedidos semanales, los artículos de la clase B pueden ordenarse quincenalmente y los de la clase C,

mensual o bimensualmente. Note que el costo unitario de los artículos no está relacionado con su clasificación. Un artículo de la clase A puede tener un alto volumen en dólares a través de una combinación de bajo costo y alta utilización o de alto costo y baja utilización. De manera similar, los artículos de la clase C pueden tener un bajo volumen en dólares debido a la baja demanda o al bajo costo.

En una estación de servicio automotriz, la gasolina sería un artículo de la clase A con reposición diaria o semanal; las llantas, baterías, aceite, grasa y líquido de la transmisión podrían ser artículos de la clase B con pedidos cada dos o cuatro semanas, y los artículos de la clase C serían las barras del distribuidor, las cuchillas de los parabrisas, las tapas del radiador, las mangueras, las correas del ventilador, los aditivos para el aceite y la gasolina, la cera, etc., que pueden ordenarse cada dos o tres meses o incluso agotarse antes del nuevo pedido pues la sanción por este motivo no es grave.

Algunas veces, un artículo puede ser crítico para un sistema si su ausencia crea una pérdida considerable. En este caso, sin importar la clasificación del artículo, se pueden mantener unas existencias lo suficientemente grandes para prevenir un agotamiento. Una manera de garantizar un control más estrecho es asignarle a este artículo una clasificación de A o B, forjándolo a entrar a esta categoría incluso si su volumen en dólares no justifica dicha inclusión.

2.3.2 CANTIDAD ECONOMICA DE PEDIDO

Una de las herramientas que se utilizan para determinar el monto óptimo de pedido para un artículo de inventario es el modelo de la cantidad económica de pedido (CEP). Tiene en cuenta los diferentes costos financieros y de operación y determina el monto de pedido que minimice los costos de inventario de la empresa.

2.3.2.1 LOS COSTOS BÁSICOS

Dentro de los costos que se deben tener en cuenta para la implementación de este modelo están:

- **Costos de pedido:** Son los que incluyen los costos fijos de oficina para colocar y recibir un pedido, o sea, el costo de preparación de una orden de compra, procesamiento y la verificación contra entrega. Estos se expresan en términos de gastos o costos por pedido.
- **Costos de mantenimiento del inventario:** Son los costos variables unitarios de mantener un artículo en el inventario por un periodo determinado. Entre los más comunes se encuentran los costos de almacenamiento, los costos de seguro, los costos de deterioro y obsolescencia y el costo de oportunidad. Estos son expresados en términos de costos por unidad por periodo.
- **Costos totales:** El que se determina en la suma del pedido y de los costos de mantenimiento del inventario. Su objetivo es determinar el monto de pedido que los minimice.
- **Costos de Quedarse Corto:** Cuando una empresa por cualquier circunstancia no puede cumplir un pedido, por lo general ocurren dos comportamientos, que dan lugar a dos tipos de costos:
- **Costos de Ruptura:** Está representado por la falta de un artículo durante un tiempo determinado. La característica principal es que a pesar del incumplimiento, el cliente prefiere esperar.
- **Costos de Faltantes:** Está representado por la falta de un artículo durante un tiempo determinado. En este caso la demanda no es cautiva, se pierde la venta y se pierde el cliente.
- **Costos de Sobrantes:** Este costo es causado por deterioro, obsolescencia, inversión ineficaz e inutilidad de un artículo o material cuando no es utilizado antes de determinado tiempo.

2.3.2.2 DEFECTOS DEL MODELO CEP

El modelo de cantidad económica de pedido tiene ciertos defectos que son directamente atribuibles a las suposiciones en las cuales se basa entre los más notables se encuentran:

- La suposición de un ritmo constante de utilización y renovación instantánea de existencias es bastante dudosa.
- La mayoría de empresas mantienen existencias de protección como salvaguarda para un aumento inesperado en la demanda o entregas lentas.
- Es muy complicado conocer con anterioridad la demanda anual de artículos.

Aunque se presentan estos defectos estructurales, el modelo proporciona mejores bases a quien toma las decisiones dentro de la empresa. Aunque normalmente el administrador financiero no está directamente relacionado con la utilización de esta metodología, debe saber sus fundamentos y utilización, ya que esta debe presentarse en la información respecto a los costos financieros.

2.3.2.3 PLANEACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL APROVISIONAMIENTO

Para garantizar la cobertura de las necesidades de la empresa al objeto de que los stocks de materias primas y elementos para el montaje y almacenaje, que deben ser tan bajos como sea posible.

Al respecto, Pacifico y Witwer (1983), “la planeación conduce a la utilización más eficiente de los recursos disponibles en el proceso de producción, de manera que se puedan lograr los objetivos máximos que estén al alcance...”.²

²www.monografias.com/Administracionyplaneaciondelaprovisionamiento.shtml

www.monografias.com/ingedemet/ingedemet.shtml

Por otra parte, Ramírez (1991), define la Administración del Aprovevisionamiento como “las tareas relativas a compra, almacenaje y distribución de materias primas y materiales empleados por las empresas de producción y comercialización...”.³

En tal sentido, que la Planeación y Administración del Aprovevisionamiento comprende la preparación de un plan de trabajo administrativo y técnico de las tareas relativas del almacenamiento y stock de materias primas y de elementos para montaje así como la contabilidad analítica y explotación de los costes.

2.3.3 JUSTO A TIEMPO

2.3.3.1 INTRODUCCIÓN

Éste podría ser el punto de inicio para entender esta nueva innovación a nivel mundial. Las siglas J.I.T. se corresponden a la expresión anglosajona "Just In Time ", cuya traducción podemos denotar como " Justo A Tiempo". Y precisamente la denominación de este novedoso método productivo nos indica su filosofía de trabajo: " las materias primas y los productos llegan justo a tiempo, bien para la fabricación o para el servicio al cliente".⁴

El método J.I.T. explica gran parte de los actuales éxitos de las empresas japonesas, sus grandes precursoras. Sus bases son la reducción de los “desperdicios”, es decir, de todo aquello que no se necesita en el preciso momento: colchones de capacidad, grandes lotes almacenados en los inventarios, etc.

³www.monografias.com/Administracionyplaneaciondelaprovisionamiento.shtml
www.monografias.com/ingedemet/ingedemet.shtml

⁴www.elprisma.com/trabajos/ingenieriademetodos/justoatiempo

Sin embargo, no podemos estudiar el sistema J.I.T. como un paquete de software, como el MRP (Material Requirements Planning: Programa de Requerimientos de Material), sino que debemos estudiarlo como una filosofía, ya que no únicamente afecta al proceso productivo, sino que también lo hace directamente sobre el personal, la forma de trabajo, los proveedores, etc.

Esta filosofía se basa principalmente en dos expresiones que resumen sus objetivos: “el hábito de ir mejorando” y la “eliminación de prácticas desperdiciadoras”: El J.I.T. busca que continuamente busquemos hacer las cosas mejor, hecho que raramente es apreciado en las acomodadas empresas occidentales, algunas de las cuales realizan una equívoca comparación entre sus medidas de minimizar costos con las eliminación de prácticas que producen desperdicio, esto es, prácticas que no suponen ningún beneficio para la empresa (aunque a primera vista si lo parezca).

2.3.4 SERVICIO AL CLIENTE

2.3.4.1 EL SERVICIO

El servicio al cliente puede ser definido, en un sentido amplio, como la medida de actuación del sistema logístico para proporcionar en tiempo y lugar un producto o servicio. El concepto de servicio al cliente es a menudo confundido con el de satisfacción al cliente, que es un concepto más amplio.

El éxito de una organización, la reducción de costos y la satisfacción de las necesidades de sus clientes, depende de una cadena de suministro bien gestionada, integrada y flexible, controlada en tiempo real y en la que fluye información eficientemente.

En este sentido, el nivel del servicio esta directamente relacionado con la gestión y efectividad de la cadena de suministro: flujos de información, de materiales, de

productos, etc. Cuanto más efectiva sea la gestión de la cadena de suministro, mayor valor añadido incorporara el servicio prestado al cliente.

2.3.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO

- El servicio es intangible: El cliente que recibe un servicio no puede manejar nada tangible.
- La producción y consumo del servicio se realizan en el mismo momento: No es posible crear un almacén de servicios.
- El servicio no puede verse antes de su despacho: El cliente debe confiar en el proveedor del servicio.
- La etapa inicial juega un papel crítico.
- El comprador (cliente) también participa en el desempeño del servicio.
- Ya que el servicio es el resultado de una interacción entre vendedor y comprador, todo error siendo altamente visible, es siempre “oficial”, como consecuencia, es muy importante estar listo para aplicar acciones correctivas.

2.3.4.3 LOS BENEFICIOS

El comprador (cliente) del servicio, percibe dos tipos de beneficios:

- **Los beneficios explícitos:** Aquellos que se le solicitan (exigen) claramente al proveedor.
- **Los beneficios implícitos:** No se mencionan durante las negociaciones, pero si se requieren en la evaluación final. Generalmente implícito significa que es habitual o una práctica común para la organización prestadora del servicio, sus clientes y otras partes interesadas.

Por lo anterior, en la planificación del servicio es muy importante definir aquellas actividades que no están directamente relacionadas con la esencia del servicio,

pero que sin embargo lo hacen mucho máspreciado, es decir que le aportan valor agregado. La Norma ISO 9001:2000 en relación con la realización del servicio y más concretamente en lo referente a la determinación de los requisitos relacionados con el producto (servicio), numeral 7.2.1, apartados (a) y (b) establece: ⁵

“La organización debe determinar:

- a) Los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma.
- b) Los requisitos no establecidos por el cliente pero necesarios para el uso especificado o para el uso previsto, cuando sea conocido. ” Antes de que ésta se comprometa a proporcionar o prestar el servicio al cliente.

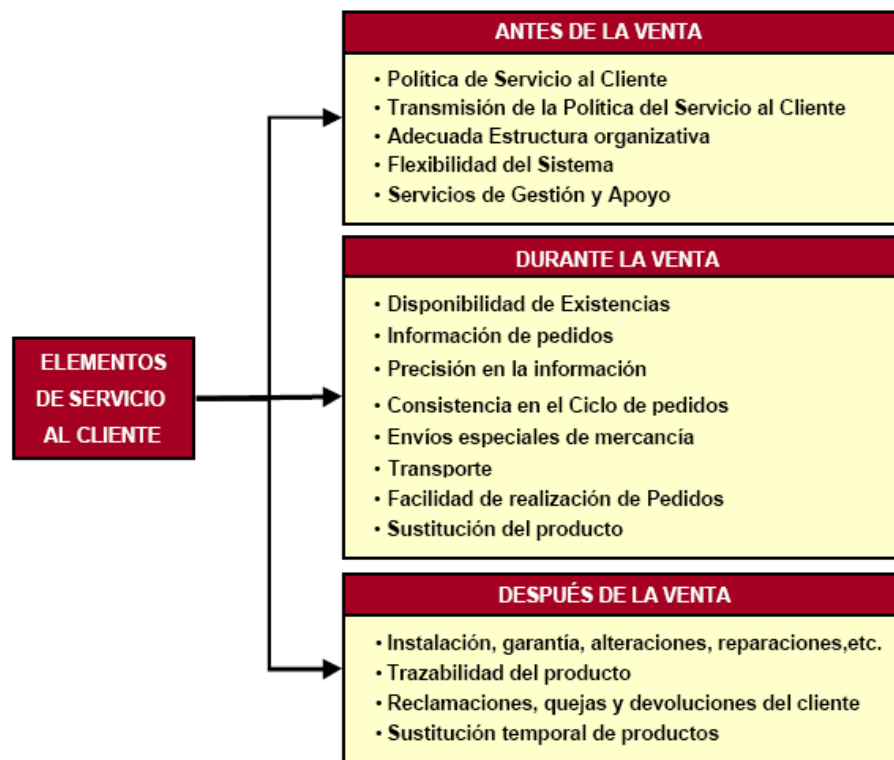


Fig. 2.3 Elementos de Servicio al cliente.

⁵www.programaempresa.com/empres/empresa.nsf/cliente1y2.pdf

2.3.4.4 LOS DIEZ MANDAMIENTOS DE LA ATENCIÓN AL CLIENTE

Las empresas, dentro de su plan estratégico, posicionan a sus clientes por encima de todo, muchas veces esta sentencia no se cumple.

1.- El cliente por encima de todo

Es el cliente a quien debemos tener presente antes de nada.

2.- No hay nada imposibles cuando se quiere

A veces los clientes solicitan cosas casi imposibles, con un poco de esfuerzo y ganas, se puede conseguir lo que el desea.

3. - Cumple todo lo que prometas

Son muchas las empresas que tratan, a partir de engaños, de efectuar ventas o retener clientes, pero ¿qué pasa cuando el cliente se da cuenta?

4. Solo hay una forma de satisfacer al cliente, darle más de lo que espera.

Cuando el cliente se siente satisfecho al recibir mas de los esperado ¿Cómo lograrlo? Conociendo muy bien a nuestros clientes enfocándonos en sus necesidades y deseos.

5.- Para el cliente su servicio marca la diferencia

Las personas que tienen contacto directo con los clientes tienen un gran compromiso, pueden hacer que un cliente regrese o que jamás quiera volver. Eso hace la diferencia.

6.- Fallar en un punto significa fallar en todo

Puede que todo funcione a la perfección, que tengamos controlado todo, pero que pasa si fallamos en el tiempo de entrega, si la mercancía llega accidentada o si en el momento de empacar el par de zapatos nos equivocamos y le damos un número diferente, todo se va al piso.

7.- Un empleado insatisfecho genera clientes insatisfechos

Los empleados propios son "el primer cliente" de una empresa, si no se les satisface a ellos como pretendemos satisfacer a los clientes externos, por ello las políticas de recursos deben ir de la mano de las estrategias de marketing.

8.- El juicio sobre la calidad de servicio lo hace el cliente

La única verdad es que son los clientes son quienes, en su mente y su sentir lo califican, si es bueno vuelven y de lo contrario no regresan.

9.- Por muy bueno que sea un servicio siempre se puede mejorar

Si se logro alcanzar las metas propuestas de servicio y satisfacción del consumidor, es necesario plantear nuevos objetivos, " la competencia no da tregua".

10.- Cuando se trata de satisfacer al cliente, todos somos un equipo

Todas las personas de la organización deben estar dispuestas a trabajar en pro de la satisfacción del cliente, trátase de una queja, de una petición o de cualquier otro asunto.

2.3.5 MEDICION DEL TRABAJO

2.3.5.1 INTRODUCCIÓN

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal, un método predeterminado.

2.3.5.2 DEFINICIÓN

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario

para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos con cronómetros se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea ya estandarizada.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos
- Se encuentren bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupos de máquinas. $\text{Rendimiento} = \text{obtenido} / \text{expectativa}$.

2.3.5.3 PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

Ante todo en la mayoría de los tiempos existen dos premisas fundamentales:

1. Las medidas deben hacerse con la más escrupulosa justicia, es decir, con las mayores garantías de que la medida esta perfectamente realizada, ya, que la determinación de tiempo se emplea para calcular los salarios con incentivos y, por tanto, si las medidas no son tomadas con verdadero sentido de responsabilidad, se derivan perjuicios graves para los trabajadores o para la empresa.

2. Las medidas deben hacerse con el grado de exactitud estrictamente necesario, de acuerdo con la importancia de lo que se mide. Si se trata de una operación que se repetirá multitud de veces, es evidente que todas las precauciones y tiempo que se dedique en asegurar una medición más exacta posible con pocas piezas y elementos técnicos puede resultar más caro que el valor de los posibles errores cometidos.

2.3.5.4 EQUIPO UTILIZADO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro, tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos.

Generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero. Respecto a la tabla de tiempos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos.

La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador.

2.3.5.5 EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación. Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos.

La información se puede agrupar como sigue:

- Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina
- Información que permita identificar al operario
- Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

- Objeto de la operación
 - Diseño de la pieza
 - Tolerancias y especificaciones
 - Material
 - Proceso de manufactura
 - Preparación de herramientas y patrones
 - Condiciones de trabajo
 - Manejo de materiales
 - Distribución de máquinas y equipos
 - Principios de economía de movimientos
-
- **Objeto de la operación.** Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.
 - **Diseño de la pieza.** El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisface las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.
 - **Tolerancias y eficiencias.** Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia

estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.

- **Material.** Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante. Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.
- **Proceso de manufactura.** Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes.
- **Preparación de herramientas y patrones.** La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades.
- **Condiciones de trabajo.** Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario. Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.
- **Manejo de materiales.** La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una

buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.

- **Distribución de maquinaria y equipo.** Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.
- **Principios de economía de movimientos.** Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes. Una de las fuentes de mayores gastos inútiles en la industria está en el trabajo que es ejecutado al hacer movimientos innecesarios o inefectivos. Este desperdicio puede evitarse aplicando los principios experimentados de economía de movimientos.

2.3.5.6 RITMO DE TRABAJO

2.3.5.6.1 Definición

El ritmo de trabajo es el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo. Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y, según se supone, en los beneficios de la empresa.⁶

2.3.5.6.2 Valoración del ritmo de trabajo

1. La calificación de la actuación toma en cuenta cuatro aspectos: Habilidad, esfuerzo, condiciones y, consistencia.

⁶ García Criollo, R. Estudio del trabajo, Vol. II. 1ª. Ed. Ed. Mc Graw – Hill, México, 1998.

- Habilidad. Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operario.
- Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar, controlable por el operario dentro de los límites impuestos por la habilidad.
- Condiciones. Son aquellas condiciones como luz, ventilación, calor, etc., que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación.
- Consistencia. Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.

2. Valoración o calificación sintética. Consiste en comparar los tiempos observados con otros considerados como normas.

3. Calificación Objetiva.- Es un método según el cuál se califican el ritmo y la dificultad de trabajo. Bajo este procedimiento, el operador se califica exactamente en la misma forma que el método anterior; pero posteriormente se selecciona un segundo factor de ajuste que toma en cuenta la dificultad del trabajo.

2.3.5.7 SUPLEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

En el estudio de métodos es importante cronometrar cualquier tarea, la energía que se necesite desgaste del trabajador para ejecutar la operación debe reducirse al mínimo perfeccionando la economía de movimientos, y de ser posible la mecanización de trabajo.

El principal suplemento que detectamos en el área de trabajo analizada, fue la del tiempo que un trabajador puede ocupar en el instante de realizar sus necesidades personales.

2.3.5.7.1 Definición de suplemento

Un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

Suplementos a concederse.- Tres son los suplementos a concederse en un estudio de tiempos. Estos son:

1. Suplementos por retrasos personales
2. Suplementos por retrasos por fatiga (descanso)
3. Suplementos por retrasos especiales.

2.3.5.7.2 Suplementos por retrasos personales

En general los suplementos personales son constantes para un mismo tipo de trabajo. Para personas normales fluctúan entre 4% y 7%.

2.3.5.7.3 Suplemento por retrasos por fatiga

Estas son tres definiciones del concepto:

"Fatiga es el estado de la actitud física o mental, real o imaginaria, de una persona, que incluye en forma adversa en su capacidad de trabajo."

"Fatiga es cualquier cambio ocurrido en el resultado de su trabajo, que está asociado con la disminución de la producción del empleado."

"Fatiga es la reducción en la habilidad para hacer un trabajo debido a lo previamente efectuado."

La zona oscura en la figura 2.4 representa la pérdida de producción, a medida que avanza el día.

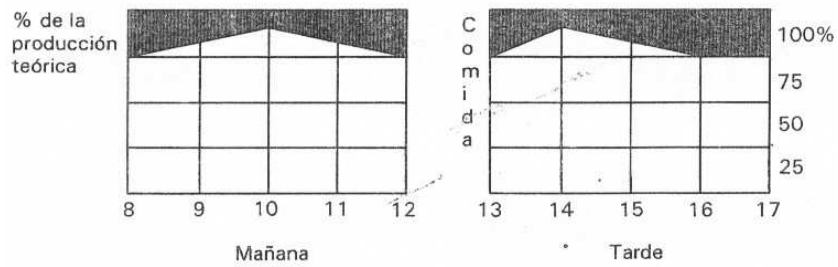


Fig. 2.4 Efecto de la fatiga sobre el rendimiento

Factores que tienden a producir fatiga

1. Constitución del individuo
2. Tipo de trabajo
3. Condiciones del trabajo
4. Monotonía, tedio
5. Ausencia de descansos apropiados
6. Alimentación del individuo
7. Esfuerzo físico y mental requeridos
8. Condiciones climatéricas
9. Tiempo trabajando

2.3.5.7.4 Suplementos por retrasos especiales

Los suplementos para compensar los retrasos especiales pueden variar entre amplios límites, aunque en trabajos bien estudiados no es raro encontrar que sean entre 1% y 5%.

2.3.5.7.5 Suplemento por políticas

Este tipo de suplementos los otorga la dirección de la empresa.

A continuación se presentan algunos lineamientos que pueden servir para la determinación del suplemento

1. Los suplementos para vencer la fatiga, en trabajos relativamente ligeros, son en general del orden de 4%.
2. Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados, fluctúan entre 8% y 15%.
3. Los suplementos totales para trabajos medianos bien estudiados, fluctúan entre 12% y 40%.
4. Los suplementos totales para trabajos pesados no son fáciles de estimar, pero en general son mayores de 20%.
5. En general cuando los suplementos totales suman más de 20%, no es necesario añadir el suplemento por fatiga.

2.3.5.8 ESFUERZO

2.3.5.8.1 Definición

El esfuerzo se define como: “Una demostración de la voluntad, para trabajar con eficiencia”. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y puede ser controlada en un alto grado por el operario.

2.3.5.8.2 Tipos de esfuerzo

A) Esfuerzo deficiente

1. Pierde el tiempo claramente
2. Falta de interés en el trabajo
3. Le molestan las sugerencias
 - a) Dar vueltas innecesarias en busca de herramienta o material
 - b) Efectúa más movimientos de los necesarios
 - c) Mantiene en desorden su lugar de trabajo

B) Esfuerzo regular

1. Las mismas tendencias que el anterior pero en menor intensidad
 2. Acepta sugerencias con poco agrado
 3. Su atención parece desviarse del trabajo
- a) Es medianamente sistemático, pero no sigue siempre el mismo orden
 - b) Trabaja también con demasiada exactitud
 - c) Hace su trabajo demasiado difícil

C) Esfuerzo promedio

1. Trabaja con consistencia
 2. Mejor que el regular
 3. Es un poco escéptico sobre la honradez del observador de tiempos o de la dirección.
- a) Tiene una buena distribución en su área de trabajo
 - b) Planea de antemano
 - c) Trabaja con buen sistema

D) Esfuerzo bueno

1. Pone interés en el trabajo
 2. Muy poco o ningún tiempo perdido
 3. No se preocupa por el observador de tiempos
- a) Está bien preparado y tiene en orden su lugar de trabajo

E) Esfuerzo excelente

1. Trabaja con rapidez
 2. Utiliza la cabeza tanto como las manos
 3. Toma gran interés en el trabajo
- a) Reduce al mínimo los movimientos innecesarios
 - b) Trabaja sistemáticamente con su mejor habilidad

F) Esfuerzo excesivo

1. Se lanza a un paso imposible de mantener constantemente

2. El mejor esfuerzo desde el punto de vista menos el de la salud.

2.3.5.9 TIEMPO ESTÁNDAR

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, incluyendo síntomas de fatiga.

2.3.5.9.1 El estándar de tiempos y sus componentes

El producto final de la medida del trabajo será el obtener el tiempo tipo o estándar de la operación, o proceso objeto de nuestro estudio.

Métodos Generales de medición del trabajo

1. Intuitivo: Basado en la experiencia
2. Medición y observación directas
 - a. Cronometraje
 - b. Muestreo del trabajo
3. Tiempos predeterminados
 - a. MTM: Medición de Tiempos de Métodos

2.3.5.9.2 Cálculo del tiempo tipo o estándar

Se procede a calcular el estudio de tiempos y se obtiene el tiempo estándar de la operación como sigue:

a) Se analiza la consistencia de cada elemento. Las medidas a tomar pueden ser las siguientes:

- Si las variaciones son debidas a la naturaleza de los elementos se conservan todas las lecturas.

- Caso contrario la lectura anterior o posterior donde se observa la variación de ambas son consistentes, la inconsistencia en el elemento estudiado se deberá a la falta de habilidad del trabajador. Si un gran número de observaciones son consistentes se pueden eliminar las variaciones extremas y solas conservar las normas

b) En cada uno de los elementos se suman las lecturas que han sido consideradas como consistentes.

c) Se nota el número de lecturas que han sido consideradas para cada elemento.

d) Se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas o consideradas, el resultado es el tiempo promedio por elemento.

$$T_e = \sum X_i / n \quad \text{Ec. 2.1}$$

e) Se multiplica el tiempo promedio (T_e) por el factor de valoración. Esta cifra debe aproximarse hasta el milésimo de minuto obteniéndose el tiempo base elemental:

$$T_n = T_e (\text{valoración en \%}) \quad \text{Ec. 2.2}$$

f) Al tiempo base elemental se le suma la tolerancia por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento:

$$T_t = T_n (1 + \text{Tolerancias}) \quad \text{Ec. 2.3}$$

g) Se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento cíclico o contingente.

h) Se multiplica el tiempo concedido elemental por la frecuencia obtenida del elemento. A este producto se le denomina tiempo total concedido.

i) Se suman los tiempos concedidos para cada elemento y se obtiene el tiempo tipo o estándar por operación/ pieza, etc.

2.3.5.10 DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES

Una distribución de probabilidad indica toda la gama de valores que pueden representarse como resultado de un experimento. Una distribución de probabilidad es similar a la distribución de frecuencias relativas. Si embargo, en vez de describir el pasado, describe la probabilidad que un evento se realice en el futuro, constituye una herramienta fundamental para la prospectiva, puesto que se puede diseñar un escenario de acontecimientos futuros considerando las tendencias actuales de diversos fenómenos naturales.

2.3.5.10.1 Distribución de Poisson

Los clientes llegan a un banco o a una tienda de comestibles de manera "totalmente aleatoria", lo que significa que no hay forma de predecir cuándo llegará alguien. La función probabilística para describir el número de tales llegadas durante un periodo específico sigue la distribución de Poisson.

Sea x el número de eventos (por ejemplo, llegadas) que tienen lugar durante una unidad de tiempo específica (por ejemplo, un minuto o una hora). La fdp de Poisson está dada como:

$$P\{x = k\} = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \quad k = 1, 2, \dots \quad \text{Ec. 2.4}$$

La media y la varianza de Poisson son

$$E\{x\} = \lambda \quad \text{Ec. 2.5}$$

$$\text{var}\{x\} = \lambda \quad \text{Ec. 2.6}$$

De manera intuitiva, $E\{x\} = \lambda$ debe representar el número promedio de eventos que ocurre por unidad de tiempo. En esencia, el parámetro λ se define como la tasa (número por unidad de tiempo) a la que ocurre el evento.

2.3.5.10.2 Distribución exponencial negativa

Si el número de llegadas a una instalación de servicio durante un periodo específico ocurre de acuerdo con una distribución de Poisson, entonces, de forma automática, la distribución de los intervalos entre llegadas sucesivas debe seguir la distribución exponencial negativa (o simplemente, la exponencial). Específicamente, si λ es la tasa a la que ocurren los eventos de Poisson, entonces la distribución del tiempo, x , entre llegadas sucesivas está dada como:

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} e^{-x/\lambda}, \quad x > 0 \quad \text{Ec. 2.7}$$

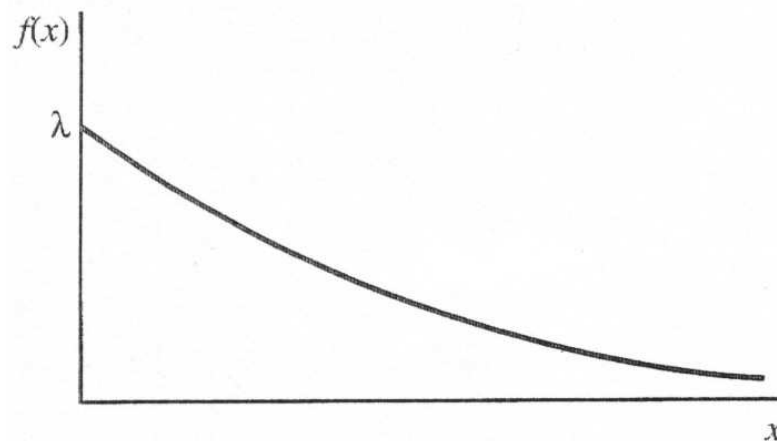


Fig. 2.5 Curva exponencial, grafica de $f(x)$.

La media y la varianza de la distribución exponencial son

$$E\{x\} = \frac{1}{\lambda} \quad \text{Ec. 2.8}$$

$$\text{var}\{x\} = \frac{1}{\lambda^2} \quad \text{Ec. 2.9}$$

La media $E\{x\}$ es consistente con la definición de λ Si λ es la tasa a la que ocurren los eventos, entonces $\frac{1}{\lambda}$ es el intervalo promedio entre eventos sucesivos.

2.3.5.10.3 Distribución normal

La distribución normal describe muchos fenómenos aleatorios que ocurren en la vida diaria, incluyendo calificaciones de pruebas, pesos, alturas y muchos otros. La fdp de la distribución normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad -\infty < x < \infty \quad \text{Ec. 2.10}$$

Donde:

$$E\{x\} = \mu \quad \text{Ec. 2.11}$$

$$\text{var}\{x\} = \sigma^2 \quad \text{Ec. 2.12}$$

La notación $N(\mu, \sigma)$ normalmente se usa para representar una distribución normal con media μ y desviación estándar σ .

En la figura 2.6 se presenta una gráfica de la $f(x)$ normal. La fdp es simétrica alrededor de la media μ .

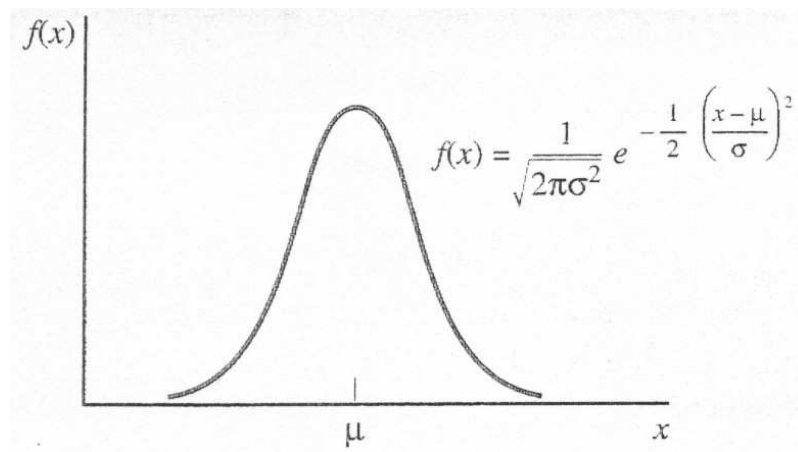


Fig. 2.6 Curva Normal

2.3.5.11 PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

En estadística, la prueba de **Kolmogorov-Smirnov** (también prueba **K-S**) es una prueba no paramétrica que se utiliza para determinar la bondad de ajuste de dos distribución de probabilidades entre sí. En el caso de que queramos verificar la normalidad de una distribución, la prueba de Lilliefors conlleva algunas mejoras con respecto a la de Kolmogorov-Smirnov; y, en general, las pruebas Shapiro-Wilk o Anderson-Darling son alternativas más potentes.

La metodología es la siguiente:

1. Se colocan los n datos históricos en una tabla de frecuencias con $m = \sqrt{n}$ intervalos. Para cada intervalo se obtendrá la frecuencia observada i (FO_i).
2. Se divide la frecuencia observada de cada intervalo por el número total de datos. A este resultado se le llama la probabilidad observada i (PO_i).
3. Se calcula la probabilidad acumulada observada de cada intervalo (POA_i) del paso 2.
4. Se propone una distribución de probabilidad de acuerdo con la forma de la tabla de frecuencias obtenida en 1. (Elaborar histograma)
5. Con la distribución propuesta se calcula la probabilidad esperada para cada uno de los intervalos (PE_i) utilizando la distribución propuesta.
6. Se calcula la probabilidad acumulada esperada (PEA_i) para cada intervalo de clase.

7. Se calcula la diferencia absoluta entre POA_i y PEA_i para cada intervalo y se selecciona la máxima diferencia, llamándola DM.

8. El estimado DM se compara con un valor límite proporcionado en tabla, con n datos y a un nivel de confiabilidad de $1 - \alpha$. Si el estimador DM es menor o igual al valor límite indicado en el ANEXO 3, entonces no se puede rechazar que la información histórica sigue la distribución propuesta en el paso 4.

2.3.5.12 TEORÍA DE COLAS

La teoría de las colas es el estudio matemático de las colas o líneas de espera. La formación de colas es, por supuesto, un fenómeno común que ocurre siempre que la demanda efectiva de un servicio excede a la oferta efectiva.

Con frecuencia, las empresas deben tomar decisiones respecto al caudal de servicios que debe estar preparada para ofrecer. Sin embargo, muchas veces es imposible predecir con exactitud cuándo llegarán los clientes que demandan el servicio y/o cuánto tiempo será necesario para dar ese servicio; es por eso que esas decisiones implican dilemas que hay que resolver con información escasa.

Estar preparados para ofrecer todo servicio que se nos solicite en cualquier momento puede implicar mantener recursos ociosos y costos excesivos. Pero, por otro lado, carecer de la capacidad de servicio suficiente causa colas excesivamente largas en ciertos momentos. Cuando los clientes tienen que esperar en una cola para recibir nuestros servicios, están pagando un costo, en tiempo, más alto del que esperaban. Las líneas de espera largas también son costosas por tanto para la empresa ya que producen pérdida de prestigio y pérdida de clientes.

La teoría de las colas en si no resuelve directamente el problema, pero contribuye con la información vital que se requiere para tomar las decisiones concernientes prediciendo algunas características sobre la línea de espera: probabilidad de que se formen, el tiempo de espera promedio.

Pero si utilizamos el concepto de "clientes internos" en la organización de la empresa, asociándolo a la teoría de las colas, nos estaremos aproximando al modelo de organización empresarial "just in time" en el que se trata de minimizar el costo asociado a la ociosidad de recursos en la cadena productiva.

El problema es determinar que capacidad o tasa de servicio proporciona el balance correcto. Esto no es sencillo, ya que un cliente no llega a un horario fijo, es decir, no se sabe con exactitud en que momento llegarán los clientes. También el tiempo de servicio no tiene un horario fijo.

2.3.5.12.1 Objetivos de la teoría de colas

Dada la función de costes anterior, los objetivos de la Teoría de Colas consisten en:

- Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza el coste global del mismo.
- Evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema tendrían en el coste total del mismo.
- Establecer un balance equilibrado (“óptimo”) entre las consideraciones cuantitativas de costes y las cualitativas de servicio.

El objetivo de coste es claro; entre los objetivos de servicio se suelen plantear aspectos medibles (llamados medidas “duras”) y hay otros (medidas “blandas”) que hay que valorar externamente; algunas medidas “duras” típicas de sistemas de Colas son:

- Tasa de ocupación de las estaciones de servicio: las ocupaciones admisibles dependen del tipo de sistema, y es claro que no son estándares: la ocupación permanente de un sistema automático como una barrera de aparcamiento no puede ser la misma que la de un médico en una consulta.

- Número de clientes en el sistema o en la Cola: hay límites (en ocasiones hasta físicos) al tamaño de una Cola, que también dependen del tipo de servicio. En casos en que hay restricciones al tamaño de la Cola (por ejemplo en una gasolinera en el centro de la ciudad) una medida importante será la proporción de clientes servidos en relación a los potenciales (llegados al sistema).
- Tiempo de permanencia en el sistema o en la Cola: la “paciencia” de los clientes depende del tipo de servicio específico considerado.

2.3.5.12.2 Sistema de colas

Los elementos del Sistema de Colas son los siguientes:

a) Población

La población puede clasificarse (y las técnicas de Colas difieren) en función de su tamaño relativo, como finita o infinita: será infinita cuando el número de clientes potenciales es muy grande en relación a la capacidad del sistema; en caso contrario, será finita.

b) Proceso de llegada de los clientes

Las llegadas de clientes al sistema son en la mayoría de las ocasiones controlables: por ejemplo, hay sistemas que juegan con los precios, o con la capacidad / comodidad, o con ofertas; en casos hipotéticamente incontrolables como las llegadas de urgencias se toman acciones previas sobre el sistema de ambulancias para comunicar el estado/la saturación de las instalaciones y desviar pacientes a otros hospitales.

Normalmente la Teoría de Colas opera sobre los tiempos entre llegadas consecutivas de clientes: modelos típicos son el teórico de llegadas a intervalos fijos iguales, o los que consideran diferentes distribuciones de probabilidad. Asimismo, las llegadas pueden ser individuales (un único cliente en cada llegada) o múltiples (varios clientes en una misma llegada).

c) Línea de espera o Cola

Como se ha dicho, la Cola viene definida en primer lugar por la forma de llegada de los clientes (con/sin distribución conocida, perfil de la distribución).

Por otra parte el Sistema se define también por la conducta del cliente potencial ante la Cola; los tipos de cliente en relación a la conducta se denominan:

Impaciente	Si hay Cola abandona el Sistema
Paciente / rechazo	Si la Cola supera un límite definido para cada cliente, abandona el Sistema
Paciente / abandono	Aguanta la Cola durante un cierto tiempo
Paciente / Permanencia	Aguanta hasta ser atendido

Tabla 2.1 Tipos de cliente según la conducta

d) Capacidad de la Cola

El caso teórico más simple es el de cola de capacidad infinita; existen múltiples casos de Colas de longitud acotada (por ejemplo un restaurante drive-in, o un taller mecánico).

e) Proceso de servicio

Se caracteriza la distribución de tiempos de duración del servicio; los modelos más utilizados emplean una distribución exponencial (luego se discutirá).

f) Reglas de servicio

Las reglas más utilizadas son:

FIFO (primero en llegar, primero en ser servido). Se percibe como la más justa en los sistemas de Colas más habituales.

LIFO: por ejemplo en productos perecederos en que se consulta la fecha de caducidad.

g) *Número de estaciones de servicio*

En función del número de estaciones (canales) de servicio y de las fases del proceso de servicio, tenemos los siguientes tipos de problemas de Colas:

Canales	Fases	Ejemplos típicos
Uno	Una	Kiosco de prensa con un empleado
Uno	Varias	Lavado / secado de coches
Varios	Una	Oficina bancaria con varios cajeros
Varios	Varias	Centro de servicios radiológicos de hospital

Tabla 2.2 Tipos de Problemas

2.3.5.12.3 Notación de Kendall

Por convención los modelos que se trabajan en teoría de colas se etiquetan

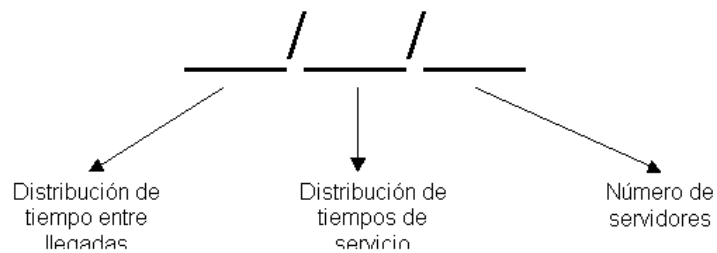


Fig. 2.7 Notación de Kendall

Las distribuciones que se utilizan son:

- M: Distribución exponencial (markoviana)
- D: Distribución degenerada (tiempos constantes)
- E k: Distribución Erlang
- G: Distribución general

2.3.5.12.4 Características claves

Existen dos clases básicas de tiempo entre llegadas:

- **Determinístico**, en el cual clientes sucesivos llegan en un mismo intervalo de tiempo, fijo y conocido. Un ejemplo clásico es el de una línea de ensamble, en donde los artículos llegan a una estación en intervalos invariables de tiempo (conocido como ciclos de tiempo)
- **Probabilístico**, en el cual el tiempo entre llegadas sucesivas es incierto y variable. Los tiempos entre llegadas probabilísticos se describen mediante una distribución de probabilidad.

En el caso probabilístico, la determinación de la distribución real, a menudo, resulta difícil. Sin embargo, la distribución exponencial, ha probado ser confiable en muchos de los problemas prácticos.⁷ La función de densidad, para una distribución exponencial depende de un parámetro, digamos λ (letra griega lambda), y está dada por:

$$f(t) = \left(\frac{1}{\lambda}\right)e^{-t} \quad \text{Ec. 2.13}$$

2.3.5.12.5 Estructuras típicas

Las llegadas pueden ser personas, cartas, carros, incendios, ensambles intermedios en una fábrica, etc. En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos de varios sistemas de colas.

⁷ www.monografias.com/trabajo15/estadistica-apoyo/estadistica-apoyo3.shtml

<i>Situación</i>	<i>Llegadas</i>	<i>Cola</i>	<i>Mecanismo de Servicio</i>
Aeropuerto	Aviones	Aviones en carreteo	Pista
Aeropuerto	Pasajeros	Sala de espera	Avión
Depto de bomberos	Alarmas de incendio	Incendios	Depto. De Bomberos.
Compañía telefónica	Números marcados	Llamadas	Conmutador
Lavado de carros	Autos	Autos sucios	Mecanismo de lavado
La corte	Casos	Casos atrasados	Juez
Panadería	Clientes	Clientes con números	Vendedor
Carga de camiones	Camiones	Camiones en espera	Muelle de carga
Oficina de correos	Cartas	Buzón	Empleados por correos
Crucero	Autos	Autos en línea	Crucero
Fábrica	Subensamble	Inventario en proceso	Estación de trabajo.
Cartas de negocios	Notas de dictado	Cartas para mecanografiar	Secretaria
Reproducción	Pedidos	Trabajos	Copiadoras
Hospital	Pacientes	Personas enfermas	Hospital

Tabla 2.3. Ejemplo de sistemas de Colas

2.3.5.13 Modelos de colas

Los componentes de un modelo de colas pueden ser combinados de distintas maneras, para reflejar la gran variedad de situaciones posibles. Observemos algunas combinaciones que nos permitan identificar cualquier número de servidores idénticos y en paralelo.

a) **M/M/c: llegadas de Poisson y distribución exponencial del tiempo de servicio**

Probablemente ésta sea la cola más simple para analizar. Se presume que las llegadas se producen aleatoriamente desde una población infinita (un proceso de entradas de Poisson), no hay límite en la capacidad de la sala de espera y los tiempos de servicio se distribuyen exponencialmente.

b) **M/D/c: llegadas de Poisson y tiempo de servicio constante**

Continuando con llegadas aleatorias, pero suponiendo que el tiempo de servicio es constante, o sea el mismo para cada cliente atendido. En el caso de múltiples

servidores ($c > 1$) no hay fórmulas exactas para este caso, pero se puede utilizar la denominada “aproximación de Molina”. Si hay un solo servidor, las fórmulas son precisas.

c) M/G/c: llegadas de Poisson y tiempo de servicio arbitrario

Otra vez se presumen llegadas aleatorias y una longitud de la cola infinita, pero ahora se supone que se desconoce la distribución de los tiempos de servicio más allá de su valor medio y la desviación estándar. Como en el caso anterior, sólo si hay un solo servidor aparece un resultado exacto. Para $c > 1$ se pueden utilizar las fórmulas de aproximación de Lee y Longton.

Sin embargo, estas expresiones pueden resultar exactas para los casos especiales en que sea M/M/c y M/G/1, y resultan especialmente óptimas en situaciones de “tráfico pesado” (cuando la tasa de llegadas es tan grande como la tasa máxima de salidas). En este modelo se dispone de la medida del valor medio, y las probabilidades de estado del sistema no se pueden establecer por falta de información suficiente.

d) Modelo de un servidor y una cola

Este modelo puede aplicarse a personas esperando en una cola para comprar boletos para el cine, a mecánicos que esperan obtener herramientas de un expendio o a trabajos de computadora que esperan tiempo de procesador.

Llegadas

Consiste en la entrada al sistema que se supone es aleatoria. No tienen horario, es impredecible en que momento llegarán. El modelo también supone que las llegadas vienen de una población infinita y llegan una a la vez.

Cola.

En este modelo se considera que el tamaño de la cola es infinito. La disciplina de la cola es primero en llegar, primero en ser servido sin prioridades especiales. También se supone que las llegadas no pueden cambiar lugares en la línea (cola) o dejar la cola antes de ser servidas.

Instalación de Servicio.

Se supone que un solo servidor proporciona el servicio que varía aleatoriamente.

Salidas.

No se permite que las unidades que salgan entren inmediatamente al servicio.

Cola:

$$\text{Longitud promedio de la línea: } Lq = \sum_{n=s}^n (n-s)P_n \quad \text{Ec. 2.14}$$

$$\text{Tiempo de espera promedio: } Wq = \frac{Lq}{\lambda} \quad \text{Ec. 2.15}$$

Sistema:

$$\text{Longitud promedio de la línea: } L = \sum_{n=0}^n nP_n \quad \text{Ec. 2.16}$$

$$\text{Tiempo de espera promedio: } W = \frac{L}{\lambda} \quad \text{Ec. 2.17}$$

Procesos markovianos

$$P_0 = \left(1 + \frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} + \dots + \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_{N-1}}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \dots \mu_N} \right)^{-1} \quad \text{Ec. 2.18}$$

$$P_N = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_{N-1}}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \dots \mu_N} P_0 \quad \text{Ec. 2.19}$$

Tasa de entrada promedio

Es el valor ponderado de las tasas de entrada e un sistema y representa el número promedio de clientes que efectivamente entran al sistema.

$$\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^n \lambda_n P_n \quad \text{Ec. 2.20}$$

λ = tasa promedio de llegada.

μ = tasa promedio de servicio.

e) Modelo M / G / 1

Sistema de líneas de espera con llegadas aleatorias, distribución general de los tiempos de servicio (para el cual se supone conocida la desviación estándar), un canal de servicio y una línea de espera.

En este modelo las llegadas se distribuyen de acuerdo con la distribución de Poisson, al igual a los casos anteriores, pero los tiempos de servicio no necesariamente se distribuyen de acuerdo con la distribución exponencial negativa. Si consideramos el caso en que solo existe un solo canal, estamos considerando el caso M / G / 1, es decir, llegadas de tipo Markov, tiempo de servicio general y un canal de servicio.

La razón por la que podemos considerar el caso M / G / 1 es que las formulas que se utilizan para calcular sus características de operación son bastantes simples. Para esto primero debe de calcularse el numero de unidades que están esperando a ser atendidas (L_q), y utilizar este resultado para calcular el valor de L. Para calcular el valor de L_q debemos de conocer le valor de la desviación (s) estándar de la distribución que distingue los tiempos de servicio.

Ahora si conocemos la desviación estándar y la media de la distribución de los tiempos de servicio, puede obtenerse formula para el valor de Lq a partir de la siguiente ecuación.

$$Lq = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + (\lambda / \mu)^2}{2(1 - (\lambda / \mu))} \quad \text{Ec. 2.21}$$

Si utilizamos Lq podemos determinar el valor de L , por medio de la siguiente ecuación:

$$L = Lq + \rho \quad \text{Ec. 2.22}$$

Al igual que las características de operación de los modelos $M / M / 1$ y $M / S / 1$, podemos calcular el tiempo esperado en el sistema de líneas de espera (W), y el tiempo que se invierte antes de ser atendido (Wq), esto lo podemos realizar por medio de las siguientes ecuaciones:

$$W = \frac{L}{\lambda} \quad \text{Ec. 2.23}$$

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} \quad \text{Ec. 2.24}$$

2.4 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Tiempos de adelanto.

2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Optimización del área de Repuestos y Bodega.

2.5 HIPOTESIS

La toma de tiempos reales permitirá el correcto análisis de los tiempos de adelanto para el óptimo desarrollo del proceso de pedido, recepción y entrega de repuestos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

En este proceso investigativo se utilizaron herramientas como hojas de formatos para la toma de tiempos en cada área, cronómetros, hojas de formatos para las observaciones diarias.

La información teórica presentada en este proyecto fue seleccionada de las consultas bibliográficas, vía INTERNET y diferentes técnicas que ayudó en el desarrollo del mismo.

3.2 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad utilizada en la investigación fue:

De campo.- Es un factor muy importante dentro de este proyecto, ya que permitirá conocer los hechos como en realidad se presentan en el día a día dentro del departamento, de una manera espontánea para poder ir registrándolo por escrito.

Bibliográfica.- Este fue uno de los factores muy importantes ya que se recurrió a libros, INTERNET y textos de muchos autores ya que no había un respaldo bibliográfico tanto en la empresa como en nuestra facultad de algún trabajo anteriormente hecho que tenga relación con la temática de este proyecto.

Experimental.- En este punto se pudo observar que todos los datos recolectados anteriormente son utilizados para determinar los tiempos de espera del cliente hasta recibir su pedido.

3.3 TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación empleado fue:

Explicativo.- Ya que permitió comprobar experimentalmente una hipótesis, descubrir la causa y efecto de los problemas, detectar los factores que determinan ciertos comportamientos, además se pudo determinar el ¿Por qué? De las cosas y eventos que suceden en el área.

3.4 POBLACION Y MUESTRA

Para este proyecto se considero como población todo el personal involucrado en el área. Entre jefes, bodegueros y mecánicos de vehículos a gasolina del taller matriz de Automotores de la Sierra S.A. suman un total de 15 personas involucradas y que se tomarán en cuenta para la realización de dicho proyecto.

3.5 RECOLECCION DE INFORMACION

TIPOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS
Información Primaria	Preguntas casuales Observación	Verbalmente Cronometraje
Información Secundaria	Lectura de: Textos, folletos, documentos Paginas Web	Fichas bibliográficas Fichas nemotécnicas INTERNET

Cuadro 3.1 Tipos, técnicas e instrumentos para la recolección de información

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 INTRODUCCION

Por motivos de toma de decisiones la empresa en este caso Automotores de la Sierra S.A., solicitó como análisis e interpretación de datos se utilice la Teoría de Colas. Esto con motivo de determinar si el área en estudio es un posible cuello de botella en el mantenimiento general de vehículos a gasolina. Además de poder establecer y dar a conocer los tiempos reales de atención como también los inconvenientes que tiene el personal en el trabajo diario.

Durante el tiempo de observación en la empresa, en el área de Repuestos y Bodega se labora en un horario igual que en las demás áreas, desde las 8H00 hasta las 18H30.

La empresa, facilitó los formatos para la toma de tiempos como muestran la tabla 4.1; en la tabla 4.2 se encuentra un ejemplo de datos de los pedidos realizados durante un día normal de trabajo.

Antes de iniciar la explicación de los análisis realizados en el área de Repuestos y Bodega, cabe diferenciar que se va a realizar un análisis para los repuestos que si existen en bodega actualmente y otro muy distinto para los repuestos que se deben hacer bajo pedido a las diferentes sucursales del país.

Tabla 4.1 Formato utilizado para obtención de tiempos.

ASSA TALLER MATRIZ - MECANICA													
ETAPA ANTERIOR							Fecha Inicio:			Fecha Finalizació			
ETAPA ACTUAL:		PEDIDO REPUESTOS					Hora Inicio:			Hora Finalizació			
ETAPA POSTERIOR:							Responsable:			FIRMA			
VEHICULO							TIEMPOS						OBSERVACIONES
CONO	OT	ASESOR	MODELO	COLOR	PLACA	CLIENTE	LLEGADA		ENTRADA		SALIDA		
							FECHA	HORA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	
A 24	130170	26	RODEO	VERDE	TCK-521	GILBERTO QUISIMALIN	19/03/2007	8:08	20/03/2007	8:08	20/03/2007	8:09	
A 23	130175	30 E	LUV DMX CD	PLATA	TDF-996	C.E. SAN PIO X	19/03/2007	8:17	20/03/2007	8:17	20/03/2007	8:18	
A 30	130179	32	LUV CD 2,4	BLANCC	TMA-247	MUNICIPIO DE AMBATO	20/03/2007	8:20	20/03/2007	8:20	20/03/2007	8:21	
A 21	130147	10	CORSA EVO	ROJO	TDH-818	OSCAR VILLENA	20/03/2007	8:21	20/03/2007	8:21	20/03/2007	8:22	
R 30	130186	29	GV 5P	ROJO	TCS-856	EDWIN SANCHEZ	20/03/2007	8:52	20/03/2007	8:53	20/03/2007	8:54	
A 25	130178	32	M BLAZER	GRIS	PTM-713	VICENSO VAYAS	20/03/2007	9:00	20/03/2007	9:00	20/03/2007	9:01	
A 8	130174	31	GV XL7	AZUL	TDI-140	BENJAMIN GUERRERO	20/03/2007	9:25	20/03/2007	9:25	20/03/2007	9:26	
R 23	130182	32	AVED	BLANCC	N/D	EDGAR VASCO	20/03/2007	9:36	20/03/2007	9:36	20/03/2007	9:37	
R 17	130183	32	LUV DMX CD 2,4	PLATA	N/D	U. ESTATAL DE BOLIVAR	20/03/2007	9:57	20/03/2007	9:58	20/03/2007	9:59	
		31	GV XL7	AZUL	TDI-140	BENJAMIN GUERRERO	20/03/2007	10:29	20/03/2007	10:31	20/03/2007	10:32	
		26	RODEO	VERDE	TCK-521	GILBERTO QUISIMALIN	20/03/2007	10:45	20/03/2007	10:45	21/03/2007	11:04	No hay el templador en bodega se traera de Riobamba
R 21	130185	30 E	ESTEEM 2003	ROJO	TCY-030	DAVID MIRANDA	20/03/2007	10:49	20/03/2007	10:50	20/03/2007	11:42	
R 24	130184	32	SPARK	NEGRO	TDK-871	RENATO LOPEZ	20/03/2007	10:51	20/03/2007	10:51	20/03/2007	10:52	
		26	LUV DMX	GRIS	N/D	HERM. DE LA INMACULADA	20/03/2007	11:03	20/03/2007	11:04	20/03/2007	11:05	
R 31	130187	32	DMX CS	ROJO	N/D	VICTOR CAZAR	20/03/2007	11:24	20/03/2007	11:24	20/03/2007	11:25	
R 12	130156	33	GV XL7	ROJO	TDE-341	CENTROLLANTA	20/03/2007	2:00	20/03/2007	2:01	20/03/2007	2:02	
V 20	130196	32	RODEO	GRIS	PXJ-441	RADIO PAZ Y BIEN	20/03/2007	2:33	20/03/2007	2:33	20/03/2007	2:36	
		30 E	ESTEEM 2003	ROJO	TCY-030	DAVID MIRANDA	20/03/2007	3:02	20/03/2007	3:03	20/03/2007	3:09	
R 34	130164	31	LUV V6	AZUL	TCW-344	LENIN FIALLOS	20/03/2007	3:22	20/03/2007	3:22	20/03/2007	3:27	
A 7	129840	26	AVED	PLATA	TDI-561	SANTIAGO MOYA	20/03/2007	3:29	20/03/2007	3:37	20/03/2007	3:47	INGRESO 5-03-2007
A 18	130195	32	CORSA EVO	BLANCC	N/D	AGUSTO MORALES	20/03/2007	4:04	20/03/2007	4:04	20/03/2007	4:05	
A 2	130176	29	LUV CD V6	VERDE	PDB-861	JULIO PAREDES	20/03/2007	4:34	20/03/2007	4:34	20/03/2007	4:37	
A 15	130177	29	GV 5P	PLATA	TDC-004	CIPRIANO OCAÑA	20/03/2007	4:48	20/03/2007	4:50	20/03/2007	4:51	

Tabla. 4.2. Formato utilizado para obtención de tiempos lleno.

4.2 PROCEDIMIENTO PARA ANALISIS DE DATOS

Una vez tomados los datos se procedió a realizar una categorización de lo observado en el área de Repuestos y Bodega.

REPUESTOS Y BODEGA																		
NUM.	DESCRIPCIÓN	MARZO												ABRIL				
		S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J
		1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	5
		7	9	0	1	2	3	4	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
1	Numero de pedido de repuestos	17	22	19	20	22	28	11	19	21	22	13	29	11	23	22	11	18
2	Garantías (aseguramiento de computadora)	4	2	0	2	3	2	2	1	4	2	1	1	0	2	0	2	2
3	Falta proforma	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	Falta de existencias en bodega	0	2	2	1	2	3	1	2	3	2	4	2	1	0	2	2	0
5	Equivocaciones en la entrega de repuestos	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
6	Equivocaciones en el pedido de repuestos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
7	Demora por atender otro trabajador	1	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	2	0	2	1	0	0
8	Demora por no saber utilizar catalogo o software	0	0	0	3	0	3	0	1	1	1	2	0	0	0	2	2	0
9	Demora porque no hay quien atienda	0	0	1	3	0	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.3 Categorización de observaciones del área.

A petición de la empresa se tomarán en cuenta los valores obtenidos en la categorización de los Pedidos de Repuestos.

4.3 ANALISIS PARA REPUESTOS EXISTENTES EN BODEGA

Para el inicio del análisis dentro del Área de Repuestos y Bodega se realizó la tabla 4.4, en la cual se explica la cantidad de pedidos que se realiza por hora,

permitiendo conocer un valor total de pedidos realizados durante los días en los que se realizó el estudio.

DISTRIBUCION POR HORAS EN REPUESTOS Y BODEGA																		
HORAS	MARZO													ABRIL				TOTAL
	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	2	3	4	5	
7:30 - 8:30	0	5	4	1	1	1	1	1	3	3	1	3	0	1	0	1	2	28
8:31 - 9:30	7	4	1	3	5	5	3	4	2	2	3	6	0	3	6	3	2	59
9:31 - 10:30	6	1	2	2	5	3	1	4	4	6	2	4	0	2	2	3	4	51
10:31 - 11:30	2	2	4	3	3	6	0	3	2	2	3	3	3	4	2	4	2	48
11:31 - 12:30	3	2	0	1	6	2	4	3	1	4	1	2	3	1	4	2	4	43
12:31 - 13:30	0	2	0	3	2	1	0	1	3	1	1	1	2	1	2	4	2	26
13:31 - 14:30	0	3	0	1	0	3	1	1	0	2	1	2	1	1	2	0	0	18
14:31 - 15:30	0	2	4	3	2	5	0	0	1	3	1	2	1	3	1	2	1	31
15:31 - 16:30	0	0	1	1	1	2	0	4	2	2	1	5	1	4	0	3	1	28
16:31 - 17:30	0	1	2	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3	1	0	1	13

Tabla 4.4. Valores de pedidos por hora

Con los datos obtenidos en la Tabla 4.4, se procede a construir una curva de tendencia para observar la variación de los pedidos realizados durante el lapso de observación y las horas donde estos se producen con mayor frecuencia.

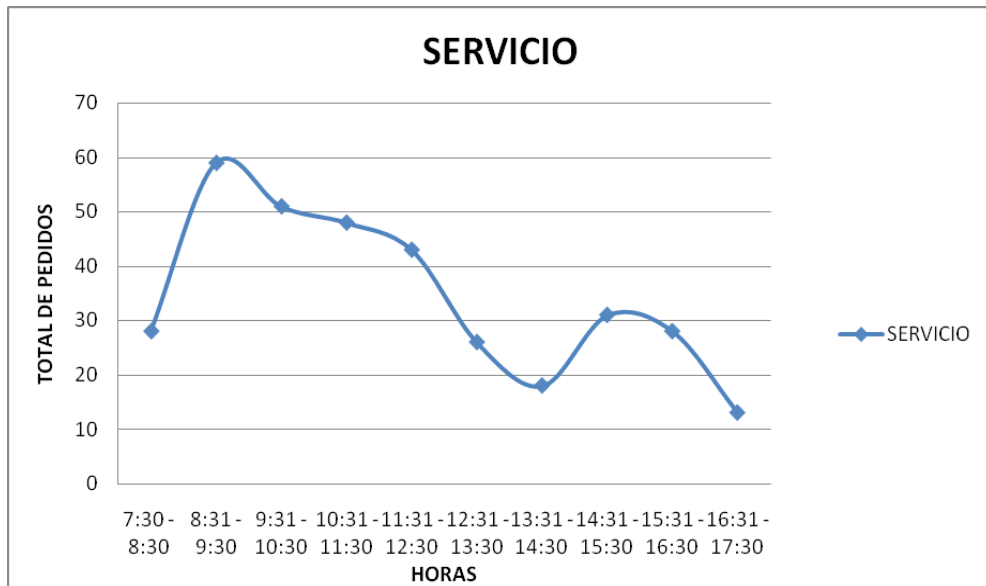


Fig. 4.1. Curva de Tendencia de Repuestos existentes.

En base a la curva obtenida en la Fig. 4.1., procedemos a iniciar un estudio de la Teoría de Colas en el área de repuestos existentes, para tal motivo debemos establecer el modelo más adecuado.

Como paso inicial para determinar el Modelo de Colas adecuado, se debe determina el tipo de distribución a utilizar, se asume a simple vista por su forma y tendencia que la distribución a utilizar puede ser una “Distribución Exponencial Negativa”.

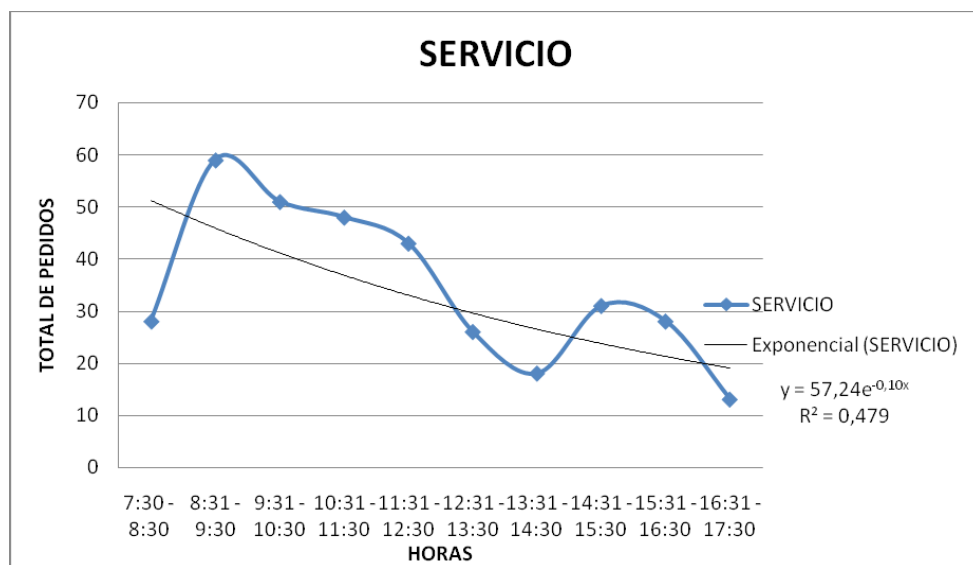


Fig. 4.2. Curva de Distribución Exponencial Negativa.

Para asegurarnos de que el tipo de distribución determinado es el adecuado, se debe realizar una prueba de bondad, en este caso se ocupará la Prueba de Ajuste de Kolmogorov-Smirnov para determinar si la Distribución Exponencial Negativa es la adecuada.

4.3.1 PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

Siguiendo los pasos para el ajuste de bondad explicados en la teoría de Kolmogorov-Smirnov en el Capítulo II, tenemos:

1.- Se determina el número de intervalos a utilizar en la tabla, a partir de la formula $m = \sqrt{n}$, reemplazando valores $m = \sqrt{345}$, lo que nos da como resultado 10 intervalos. Para cada intervalo se obtendrá la frecuencia observada i (FO i).

DIAS	FO
0 - 1	28
1 - 2	59
2 - 3	51
3 - 4	48
4 - 5	43
5 - 6	26
6 - 7	18
7 - 8	31
8 - 9	28
9 - 10	13

Tabla 4.5 Pedidos por horas

2.- Se divide la frecuencia observada de cada intervalo por el número total de datos, donde $n = 345$. A este resultado se le llama la probabilidad observada i (Poi).

DIAS	FO	Poi
0 - 1	28	0,08116
1 - 2	59	0,17101
2 - 3	51	0,14783
3 - 4	48	0,13913
4 - 5	43	0,12464
5 - 6	26	0,07536
6 - 7	18	0,05217
7 - 8	31	0,08986
8 - 9	28	0,08116
9 - 10	13	0,03768

Tabla 4.6 Probabilidad Observada

3. Se calcula la probabilidad acumulada observada de cada intervalo (POAi) del paso 2.

DIAS	FO	Poi	POAi
0 - 1	28	0,08116	0,08116
1 - 2	59	0,17101	0,25217
2 - 3	51	0,14783	0,40000
3 - 4	48	0,13913	0,53913
4 - 5	43	0,12464	0,66377
5 - 6	26	0,07536	0,73913
6 - 7	18	0,05217	0,79130
7 - 8	31	0,08986	0,88116
8 - 9	28	0,08116	0,96232
9 - 10	13	0,03768	1,00000

Tabla 4.7 Probabilidad Acumulada Observada

4. Se propone una distribución de probabilidad de acuerdo con la forma de la tabla de frecuencias obtenida en 1. (Elaborar histograma)

5. Con la distribución propuesta se calcula la probabilidad esperada para cada uno de los intervalos (PEi) utilizando la distribución propuesta.

Antes de seguir con este paso se debe integrar la Ec. 2.18 de la distribución exponencial negativa para poder determinar el valor de PE el mismo que servirá para determinar el valor de PEAi. Integrando la función f(x) tenemos:

$$FE = \int_{li}^{ls} \frac{1}{\lambda} e^{-x/\lambda}$$

Siendo: ls, limite superior del intervalo y li el limite inferior.

Tenemos como resultado final:

$$FE = \left[-e^{-\frac{x}{\lambda}} \right]_{li}^{ls}$$

DIAS	FO	POi	POAi	PEi
0 - 1	28	0,08116	0,08116	0,2123266
1 - 2	59	0,17101	0,25217	0,1672440

				1
2 - 3	51	0,14783	0,40000	0,1317336 6
3 - 4	48	0,13913	0,53913	0,1037631
4 - 5	43	0,12464	0,66377	0,0817314 3
5 - 6	26	0,07536	0,73913	0,0643776 8
6 - 7	18	0,05217	0,79130	0,0507085 8
7 - 8	31	0,08986	0,88116	- 0,0314611
8 - 9	28	0,08116	0,96232	0,0314611
9 - 10	13	0,03768	1,00000	0,0247810 7

Tabla 4.8 Probabilidad Esperada

6. Se calcula la probabilidad acumulada esperada (PEAi) para cada intervalo de clase.

DIAS	FO	POi	POAi	PEi	PEAi
0 - 1	28	0,08116	0,08116	0,212326 6	0,2123266
1 - 2	59	0,17101	0,25217	0,167244 01	0,3795706 1
2 - 3	51	0,14783	0,40000	0,131733 66	0,5113042 7
3 - 4	48	0,13913	0,53913	0,103763 1	0,6150673 7
4 - 5	43	0,12464	0,66377	0,081731 43	0,6967988 1
5 - 6	26	0,07536	0,73913	0,064377 68	0,7611764 9
6 - 7	18	0,05217	0,79130	0,050708 58	0,8118850 7
7 - 8	31	0,08986	0,88116	- 0,031461 1	0,7804239 8
8 - 9	28	0,08116	0,96232	0,031461 1	0,8118850 7
9 - 10	13	0,03768	1,00000	0,024781 07	0,8366661 4

Tabla 4.9 Probabilidad Acumulada Esperada

7. Se calcula la diferencia absoluta entre POAi y PEAi para cada intervalo y se selecciona la máxima diferencia, llamándola DM.

DIAS	FO	POi	POAi	PEi	PEAi	M	(M*FO)	PEAi - POAi
0 - 1	28	0,0812	0,0812	0,2123	0,2123	0,5	14	0,1312

1 - 2	59	0,1710	0,2522	0,1672	0,3796	1,5	88,5	0,1274
2 - 3	51	0,1478	0,4000	0,1317	0,5113	2,5	127,5	0,1113
3 - 4	48	0,1391	0,5391	0,1038	0,6151	3,5	168	0,0759
4 - 5	43	0,1246	0,6638	0,0817	0,6968	4,5	193,5	0,0330
5 - 6	26	0,0754	0,7391	0,0644	0,7612	5,5	143	0,0220
6 - 7	18	0,0522	0,7913	0,0507	0,8119	6,5	117	0,0206
7 - 8	31	0,0899	0,8812	0,0315	0,7804	7,5	232,5	0,1007
8 - 9	28	0,0812	0,9623	0,0315	0,8119	8,5	238	0,1504
9 - 10	13	0,0377	1,0000	0,0248	0,8367	9,5	123,5	0,1633

Tabla 4.10 Diferencia Absoluta entre PEAi y POAi

8. El estimado DM se compara con un valor límite proporcionado en tabla, con n datos y a un nivel de confiabilidad de $1 - \alpha$. Si el estimador DM es menor o igual al valor límite indicado en el ANEXO 3, entonces no se puede rechazar que la información histórica sigue la distribución propuesta en el paso 4.

Para este análisis se utiliza un nivel de confiabilidad de 95%.

$$\begin{aligned} \text{Nivel} &= 95\% \\ \text{DM} &= 0,073219939 \end{aligned}$$

El valor de la izquierda es el más significativo de la tabla 4.10. De acuerdo con las tablas se tienen los siguientes resultados:

$$0,1633 > 0,0732$$

4.3.2 CÁLCULO DEL TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR.

Se procede a calcular el tiempo estándar de la operación como sigue:

1.- En base a la ecuación 2.9 anteriormente mencionado en la teoría en el Capítulo II, obtenemos los siguientes valores.

$$Te = \sum Xi / n$$

$$Te = 3 \text{ min.}$$

2.- Se multiplica el tiempo promedio (T_e) por el factor de valoración indicado en la ecuación 2.10.

$$T_n = T_e \text{ (valoración en \%)}$$

$$T_n = (3 \text{ min}) * (0.90)$$

$$T_n = 2.7 \text{ min}$$

3.- Al tiempo base elemental se le suma la tolerancia por suplementos concedidos como nos indica la ecuación 2.11, siendo la tolerancia utilizada el suplemento por necesidades personales como se especifica en la tabla anexada al final, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento:

$$T_t = T_n (1 + \text{Tolerancias})$$

$$T_t = 2.7 \text{ min} (1 + 0.05)$$

$$T_t = 2.835 \text{ min}$$

$$T_t = 0.04725 \text{ hr}$$

Tiempo estándar = 0.04725 horas

4.3.3 TEORIA DE COLAS

Para nuestro estudio se determinó que el modelo será: **(M/M/1) (FCFS/4/∞)**

4.3.3.1 TASA DE ENTRADA

Para obtener la tasa de entrada del sistema se utilizó los datos obtenidos todos los días que se observó la concurrencia en el área de repuestos y bodega del taller matriz de Automotores de la Sierra S.A. Donde el resultado es:

$$n = 327 \text{ pedidos}$$

$$d = 17 \text{ días observados}$$

$$\lambda = \frac{n}{d} = \frac{327}{17} = 19.23529$$

4.3.3.2 TASA DE SERVICIO

Para obtener la tasa de servicio para el cálculo correspondiente primero debemos obtener el tiempo estándar de servicio.

$$\mu = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{0.04725} = 21.16402 \text{ hr}$$

4.3.3.3 DIAGRAMA DE TRANSICION DE ESTADOS

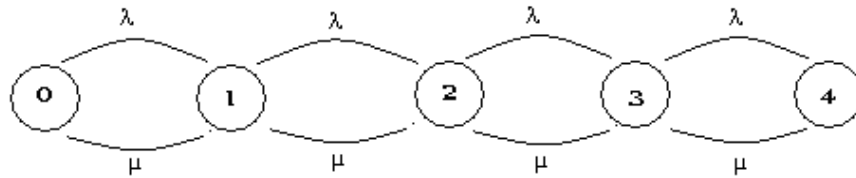


Fig. 4.3 Diagrama de Transición

4.3.3.4 PROCESOS MARKOVIANOS

Son procesos probabilísticos utilizados en la modelación de líneas de espera que indica que la probabilidad condicional de llegar a un estado futuro depende exclusivamente del estado actual en el que se encuentre el sistema sin importar el estado inicial de dicho sistema. Este conjunto de probabilidades se conoce como probabilidades de transición de un paso y hay que considerar que son estacionarios es decir que no cambian en el transcurso del tiempo.

$$P_0 = \left(1 + \frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} + \dots + \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_{N-1}}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \dots \mu_N} \right)^{-1}$$

$$P_0 = \left(1 + \frac{19.23}{21.16} + \left(\frac{19.23}{21.16} \right)^1 + \left(\frac{19.23}{21.16} \right)^2 + \left(\frac{19.23}{21.16} \right)^3 + \left(\frac{19.23}{21.16} \right)^4 \right)^{-1} = 0.1969$$

$$P_1 = \frac{\lambda_0}{\mu_1} p_0 = \frac{19.2352}{21.1640} * 0.1969 = 0.1790$$

$$P_2 = \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} p_0 = \left(\frac{19.2352}{21.1640} \right)^2 * 0.1969 = 0.1627$$

$$P_3 = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2}{\mu_1 \mu_2 \mu_3} p_0 = \left(\frac{19.2352}{21.1640} \right)^3 * 0.1969 = 0.1478$$

$$P_4 = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4} p_0 = \left(\frac{19.2352}{21.1640} \right)^4 * 0.1969 = 0.1344$$

4.3.3.5 TASA DE ENTRADA PROMEDIO

Es el valor ponderado de las tasas de entrada en un sistema y representa el número promedio de clientes que efectivamente entran al sistema.

$$\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^n \lambda_n P_n = \lambda_0 P_0 + \lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2 + \lambda_3 P_3 = (19.23529) * (0.1969) + (19.23529) * (0.1790) + (19.23529) * (0.1627) + (19.23529) * (0.1478) = \underline{13.2065 \text{ mec/hr}}$$

4.3.3.6 NUMERO PROMEDIO DE CLIENTES EN LA FILA

Representa el promedio ponderado de clientes que se encuentran en espera de ser atendidos.

$$Lq = \sum_{n=s}^n (n-s) P_n = (1-1) P_1 + (2-1) P_2 + (3-1) P_3 + (4-1) P_4 = P_2 + 2 P_3 + 3 P_4 = (0.1627) + 2 (0.1478) + 3 (0.1344) = \underline{0.8616 \text{ mec}}$$

4.3.3.7 TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN LA FILA

Es el promedio de los tiempos de permanencia de los clientes en espera de ser atendidos y se contabiliza desde el momento en el que el cliente se une a la fila hasta el instante que pasa a ser atendido por el servidor.

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} = \frac{0.8616mec}{13.2065mec/hr} = 0.0652 \text{ hr} * 60 \text{ min/hr} = \underline{3.9147 \text{ min}}$$

4.3.3.8 NUMERO PROMEDIO DE CLIENTES EN EL SISTEMA

Es el promedio ponderado de los diferentes estados del sistema, definiendo el estado del sistema con el numero de clientes que se encuentran acumulados tanto en espera como recibiendo el servicio en cualquier instante de tiempo.

$$L = \sum_{n=0}^n nP_n = 0P_0 + 1P_1 + 2P_2 + 3P_3 + 4P_4 = 1 (0.1790) + 2 (0.1627) + 3 (0.1478) + 4 (0.1344) = \underline{1.4856 \text{ mec}}$$

4.3.3.9 TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN EL SISTEMA

Es el promedio de los tiempos de estancia de los clientes y se contabiliza desde el punto en el tiempo en que el cliente entra a la fila hasta el momento en que termina de ser atendido.

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1.4856mec}{13.2065mec/hr} = 0.1124 \text{ hr} * 60\text{min/hr} = \underline{6.7497 \text{ min}}$$

4.4 ANALISIS PARA REPUESTOS NO EXISTENTES EN BODEGA

En esta parte del análisis dentro del Área de Repuestos y Bodega se realizó la siguiente tabla tomando en cuenta los pedidos que se han hecho y el tiempo de demora en entregarlos.

DIAS	PEDIDO
0 - 1	8

1 - 2	3
2 - 3	2
3 - 4	2
4 - 5	1
5 - 6	4
6 - 7	1
7 - mas	*2

Tabla 4.11 Pedidos por días

* Cabe indicar que este valor, que demora 7 días o más días, en llegar el repuesto es por motivo de importación de la casa comercial en Estados Unidos y no se tomarán en cuenta en nuestro estudio.

En base a los resultados obtenidos en la tabla 4.11 se procede a construir una curva de tendencia para evaluar el tiempo que toma la obtención de un repuesto cuando el pedido se lo hace a una sucursal fuera de la ciudad y la frecuencia con la que esto sucede.

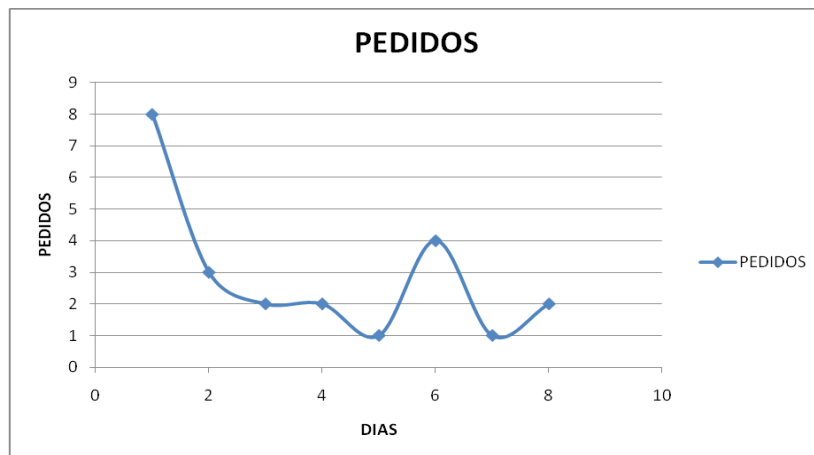


Fig. 4.4 Curva de Tendencia de Repuestos No Existentes.

Una vez obtenida la curva de Tendencia, determinamos el tipo de distribución a utilizar que para esta parte del análisis y por su forma como se aprecia en la Fig. 4.5, se asumirá como una “Distribución Exponencial”.

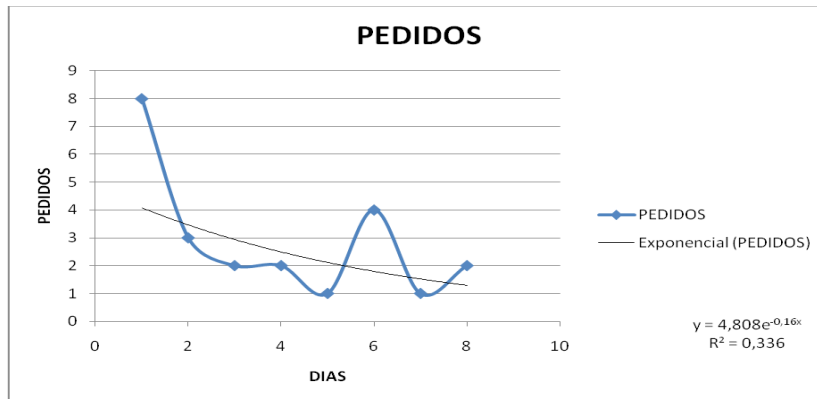


Fig. 4.5 Curva de Distribución Exponencial Negativa

4.4.1 PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

Siguiendo los pasos para el ajuste de bondad explicados en la teoría de Kolmogorov-Smirnov en el Capítulo II, tenemos:

1.- Se determina el número de intervalos a utilizar en la tabla, a partir de la fórmula $m = \sqrt{n}$, reemplazando valores $m = \sqrt{345}$, lo que nos da como resultado 10 intervalos. Para cada intervalo se obtendrá la frecuencia observada i (FO $_i$).

DIAS	FO
0 - 1	8
1 - 2	3
2 - 3	2
3 - 4	2
4 - 5	1
5 - 6	4
6 - 7	1
7 - mas	2

Tabla 4.12 Pedidos por días

2.- Se divide la frecuencia observada de cada intervalo por el número total de datos, donde $n = 345$. A este resultado se le llama la probabilidad observada i (PO $_i$).

DIAS	FO	PO $_i$
------	----	---------

0 - 1	8	0,3478
1 - 2	3	0,1304
2 - 3	2	0,0870
3 - 4	2	0,0870
4 - 5	1	0,0435
5 - 6	4	0,1739
6 - 7	1	0,0435
7 - mas	2	0,0870

Tabla 4.13 Probabilidad Observada

3. Se calcula la probabilidad acumulada observada de cada intervalo (POAi) del paso 2.

DIAS	FO	POi	POAi
0 - 1	8	0,3478	0,3478
1 - 2	3	0,1304	0,4783
2 - 3	2	0,0870	0,5652
3 - 4	2	0,0870	0,6522
4 - 5	1	0,0435	0,6957
5 - 6	4	0,1739	0,8696
6 - 7	1	0,0435	0,9130
7 - mas	2	0,0870	1,0000

Tabla 4.14 Probabilidad Acumulada Observada

4. Se propone una distribución de probabilidad de acuerdo con la forma de la tabla de frecuencias obtenida en 1. (Elaborar histograma)

5. Con la distribución propuesta se calcula la probabilidad esperada para cada uno de los intervalos (PEi) utilizando la distribución propuesta.

Antes de seguir con este paso se debe integrar la Ec. 2.18 de la distribución exponencial negativa para poder determinar el valor de PEAi. Integrando la función f(x) tenemos:

$$FE = \int_{li}^{ls} \frac{1}{\lambda} e^{-x/\lambda}$$

Siendo: l_s , limite superior del intervalo y l_i el limite inferior.

Tenemos como resultado final:

$$FE = \left[-e^{-\frac{x}{\lambda}} \right]_{l_i}^{l_s}$$

DIAS	FO	POi	POAi	PEi
0 - 1	8	0,347 8	0,3478	0,2852
1 - 2	3	0,130 4	0,4783	0,2039
2 - 3	2	0,087 0	0,5652	0,1457
3 - 4	2	0,087 0	0,6522	0,1042
4 - 5	1	0,043 5	0,6957	0,0745
5 - 6	4	0,173 9	0,8696	0,0532
6 - 7	1	0,043 5	0,9130	0,0380
7 - mas	2	0,087 0	1,0000	0,0272

Tabla 4.15 Probabilidad Esperada

6. Se calcula la probabilidad acumulada esperada (PEAi) para cada intervalo de clase.

DIAS	FO	POi	POAi	PEi	PEAi
0 - 1	8	0,347 8	0,3478	0,2852	0,2852
1 - 2	3	0,130 4	0,4783	0,2039	0,4891
2 - 3	2	0,087 0	0,5652	0,1457	0,6348
3 - 4	2	0,087 0	0,6522	0,1042	0,7390
4 - 5	1	0,043 5	0,6957	0,0745	0,8134
5 - 6	4	0,173 9	0,8696	0,0532	0,8666
6 - 7	1	0,043 5	0,9130	0,0380	0,9047

		5			
7 - mas	2	0,087 0	1,0000	0,0272	0,9319

Tabla 4.16 Probabilidad Acumulada Esperada

7. Se calcula la diferencia absoluta entre PO_{Ai} y PE_{Ai} para cada intervalo y se selecciona la máxima diferencia, llamándola DM.

DIAS	FO	PO_i	PO_{Ai}	PE_i	PE_{Ai}	M	$(M*FO)$	$ PE_{Ai} - PO_{Ai} $
0 - 1	8	0,347 8	0,3478	0,2852	0,2852	0,5	4	0,0626
1 - 2	3	0,130 4	0,4783	0,2039	0,4891	1,5	4,5	0,0108
2 - 3	2	0,087 0	0,5652	0,1457	0,6348	2,5	5	0,0696
3 - 4	2	0,087 0	0,6522	0,1042	0,7390	3,5	7	0,0868
4 - 5	1	0,043 5	0,6957	0,0745	0,8134	4,5	4,5	0,1178
5 - 6	4	0,173 9	0,8696	0,0532	0,8666	5,5	22	0,0029
6 - 7	1	0,043 5	0,9130	0,0380	0,9047	6,5	6,5	0,0084
7 - mas	2	0,087 0	1,0000	0,0272	0,9319	7,5	15	0,0681

Tabla 4.17 Diferencia Absoluta entre PE_{Ai} y PO_{Ai}

8. El estimado DM se compara con un valor límite proporcionado en tabla, con n datos y a un nivel de confiabilidad de $1 - \alpha$. Si el estimador DM es menor o igual al valor límite indicado en el ANEXO 3, entonces no se puede rechazar que la información histórica sigue la distribución propuesta en el paso 4.

Para este análisis se utiliza un nivel de confiabilidad de 95%.

Nivel = 95%

DM= 0.27

El valor de la izquierda es el más significativo de la tabla 4.17. De acuerdo con las tablas se tienen los siguientes resultados:

$$0,1177 < 0.27$$

4.4.2 CÁLCULO DEL TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR.

Se procede a calcular el tiempo estándar de la operación como sigue:

1.- En base a la ecuación 2.9 anteriormente mencionado en la teoría en el Capítulo II, obtenemos los siguientes valores.

$$Te = \sum Xi / n$$

$$Te = 4.27 \text{ días.}$$

2.- Se multiplica el tiempo promedio (Te) por el factor de valoración indicado en la ecuación 2.10.

$$Tn = Te (\text{valoración en \%})$$

$$Tn = (4.27 \text{ días}) * (0.90)$$

$$Tn = 3.843 \text{ días.}$$

3.- Al tiempo base elemental se le suma la tolerancia por suplementos concedidos como nos indica la ecuación 2.11, siendo la tolerancia utilizada el suplemento por necesidades personales como se especifica en la tabla anexada al final, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento:

$$Tt = Tn (1 + \text{Tolerancias})$$

$$Tt = 3.843 \text{ días } (1+0.05)$$

$$Tt = 4.03 \text{ días.}$$

Tiempo estándar = 4.03 días.

4.4.3 TEORIA DE COLAS

Para nuestro estudio se determinó que el modelo será: **(M/G/1) (FCFS/∞/∞)**

4.4.3.1 TASA DE ENTRADA

Para obtener la tasa de entrada del sistema se utilizó los datos obtenidos todos los días que se observó la concurrencia en el área de repuestos y bodega del taller matriz de Automotores de la Sierra S.A. Donde el resultado es:

n = 23 pedidos

d = 17 días observados

$$\lambda = \frac{n}{d} = \frac{23}{17} = 1.27778$$

4.4.3.2 TASA DE SERVICIO

Para obtener la tasa de servicio para el cálculo correspondiente primero debemos obtener el tiempo estándar de servicio.

$$\mu = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{4.03} = 0.2475 \text{ hr}$$

4.4.3.3 NUMERO PROMEDIO DE CLIENTES EN LA FILA

Representa el promedio ponderado de clientes que se encuentran en espera de ser atendidos.

$$\sigma^2 = \frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{1.27778} = 0.6125$$

$$L_q = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + (\lambda / \mu)^2}{2(1 - (\lambda / \mu))} = \frac{(1.27778)^2 (0.6125)^2 + (1.27778 / 0.2475)^2}{2(1 - (1.27778 / 0.2475))} = -3.3209 \text{ mec}$$

4.4.3.4 TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN LA FILA

Es el promedio de los tiempos de permanencia de los clientes en espera de ser atendidos y se contabiliza desde el momento en el que el cliente se une a la fila hasta el instante que pasa a ser atendido por el servidor.

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} = \frac{-3.3209mec}{1.27778mec/hr} = \underline{-2.5990 \text{ min}}$$

4.4.3.5 NUMERO PROMEDIO DE CLIENTES EN EL SISTEMA

Es el promedio ponderado de los diferentes estados del sistema, definiendo el estado del sistema con el numero de clientes que se encuentran acumulados tanto en espera como recibiendo el servicio en cualquier instante de tiempo.

$$L = Lq + \rho = Lq + \lambda/\mu = -3.3209 + (1.27778/0.2475) = \underline{1.84 \text{ mec}}$$

4.4.3.6 TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN EL SISTEMA

Es el promedio de los tiempos de estancia de los clientes y se contabiliza desde el punto en el tiempo en que el cliente entra a la fila hasta el momento en que termina de ser atendido.

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1.84mec}{1.27778mec/hr} = \underline{1.44 \text{ min}}$$

4.5 CLASIFICACION ABC

Anteriormente en el Capitulo II, detallamos que la Clasificación ABC no es más que un inventario que agrupa determinados ítems, de acuerdo a su importancia dentro de la bodega y la frecuencia de ventas de los mismos. Siendo así:

Inventario del Tipo A, los más comunes y frecuentes; Inventario del Tipo B, aquellos de poca regularidad e Inventario del Tipo C, aquellos que no se encuentran disponibles en la Bodega Matriz de la empresa Sucursal en Ambato.

Para un mejor entendimiento de las tablas de Clasificación ABC se presenta una tabla de simbología, la cual ayudará con la interpretación de la marca de vehículo a la que corresponda.

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
F1	FORSA UNO
SW	SWIFT
VTW	VITARA WAGON
UBS	TROOPER 2.0
UBS III	TROOPER 3.2 WAGON
TFR	LUV 2.3 4X4
JJ	ASKA
NPR	CAMION NPR
FSR	CAMION FSR
UC	RODEO
MZ	MONZA
ST	MINIBLAZER
J95	CAVALIER
GTV2	GRAN VITARA 2P
FII	FORSA DOS
VT	VITARA
SY	ESTEEM
UBS II	TROOPER 2.3
TFR	LUV 2.3
KB	LUV 2.0
JT	GEMINI
NKR	CAMION NKR
FTR	CAMION FTR
SR	SAN REMO
CO	CORSA
CK	G. BLAZER
GVT4	GRAN VITARA 4P
ALTO	SUZUKI ALTO

Tabla 4.18 Simbología de Marcas

DESCRIPCION	MARCA
AMORTIGUADOR DELANTERO (HIDRAULICO)	TFR

AMORTIGUADOR DELANTERO -A GAS-	TFR
AMORTIGUADOR POSTERIOR (GAS)	TFS
PASTILLAS DE FRENO DEL.	UC 3.2 UBS III TFR V6
AMORTIGUADOR DIRECCION	TFR
AMORTIGUADOR DEL. (CON DESTAGE PARA ESPIRAL)	D-MAX 2.4
PASTILLAS DE FRENO (FRAZLE)	CORSA E. 1.8
RULIMAN EJE DELANTERO	OPTRA
AMORTIGUADOR POSTERIOR	D-MAX 4X4
BANDA DE DISTRIBUCION	JYMNY
BANDA DE DISTRIBUCION	SW VT SY VT3P INY G.VT1.6
MESA LH.	OPTRA
FILTRO DE AIRE	D-MAX
FILTRO DE GASOLINA	UBS /TFR/JJ
FILTRO ACEITE CAJA AUTOMATICA	C 2001
ZAPATA FRENO DE MANO	CK 2000-> TRAIL BLAZER
BANDA DISTRIBUCION	UBS III 98->/UC V6/TFR V6
PASTILLAS DE FRENO	UC 97-> 2.6 TFR 2.2
JUEGO CABLES DE BUJIAS	CORSA 1.3/1.4/1.6/1.8
TERMOSTATO	CORSA 1.4 CORSA E.
BANDA D/H	TFR 2.2
AMORTIGUADOR DEL LH	CORSA E.
TERMINAL DIRECCION LH/RH	CORSA E
PASTILLAS DE FRENO	DMAX
GUARDAPOLVO GUARDAFANGO RH.	CORSA E.
RULIMAN EJE DEL	CORSA E
PASTILLAS DE FRENO POSTERIORES	OPTRA
FILTRO DE AIRE	ASTRA/ZAFIRA
RADIADOR DE AGUA	CORSA E. SIN A/C
FILTRO DE ACEITE	CK 2000->
BANDA DE DISTRIBUCION	TFR 2.2
KIT PASTILLAS DE FRENO	CORSA E.
FILTRO DE GASOLINA	TRAIL BLAZER
BANDA DISTRIBUCION	CORSA 1.3/1.4/1.6/1.8
FILTRO DE GASO	G.VT. XL7
FILTRO DE AIRE	SPARK M200

BANDA DE DISTRIBUCION	TFR 2.2
BUJIAS	GVT 3/5P. /X-L7 JIMNY
BANDA VENTILADOR	TFR 2.2/DMAX 2.4
FILTRO DE GASOLINA	UBS III UC TFR 2.2
HALOGENO FARO DELANTERO	CORSA E.
FILTRO DE AIRE	TRAIL BLAZER
FILTRO DE AIRE	TFR 2.2 UC V6 UBS III
FILTRO DE AIRE	CORSA
FILTRO DE AIRE	OPTRA
FILTRO DE ACEITE	TRAIL BLAZER
FILTRO DE GASOLINA	CORSA
FILTRO DE ACEITE	GVT. V6
PERNO M6	SR
BUJIA DE ENCENDIDO	UBS III 98-/UC 98
FILTRO DE AIRE	G.VT.
SPRAY ELIMINADOR WD40	AV
ADITIVO LIMPIADOR INYECTORES	AO
FILTRO DE GASOLINA	TAC NUV LAN LEGAN MAT OPT
FILTRO DE ACEITE	LAN/RAC/NU/TC/ES/CHT/T250
FILTRO DE ACEITE	MATIZ SPARK
FILTRO DE GASOLINA	CORSA E.
CONTROL REMOTO ALARMA CHEVY	
FILTRO DE ACEITE	CORSA
DISCO ROTOR FRENO	GVT
FOCO DIRECCIONALES AMARILLO (UN PUNTO)	D-MAX
FOCO DE UÑA	ST94-> CK94->
JUNTA TAPON CARTER	JJ UBS JT TFR DMAX 3.5
FILTRO DE ACEITE	G.VT. 3/4P
BUJIAS DE ENCENDIDO	ALTO
LIQUIDO DE FRENO	TODOS
FILTRO DE AIRE	D-MAX 2.4
FILTRO DE AIRE	CORSA E.
LIMPIADOR DE TOBERAS	
FILTRO DE ACEITE	TFR 2.2

Tabla 4.19. Ítems correspondientes al Inventario Tipo A

DESCRIPCION	MARCA
PASTILLAS DE FRENO	ASTRA
SENSOR DE DETONACION KS	CORSA 1.8
BATERIA	TFR
MODULO CONTROL CARROCERIA (CON CONTROL REMOTO)	CORSA E
CHAPA COMPUERTA POST	CORSA 3P
SOPORTE DEPURADOR	CORSA
TROMPO STOP	CORSA E.
EMPAQUE TAPA VALVULAS	ZAFIRA-ASTRA
BARRA ESTABILIZADORA DEL	CORSA E
CILINDRO EMBRAGUE	ZAFIRA
ACTUADOR TAPA DE GASOLINA	ZAFIRA/ASTRA
CABLE ACELERADOR	CORSA<-98
BOMBA DIRECCION HIDRAULICA	CORSA
EMBLEMA COMPUERTA	CORSA 3P 98->
ESPEJO LH MANDO INTERNO	CORSA
ESPEJO RH MANDO INTERIOR	CORSA
CHAPA COMPUERTA	CORSA E SEDAN
PUNTA EJE DEL LH	CORSA 98->
NEBLINERO LH GUARD.	CORSA 2000 ->
NEBLINERO RH GUARDACHOQUE	CORSA 2000 ->
BOMBA DE ACEITE	CORSA E.
VENTOLERA POSTERIOR LH.	CORSA SEDAN
TEMPLADOR BANDA DISTRIBUCION	CORSA 1.8
CONDENSADOR A/C	CORSA E.
BANDA ALTERNADOR	ZAFIRA
CUERPO Y VALVULA DE ACELERACION	CORSA E
PASTILLAS DE FRENO	CORSA 1.3/1.4
JUEGO DE HERRAMIENTAS	CORSA E.
PLUMA LIMPIAPARABRISAS LH.	CORSA E.
PLUMA LIMPIAPARABRISAS RH.	CORSA E.
SENSOR KS (SIN CABLE)	CORSA E
TAPA VALVULAS	OPTRA
RESONADOR	CHEVY TAXI
RETEN ARBOL DE LEVAS	MATIZ
EMPAQUE DE CABEZOTE (3 CILINDROS)	MATIZ
VALVULA PCV	SPARK M200
TUBO DE AGUA RADIADOR	RACER 95 LANOS
PLATO EMBRAGUE	CHEVY TAXI
PLUMA LIMPIAPARABRISAS	VIVANT
PLUMA LIMPIAPARABRISAS LH	VIVANT
RESONADOR	TACUMA
AMORTIGUADOR DEL.RH	SPARK

SENSOR DE OXIGENO	AVEO 3P.
DISCO DE EMBRAGUE	VIVANT
SEMIEJE DELANTERO LH	OPTRA
BASE MOTOR RH	SPARK M200
BASE DE MOTOR LH	SPARK M200
JUEGO DE CILINDROS	OPTRA
CILINDRO PUERTA RH	OPTRA
DISCO DE FRENO DELANTERO	OPTRA
BASE MOTOR	SPARK M200
RESERVORIO AGUA RADIADOR	SPARK M200
PUENTE DELANTERO DE RADIADOR	SPARK
CILINDRO PUERTA DELANTERA LH	SPARK
LLAVE MATRIZ	SILVERADO 2000/TRAIL BLAZ
BOMBA AUXILIAR DE EMBRAGUE CON RULIMAN	ST/CK96-
SWITCH VIDRIOS PUERTA DELT LH (GRIS CLARO) HASTA 2	TRAIL
BOBINA DE ENCENDIDO	TFR 2.2 DMAX 2.4
SENSOR KS	TFS
VALVULA EGR	UBS III D-MAX V6
VALVULA IAC	UBS III
VALVULA IAC	TFR 2.2
MESA SUSPENSION SUPERIOR LH.	UC 4X4 TFS UBS
RODAMIENTO RUEDA POST.	UBS III
MESA INFERIOR RH	TFR
TAPA RADIADOR	UBS III
SENSOR TPS	UC TFS V6 D-MAX V6
MANZANA DELANTERA	D-MAX C/D
MANIJA PUERTA POST LH (CROMADA)	D-MAX D/C
CHAPA PUERTA DELANTERA RH (CON CIERRE ELECTRICO)	D-MAX V6
DISCO DE FRENO DELANTERO	D-MAX 2.4
BASE MOTOR RH	D-MAX 2.4
RULIMAN EJE POSTERIOR (DANA)	TFR 2.2
RULIMAN MASA C/C	SY
RULIMAN EJE CORREDIZO	VT 98->
RULIMAN CAJA DE DIRECCION	FII F1.3 SW
RULIMAN EMBRAGUE	FI<-88/ALTO
RULIMAN EMBRAGUE	CA
RETENEDOR DEL. TRANSF.	VT
AMORTIGUADOR DELANTERO LH.	G.VT. 2.0
TAPA BANDA DISTRIBUCION	GVT 2.5
TAPA BANDA DISTRIBUCION	F1.3
PIÑON ARBOL DE LEVAS	SW SY VT 5P GVT1.6
GUIA CADENA DE LA DISTRIBUCION	GVT. V6

GUIA CADENA	GVT. V6
AJUSTADOR TENSOR	GVT. V6
CABLE ACELERADOR	GVT. V6
VALVULA PCV	VT5 ALTO SY. F 1.3 GVT1.6
DISCO EMBRAGUE	GVT. 2.7 XL7
JUEGO CABLES DE BUJIAS	F 1.3
TROMPO ACEITE	FI VT
SWITCH VIDRIOS ELECTR.PTA. LH.	GVT2
ZAPATAS DE FRENO	CK 94->
MESA LH.	CORSA 98->
RETEN EJE DELANTERO	SPARK M200
CILINDRO PUERTA LH	OPTRA
RULIMAN DE EMBRAGUE	MATIZ 3 CIL.
LLAVE MATRIZ	AVEO
PASTILLAS DE FRENO DELANTERA	CK 2000->
PASTILLAS DE FRENO POSTERIOR	CK2000
SENSOR DE OXIGENO	D-MAX 2.4
AMORTIGUADOR DELANTERO	UBS III
AMORTIGUADOR POSTERIOR	UBS III
EMBRAGUE VENTILADOR	TFR V6 UBS III 98->
BOMBA DE ACEITE MOTOR	UC V6 UBS III98- TFS 98->
CILINDRO COMPUERTA	D-MAX
AMORTIGUADOR DELANTERO	G.VT.
POLEA CIGUE ³ / ₄ AL	SY G.VT3P. VT 3P.98->
BOMBA DE AGUA	GVT V6
LLAVE MATRIZ	GVT XL7
PASTILLAS DE FRENO	G.VT.4P./XL7
SENSOR IAC	CORSA 1.6 1.3/ CHEVY TAXI
MESA LH.	CORSA E
BASE MOTOR LH	OPTRA
MESA SUSPENSION LH/RH.	MATIZ
BRAZO DIRECCION INTERIOR	DMAX 4X2
TERMOSTATO	D-MAX 3.5 TFS V6
LLAVE MATRIZ	GVT. 2003->
TROMPO DE STOP	SR/CORSA/MZ
FILTRO DE AIRE	AVEO
FILTRO DE AIRE	SPARK

Tabla 4.20 Ítems correspondientes al Inventario tipo B

DESCRIPCION	MARCA
PASTILLAS DE FRENO	CORSA 1.6
MOQUETAS DE FELPA UNIVERSAL	AV
DESTORNILLADOR	CORSA E.

MOTOR VENTILADOR A/C	ZAFIRA/ASTRA
ARTICULACION DE CAMBIO	CORSA
TERMOSWITCH	CORSA DIESEL
BOMBA D/H	CORSA
CABLE CAPO	CORSA
INTERRUPTOR ENCENDIDO (SIN MODULO CONTROL CARROCE)	CORSA E. 2004->
VENTILADOR CON DEFLECTOR	ASTRA/ZAFIRA
PUENTE DELANTERO MOTOR	ZAFIRA
POLEA SOPORTE BOMBA DIRECCION	
ESPEJO LH.	ZAFIRA 2005
CILINDRO COMPUERTA (CIERRE ELECTRICO)	CORSA E H/B
KIT PLATO DISCO Y RULIMAN (DESCONTI)	CORSA E 1.4
ALTERNADOR 100 AMP	CORSA E.
TENSOR CORREA REPARTICION	SPARK M200
BOMBA DE GASOLINA	LANOS/NUBIRA
MESA DELANTERA RH	TACUMA
CRISTAL ESPEJO RH	J-200
REFUERZO LATERAL PARACHOQUE LH	SPARK M200
REFUERZO LATERAL PARACHOQUE RH	SPARK M200
PALANCA FRENO MANO	SPARK 2005
CINTURON DE SEGURIDAD LH.	UC
CARTER	LUV 2.2 4X4
MARCO CONSOLA INF. (CON HUECO PARA PORTA OBJETOS)	UC/ TFR V6
CONSOLA CENTRAL PISO	D-MAX V6
EJE ENTRADA TRANS.	GVT.
VARILLA CAJA DE CAMBIOS	SY
BRIDA DIRECCION INFERIOR	GVT 5P 2004
CENICERO DE TABLERO	JIMNY
BOMBA DIRECCION C/POLEA	CORSA E.
ALOJAMIENTO TABLERO	CORSA 2001->
CARTER	OPTRA
CAUCHO PISTON CALIPER	
RESORTE VALVULA	CORSA
PLACA LAMINA CAJA AUTOMATICA 4L60E	CK 96-
ASIENTO BARRA TORSION	TFR
PORTA PI ³ / ₄ ON	FII SW.
O RING DISTRIBUIDOR	MZ/CORSA
BOBINA VOLANTE	TRAIL B.
CERCO SEGURO PUERTA	VT
PERILLA SEGURO ASIENTO	SY
SOPORTE ALTERNADOR	CORSA E.
MOTOR PARCIAL	LUV 2.2

Tabla 4.21 Ítems correspondientes al Inventario tipo C

4.5.1 CÁLCULO DEL TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR.

Se procede a calcular el tiempo estándar del inventario tipo A utilizando las ecuaciones anteriormente enunciadas en el Capítulo II, como son Ec. 2.9, Ec. 2.10 y Ec. 2.11 respectivamente

$$Te = \sum Xi / n$$

$$Te = 1.69 \text{ min.}$$

$$Tn = Te \text{ (valoración en \%)}$$

$$Tn = (1.69 \text{ min}) * (0.90)$$

$$Tn = 1.521 \text{ min}$$

$$Tt = Tn (1 + \text{Tolerancias})$$

$$Tt = 1.521 \text{ min} (1+0.05)$$

$$Tt = 1.6 \text{ min}$$

Tiempo estándar del inventario Tipo A= 1.6 min

$$Te = \sum Xi / n$$

$$Te = 3.66 \text{ min.}$$

$$Tn = Te \text{ (valoración en \%)}$$

$$Tn = (3.66 \text{ min}) * (0.90)$$

$$Tn = 3.294 \text{ min}$$

$$Tt = Tn (1 + \text{Tolerancias})$$

$$Tt = 3.294 \text{ min} (1+0.05)$$

$$Tt = 3.4541 \text{ min}$$

Tiempo estándar del inventario Tipo B= 3.4541 min

$$Te = \sum Xi / n$$

$$Te = 4.27 \text{ días.}$$

$$Tn = Te \text{ (valoración en \%)}$$

$$Tn = (4.27 \text{ días}) * (0.90)$$

$$Tn = 3.843 \text{ días.}$$

$$Tt = Tn (1 + \text{Tolerancias})$$

$$Tt = 3.843 \text{ días } (1+0.05)$$

$$Tt = 4.03 \text{ días.}$$

Tiempo estándar del inventario Tipo C = 4.03 días.

4.5.2 PLANEACION DEL INVENTARIO ABC

Véase la Tabla 4.22

CLASIFICACION	UTILIZACION DE DOLARES	PORCENTAJE DEL VALOR TOTAL
TIPO A	25961,08	94,327
TIPO B	979,17	3,558
TIPO C	582,24	2,116
US \$ =	27522,49	100

Tabla 4.23 Agrupación ABC de los artículos del inventario



Fig. 4.6 Grafico porcentual del Inventario ABC

Amarillo = Inventario Tipo A

Verde = Inventario Tipo B

Café = Inventario Tipo C

	DESCRIPCION DEL ARTICULO	MARCA	PEDIDOS DEL ARTICULO	COSTO UNIT.	UTILIZACION DE DOLARES	PORCENTAJE DEL VALOR TOTAL
1	LIMPIADOR DE TOBERAS		872	3,57	3113,04	11,311
2	ADITIVO LIMPIADOR INYECTORES		761	4,4	3348,4	12,166
3	FILTRO DE ACEITE	CORSA	713	2,02	1440,26	5,233
4	FILTRO DE ACEITE	LAN/RAC/UN/TC/ES/CHT/T250	310	2,61	809,1	2,940
5	FILTRO DE ACEITE	G.VT. ¾P	291	2,03	590,73	2,146
6	JUNTA TAPON CARTER	JJ UBS JT TFR DMAX 3.5	265	0,64	169,6	0,616
7	CONTROL REMOTO ALARMA CHEVY		205	6,38	1307,9	4,752
8	FILTRO DE GASOLINA	CORSA E.	190	2,68	509,2	1,850
9	FILTRO DE AIRE	D-MAX	173	4,34	750,82	2,728
10	PERNO M6	SR	164	0,19	31,16	0,113
11	FILTRO DE AIRE	CORSA E.	164	5,66	928,24	3,373
12	FILTRO DE ACEITE	TFR 2.2	152	3,02	459,04	1,668
13	FILTRO DE AIRE	G.VT.	126	7,93	999,18	3,630
14	FILTRO DE GASOLINA	TAC NUV LAN LEGAN MAT OPT	113	6,94	784,22	2,849
15	FILTRO DE GASOLINA	UBS III UC TFR 2.2	99	7,25	717,75	2,608
16	FILTRO DE AIRE	TFR 2.2 UC V6 UBS III	96	8,18	785,28	2,853
17	FILTRO DE GASOLINA	UBS /TFR/JJ	82	1,09	89,38	0,325

18	FILTRO DE GASOLINA	CORSA	79	9,15	722,85	2,626
19	HALOGENO FARO DELANTERO	CORSA E.	72	8,35	601,2	2,184
20	FILTRO DE ACEITE	MATIZ SPARK	71	4,3	305,3	1,109
21	FOCO DE U#A	ST94-> CK94->	71	0,45	31,95	0,116
22	BUJIA DE ENCENDIDO	UBS III 98-/UC 98	66	10,67	704,22	2,559
23	FILTRO DE ACEITE	TRAIL BLAZER	65	4,78	310,7	1,129
24	TERMOSTATO	CORSA 1.4 CORSA E.	58	9,03	523,74	1,903
25	GUARDAPOLVO GUARDAFANGO RH.	CORSA E.	49	8,02	392,98	1,428
26	RADIADOR DE AGUA	CORSA E. SIN A/C	43	95,94	4125,42	14,989
27	BANDA DE DISTRIBUCION	TFR 2.2	38	34,6	1314,8	4,777
28	FILTRO DE ACEITE	GVT. V6	38	2,49	94,62	0,344
29	FILTRO DE AIRE	AVEO	18	3,04	54,72	0,199
30	FILTRO DE AIRE	SPARK	10	2,71	27,1	0,098
31	MESA LH.	CORSA E	6	110,53	663,18	2,410
32	MESA SUSPENSION LH/RH.	MATIZ	4	40,76	163,04	0,592
33	PASTILLAS DE FRENO	CORSA 1.3/1.4	3	23,71	71,13	0,258
34	KIT PLATO DISCO Y RULIMAN (DESCONTI)	CORSA E 1.4	4	140,31	561,24	2,039
35	MOQUETAS DE FELPA UNIVERSAL		2	10,5	21	0,076
				US \$ =	27522,49	100

Tabla 4.22 Planeación del Inventario ABC

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES EN EL PEDIDO DE REPUESTOS

En el área de repuestos luego de transcurrido el tiempo de observación, análisis e interpretación de información se obtuvo las siguientes conclusiones:

- En las pocas ocasiones que hubo error en la entrega no solo se hizo mal el pedido por el personal de repuestos, sino que al momento de que el mecánico realiza el alcance del vehículo, por el apuro de atender otro vehículo éste se equivoca.
- La falta de capacitación a todo el personal del área sobre los manuales y software utilizado en el mismo, hace que el momento de la ausencia de la persona que si conoce sobre el tema, el que lo reemplaza se demore mucho tiempo en atender, ya sea a los clientes por el mostrador o a los mecánicos del taller.
- Al momento en el área no existe una persona fija que se pueda encargar de traer o llevar algún repuesto de o para alguna otra sucursal cuando es necesario, haciendo que la llegada o entrega de los implementos sea más tardía afectando así la labor que deben cumplir tanto el mecánico como la empresa.
- Debido a que los pedidos y entregas para los clientes de latonería se hacen en la misma bodega. Al momento de atender a estos clientes, el tiempo que utiliza el bodeguero para entregarles los artículos solicitados es muy largo, lo que les impide atender a los técnicos del taller de vehículos a gasolina con prontitud.

- El personal del área a veces no se daba cuenta que un implemento estaba próximo a terminarse y al momento que los mecánicos lo solicitaban, no había otra opción que adquirirlo externamente demorando así el proceso de mantenimiento y reparación. Este ha sido un problema que viene desde hace mucho tiempo atrás, ya que el software que utiliza la empresa para el inventario y consignación de repuestos tiene muchas fallas de programación.
- Dentro del área no existe un tiempo teórico para estimar la llegada de un repuesto sea este proveniente de una sucursal local, nacional o extranjera; teniendo así que esperar la voluntad de los empleados de dichas sucursales por el envío de los mismos y demorando aun más las tareas asignadas a los mecánicos del taller matriz.
- Actualmente, en lo que se refiere a la cantidad de empleados que existen en el área es el adecuado. Ya que, según los tiempos calculados el servicio que estos brindan así como la duración del mismo, se encuentran dentro de los parámetros esperados por la empresa.
- En el análisis de tiempos de pedido de repuestos a otras sucursales no se pudo realizar un análisis de Teoría de Colas, ya que los valores que se obtuvieron eran negativos pese a que se aplicó algunos modelos existentes para este tipo de estudios. Lo que permitió concluir que el problema no se suscita en la Bodega del Taller Matriz ni con sus empleados, sino que el problema es el tipo de servicio de envío que utiliza la casa comercial proveedora.
- El tiempo que demora un repuesto en llegar, desde el momento de su pedido a una casa comercial externa, hasta la entrega del mismo al señor mecánico es muy largo y tiene un precio elevado repercutiendo esto en la insatisfacción de la clientela y perjudicando así a la empresa.
- De acuerdo con los tiempos estándar calculados en el artículo 4.5.1 para cada tipo de inventario, se determina que dicho tiempo va acorde con la realidad del área, ítem y categoría a la que corresponde, ya que por políticas de la empresa existe un mayor control en esta área.

- Basándose en los costos obtenidos por la Planeación ABC, determinamos que los ítems correspondientes al Inventario tipo A son los de mayor venta en la empresa, concluyendo que un gran porcentaje de los ingresos que tiene la misma son por la venta de repuestos de bajo costo.

5.2 RECOMENDACIONES EN EL PEDIDO DE REPUESTOS

Las recomendaciones establecidas en el área son las siguientes:

- Realizar la actualización continua no solo del software del área de repuestos sino también de los manuales, ya que en la actualidad muchos de los errores de pedido se basan en que los códigos y características de los vehículos ya no son los mismos y esto se modifica con el pasar del tiempo.
- Promover la capacitación periódica a todo el personal involucrado en el área de Repuestos y Bodega con la finalidad de utilizar las herramientas disponibles de la mejor manera. Como son: Catálogos, manuales y software.
- Al momento de realizar el alcance de un vehículo y los repuestos necesarios para su reparación, este se lo realice mínimo entre dos personas siendo una de ellas una persona del área de repuestos con el fin de verificar que las características del repuesto necesario sean las adecuadas y evitar futuros contratiempos.
- Analizar la posibilidad de que los repuestos, parte y piezas que utilizan en el taller de latonería sea entregado por otra puerta, lugar de la bodega o incluso se analice la opción de reubicar dichos ítems en la bodega de camiones por facilidad de los trabajadores tanto de latonería como de Repuestos, ya que son dos ramas distintas de la misma empresa pero que convergen en la misma bodega originando demoras en atención ya sea a uno u otro trabajador.
- Establecer una señalización adecuada de los peligros, tipos de repuestos, marcas de los repuestos, rutas de evacuación, etc. Con la finalidad de que

se mantenga informado tanto el personal que labora diariamente en el área como los visitantes de todo los peligros y riesgos existentes.

- Dar a conocer a los señores mecánicos especialmente, los horarios entre los cuales podrán realizar pedidos de repuestos. Para evitar no solo el congestionamiento del taller sino también el de la bodega, y así entregar el repuesto a la brevedad posible mejorando el servicio de brinda el área.
- Reconsiderar el costo que tienen ciertos artículos de los inventarios tanto B como C, para que así el cliente opte por adquirir un repuesto nuevo, original y con garantía en la casa comercial de Automotores de la Sierra S.A. de tal manera que se aumenten los ingresos provocando mayores beneficios tanto para la empresa como sus trabajadores.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Anteriormente en el área de Repuestos y Bodega del taller matriz de Automotores de la Sierra S.A, no se ha realizado un estudio de ninguna clase por ende no se ha motivado una mejora ni al personal como a las operaciones que se realiza en el área, por lo que la propuesta planteada en este proyecto no contiene ningún antecedente de investigación pero que a futuro brindará resultados positivos para la empresa.

Durante el análisis realizado en el área de Repuestos y Bodega del taller matriz de Automotores de la Sierra S.A, se determinó que la propuesta de mejora se basará específicamente en dos puntos fundamentales, los cuales son:

- Equivocaciones cometidas al momento de realizar el pedido de algún repuesto, ya sea a una casa comercial dentro del territorio nacional o a su vez que haya sido importado.
- El tiempo en el cual se atiende a los clientes de latonería, que a su vez retrasa la atención a los técnicos del taller de vehículos a gasolina.

Una vez identificado los problemas dentro del área, las propuestas para minimización de los mismos son:

- Establecer un formato alternativo para la realización de los alcances para el pedido de repuestos de los vehículos.

- Reubicación de los ítems utilizados por los clientes de latonería en la bodega de camiones de Automotores de la Sierra S.A.

6.2 JUSTIFICACIÓN

La realización y determinación de propuestas de mejora que se explican en este capítulo se las analizó en base a los datos obtenidos en la toma de tiempos, observación del trabajo diario realizado en el área de Repuestos y Bodega, conclusiones y resultados establecidos por las diferentes teorías existentes para este tipo de estudios. Además con una de las mejoras estamos ayudando a otro departamento que no está relacionado con el estudio realizado, como es el de latonería. Con las mejoras predeterminadas no solo se verá beneficiado el taller de vehículos a gasolina junto con todo su personal, sino también la compañía misma. Logrando así mantener y aumentar el prestigio de la cual esta goza.

6.3 OBJETIVOS

6.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Optimización del área de Repuestos y Bodega, minimizando los tiempos y errores al momento de despachar repuestos.

6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reubicación de los ítems utilizados por el taller de latonería hacia la bodega de camiones.
- Utilización de un formato alternativo para la realización adecuada de los alcances hechos por los técnicos del taller de vehículos a gasolina.

6.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.4.1 FORMATOS

Para la obtención de los repuestos bajo pedido, necesarios para el mantenimiento de los vehículos se propone el siguiente formato alternativo:

AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A.		
HOJA DE ALCANCE DE REPUESTOS		
CLIENTE: ORDEN:		FECHA:
DESCRIPCION DEL VEHICULO		
PLACAS:	MARCA:	
AÑO DEL VEHICULO:	CODIGO DEL TECNICO:	
Nº DEL ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
_____ RECIBI CONFORME		

Fig. 6.1 Formato Alternativo

6.4.2 SALUD OCUPACIONAL EN LA BODEGA

La bodega tiene que ser un sitio seguro tanto para los materiales como para las personas que trabajan en ella. Por eso, se deben aplicar medidas de seguridad laboral, entre ellas:

- No fumar ni consumir bebidas alcohólicas en el área de repuestos y bodega.
- Todo personal y los clientes que ingresan a la bodega, debe tener conocimiento de los peligros existentes y las medidas de seguridad para evitar los accidentes.
- Se deben instalar señales visibles advirtiendo los peligros.
- El o los bodegueros deben utilizar el equipo de protección para su espalda y manos cuando manipulan cargas excesivas y herramientas adecuadas para el cumplimiento de sus tareas.
- Extintores y equipos de primeros auxilios deben estar en sitios visibles y accesibles, además de siempre estar actualizados. Todas las personas de la bodega deben estar capacitadas para utilizarlas correctamente.

6.4.3 REUBICACION DE ITEMS

Para poder sustentar y demostrar la mejora que produciría la reubicación de los ítems de latonería en la bodega de camiones, debemos recurrir al cursograma analítico del material. Que es un diagrama que nos muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

SÍMBOLO	NOMBRE	SIGNIFICADO
---------	--------	-------------

O	OPRACION	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento
□	INSPECCION	Indica que se verifica la cantidad, calidad o ambas a su vez.
→	TRANSPORTE	Indica el movimiento de los trabajadores, material y equipo de un lugar a otro.
D	DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA	Indica demora en el desarrollo de los hechos.
▼	ALMACENAMIENTO PERMANENTE	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén desde que se recibe hasta que se entrega.
⊙	ACTIVIDADES COMBINADAS	Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo.

Tabla 6.1 Simbología de cursogramas

Para lo se establece el cursograma analítico del material de acuerdo con la información obtenida en la actualidad.

DIAGRAMA				
:	1	HOJA: 1	METODO:	Original
PRODUCTO:			OPERARIO(S)	Latonería
PROCESO:			LUGAR:	Taller Matriz
			COMPUESTO	
			POR:	
			APROBADO	
			POR:	FECHA:

DISTANCIA (metros)	SIMBOLO	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD
	1 ▼	En almacén de repuestos	
1	1 →	Transportado manualmente fuera de bodega	No productiva
13	2 →	Transportado manualmente fuera del taller	No productiva
25	3 →	Transportado a través del parqueadero	No productiva
8	4 →	Transportado por las escaleras	No productiva
13	5 →	Transportado a través del parqueadero ejecutivo	No productiva
12	6 →	Transportado al taller de latonería	No productiva
Total 72	1D	Depositados provisionalmente en espera de utilización	No productiva

Tabla 6.2 Cursograma Analítico del Material

Para comprobar la situación actual con la que se manejan los trabajadores del taller de latonería se adjunta el plano 00-02-00.

Como se estableció que la mejora en este sentido, sería la reubicación de los ítems utilizados por el taller de latonería, a continuación se presenta cursograma analítico del material correspondiente donde se sustenta la mejora.

DIAGRAMA: 1	HOJA: 1	METODO: Mejorado	
PRODUCTO:		OPERARIO(S) Latonería	
PROCESO:		LUGAR: Taller	
		COMPUESTO Camiones	
		POR:	
		APROBADO	
		POR:	FECHA:

DISTANCIA (metros)	SIMBOLO	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD
2	1 ▼ 1 →	En almacén de repuestos de camiones Transportado manualmente fuera de bodega	No productiva
13	2 →	Transportado manualmente a través del parqueadero	No productiva
7	3 →	Transportado al taller de latonería	No productiva
Total 22	1D	Depositados provisionalmente en espera de utilización	No productiva

Tabla 6.3 Cursograma Analítico del Material

Con la propuesta establecida, no solo evitaremos las aglomeraciones en el área de Repuestos y Bodega de vehículos a gasolina sino que también lograremos una reducción considerable en el tiempo de atención de los técnicos del taller matriz. Además de evitar un mayor cansancio y desgaste en los trabajadores del taller de latonería, para lo cual se adjunta el plano 00-03-00.

BIBLIOGRAFIA

- Arbones, E. (1989). *Logística Empresarial*. España. Editorial Boixereu.
- Ferrero, A. (1998). *Organización y Administración de Empresas*. México. Editorial McGraw – Hill.
- Pacífico y Witwer (1983). *Administración Industrial*. México. Editorial Limusa.
- Ramírez, C. (1991). *Administración Industrial*. México. Editorial Limusa.
- García Criollo, R. *Estudio del trabajo*, Vol. II. 1ª. Ed. Ed. McGraw – Hill, México, 1998.
- Alford. L.P. y Bangs, John R, *Manual de la producción*, Hispano Americana, 2ª ed. México, 1969.
- Barnes, M. R, *Estudio de tiempos y movimientos*, Aguilar, 3ª Ed., Madrid, 1961
- Maynard, H.B., *Manual de ingeniería de la producción Industrial*, Reverté, México, 1960.
- Niebel, B., *Ingeniería Industrial; Métodos, tiempos y movimientos*, 2ª Ed., México, 1980
- Oficina Internacional del Trabajo, *Introducción al estudio del trabajo*, 4ª ed. Ginebra, Suiza, 2000.
- Fonseca, E., *Estudio de tiempos*, 2002.
- Turner; Mize & Case. *Introduction to industrial and systems engineering*, 1ª ed. E.U. 1978.

INTERNET

- www.elprisma.com/trabajos/ingenieriademetodos/justoatiempo
- www.monografias.com/Administracionyplaneaciondelaprovisionamiento.shtml
- www.monografias.com/ingedemet/ingedemet.shtml
- www.monografias.com/trabajodediploma/algoritmosgeneticosaplicados.shtml
- www.programaempresa.com/empres/empresa.nsf/cliente1y2.pdf

- www.monografias.com/trabajos11/sercli/sercli.shtml
- www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/inventariosfundamentos/default2.asp
- www.investigacion-operaciones.com/Modelo%20Inventarios.htm
- www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/21/eoq.htm
- www.monografias.com/trabajos11/sercli/sercli.shtml
- www.monografias.com/trabajos29/distribucion-probabilidades/distribucion-probabilidades.shtml
- www.itson.mx/dii/atorres/Kolmog_.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_Kolmogorov-Smirnov
- www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35g.htm
- www.monografias.com/trabajo15/estadistica-apoyo/estadistica-apoyo3.shtml
- www.investigacion-operaciones.com/Teoria_colas_web.htm
- www.edukativos.com/downloads-file-6447-details.html

ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE SUPLEMENTOS EN PORCENTAJES DE LOS TIEMPOS NORMALES

1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
	Hombres	Mujeres	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
Suplementos por necesidades personales	5	7	16	0	
Suplementos base por fatiga	4	4	14	0	
2. Suplementos variables			12	0	
	Hombres	Mujeres	10	3	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	8	10	
B. Suplemento por postura anormal			6	21	
Ligeramente incómoda	0	1	5	31	
Incómoda (inclinado)	2	3	4	45	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	3	64	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			2	100	
Peso levantado por kilogramo			F. Concentración intensa	Hombres	Mujeres
2.5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7.5	2	3	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
10	3	4	G. Ruido.		
12.5	4	6	Continuo	0	0
15	5	8	Intermitente y fuerte	2	2
17.5	7	10	Intermitente y muy fuerte	5	5
20	9	13	Estridente y fuerte		
22.5	11	16	H. Tensión mental.		
25	13	20 (máx.)	Proceso bastante complejo	1	1
30	17	—	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
33.5	22	—	Muy complejo	8	8
D. Mala iluminación			I. Monotonía		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio.		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

ANEXO 2. TABLA DE VALORACION DE TRABAJO

NORMA BRITANICA	DESCRIPCION DEL DESEMPEÑO	VELOCIDAD DE MARCHA COMPARABLE (km/hr)
0	Actividad Nula	0
50	Muy lento; movimientos torpes; inseguros; el operador parece dormido y sin interés.	3,2
75	Constante, resulto, sin prisa como de obrero no pagado a destajo.	4,8
100 (Ritmo Tipo)	Activo, capaz como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos.	8
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar largos periodos; actuación de virtuoso.	9,6

ANEXO 3. TABLA DE VALORES CRITICOS DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

Grados de Libertad (N)	D_{0,10}	D_{0,05}	D_{0,01}
1	0,950	0,975	0,995
2	0,776	0,842	0,929
3	0,642	0,708	0,828
4	0,564	0,624	0,733
5	0,510	0,565	0,669
6	0,470	0,521	0,616
7	0,438	0,486	0,577
8	0,411	0,457	0,543
9	0,388	0,432	0,514
10	0,368	0,410	0,490
11	0,352	0,391	0,468
12	0,338	0,375	0,450
13	0,325	0,361	0,433
14	0,314	0,349	0,418
15	0,304	0,338	0,404
16	0,295	0,328	0,392
17	0,286	0,318	0,381
18	0,278	0,309	0,371
19	0,272	0,301	0,363
20	0,264	0,294	0,356
25	0,240	0,270	0,320
30	0,220	0,240	0,290
35	0,210	0,230	0,270
Mas de 35	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$