



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de
Automatización**

TEMA:

**“ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y
MOVIMIENTOS PARA EL ÁREA DE LAVADO DE
VEHÍCULOS DE AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A.
(ASSA).”**

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

AUTOR: Pablo Israel Moreno Miranda

TUTOR: Ing. Juan Correa Jácome

**AMBATO - ECUADOR
SEPTIEMBRE - 2007**

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Informe Final de Pasantía sobre el tema:

**“ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y
MOVIMIENTOS PARA EL ÁREA DE LAVADO DE VEHÍCULOS
DE AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA).” de Moreno**

Miranda Pablo Israel, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato, informo que el presente proyecto cumple con los requisitos metodológicos de la investigación, y cuenta por lo tanto con mi aval para su aprobación por parte de los organismos correspondientes.

Ambato, septiembre 2007

EL TUTOR

Ing. Juan Correa Jácome

AUTORÍA DEL INFORME FINAL DE PASANTÍA

El presente trabajo de investigación “ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL ÁREA DE LAVADO DE VEHÍCULOS DE AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)”, es absolutamente original, auténtico y

personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Pablo Israel Moreno Miranda

CI: 180353919-4

AUTOR DEL INFORME FINAL DE PASANTÍA

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco de manera muy especial

a nuestro Creador por brindarme el conocimiento y la capacidad para la realización de este Proyecto.

Al Ing. Patricio Sevilla, Gerente de Servicio de AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A., por darme la acogida en esta gran empresa.

A mi tutor en ASSA, Ing. Felipe Dueñas por ser quien me orientó al desarrollo de este Proyecto.

Asimismo, a la Universidad Técnica de Ambato, así como también a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, por ser templos del saber y la enseñanza durante todos estos años de preparación, y al Ing. Juan Correa Jácome, tutor de mi pasantía, por su guía brindada durante la realización de este proyecto.

Pablo Israel Moreno Miranda

DEDICATORIA

*A mis padres, Ing. Carlos Moreno Caicedo e
Ing. Zoila Miranda Albán., por ser ejemplo de
dignidad, trabajo y humildad.*

*A mis hermanos, Carlos Santiago y Raúl
Orlando, ejemplo de superación y constancia.*

Pablo Israel Moreno Miranda

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, la competencia que las empresas de nuestro país y de todo el mundo sobrellevan, es sumamente predominante en el éxito, ya que si una empresa vende o realiza algún servicio, poco tiempo después otra brindará el mismo servicio de la primera empresa, pero ya con un valor agregado.

Obviamente el cliente si se encuentra con las dos empresas a la vez, optará por dirigirse a la segunda por tener el servicio con un valor agregado, que no tiene la primera.

Las empresas deben continuar mejorando sus servicios, para que la productividad y competitividad mantengan un equilibrio productivo, teniendo presente que en el intrínseco de las empresas se maneja el valor añadido.

AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA), determinando la necesidad de brindar una mejor atención al cliente, ha propuesto la implementación de TIEMPOS ESTÁNDAR en las tareas del área de LAVADO DE VEHÍCULOS, es decir, que por cada tarea que un ASESOR, un TÉCNICO o un LAVADOR realiza, se conozca el tiempo de demora que este personal necesita para la ejecución de cada una de las actividades, ya que, mediante la codificación de estos tiempos se pueda conocer con la mayor exactitud posible los minutos útiles por actividad que servirá para aumentar o disminuir puestos o bahías¹ de trabajo o el número de personal.

Con la obtención de TIEMPOS ESTÁNDAR de las tareas, el asesor de servicio, que es la persona que atiende al cliente en la recepción del taller matriz de ASSA,

¹**BAHÍAS.**- Se llama así a los puestos donde el técnico o lavador realiza su trabajo. En dichas bahías puede haber elevadores hidráulicos o eléctricos. (CATÁLOGOS ASSA – AMBATO) va a conocer que tiempo se demorará en realizar el servicio, cuyo dato es proporcionado al cliente , lo que permitirá evitar la inconformidad del mismo.

El Capítulo I, se refiere a los servicios que presta ASSA a sus clientes, también establece la diferencia entre el concepto de EMPRESAS DE SERVICIO Y EMPRESAS MANUFACTURERAS, determina la formulación del problema, justificación de la investigación del mismo, así como los objetivos que se siguen para dar una solución al problema.

El Capítulo II, detalla acerca de la creación de la empresa, sus inicios, sus antecedentes, etc. En este capítulo se determina también el aspecto teórico del proyecto.

En el Capítulo III, se habla acerca del tipo de investigación que se va a realizar para la solución del problema que existe en la empresa, la manera de recolectar la información para el desarrollo del proyecto, procesamiento y análisis de los mismos y si es factible en el proyecto, la determinación de población y muestra.

En el Capítulo IV, se realiza un análisis profundo de la recolección de datos, aplicando métodos de Ingeniería para plantear una solución al problema, mientras que,

En el Capítulo V, se realizan las conclusiones y recomendaciones que se pueden dar para la propuesta de mejora en la empresa.

INTRODUCCIÓN

El estudio de Tiempos y Movimientos a nivel empresarial es una de las herramientas más importantes, ya que con una correcta coordinación de tiempos de cada una de las tareas, se obtendrá un trabajo mucho más organizado y se evitarán así los llamados “Cuellos de Botella”.

Para establecer tiempos estándar, se necesitan tres elementos que son: las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo.

En el pasado, los analistas se apoyaban más en las estimaciones como un medio para establecer estándares. Con la creciente competencia actual de productos extranjeros, se ha incrementado el esfuerzo para establecer estándares basados en los hechos y no en el juicio. La experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos sólo con ver un trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo. Cuando se usan estimaciones, los estándares se salen de contexto. La compensación de errores en ocasiones disminuye su desviación, pero la experiencia muestra que a lo largo de un período, los valores estimados tienen una desviación sustancial de los estándares medidos. Tanto los registros históricos como las técnicas de medición del trabajo proporcionan valores mucho más precisos que las estimaciones basadas sólo en el juicio.

Con el método de registros históricos, los estándares de producción se basan en los registros de trabajo similares, realizados con anterioridad. En la práctica diaria, el trabajador perfora una tarjeta en un reloj o aparato recolector de datos cada vez que inicia un nuevo trabajo y de nuevo cuando lo termina. Esta técnica informa cuánto tiempo llevó en realidad en hacer el trabajo, pero no cuánto debió haber tardado. Como los operarios desean justificar su día completo, algunos trabajos incluyen retrasos personales, inevitables y evitables en un grado mucho mayor que lo que deben, y otros no incluyen las cargas adecuadas de tiempos de retraso. Los datos históricos contienen desviaciones consistentes hasta de 50% en la misma operación del mismo trabajo. Aún así, como base para determinar los estándares de la mano de obra, los registros históricos son mejores que no contar con ellos.

Cualquiera de las técnicas de medición de trabajo – estudio de tiempos con cronómetro (electrónico o mecánico), datos de movimientos fundamentales, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudio de muestreo de trabajo – representa

mejores caminos para establecer estándares de producción justos. Estas técnicas se basan en hechos. Todas establecen estándares de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con los suplementos por fatiga y por retrasos personales y retrasos inevitables.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible producir más en una planta dada, e incrementan la eficiencia del equipo y el personal operativo.

Los estándares mal establecidos, aunque mejor que no tener estándares, conducen a costos altos, disentimientos del personal y quizá fallas de toda la empresa. Los estándares acertados pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio.

INDICE GENERAL

PRELIMINARES

PÁGINAS

Carátula	i
Aprobación del Tutor	ii
Autoría del Informe Final de Pasantía	iii

Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Resumen Ejecutivo	vi
Introducción	viii
Índice General	x
Índice de Fórmulas.....	xv
Índice de Tablas.....	xvi
Índice de Figuras	xviii
Índice de Gráficos.....	xviii

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema de Investigación	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1.1. Empresas de Servicio.....	3
1.2.1.1.1. ¿Qué es una empresa de servicio?	3
1.2.1.1.2. La naturaleza única de los servicios	4
1.2.1.1.3 Características de las empresas de	
servicio	9
1.2.1.2. Empresas Manufactureras	11
1.2.1.3. Servicios de ASSA	12
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos.....	17

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos.....	19
---------------------------------------	----

2.2. Fundamentación Legal.....	20
2.3. Categorizaciones Fundamentales.....	22
2.3.1. Estudio de Movimientos.....	22
2.3.1.1. Movimientos Básicos.....	24
2.3.1.2. Técnicas del estudio de movimientos	26
2.3.1.3. Objetivos del estudio de movimientos	26
2.3.2. Estudio de tiempos	27
2.3.2.1. Un día de trabajo justo.....	27
2.3.2.2. Requerimientos del estudio de tiempos	29
2.3.2.3. Responsabilidad del analista.....	30
2.3.2.4. Responsabilidad del supervisor.....	31
2.3.2.5. Responsabilidad del operario	32
2.3.2.6. Equipo para el estudio de tiempos	32
2.3.2.7. Formas de estudio de tiempos.....	33
2.3.2.8. Elementos del estudio de tiempos.....	33
2.3.2.8.1. Elección del operario.....	34
2.3.2.8.2. Posición del observador....	35
2.3.2.9. Ejecución del estudio.....	36
2.3.2.9.1. Calificación del desempeño	36
2.3.2.9.2. Asignación de suplementos ..	37
Suplementos Constantes....	38
Suplementos por Fatiga....	39
Suplementos Especiales....	44
Suplementos por Política....	45
2.3.3. Líneas de Espera	47
2.3.3.1. Características de las colas.....	48
2.3.3.2. Formulación de problemas de colas...	54
2.3.3.3. Nomenclatura	54

2.3.3.4. Clasificación Kendall y Lee.....	55
2.3.3.5. Determinación del tipo de distribución	56
2.3.3.5.1. Prueba de bondad de ajuste	
Ji-Cuadrado (x^2).....	57
2.3.3.5.2. Prueba de bondad de ajuste	
Kolmogorov – Smirnov.....	57
2.3.3.6. Ecuaciones Generales.....	58
2.4. Hipótesis.....	61
2.5. Determinación de variables.....	61

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Enfoque	62
3.2. Modalidad básica de investigación	62
3.3. Nivel o tipo de investigación	63
3.4. Población y muestra	63
3.5. Recolección de información	63
3.5.1. Simbología utilizada durante la toma de tiempos	65
3.6. Procesamiento y Análisis	70

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Determinación de la tasa de llegadas	71
4.2. Determinación de la tasa de servicio	74
4.2.1. Determinación del Tiempo Estándar para	
LAVADO COMPLETO	75

4.2.1.1. Tiempo Observado (TO)	75
4.2.1.2. Factor de Valoración	76
4.2.1.3. Cálculo de los suplementos	76
4.2.1.4. Cálculo del Tiempo Estándar	77
4.2.2. Determinación del Tiempo Estándar para LAVADO EXPRESS	78
4.2.3. Determinación del Tiempo Estándar para LAVADO RÁPIDO	79
4.2.4. Determinación del Tiempo Estándar para la actividad de RETOQUES	80
4.3. Análisis de las pruebas de bondad de ajuste	95
4.3.1. Análisis de los datos de llegadas de vehículos	95
4.3.1.1. Análisis JI-CUADRADO (x^2)	98
4.3.1.2. Análisis KOLMOGOROV-SMIRNOV	98
4.3.2. Análisis de los datos de inicio de servicio	99
4.3.2.1. Análisis JI-CUADRADO	102
4.3.2.2. Análisis KOLMOGOROV-SMIRNOV	102
4.4. Análisis de líneas de espera	105
4.4.1. Análisis con tres lavadores	106
4.4.2. Análisis con cuatro lavadores	108
4.4.2.1. Tres Lavadores (Lavado Completo, Ex- press y Retoques)	108
4.4.2.2. Un lavador (Lavado Rápido).....	110

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	113
5.2. Recomendaciones.....	115

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

6.1. Determinación de Tiempos Estándar.....	117
6.2. Personal Requerido	119
6.2.1. Funciones y Responsabilidades del asesor de servicio	120
6.2.2. Funciones y responsabilidades del personal de lavado	121
6.3. Equipos y Materiales requeridos en el área de lavado	122
6.4. Zonas de movimiento y sectores del área de lavado...	122
6.5. Prevención de accidentes en el área de lavado.....	124
BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXOS	128

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Ec. 2.1.- Cálculo para el TIEMPO ESTÁNDAR (TS)....	47
Ec. 2.2.- Probabilidad de que ocurran n llegadas en el Intervalo T.....	49
Ec. 2.3.- Probabilidad de que el tiempo entre llegadas T sea \leq que un valor dado t.....	49
Ec. 2.4.- Cálculo del estimador de la prueba	

	JI-CUADRADO (X^2)	57
Ec. 2.5.-	Cálculo de la utilización del servicio (ϕ).....	59
Ec. 2.6.-	Cálculo del coeficiente cuadrado de variación del tiempo de descarga (C_s^2)	59
Ec. 2.7.-	Cálculo de la probabilidad P_0	59
Ec. 2.8.-	Cálculo del número promedio de clientes en el sistema (L)	59
Ec. 2.9.-	Cálculo del número promedio de clientes en la fila (L_q)	60
Ec. 2.10.-	Cálculo de L_q para un modelo (M/M/s).....	60
Ec. 2.11.-	Cálculo del tiempo promedio de espera en el sistema (W)	60
Ec. 2.12.-	Cálculo del tiempo promedio de espera en la fila (W_q)	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.-	Diferencias entre empresas industriales y de servicio	9
Tabla 2.1.-	Algunos therbligs con su respectiva letra y color	23
Tabla 2.2.-	Therbligs Efectivos.....	24
Tabla 2.3.-	Therbligs No Efectivos.....	25
Tabla 2.4.-	Suplementos Industriales Típicos.....	37

Tabla 2.5.- Niveles de ruido en las industrias.....	42
Tabla 3.1.- Formato de la toma de tiempos.....	64
Tabla 4.1.- Conteo de vehículos que llegaron para el servicio de LAVADO COMPLETO	72
Tabla 4.2.- Conteo de vehículos que llegaron para el servicio de LAVADO EXPRESS	72
Tabla 4.3.- Conteo de vehículos que llegaron para el servicio de LAVADO RÁPIDO	73
Tabla 4.4.- Conteo de vehículos que llegaron para el servicio de RETOQUES	73
Tabla 4.5.- Determinación de tiempo observado para LAVADO COMPLETO.....	75
Tabla 4.6.- Determinación de tiempo observado para LAVADO EXPRESS	78
Tabla 4.7.- Determinación de tiempo observado para LAVADO RÁPIDO	79
Tabla 4.8.- Determinación de tiempo observado para La actividad de RETOQUES.....	80
Tabla 4.9.- Tiempos Estándar de áreas.....	81
Tabla 4.10.- Determinación de tiempo observado con MIX de actividades (3 lavadores)	88
Tabla 4.11.- Determinación de tiempo observado con MIX de actividades (4 lavadores)	89
Tabla 4.12.- Determinación de tiempo observado con MIX de actividades para lavado rápido	91

Tabla 4.13.- Tiempos Estándar por día con tres lavadores...	92
Tabla 4.14.- Tiempos Estándar por día con cuatro lavadores	93
Tabla 4.15.- Pruebas de bondad de ajuste de JI-CUADRADO para las llegadas	96
Tabla 4.16.- Prueba de bondad de ajuste de KOLMOGOROV para las llegadas	97
Tabla 4.17.- Pruebas de bondad de ajuste de JI-CUADRADO para el inicio de servicio	100
Tabla 4.18.- Pruebas de bondad de ajuste de KOLMOGOROV para el inicio de servicio	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Cuadro Explicativo de suplementos.....	46
Figura 2.2.- Diferentes tipos de servicios.....	52
Figura 4.1.- Líneas de espera cuando el sistema cuenta con tres lavadores	106
Figura 4.2.- Líneas de espera cuando el sistema cuenta con	

	tres lavadores que realizan lavado completo, express y retoques	108
Figura 4.3.-	Líneas de espera cuando el sistema cuenta con un lavador (lavado rápido)	111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1.-	Tendencia de llegadas al servicio.....	104
Gráfico 4.2.-	Tasa de servicio del área.....	104
Gráfico 5.1.-	Afluencia de vehículos al área de lavado	114

ANEXOS

- A1.-** Tabla de categorizaciones del área de lavado.
- A2.-** Tabla de Therbligs (Movimientos).
- A3.-** Equipos utilizados en la toma de tiempos.
- A4.-** Formato de toma de tiempos.
- A5.-** Tabla Factor de desempeño.

- A6.-** Tabla de valores de pruebas de bondad de ajuste del JI-CUADRADO (x^2).
- A7.-** Tabla de valores de pruebas de bondad de ajuste de KOLMOGOROV-SMIRNOV.
- A8.-** Tabla de Suplementos.
- A9.-** Diferentes tipos de distribución.
- A10.-** Plano del área de lavado con identificación de zonas
- A11.-** Plano del área de lavado con propuesta de implementación de bahía de trabajo para la actividad de LAVADO RÁPIDO.

C A P I T U L O I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN:

“ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL ÁREA DE LAVADO DE VEHÍCULOS DE AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

En la actualidad la mayoría de empresas de venta de vehículos que poseen talleres de servicio para el cliente, enfrentan serios problemas en lo que es tiempos y movimientos, el cual es una herramienta esencial para el éxito de una empresa.

Todas las empresas del mundo deberían tener asignado ya un sistema de tiempos estándar y una optimización de movimientos para el control y la organización del trabajo, con esto se lograría que las colas o líneas de espera en un servicio no sean demasiado largas y el cliente se sienta satisfecho por el servicio.

AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA), es una empresa que en Ecuador es muy reconocida, con un alto prestigio en la zona centro del país.

La Gerencia General de ASSA ha planificado durante este año realizar un análisis profundo de los tiempos que se establecen en cada tarea en un área determinada, para así establecer los correctivos necesarios.

Debido a que la competencia a nivel regional y mundial es muy dura, ASSA requiere necesariamente establecer tiempos estándar y con esto obtener una optimización de movimientos para una mejor organización del trabajo, sea éste de reparación, control de calidad, lavado, recepción del vehículo, etc.

La empresa ASSA cuenta con un MAGNETO PLAN¹, el cual los asesores de servicio y técnicos de la empresa se guían para realizar su trabajo, pero no tienen una perspectiva acertada del tiempo que esto implica, y por ende en ocasiones los clientes que vienen a retirar su vehículo, no lo encuentran listo a la hora que se estableció desde un principio.

Este tipo de proyecto que determina tiempos estándar, debería no solo establecerse en ASSA Ambato, sino también en las demás sucursales, las cuales se encuentran en Latacunga y Riobamba; y en toda empresa a nivel nacional y mundial.

Se debe indicar que Automotores de la Sierra S.A. (ASSA), es una empresa que brinda servicio, lo que marca la diferencia respecto a una empresa de manufactura.

¹**MAGNETO PLAN.**- Tablero Plástico, el cual esta dividido en seis cuadrículas. Cada cuadrícula representa los seis días de trabajo (Lunes a Sábado). Frente a cada cuadrícula se encuentra el nombre de los técnicos y lavadores que dan servicio al vehículo. Existen 3 grupos de fichas las cuales se diferencian por el color. Los colores son: rojo, azul y verde. Además, las fichas tienen números. Estas fichas representan a los conos que coloca el anfitrión (persona que da la bienvenida al cliente). Según el cono, el técnico sabe que vehículo arreglar y que tarea hay que realizar. (CATÁLOGOS ASSA AMBATO).

1.2.1.1. EMPRESAS DE SERVICIOS

1.2.1.1.1. ¿Que es un Servicio?

Una primera definición podría ser la siguiente: “En un sentido amplio se define como la prestación del mismo a través del cual se satisface la necesidad del cliente”, por lo que desde el punto de vista económico, los servicios tienen la misma consideración que los bienes materiales.

Otra definición indica que: se puede entender al Servicio como el trabajo que realiza otra persona para así satisfacer las necesidades de un cliente ya que, en principio, lo realizará mejor que lo haría el citado cliente.

El elemento importante en una empresa de servicios es el CONSUMIDOR, mientras que en una empresa industrial es el CLIENTE. Por otra parte, lo que en la empresa industrial era PRODUCTO, en este tipo de empresas que nos ocupa, el SERVICIO es lo equivalente. Existe entre ambos conceptos la diferencia entre lo material y lo inmaterial aunque a veces hay servicios basados en elementos materiales, por ejemplo, el servir una comida implica el servicio (inmaterial) y la comida (material).

Existen, pues, muchas clases de SERVICIOS como los de comunicación oral entre distancias, los de transporte o energía imprescindibles en nuestro mundo actual o los orientados a la satisfacción de una extensa gama de necesidades humanas de índole psicológica o fisiológica; recreo, esparcimiento, diversión, deportes, etc.

Existe una tendencia a considerar a los servicios como algo que ocupa una baja posición dentro del mundo económico o social. El concepto negativo nace en el siglo XVIII pues, Smith considera los servicios como un elemento que no produce ningún valor ya que "perece en el mismo instante que se produce". La historia del análisis de este tipo de organizaciones, que fue estudiada por los economistas, consideraba a estas como algo residual pues manejaban lo inmaterial, lo intangible

Resulta más exacto y eficaz considerar a un servicio como algo que cambia de manera fundamental la condición o la posición de quien lo consume.

De cualquier manera, las necesidades, expectativas, condiciones y posición de las personas, están sujetas a cambios rutinarios, y, los servicios son variables, imprescindibles y no se prestan a un control sistemático. Por esta razón, los servicios deben responder a un conjunto infinito de condiciones por parte del consumidor. Estas características conceptuales ayudan a entender la diferencia que supone una manufactura material o producto, ya que esta es algo material al que alguna organización le añade valor material y/o de utilidad, que es la utilizada por el cliente.

1.2.1.1.2. La naturaleza única de los servicios

El primer paso para explicar la diferencia en las operaciones de servicio es entender la naturaleza única y las características de los mismos, y cómo varían de una empresa de servicios a otra. Como el concepto de organización (incluido el del trabajo) se aplica primero a los productos manufacturados, prácticamente todos los libros, artículos y líneas de pensamiento hacen hincapié en este concepto dirigido a los productos fabriles. Es más, mucha gente piensa que lo que ha funcionado con éxito en los procesos fabriles se puede aplicar, y forzosamente, a todas y cada una de las operaciones de servicios.

Esto es una idea poco afortunada, aunque algunas de las ideas y técnicas empleadas en los procesos fabriles puedan aplicarse, con sus correspondientes adaptaciones, a operaciones de servicios. Es una idea poco afortunada porque: limita su área de aplicación; no reconoce que un servicio no es igual que un objeto físico; no reconoce la importante diferencia en la función de trabajo de las diferentes empresas de servicios; ignora muchas técnicas que pueden utilizarse en los servicios, pero que no se usan mucho en la fabricación; e, ignora el hecho de que los servicios están dominados por elementos humanos subjetivos y no por medidas físicas estrictas.

Se debe describir en detalle la naturaleza única y características de los servicios según vienen representadas por las diferentes empresas de servicios, así como mostrar por qué la compañía de servicios tiene que examinar sus operaciones en detalle si quiere desarrollar un programa de trabajo sólido y efectivo. Esto significa que se comienza con un examen e identificación de las características del servicio en la compañía no intentando hacer una servil imitación de cualquier plan de gestión del trabajo de una fábrica.

Los servicios, salvo algunas excepciones, no pueden medirse. Los servicios no pueden medirse de la misma forma que las propiedades de los objetos o productos físicos. Esto se debe a que un servicio es algo dinámico, no estático. Es una función, no una estructura. De cualquier forma, una operación de servicio puede relacionarse con unas medidas. Por ejemplo, en los servicios sanitarios, hay análisis de laboratorios y medidas para varias características físicas y anatómicas, tales como el peso y la presión arterial; las características de la sangre y la orina, tales como: recuento, nivel de colesterol, ácido úrico, potasio, glucosa y hierro. Estas medidas son indicativas de si el cuerpo esta funcionando adecuadamente y, por tanto, son las bases de las decisiones médicas. Por eso estas medidas deben estar bien hechas y de una forma concreta para tomar una decisión adecuada, caso contrario el diagnóstico será erróneo. Medir la calidad del servicio médico es determinar si la interpretación de estas medidas, el diagnóstico y el tratamiento son correctos, efectivos, eficaces y surten efecto en el paciente.

- **Los servicios no pueden almacenarse.** Una vez que se ha prestado un servicio, ya no existe. Puede repetirse, pero no recobrase. El servicio es un proceso, no un producto. Lo constituyen una serie de actividades afines, normalmente dominadas por la conducta humana. Los servicios están constituidos por componentes que pueden identificarse.
- **Los servicios no pueden inspeccionarse.** Los servicios pueden ser observados y sacarse conclusiones de ello, pero no pueden pasar una inspección en el sentido literal de la expresión. Pueden inspeccionarse y apreciarse las condiciones y los productos físicos relacionados con los

servicios prestados por una compañía en relación con ciertos estándares de cumplimiento o ciertos estándares referidos al entorno. Por ejemplo, las inspecciones de hoteles, restaurantes y centros de salud en cuanto a ciertos estándares como condiciones sanitarias, preparación de alimentos, almacenamiento de alimentos y similares. Se llevan a cabo pocas veces, posiblemente sólo una vez al año y únicamente llegan a una pequeña parte del total a cubrir por un programa de trabajo.

- **No puede determinarse de antemano.** La naturaleza de los servicios no puede determinarse de antemano, excepto en aquellos casos en que se le haya prestado un servicio de la misma naturaleza al cliente. Los servicios no pueden examinarse de la misma manera que uno examina los alimentos antes de hacer una compra en el supermercado. El cliente no sabe si el servicio será o no satisfactorio si no lo compra y pasa por la experiencia. En la compra de productos, desde una simple manzana a un automóvil, el cliente puede mirar, examinar, preguntar, incluso, en algunos casos, hacer pruebas antes de efectuar la compra. Un servicio no puede comprarse de esta forma.
- **Un servicio no tiene una vida.** Los productos tienen vida. Pueden ser reparados y mantenidos. Algunos productos fallan, de manera que se puede efectuar un test de fallo. Los servicios no son así. Tienen duración, pero no vida.
- **Los servicios tienen una dimensión temporal.** Los servicios, a diferencia de los productos, tienen una dimensión temporal. Esto es, los servicios ocurren en el tiempo. Un servicio puede consistir en una serie de actividades relacionadas en el tiempo, cada uno de cuyos componentes están sujetos al cumplimiento del trabajo. En estos casos los servicios tienen un comienzo y un fin en el tiempo. Un ejemplo es un viaje en autobús desde la salida hasta su llegada a destino, o un viaje con una línea aérea que va desde el momento en que se hace la reserva hasta que se llega a destino. El viaje implica no sólo el tiempo necesario para el servicio sino también los tiempos asociados a esto, retrasos o tiempos de espera, tiempo innecesario, tiempo excesivo, tiempo perdido.

- **Los servicios se prestan tras una solicitud.** Los servicios se prestan de acuerdo con dos tipos de demandas: demandas instantáneas y demandas programadas. El primer grupo incluye agua, gas, electricidad y servicios telefónicos. Estos servicios pueden ser solicitados a cualquier hora del día o de la noche, todos los días del año. Estas compañías deben cubrir un estándar del 100 por 100 de disponibilidad y rentabilidad. Los segundos son servicios sólo a tiempos programados -por ejemplo almacenes de venta al por menor, consultas medicas, bancos y transportes.
- **Los servicios son más críticos en unas industrias que en otras.** Los servicios públicos, que han de cubrir un servicio conforme a una demanda instantánea, han de rendir un 100 por 100 de eficacia. Esto es, un nivel más alto que el que otras compañías deben ofrecer. En ciertas compañías, en las que el error de un empleado puede ser peligroso, si no fatal, el error «cero» como meta es un deber. En este grupo también se incluyen transportes, salud y electricidad. Este es otro ejemplo de cómo una compañía de servicios no sólo se diferencia radicalmente de otras compañías de servicios, sino de una compañía dedicada a la fabricación. Esta es la razón por la que, para llevar a cabo una idea de la organización y diferenciación, es necesario un examen y estudio detallado de todas las operaciones de una compañía de servicios.

Los servicios implican más fiabilidad que en los productos, fiabilidad humana. Todas las compañías de servicios tienen que comprar servicios y productos para vender los servicios para los cuales fue creada. La fiabilidad humana es el complemento del error humano, así el problema se reduce a controlar, corregir y prevenir el error humano. Son los empleados peor pagados en la compañía los que prestan el servicio. Esto es literalmente cierto. El servicio viene determinada

completamente por el individuo que espera al cliente. Este es el caso en las siguientes empresas de servicios: venta al por menor, bancos, oficinas de Correos, hoteles, moteles, restaurantes, cafeterías, oficinas de seguros, líneas de autobús, guarderías, administración, compañías aéreas, servicios individuales y de reparación. Esto no ocurre así en la mayoría de las fábricas donde el producto no

es únicamente confeccionado por el empleado peor pagado de la planta. Ejemplos de servicios prestados por los empleados peor pagados son:

- Vendedores en almacenes de venta al detalle y supermercados.
- Camareros y camareras en un restaurante.
- Camareros en una cafetería.
- Oficinistas y otros trabajadores en un hotel o motel.
- Asistentes y enfermeras en una clínica.
- Asistentes médicos y oficinistas en una consulta médica.
- Funcionarios de Correos.
- Cajeros de banco.
- Oficinista y dependientes de una línea aérea.
- Agentes de seguros.
- Cambistas en las industrias privadas y en el gobierno.
- Todos los tipos de trabajadores de reparaciones.
- Los dispensarios oficiales de carnés de conducir, impuestos, otros.
- Empleados de bibliotecas.

Las excepciones son los doctores, las enfermeras, los abogados, los dentistas y otros profesionales. Esto significa que el servicio está determinado por las calificaciones, las actitudes y comportamiento de un solo individuo o series de individuos. Así, la calidad de los servicios es muy diferente de la calidad de los productos. Esto no significa necesariamente que el servicio será malo si realizan la tarea empleados mal pagados y muy buenos si la realizan empleados bien pagados. Esto implica que el aprendizaje en los procedimientos del trabajo y en las actitudes esperadas hacia los clientes es muy importante para las compañías que tienen empleados peor pagados. Estos empleados suelen ser inexpertos, sin conocimiento sobre cómo han de ser tratados los clientes si la compañía quiere permanecer en el negocio, e incluso ignoran cómo tratar a sus propios compañeros de trabajo. En estos casos será necesario un importante aprendizaje.

1.2.1.1.3. Características de las empresas de servicio

Existen relaciones cara a cara entre el cliente y el empleado. Los servicios se caracterizan porque en ellos ocurre un encuentro entre el cliente y el empleado, entre el vendedor y el comprador. No hay intermediarios. Este hecho hace que recaiga sobre el empleado una muy importante responsabilidad directa, así como lo hace en la gestión y la administración una responsabilidad indirecta. Se crea una situación de relaciones humanas que debe tener primordial importancia en una empresa de este tipo.

TABLA 1.1.- DIFERENCIAS ENTRE EMPRESAS INDUSTRIALES Y DE SERVICIO

Fuente: <http://www.comaudi.com/imedicion/crono.php>

CONCEPTO-ESTRATEGIA	INDUSTRIALES	SERVICIOS
ESTANDARIZACION	PROPORCIONA UN PUNTO DE REFERENCIA	DESVIA LA ATENCION DEL CONSUMIDOR
COSTES Y PRECIOS	BASADOS EN UN PRODUCTO MATERIAL. ELEVADOS COSTES DE PERSONA. SALARIOS FIJOS	BASADOS EN PERCEPCIONES DE VALOR/ BAJOS COSTES DE PERSONAL/SALARIOS ABIERTOS
ADECUAR OFERTA Y DEMANDA	SE GESTIONA POR MEDIO DE EXISTENCIAS	SE GESTIONA POR CAMBIOS DE COMPORTAMIENTO DEL MERCADO
PRODUCTIVIDAD	PUEDE DETERMINARSE/ PRIMA LA PRODUCCION	NO PUEDE DETERMINARSE/ PRIMA EL MERCADO, EL CLIENTE
ECONOMIA DE ESCALA	PERMITE BAJAR EL COSTE POR UNIDAD DE FORMA PERMANENTE	EL COSTE POR UNIDAD DESCIENDE TEMPORALMENTE
CRECIMIENTO /TAMAÑO/ CUOTA DE MERCADO	MAS CRECIMIENTO=MAS RENTABILIDAD/ GRAN TAMAÑO Y POCOS CENTROS	LA IMAGEN INFLUYE DE FORMA INDIRECTA/ PEQUEÑO TAMAÑO Y CENTROS DISPERSOS
BARRERAS PARA ENTRAR EN MERCADOS	BASADAS EN EL PRODUCTO Y/O LA TECNOLOGIA	BASADAS EN EL CAPITAL HUMANO/CLIENTES/RED
TIPO DE ESTRUCTURA	POCAS SUBCONTRATACIONES/ESTRUCTURA RIGIDA Y JERARQUIZADA	MUCHAS SUBCONTRATACIONES/ ESTRUCTURA FLEXIBLE Y FUNCIONAL.

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Un gran número de personas se ve involucrado en este tipo de empresas. Entre ellos están los clientes, los mismos millones de empleados del sector constituyen a su vez clientes y compradores de otros tipos de servicios. Es de primordial importancia conocer las preferencias de los clientes, lo que les desagrada, sus deseos y necesidades, y la gran bonanza de esas demandas.

Esta empresa genera muchas transacciones monetarias. El gran número de personas genera un gran volumen de papeleo que puede darse tanto diaria, como semanal o mensualmente. Estos papeleos pueden ser: etiquetas de rebaja, facturas, cheques, tarjetas de crédito, bonificaciones, reclamaciones, lectura de contadores y tiquets. La mayoría de estas transacciones son de una cantidad pequeña de dinero. El gran volumen de transacciones implica que la probabilidad de cometer un error es considerable.

El fallo del servicio puede deberse a un fallo humano, a un fallo del equipo ó a ambos. Esto ocurre porque hay servicios que están sujetos tanto a la eficacia humana como a la eficacia del equipo, por ejemplo: centrales energéticas, asistencia sanitaria, transporte y compañías que usan sistemas de ordenadores. Este servicio requiere una atención especial, de manera que, la eficacia del equipo y la de los empleados sea del 100%. La seguridad debe ser la primera de las características a cubrir en la lista de calidad en sanidad, transporte, plantas energéticas y cualquier otra industria donde se ponga en juego la vida humana.

No hay control mecánico sobre la variación como ocurre en la fábrica. En una fábrica se usa todo tipo de instrumentos y elementos de precisión para controlar y limitar la variación en un producto. Esta maquinaria no existe en los servicios, con algunas excepciones. El uso de cheques en los bancos, cajas registradoras de sustracción y el sistema de scanning de los productos en los supermercados tiende a reducir el error y mejorar el servicio.

Los sistemas de ordenadores requieren un control especial. Para evitar fuentes principales de error, ha de prestarse una especial atención a los sistemas de ordenadores respecto a datos introducidos y programa del ordenador. Hay otras causas de problemas diferenciadores que sólo pueden aparecer con un estudio más amplio de las operaciones del ordenador desde la compilación de datos hasta el examen final de información visualizada en la pantalla del ordenador.

En los servicios en los que, la gente es la que lleva a cabo los procesos, el uso y la interpretación es diferente, es la capacidad humana y no la de la máquina la que manda.

Los servicios, a diferencia de los productos, presentan características que dificultan el proceso de verificación o inspección antes que el cliente esté en contacto con éstos. Entre estas características se encuentran:

- **Simultaneidad:** Los servicios, generalmente, se consumen en el mismo momento en que se producen.
- **Inseparabilidad:** Los servicios no pueden ser separados de su fuente de producción.
- **Producto Final Intangible:** El producto final de una empresa de servicio, literalmente no es palpado o manipulado por parte del cliente. Ej.: El servicio de lavado del vehículo no lo manipula o lo maneja el cliente, solamente cumple las expectativas y necesidades.
- **Ubicación Instalaciones cerca al cliente:** Las instalaciones como por ejemplo el taller matriz de ASSA se encuentra cerca al cliente.

1.2.1.2. EMPRESAS MANUFACTURERAS

Las empresas de manufactura son las que transforman la materia prima en productos terminados y se clasifican en:

- a) Empresas que producen bienes de consumo final (productos alimenticios, aparatos y accesorios eléctricos, prendas de vestir, etc.).
- b) Empresas que producen bienes de producción. De esta podemos decir que son aquellas que satisfacen preferentemente las demandas de las empresas de consumo final. Por ejemplo: Materiales de construcción, maquinaria ligera, productos químicos, etc.

Las características principales de una empresa manufacturera son:

- **Producto Final Tangible:** El cliente puede manipular el producto final. Ej.: GENERAL MOTOR (GM) es una empresa manufacturera, ya que ensambla vehículos. El cliente puede manipular o manejar el vehículo, es decir tiene una relación directa.
- **Resultado Físico de un proceso:** Se puede apreciar con facilidad los resultados de un proceso en una empresa manufacturera.
- **Participación indirecta con el cliente:** El cliente no está relacionado directamente con la empresa manufacturera. Ej.: El cliente, cuando quiere adquirir un vehículo, no está directamente en contacto con GENERAL MOTORS, que es la empresa manufacturera, sino que está en contacto con ASSA, la cual es una empresa de servicio.
- **Ubicación Instalaciones no cerca al cliente:** Ej.: GENERAL MOTORS no se encuentra cerca al cliente (colectividad ambateña).

1.2.1.3. SERVICIOS DE ASSA

La compra de un auto es una de las inversiones más importantes en la vida de una persona, es por ello que AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. se asegura que su nuevo cliente sienta que tomó la decisión correcta al adquirir su auto nuevo.

ASSA es uno de los Concesionarios con la mayor venta de vehículos y repuestos a nivel nacional y la atención de servicio al público. A más de realizar la venta de vehículos, brinda atención en lo que se refiere al servicio totalmente especializado CHEVROLET, es decir, aquellos vehículos que sufren desperfectos, el taller matriz de ASSA los arregla.

Los deterioros que ASSA atiende pueden ser: mecánicos, latonería, pintura, alineación, balanceo, lavado, etc.

Otro punto importante que posee ASSA es la **correcta asesoría** que el cliente percibe cuando adquiere un vehículo, ya que, el mismo es informado con lujo de detalles acerca del vehículo que quiere adquirir, y además, el financiamiento para la adquisición del automotor, esto hace entender al cliente las facilidades en la compra del mismo.

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

Como se había explicado en un principio, existen problemas notables en cuanto se refiere a los tiempos de cada tarea o trabajo, existen demoras y por ende habrá colas o líneas de espera por parte de los vehículos y de los clientes que solicitan su automotor ya terminado.

En la parte de ANEXOS (ANEXO A1), podremos encontrar la categorización de problemas e inconvenientes en el área de lavado.

En el área de lavado de vehículos, se da el problema de demoras debido primero a la falta de organización en la programación de lavado, el cual se puede dar por olvido de extender una orden de trabajo² por parte de los asesores de servicio, o por descuido del personal de lavado en no ver la orden de trabajo que es colocado en el vehículo.

La aparición de tiempos muertos es una realidad que se da en el área de lavado, tiempos muertos en el sentido de que si un lavador esta haciendo su trabajo en un vehículo, y de pronto llega otro por el servicio, el lavador deja la actividad que estaba realizando y comienza a lavar el otro que llegó, estableciéndose así un

²**ORDEN DE TRABAJO.**- Documento en el cual viene establecido todas las tareas que el cliente puede necesitar que realicen en su vehículo. El asesor de servicio extiende dicha orden para que los técnicos realicen su trabajo. (CATÁLOGOS ASSA – AMBATO). tiempo en que no se hace nada en el primer vehículo, el cual ocupa un puesto de trabajo que lo podría ocupar otro que se encuentra en espera.

Esto podría ocasionar colas muy extensas por parte de los vehículos, automáticamente viene la insatisfacción del cliente, baja en las ventas de la empresa y por ende la reducción de personal en el área, por despidos.

La organización del trabajo se lo hace por medio del MAGNETO PLAN, donde se aclaró que consta de fichas de colores con números. Estas fichas representan a los conos que coloca el anfitrión (persona que a partir de la 7H30 AM, recibe a los clientes y coloca un cono de color con número). A más de las fichas existen casilleros donde constan los nombres de los trabajadores de lavado y cuadrículas que representan a los días de la semana.

Cada asesor de servicio va colocando dichas fichas en las cuadrículas y haciendo constar con cada lavador. Mediante este procedimiento el lavador ya sabe que vehículo necesita pasar por el servicio. Pero por ocasiones, se puede alterar las fichas de la pizarra y puede haber confusiones a la hora de realizar el trabajo.

Hay ocasiones en que el personal de lavado por órdenes de asesores de servicio o por ayudar al resto de técnicos, realizan otras actividades que no son precisamente las de lavado, produciéndose así líneas de espera en los vehículos a ser atendidos.

El descuido y la no concentración en el trabajo por parte del personal de lavado es otro factor para la demora del trabajo. Puede haber también pérdida de las órdenes de trabajo, esto implicaría la interrogante de qué trabajo tenía que realizarse en ese vehículo, ya que las órdenes de trabajo contienen las tarea que los lavadores y técnicos en general deben realizar.

El anfitrión cumple un papel muy importante en la organización del trabajo y en la determinación de tiempos de trabajo, ya que cuando él recibe a los clientes, coloca un cono a cada vehículo que ingresa, con eso ya en el taller se sabe que trabajo requiere el vehículo. Si el vehículo no tiene cono, no se puede saber que trabajo necesita dicho vehículo.

El agotamiento de los recursos de limpieza, es otro factor para la demora del trabajo. También por la avería de equipos de limpieza como: compresores, pistolas de agua, secadores, etc.

Debe haber un chequeo o mantenimiento preventivo de los equipos en general en el área de lavado, para evitar entre otras consecuencias, accidentes laborales.

A más de eso también se debe programar los períodos de llenado del reservorio de agua, con esto logramos que el agua no falte al momento de realizar el trabajo.

Si determinamos tiempos estándar de las tareas, podemos contrarrestar todos estos problemas, el trabajo de los lavadores será lo más productivo, habrá una optimización de los movimientos y el cliente quedará satisfecho por el servicio.

1.2.3. PROGNOSIS

Los resultados que pueden asomar al no tener tiempos estándar en las tareas, es el tener clientes insatisfechos por el servicio que se les brinda, además, esto conllevará a tener una baja en las ventas de la empresa, y con esto pérdidas económicas.

La planificación del trabajo durante el día no será la acertada, por lo que, habrá un constante llamado de atención por parte del Gerente y Asesores de Servicio, surgiendo así tensiones de trabajo por parte del personal.

1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Tomando en consideración los aspectos anteriormente mencionados, se llega a la conclusión de que el problema principal y fundamental en el área de lavado de vehículos, es la aparición de tiempos de espera prolongados por parte del cliente que solicita su vehículo terminado, y a su vez, por parte del vehículo en ingresar al servicio, problema que lo podemos eliminar con una estandarización y optimización de tiempos y movimientos.

1.2.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto de pasantía se lo realizará en AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA) – Taller Matriz, localizado en la ciudad de Ambato, en la avenida Atahualpa Km. 2 y Río Guayllabamba. El campo específico para la investigación será el área de lavado de vehículos.

El tiempo para la ejecución del proyecto será de cuatro meses aproximadamente y el personal que participará en el trabajo investigativo será:

- Ing. Patricio Sevilla GERENTE DE SERVICIO
- Ing. Felipe Dueñas TUTOR DE PROYECTO (ASSA)
- Ing. Carlos Ribadeneira JEFE DE TALLER DE SERVICIO
- Ing. Juan Correa Jácome TUTOR DE PROYECTO (UTA-FISEI)
- Jefes Departamentales
- Personal de lavado de vehículos

1.3. **JUSTIFICACIÓN**

Si tratamos en un 100% que, una empresa tenga grandes utilidades y 0% de pérdidas, sin duda estamos hablando de situaciones ideales y no reales.

Con una estandarización y optimización de Tiempos y Movimientos, minimizamos las pérdidas y maximizamos las ganancias que pueden surgir en la empresa.

Realmente, una estandarización de Tiempos y Movimientos es una herramienta primordial para cualquier empresa, pues a mas de determinar los tiempos que se pueden establecer en una determinada actividad de un área de trabajo, permite fijar con facilidad la organización de trabajo y por ende poder establecer un tiempo mas acertado de la finalización del servicio y entrega del vehículo al cliente, evitando así líneas de espera.

Permite también determinar tiempos continuos de las tareas para así, especificar un registro completo de tiempos del área.

Con la realización del proyecto, se puede eliminar también los tiempos muertos que existe en el área de lavado, es decir, aquellos tiempos en los que el vehículo en servicio no recibe atención alguna por la realización de otra actividad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Estandarizar y Optimizar Tiempos y Movimientos para el área de lavado de vehículos de AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar los tiempos que resultan en cada una de las tareas del área de lavado. Las tareas que se realizan en el área de lavado son:
 1. Lavado Completo
 2. Lavado Rápido
 3. Lavado Express
 4. Retoques³
- En base a los tiempos estipulados en el paso uno, desarrollar una propuesta de mejora que permita solucionar los tiempos de espera tanto de los clientes como de los vehículos.
- Analizar y determinar tiempos muertos en el área de lavado.
- Analizar el número de bahías y determinar si es el apropiado para el desarrollo de trabajo de una manera eficiente.
- Determinar los tiempos de espera por parte del cliente cuando viene a retirar su vehículo.
- Determinar la tarea primordial que ocasiona cuellos de botella en el área de lavado.

- Estipular el número adecuado de lavadores que permitan agilidad en el área.
- Administrar mantenimiento oportuno de las máquinas de lavado.
- Revisar el uso apropiado de equipos de SEGURIDAD INDUSTRIAL que proteja al obrero.
- Verificar la realización de CONTROLES DE CALIDAD en los vehículos, después de concluir cualquier tarea de lavado.

³**RETOQUES.**- Actividad que realiza el lavador, el cual consiste en pasar otra vez una mano de limpieza por la carrocería, ya que este vehículo salió de mecánica. Primero se lo lavó y luego fue al taller de reparación. Cuando sale de mecánica, sale un tanto sucio. (CATÁLOGOS ASSA – AMBATO).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El concepto de Tiempos y Movimientos es un tema que abarca un sinnúmero de subtemas que deben ser correctamente analizados.

Es por esto que, al investigar temas de proyectos de pasantías o tesis de grados en la biblioteca de la facultad, lastimosamente no se encontró ningún tema que tenga una íntima relación o parecido con el del proyecto propuesto.

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

La GERENCIA GENERAL, establece que, una de las prioridades que deben ser implementada en este año es la toma de Tiempos y Movimientos en el área de LAVADO, cuyo conocimiento y desarrollo al interior de la EMPRESA, permitirá prepararse con fortalezas esenciales hacia la competitividad Nacional e Internacional, y, realizar la implementación adecuada de correctivos sustentados en los trabajos de investigación.

Una vez en contacto con la empresa, se deduce que a pesar del prestigio, ventas exitosas y demás ventajas que presenta ASSA, necesariamente requiere de una estandarización de Tiempos y Movimientos, debido a que los clientes que esperan en el taller de servicio por su vehículo no se encuentran con gran satisfacción por los tiempos de espera que tienen que sobrellevar.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En enero de 1960, en un nuevo y esquinero local de las calles Bolívar y Martínez, que el señor Don Temístocles Sevilla Sánchez arrendó para sus representaciones comerciales, nació la nueva empresa la cual se denominó “Automotores de la Sierra S.A.”, compartiendo el limitado espacio físico con otras líneas del negocio, tales como llantas, maquinaria agrícola y electrodomésticos, pero compartiendo también sueños, ilusiones y esperanzas.

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

En la década de los 60, el señor Temístocles Sevilla estuvo al frente de la compañía desde 1960 hasta 1964; y Don Rodrigo Vela la condujo desde 1964 hasta 1970, año en el que la Gerencia General es asignada al señor Patricio Sevilla Cobo, cuyo cargo lo desempeñó desde 1964 hasta 2004, el cual lideró y desarrolló esta empresa a través del ejemplo, la disciplina, la exigencia y la responsabilidad, buscando siempre la perfección en las tareas efectuadas en cada área de la empresa.

Patricio Sevilla Cobo, Gerente General en ese entonces, inició su gestión con apenas cinco empleados y con un capital de 200,000,00 sucres y gracias a su espíritu tenaz y luchador logró un crecimiento sostenido, fortaleciéndola en la zona central del país. Actualmente desempeña la Presidencia Ejecutiva, con lo cual continua brindando su amplio conocimiento y su invaluable aporte en esta nueva etapa.

Ante la desaparición del señor Vela Barona, en 1970, la Presidencia del Directorio recae en el Dr. Manuel Cabeza de Vaca, que se desempeña en el cargo durante 25 años ininterrumpidos, siendo sucedido por el Arq. Rodrigo Sevilla Cobo hasta la actualidad. Automotores de la Sierra actualmente está gerenciada por el Ing. Com. José Luís Sevilla Gortaire, quien pertenece a la tercera generación.

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, los cuales 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 nace como distribuidora de vehículos Volkswagen. Posteriormente, debido a la seriedad y sólida estructura de la empresa, General Motors la eligió como Concesionaria de su marca Chevrolet en 1982, para toda la zona centro del país. Desde aquel entonces, Automotores de la Sierra S.A. ha consolidado su prestigio y se mantiene fiel a su filosofía de servicio y respaldo garantizado a sus clientes, con la actualización permanente de sus colaboradores y equipos técnicos.

La armonía prevalece en todas las relaciones, sin dejar de ser exigentes, el respeto y la amistad crean un ambiente distendido que fortalece la unidad de un grupo homogéneo y convencido de sus reales posibilidades de encontrarse en el sitio

propicio para disfrutar de su trabajo y de la alegría de vivir con satisfacciones propias.

- 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 nuestra zona promedian en 3.000 unidades.
- Venta de vehículos en unidades en los últimos cinco años 12.387 unidades.
- Anualmente ingresan a los Talleres más de 20.000 vehículos.
- El personal es de 160 empleados (directos e indirectos).

2.3. CATEGORIZACIONES FUNDAMENTALES

2.3.1. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Es la expresión creada por el famoso ingeniero norteamericano Frank B. Gilbreth junto con su mujer L. M. Gilbreth. Su técnica consiste en la descomposición de la tarea en movimientos fundamentales llamados “therbligs” (Gilbreth leído al revés. Véase ANEXO A2), y en la reconstrucción de un ciclo ideal del que se han eliminado todos los movimientos inútiles. Las técnicas utilizadas en el estudio de movimientos incluyen el estudio de micro movimientos mediante cámara lenta y la técnica del cronociclógrafo, que consiste en sujetar unas luces a los brazos del operario y tomar una fotografía con mucho tiempo de exposición a fin de obtener un gráfico del movimiento.

Los “therbligs” a más de ser identificados con figuras, también pueden ser identificados con la siguiente tabla así:

TABLA 2.1.- ALGUNOS THERBLIGS CON SU RESPECTIVA LETRA Y COLOR.

THERBLIG	LETRA O SIGLA	COLOR
Buscar	B	negro
Seleccionar	SE	Gris Claro
Tomar o Asir	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde Olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmín
Colocar en posición	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Azul Cielo
Inspeccionar	I	Ocre Quemado
Ensamblar	E	Violeta Oscuro
Desensamblar	DE	Violeta Claro
Usar	U	Púrpura
Retraso Inevitable	DI	Amarillo Ocre
Retraso Evitable	DEV	Amarillo Limón
Planear	PL	Castaño o Café
Descansar	DES	Naranja

Fuente: <http://html.rincondelvago.com/ingenieria-de-metodos-estudio-de-tiempos-y-movimientos.html>

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados al hacer un trabajo. El propósito de su estudio es eliminar o reducir los movimientos no efectivos, y facilitar y acelerar los movimientos efectivos. Por medio del estudio de movimientos, en conjunto con los principios de economía de movimientos, se rediseña el trabajo para lograr mayor efectividad y una tasa de producción más alta.

TABLA 2.2.- THERBLIGS EFECTIVOS

(Implica un avance directo en el progreso del trabajo. Pueden acortarse pero es difícil eliminarlos.)

Therblig	Símbolo	Descripción
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar.
Mover	M	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general precedida por tomar y seguida de soltar o posicionar.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra

el control; depende del tipo de tomar; en general precedido por alcanzar y seguido por mover.

Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para la que fue hecha; se detecta con facilidad al hacer que avance el trabajo.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas; suele ir precedido por posicionar o mover, y seguido por soltar.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover; seguido de soltar.

Fuente: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. (NIEBEL – FREIVALDS)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

TABLA 2.3.- THERBLIGS NO EFECTIVOS

(No avanzan el progreso del trabajo. Deben eliminarse cuando sea posible)

Therblig	Símbolo	Descripción
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios; por lo común sigue a buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a durante para preposicionar).
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.

Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
Retraso Evitable	RE	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. (NIEBEL – FREIVALDS)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

2.3.1.1. TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Antes de emprender la aplicación del estudio de movimientos es aconsejable realizar un análisis previo que determine el alcance deseable de un estudio de tales características. Es conveniente establecer cuánto será posible ahorrar, cuánto tiempo se invertirá en la investigación y cuánto dinero costará.

Los instrumentos y las técnicas del estudio de movimientos pueden clasificarse en tres categorías:

- Análisis de procesos
- Utilización del equipo

- Análisis de operaciones.

2.3.1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

El principal objetivo del estudio de movimientos es crear los procedimientos y condiciones óptimas para el trabajo. Para alcanzar este objetivo fundamental, se persiguen varios otros objetivos específicos. El analista del estudio de movimientos intenta:

- Eliminar tantos movimientos innecesarios como sea posible.
- Combinar las actividades relacionadas.
- Cambiar la secuencia de las actividades.
- Aumentar la eficiencia de las actividades.
- Reducir la fatiga física.
- Mejorar el arreglo del sitio de trabajo.
- Mejorar el proceso del manejo de materiales.
- Hacer que haya mayor seguridad en la actividad.
- Mejorar el diseño del producto.
- Mejorar el diseño de herramientas, implementos y otros auxiliares.
- Estandarizar los procedimientos y condiciones de trabajo óptimos para que los trabajadores puedan usar con uniformidad la mejor forma posible de ejecutar una actividad.

2.3.2. ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de los métodos es la parte más creativa y eficaz de la racionalización del trabajo. Pero una vez establecido el mejor método, es necesario registrarlo y

es, en general, deseable medir el tiempo necesario para ejecutar la tarea. Las técnicas utilizadas para medir este tiempo son las denominadas genéricamente “estudio de tiempos”

Todo estudio de los tiempos de trabajo sigue fundamentalmente los mismos pasos y las diferencias de método y técnica, que son muchas, se refieren al detalle y grado de los mismos.

2.3.2.1. **UN DÍA DE TRABAJO JUSTO**

El estudio de tiempos a menudo se define como un método para determinar “un día de trabajo justo”. Casi todas las personas relacionadas de alguna manera con la industria han escuchado esa expresión; pero la mayoría serían incapaces de definir un día de trabajo justo. Los acuerdos salariales internos de las industrias acereras contienen condiciones de que “el principio fundamental de la relación entre trabajo y remuneración es que el empleado merece una paga justa por día de trabajo, por lo que la compañía merece un día de trabajo justo”. En estos acuerdos, un día de trabajo justo se define como la “cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja a paso normal y usando de manera efectiva su tiempo si el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso”. Esta definición no aclara que significa empleado calificado, paso normal y utilización efectiva. Aunque estos términos están definidos por las industrias del acero, prevalece cierta flexibilidad, porque no es posible establecer indicadores firmes con una terminología tan amplia. Por ejemplo, el término “empleado calificado” se define como “un promedio representativo de aquellos empleados que están completamente capacitados y pueden realizar de manera satisfactoria cualquiera o todas las etapas del trabajo involucradas, de acuerdo con los requerimientos del trabajo bajo consideración”. Esta definición deja alguna duda en cuanto al significado de “empleado promedio representativo”

Así también, “paso normal” se define como “la tasa efectiva de desempeño de un empleado calificado, consciente, a su paso, cuando trabaja ni aprisa ni despacio y tiene el debido cuidado con los requerimientos físicos, mentales o visuales del trabajo específico”. Como ejemplo, el acuerdo de tasas salariales internas de la planta específica, “un hombre caminando sin carga en piso parejo y nivelado a una velocidad de tres millas por hora”. Aunque el concepto de tres millas por hora limita el significado de paso normal, todavía prevalece una cantidad notable de amplitud si se piensa en el paso normal de miles de trabajos distintos en el país.

También existe incertidumbre en cuanto a la definición de “utilización efectiva”.

Esto se explica en los acuerdos como “el mantenimiento de un paso normal al realizar los elementos esenciales de la tarea durante todas las porciones del día excepto las que se requieren para descansos razonables y necesidades personales, en circunstancias en las que el trabajo no está sujeto a un proceso, equipo u otras limitaciones operativas”.

En general, un día de trabajo justo es el que es equitativo tanto para la compañía como para el empleado. Esto significa que el empleado (a) debe aportar un día de trabajo justo por el salario que recibe, con suplementos razonables por retrasos personales, inevitables y por fatiga. Se espera que el trabajador opere con el método predescrito a un paso ni rápido ni lento, sino uno que pueda considerarse representativo del desempeño de todo el día, por el empleado experimentado y cooperativo.

2.3.2.2. REQUERIMIENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de tomar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe

estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones del trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas.

Los analistas deben comunicar al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada parte puede hacer planes específicos y tomar las medidas necesarias para realizar un estudio coordinado y adecuado. El operario debe verificar que aplica el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, etcétera, cumplen con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos. También ha de investigar la cantidad de material disponible para que no ocurran faltantes durante el estudio. Si dispone de varios operarios para el estudio, debe determinar quién tendrá los resultados más satisfactorios. El representante del sindicato se asegura que sólo se elijan operarios capacitados y competentes, debe explicarles por qué se realiza el estudio y responder a cualquier pregunta pertinente que surja de los operarios.

2.3.2.3. **RESPONSABILIDAD DEL ANALISTA**

Todo trabajo involucra distintos grados de habilidad, lo mismo que de esfuerzo físico o mental. Existe también diferencia en aptitudes, aplicación física y destreza de los trabajadores. Es sencillo para el analista observar a un empleado y medir el tiempo real que le toma realizar su trabajo. Es más difícil evaluar todas las variables y determinar el tiempo requerido para el operario “calificado” realice su tarea.

Debido a la cantidad de intereses humanos y reacciones asociadas con las técnicas de estudio de tiempos, es esencial que haya un entendimiento completo entre el supervisor, el empleado, el representante sindical y el analista de estudio de tiempos. Este último debe estar seguro de que se usa el método correcto, registrar con precisión los tiempos tomados, evaluar con honestidad el desempeño del operario y abstenerse de criticarlo.

Como los analistas de estudio de tiempos afectan de manera directa el bolsillo de los trabajadores y los balances de pérdidas y ganancias de las compañías, su trabajo debe ser confiable y minucioso. Las inexactitudes y malos juicios no sólo afectarán al operario y a las finanzas de la compañía, también darán como resultado la pérdida de la confianza del operario y el sindicato que, en última instancia, deteriorará la armonía en las relaciones de trabajo que por años ha construido la administración. Para lograr mantener buenas relaciones humanas, el analista de estudio de tiempos siempre deberá ser honesto, bien intencionado, paciente y entusiasta, y siempre debe usar su buen juicio. Es imperativo que el analista de estudio de tiempos esté bien calificado.

2.3.2.4. RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR

El supervisor debe notificar con antelación al operario que se estudiará su trabajo asignado. Esto abre el camino tanto para el operario como para el analista. El operario tiene la seguridad de que el supervisor sabe que se va a establecer una tasa sobre la tarea; con esto puede señalar algunas dificultades específicas que crea deban corregirse antes de establecer un estándar. Además, el analista de estudio de tiempos le agradecerá saber que se prevé su presencia en el área.

El supervisor debe verificar que se utiliza el método adecuado establecido por el departamento de métodos, y que el operario seleccionado es competente y tienen la experiencia adecuada en el trabajo. Aunque el analista de estudio de tiempos debe tener antecedentes o experiencia práctica en el área de trabajo donde realiza el estudio, no se puede esperar que conozca todas las especificaciones de todos los métodos y procesos. Por lo tanto, el supervisor debe verificar que las herramientas de corte tienen el filo adecuado, que se usa el lubricante correcto y que se hace la selección apropiada de alimentadores, velocidades y profundidades de corte.

También debe estar seguro de que el operario sigue el método prescrito, y ayudar y capacitar con toda consciencia a los empleados para que perfeccionen este método. Un supervisor debe responder con libertad cualquier pregunta relacionada con la operación que tenga un operario.

Una vez terminado el estudio de tiempos, el supervisor debe firmar el original del informe para indicar que está de acuerdo con el estudio. Si se realiza un cambio de método en el departamento, el supervisor debe notificar de inmediato al departamento de estudio de métodos, para que ajusten el estándar correspondiente.

Los supervisores que no cumplen con esta responsabilidad contribuyen al establecimiento de tasas salariales injustas que pueden derivar en resentimientos laborales, presión de la administración, etc.

2.3.2.5. RESPONSABILIDAD DEL OPERARIO

Todo empleado debe tener el interés suficiente en el bienestar de la compañía y apoyar las prácticas y procedimientos que implante la administración. Los operarios deben probar con integridad los nuevos métodos y cooperar para

eliminar las fallas características de muchas innovaciones. Hacer sugerencias para mejorar todavía más los métodos, debe aceptarse como parte de la responsabilidad de todo empleado. El operario está más cerca que nadie del trabajo y puede hacer contribuciones reales a la compañía si ayuda a establecer los métodos ideales.

El operario debe ayudar al analista de métodos en la división de la tarea en sus elementos, con lo que asegura que se cubren todos los detalles específicos.

También debe trabajar a un paso normal, firme mientras se realiza el estudio, e introducir el menor número de elementos extraños o movimientos adicionales que sea posible. Debe usar el método prescrito exacto, ya que cualquier acción que prolonga el tiempo de ciclo de manera artificial puede dar como resultado un estándar demasiado amplio.

2.3.2.6. EQUIPO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

El equipo mínimo requerido para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, una tabla, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. Un ejemplo de esto lo podemos ver en ANEXOS (ANEXO A3). También puede ser útil un equipo de video grabación.

2.3.2.7. FORMAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma contiene espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que esta en estudio, las herramientas utilizadas, etc. Se identifica la operación que se estudia con información como nombre y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus respectivos números, el departamento donde

se realiza la operación y las condiciones de trabajo que prevalece. Es mejor que sobre información y no falte.

En ANEXOS (ANEXO A4), ilustra una forma de estudio de tiempos. Tiene la flexibilidad suficiente para usarse casi en cualquier tipo de operación. En esta forma, se registran los diferentes elementos de la operación en el renglón que encabeza las columnas, y por columna se colocan los ciclos estudiados, renglón por renglón. Las cuatro columnas debajo de cada elemento son: **C** para *calificaciones*; **TC** para tiempo en el cronómetro, es decir, las lecturas del cronómetro; **TO** para el tiempo observado, es decir, la diferencia en los tiempos entre lecturas sucesivas del cronómetro, y **TN** para el tiempo normal.

2.3.2.8. ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

La realización de un estudio de tiempos es tanto una ciencia como un arte. Para asegurar el éxito, el analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tengan contacto.

Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio. Estos elementos incluyen; seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosarlo en sus elementos, registrar los valores elementales de tiempos transcurridos, calcular la calificación del operario, asignar los suplementos adecuados; en resumen llevar acabo el estudio.

2.3.2.8.1. Elección del operario

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o del departamento. Una vez revisado el trabajo en la operación, debe

acordar con el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que se requiere establecer un estándar, debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que va a observar. En general, un operario que tiene un desempeño promedio o un poco arriba del promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado o que el que tiene habilidades superiores. El trabajador promedio, por lo común, desempeña su trabajo con consistencia y de manera sistemática. El paso de ese operario tendrá que estar en el rango normal y facilita para el analista del estudio de tiempos la aplicación de un factor de desempeño correcto.

Por supuesto, el operario debe estar bien capacitado en el método, le debe gustar su trabajo y ha de demostrar interés en hacerlo bien. También debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza tanto en los métodos del estudio como en el analista. Su compromiso es la cooperación suficiente con el estudio y estar dispuesto a seguir las sugerencias tanto del supervisor como del analista de estudio de tiempos.

En ocasiones, el analista no puede elegir al operario porque sólo uno realiza la operación. En estos casos, debe ser muy cuidadoso al establecer la calificación del desempeño, porque quizá el operario esté trabajando en uno de los extremos de la escala de calificaciones. En las tareas de un solo trabajador el método usado debe ser el correcto y el analista debe acercarse a él con cuidado y tacto.

El enfoque del analista para seleccionar un operario puede determinar el grado de cooperación recibida. Debe acercarse a él de manera amistosa y demostrar que entiende la operación que va a estudiar. El operario debe tener la oportunidad de hacer preguntas sobre las técnicas de la toma de tiempos, el método de calificaciones y la aplicación de suplementos. En algunas situaciones, el operario nunca ha sido estudiado. Todas las preguntas deben recibir, con toda paciencia, una respuesta franca. Debe animársele a hacer sugerencias, y cuando lo haga, el

analista debe recibirlas con interés para demostrar respeto por las habilidades y conocimientos del operario.

El analista debe mostrar interés en el trabajo del empleado y, en todo momento, ser justo y directo con él. Este enfoque gana la confianza del trabajador en la capacidad del analista. El respeto y la buena voluntad que obtiene no sólo ayudarán a establecer un estándar justo, también facilitarán cualesquiera asignaciones de trabajo futuras en la planta de producción.

2.3.2.8.2. Posición del observador

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir en su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras éste realiza el ciclo de tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

2.3.2.9. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

2.3.2.9.1. Calificación del desempeño del operario

Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menos capacitado.

Por lo tanto antes de dejar la estación de trabajo, el analista debe dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. En un ciclo corto con trabajo repetitivo, es costumbre aplicar una calificación al estudio completo, o una calificación promedio para cada elemento.

Por el contrario cuando, cuando los elementos son largos y contienen diversos movimientos manuales, es más práctico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurre.

En el sistema de calificación del desempeño, el observador evalúa la efectividad del operario en términos del desempeño de un operario calificado que ejecuta el mismo elemento. El valor de la calificación se expresa como un decimal o un porcentaje y se asigna al elemento observado. Un operario calificado se define como un operario con amplia experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso no demasiado rápido y no demasiado lento, sino representativo de uno que se puede mantener a lo largo del día. La calificación de un 100% corresponde al desempeño estándar de un operario calificado. La tabla correspondiente al factor de desempeño se encuentra en ANEXOS (ANEXO A5).

2.3.2.9.2. Asignación de suplementos

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden tener lugar tres clases de interrupciones para las que debe

asignarse tiempo adicional. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a los bebederos; la segunda es la fatiga que afecta aún a los individuos más fuertes en los trabajos mas ligeros. Por último existen retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la asignación de un suplemento.

TABLA 2.4.- SUPLEMENTOS INDUSTRIALES TÍPICOS

Factor de Suplemento	Num. De Empresas	Porcentaje de Empresas
1. Fatiga	39	93
A. General	19	45
B. Períodos de Descanso	13	31
No especificado por A o B	7	17
2. Tiempo requerido de aprendizaje	3	7
3. Demora inevitable	35	83
A. Hombre	1	2
B. Máquina		
C. Ambos Hombre y Máquina	21	50
No especificados en A, B o C	6	14
4. Necesidades Personales	32	76
5. Operaciones de Preparación	24	57
6. Operaciones Irregulares y poco usuales	16	38

Fuente: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. (NIEBEL – FREIVALDS)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

1. Suplementos Constantes

a) NECESIDADES PERSONALES

Las necesidades personales incluyen suspensiones del trabajo para mantener el bienestar del empleado, por ejemplo, beber agua e ir al sanitario. Las condiciones generales de trabajo y el tipo de tarea influyen en el tiempo necesario para las demoras personales. Por ejemplo, condiciones que incluyen trabajo pesado realizado a altas temperaturas, como en el cuarto de prensas de un departamento de moldeo de hule o un taller de forja caliente, donde se requerirán suplementos mayores para necesidades personales que cuando se realiza trabajo ligero en áreas con temperaturas agradables.

b) FATIGA BÁSICA

El suplemento por fatiga básica es una constante que toma en cuenta la energía consumida para llevar acabo el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado asignar 4% del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones, sin exigencias especiales de sus sistemas motrices o sensoriales.

Con 5% por necesidades personales y 4% por fatiga básica, la mayor parte de los operarios tienen 9% de suplemento inicial básico, al que se pueden agregar otros suplementos, si es necesario.

2. Suplementos por fatiga variable

a) PRINCIPIOS BÁSICOS

El suplemento por fatiga tiene una relación estrecha con las necesidades personales, aunque en general se aplica sólo a las porciones de esfuerzo del estudio. Los suplementos por fatiga no han alcanzado el estado en el que sus características se basan por completo en teorías racionales. En consecuencia, al calificar el desempeño, el suplemento por fatiga es el que tiene una defensa más débil y está sujeto a mayor discusión entre todos los factores que componen un tiempo estándar.

La fatiga no es homogénea en ningún sentido. Tiene razones estrictamente físicas por un lado y puramente psicológicas por el otro, e incluye combinaciones de ambas. Además, puede influir mucho en unas personas y tener poco o ningún efecto en otras.

Ya sea física o mental, los resultados de la fatiga son similares; se experimenta una disminución en la voluntad de trabajar. Los factores más importantes que afectan la fatiga se conocen bien y están establecidos. Estos factores incluyen: las condiciones de trabajo, en especial ruido, calor y humedad; la naturaleza del trabajo, como postura, cansancio muscular y tedio, y la salud general del trabajador. Aunque el trabajo manual pesado y, por lo tanto la fatiga muscular, ha disminuido en la industria con la AUTOMATIZACIÓN, otras componentes de la fatiga, como estrés mental y monotonía, pueden ir en aumento.

b) POSTURA ANORMAL

Los suplementos de postura se basan en consideraciones de metabolismo y se pueden basar en modelos metabólicos que se han desarrollado para distintas

actividades. Se pueden usar tres ecuaciones básicas para trabajo sentado, de pie y agachado para predecir y comparar la energía consumida en diversas posturas.

Si se usa un peso promedio del cuerpo adulto (de mujer y de hombre) de 152 lb. (69 Kg.) y se agrega un consumo de energía adicional de 2,2 Kcal./min. para el trabajo manual, se obtiene consumos de energía de 3.8 Kcal./min., 3.86 Kcal./min. y 4.16 Kcal./min. para las respectivas posiciones sentado, de pie y agachado. Como sentado es una postura básica cómoda que puede mantenerse durante periodos prolongados, las otras posturas se comparan con la de sentado. La razón de los consumos de energía sentado entre los de estar de pie es de 1.02, es decir un suplemento de 2%, mientras que la razón de los consumos de energía sentado entre estar agachado es de 1.10, o sea un suplemento de 10%.

c) FUERZA MUSCULAR

La fatiga, mejor conocida como suplemento por descanso, se puede formular a partir de 2 principios fisiológicos importantes: la fatiga muscular y la recuperación del músculo después de la fatiga. El resultado inmediato de la fatiga muscular es una reducción significativa en la fuerza muscular. Rohmert (1960) cuantificó estos principios:

1. La reducción en la fuerza máxima ocurre si la fuerza de levantamiento excede 15% de la fuerza máxima.
2. Cuanto más prolongada sea la contracción muscular estática, mayor es la reducción en la fuerza muscular.
3. Las variaciones individuales o específicas del músculo se minimizan si las fuerzas se normalizan según la fuerza máxima individual de ese músculo.
4. La recuperación es una función del grado de fatiga; es decir, un porcentaje dado de disminución en la fuerza máxima requiere una cantidad dada de recuperación

d) CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Modelar el cuerpo humano y sus respuestas a las condiciones atmosféricas es una tarea difícil. Se han hecho muchos intentos para combinar las manifestaciones fisiológicas y los cambios de diversas condiciones ambientales en un índice sencillo. Sin embargo, ese tipo de índice no es suficiente y puede obtenerse una variabilidad considerable en los suplementos.

e) NIVEL DE RUIDO

La administración de la salud y seguridad ocupacional (Occupational Safety and Health Administration – OSHA, 1983) estableció las exposiciones al ruido permisibles en la industria. Los niveles permitidos dependen de la duración de las exposiciones como se muestra:

TABLA 2.5.- NIVELES DE RUIDO EN LAS INDUSTRIAS

Nivel de Ruido	Tiempo Permisible
(dBA)	(horas)

80	32
85	16
90	8
95	4
100	2
105	1
110	2
115	0.25
120	0.125
125	0.063
130	0.031

Fuente: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo (NIEBEL – FREIVALDS)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

f) TENSION VISUAL

El suplemento de descanso para tensión visual no proporciona suplementos para trabajo cercano al fino, un suplemento de 2% para trabajo fino y preciso y 5 % para trabajo muy fino y de alta precisión. Estos suplementos sólo se refieren a la precisión de los requerimientos visuales de la tarea, sin mencionar otras condiciones que tienen efecto importante en los requerimientos visuales: iluminación (luminancia), reflejos, parpadeo, color, tiempo y contraste.

g) TENSION MENTAL

El estrés mental es muy difícil de medir con claridad para muchos tipos de tareas. No se han definido con exactitud medidas estandarizadas de desempeño para la carga de trabajo mental, y la variabilidad entre individuos que realizan la misma tarea es alta. Además, dar una definición de estrés mental significa entender los factores que componen una tarea compleja, aspecto que los modelos no tienen.

Entonces, la investigación de los fundamentos y lo adecuado de los suplementos de descanso necesariamente requieren: 1.) un indicador independiente de la complejidad de la tarea y 2.) evidencia objetiva del cambio en la producción del trabajo con la fatiga o el tiempo que transcurre en ella.

Aún con esta información, las diferencias experimentales en la motivación pueden afectar mucho los resultados observados y conducir a comparaciones inútiles entre estudios. El hecho de que los suplementos de descanso sean vagos complica las cosas aún más: 1% para procesos bastante complejos; 4% para procesos que requieren un lapso de atención amplio o complejo, y 8% para un proceso muy complejo.

h) MONOTONÍA

La asignación de suplementos por descanso debido a la monotonía, es apropiada como “resultado del uso repetido de ciertas facultades mentales, como en la aritmética mental”. Las tareas con poca monotonía no reciben suplemento adicional; las tareas con monotonía mediana tienen 1% y las tareas latamente monótonas reciben 4% de suplemento.

i) TEDIO

Los suplementos para tareas tediosas (o tareas repetitivas) son 0% para una tarea algo tediosa, 2% para una tarea tediosa y 5% para una tarea muy tediosa. Una tarea tediosa utiliza repetidas veces los mismos movimientos físicos, mientras que una tarea monótona una repetidas veces las mismas facultades mentales.

3. Suplementos Especiales

a) DEMORAS INEVITABLES

Este tipo de demoras se aplica a los elementos de esfuerzo e incluye: interrupciones del supervisor, despachador, analista de estudio de tiempos y otros; irregularidades en los materiales; dificultad para cumplir con las tolerancias y especificaciones y demoras de interferencia cuando se hacen asignaciones de máquinas múltiples.

Como es de esperarse, todos los operarios experimentan numerosas interrupciones en el curso del día del trabajo. El supervisor o líder del grupo puede interrumpir para dar instrucciones o aclarar cierta información escrita. El inspector puede interrumpir para señalar las razones de trabajo defectuoso que pasó por la estación de trabajo de éste. Las interrupciones también se deben a quienes planean el trabajo, lo expeditan, a compañeros de trabajo, a personal de producción y otros.

Las demoras inevitables con frecuencia son resultado de las irregularidades en el material. Por ejemplo, éste puede estar en el lugar equivocado; talvez es demasiado suave o duro, o demasiado largo o corto; puede contener un exceso de desechos, como en la forja cuando el dado se desgasta o en el moldeo por limpieza deficiente. Cuando hay desviaciones sustanciales de las especificaciones estándar en el material, quizá el suplemento normal por demoras inevitables no sea adecuado. El analista debe estudiar de nuevo el trabajo y dar tiempo para los elementos adicionales que introducen estas irregularidades.

b) DEMORAS EVITABLES

No es costumbre asignar suplementos por retrasos evitables, como son visitas a otros operarios por motivos sociales, detenciones sin razón y ociosidad que no corresponde al descanso para recuperarse de la fatiga. Aunque los operarios

pueden tomar estas demoras a costa de la producción, no se asignan suplementos por estas detenciones de trabajo en el desarrollo de los estándares.

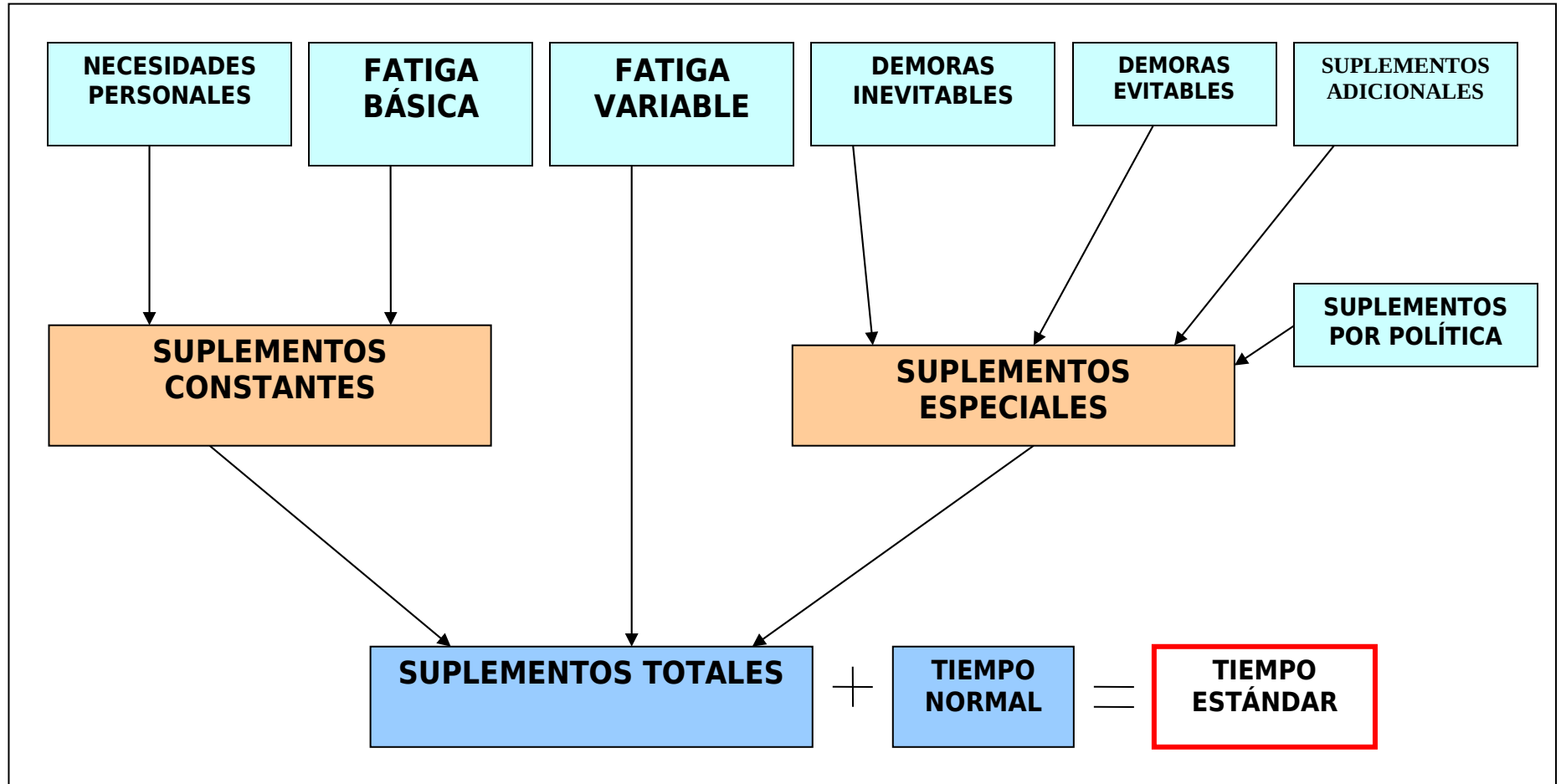
4. *Suplementos por política*

Un suplemento por política se usa para proporcionar un nivel satisfactorio de ingresos por un nivel especificado de desempeño en circunstancias excepcionales.

Tales suplementos pueden comprender empleados nuevos, discapacidades, empleados para trabajo ligero y otros. Lo normal es que la administración decida estos suplementos quizá en las negociaciones con el sindicato.

Aquí se tiene un cuadro explicativo de los suplementos:

FIG. 2.1. – CUADRO EXPLICATIVO DE SUPLEMENTOS



Fuente: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo (NIEBEL – FREIVALDS)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

De esta manera, para calcular el tiempo estándar (TS) de una tarea, se utiliza la siguiente fórmula:

$$TS = T * Fd (1 + s)$$

Ec. 2.1

Donde:

- TS** : Tiempo Estándar o Tipo
- Fd** : Factor de valoración o desempeño
- s** : Suplementos o Reservas
- T * Fd**: Tiempo Básico o Tiempo Normal

El presente proyecto, requirió de temas basado en SIMULACIÓN y líneas de espera o TEORÍAS DE COLAS, temas de los cuales se ilustrará a continuación.

2.3.3. LÍNEAS DE ESPERA

En muchas operaciones se forman líneas de espera para la prestación de un servicio, como cuando los clientes esperan en fila para liquidar sus compras en una tienda de abarrotes; las máquinas de una fábrica esperan ser reparadas o los aviones esperan para aterrizar en un aeropuerto. La característica común de estos ejemplos en apariencia distintos es que un número de unidades físicas (las llegadas) intentan recibir un servicio de un número limitado de instalaciones (los servidores). Como consecuencia, las llegadas deben esperar algunas veces en línea hasta que llegue su turno para ser atendidas.

Las situaciones de líneas de espera se llaman también problemas de colas, término que proviene del vocablo inglés “queue”. En el ámbito de las operaciones ocurren muchos problemas de colas tales como el diseño de la distribución de la planta, las decisiones de integración de personal y los problemas de capacidad física. La

teoría de colas es de gran utilidad en el análisis de muchos de los problemas asociados con el diseño del proceso productivo.

Un problema de colas puede resolverse mediante fórmulas analíticas o mediante métodos de simulación. Sin embargo, la utilidad de las fórmulas analíticas está limitada por las suposiciones matemáticas que deben hacerse para derivar las fórmulas. Como resultado, los modelos analíticos de colas algunas veces no se adaptan bien a las situaciones reales de interés, aunque tienen la ventaja de ser más sencillos y menos costosos que los métodos de simulación. Los modelos analíticos de líneas de espera pueden usarse para obtener una primera aproximación a un problema de colas o para hacer un análisis con un costo bajo.

El método de simulación se usa para resolver problemas de colas que son más complejos y que requieren una solución más exacta.

2.3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS COLAS

Todo problema de colas presenta tres características; la llegada, la cola y el servidor.

1. La Llegada

Las llegadas se describen por su distribución estadística, la cual puede especificarse de dos formas: distribución del número de llegadas por unidad de tiempo o distribución del tiempo entre llegadas. Si la distribución de llegadas se especifica en la primera forma, se deberá describir el número de llegadas que pueden ocurrir en cualquier periodo dado. Por ejemplo, podría describirse el número de llegadas que ocurren en una hora. Cuando las llegadas son aleatorias, la información de interés está dada por la probabilidad de que ocurran n llegadas en un periodo dado, donde $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Si se supone que las llegadas ocurren con una tasa promedio constante y que son independientes una de otra, entonces se dice que ocurren de acuerdo con la distribución de probabilidad de Poisson. En este caso, la probabilidad de que ocurra n llegadas en el intervalo T está dada por la fórmula:

$$P(n, T) = e^{-\lambda T} (\lambda T)^n / n! \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad \text{Ec. 2.2}$$

donde:

- λ : Tasa promedio de llegadas por unidad de tiempo
- T : Intervalo de tiempo
- n : Número de llegadas en el tiempo T
- $P(n, T)$: Probabilidad de que ocurran n llegadas en el tiempo T .

El segundo método de especificación de llegadas está dado por el tiempo que transcurre entre llegada y llegada. En este caso se debe especificar la distribución de probabilidad de una variable aleatoria continua que mida el tiempo transcurrido entre una llegada y otra. Si las llegadas siguen la distribución Poisson, debe demostrarse matemáticamente que el tiempo entre llegadas seguirá una distribución exponencial.

$$P(T \leq t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad 0 \leq t < \infty \quad \text{Ec. 2.3}$$

donde:

- $P(T \leq t)$: Probabilidad de que el tiempo entre llegadas T sea \leq que un valor dado t .
- λ : Tasa media de llegada por unidad de tiempo
- t : Un tiempo dado

La distribución exponencial y la de Poisson son equivalentes en cuanto a las suposiciones fundamentales sobre llegadas. Por lo tanto, cualquiera de las dos

puede usarse para especificar las llegadas: todo depende de si se desea calcular el tiempo entre llegadas o el número de llegadas que ocurrirán en un tiempo dado.

Cuál de estas especificaciones se use dependerá de la forma que tengan los datos de llegadas.

Existen otras distribuciones que pueden también usarse para especificar las llegadas. Una de las más comunes es la distribución de Erlang. La distribución Erlang proporciona más flexibilidad que la distribución de Poisson, pero también es más compleja.

Un factor que afecta la elección de la distribución de llegadas es el tamaño de la población o fuente de entrada. Por ejemplo, si un técnico está atendiendo seis máquinas, la población respectiva se limita a esas seis máquinas. En este caso no es probable que la distribución adecuada sea la de Poisson porque la tasa de descomposturas de la máquina no es constante.

2. La Cola

La naturaleza de la cola también afecta al tipo de modelo que se formule. Por ejemplo, debe especificarse una disciplina en la cola para describir como se atiende las llegadas. Un ejemplo de disciplina en la cola es la conocida regla de “primero en llegar, primero en ser atendido”. Otra disciplina es aquella en la que ciertas llegadas tienen prioridad y por lo mismo se trasladan al principio de la cola.

Cuando se describe una cola, también debe especificarse la longitud de la línea de espera. Un supuesto matemático es aquel que dice que la línea de espera puede alcanzar una longitud infinita. En algunos casos este supuesto no causa problemas prácticos. En otros casos, un límite definido de la longitud de la cola puede ser causa de que se supriman las llegadas cuando se alcanza dicho límite. Por

ejemplo, cuando en un aeropuerto se encuentran en el patrón de espera más de un cierto número de aviones, las nuevas llegadas son enviadas a otro campo.

Finalmente, debe definirse el comportamiento que tendrá el cliente en la cola.

¿Cuánto tiempo estarán dispuestos a esperar los clientes para ser atendidos antes de que se retiren de la cola? Algunos clientes ni siquiera se forman en la línea de espera, si al llegar observan un congestionamiento. En los modelos de colas sencillos se supone que los clientes esperan hasta ser atendidos.

Para propósitos de análisis, las suposiciones más comunes sobre las colas son que existe una disciplina de “primero en llegar primero en ser atendido”, que la longitud de la cola es infinita y que todas las llegadas esperan hasta que son atendidas. Estos supuestos conducen a modelos susceptibles de ser tratados matemáticamente. Sin embargo, cuando estas suposiciones se cambian, las matemáticas del modelo se complican con rapidez.

3. El Servidor

Existen también varias características del servicio que afectan al problema de colas. Una de estas características es la distribución del tiempo de servicio. Al igual que el tiempo de llegada, el tiempo de servicio puede variar de un cliente al siguiente. Un supuesto común para la distribución del tiempo de servicio está dado por la distribución exponencial. En este caso, el tiempo de servicio variará.

Otras distribuciones del tiempo de servicio que también se usan en los problemas de colas son: un tiempo de servicio constante, tiempo de servicio normal y tiempos de servicio uniformes.

La segunda característica del servidor que debe especificarse está dada por el número de servidores. Puede haber un solo servidor o varios servidores, todo

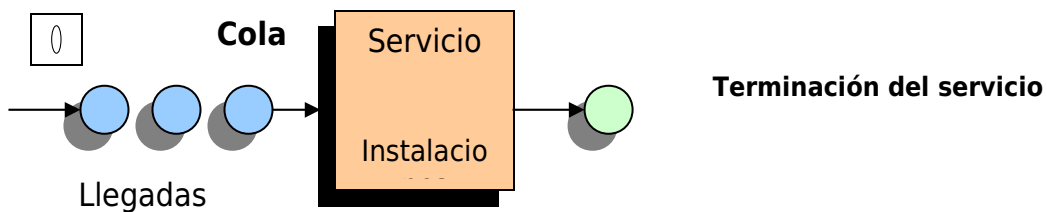
depende de la cantidad de capacidad requerida. Cada servidor se llama, algunas veces canal de servicio.

El servicio puede prestarse en una fase o en varias fases. Una situación de fase múltiple es aquella en la que el cliente debe pasar por una secuencia de dos o más servidores para que el servicio quede completo. Un ejemplo de servicio de fases múltiples es aquel en el que cada paciente debe ver a una enfermera y luego a un doctor, antes de retirarse de la clínica.

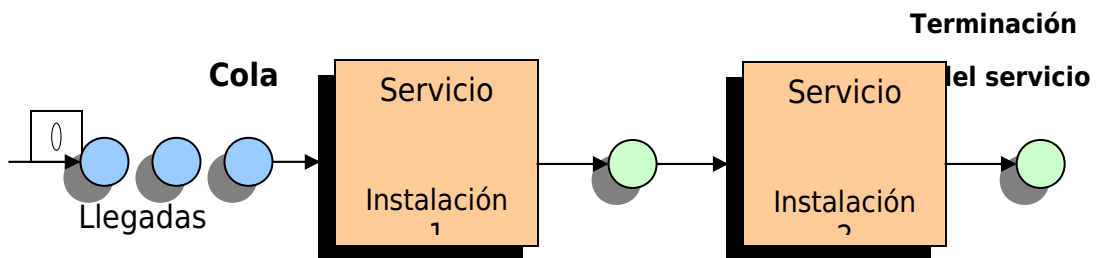
La combinación de servidores múltiples y fases múltiples da lugar a los cuatro problemas de cola que se muestran a continuación:

FIG. 2.2.- DIFERENTES TIPOS DE SERVICIOS

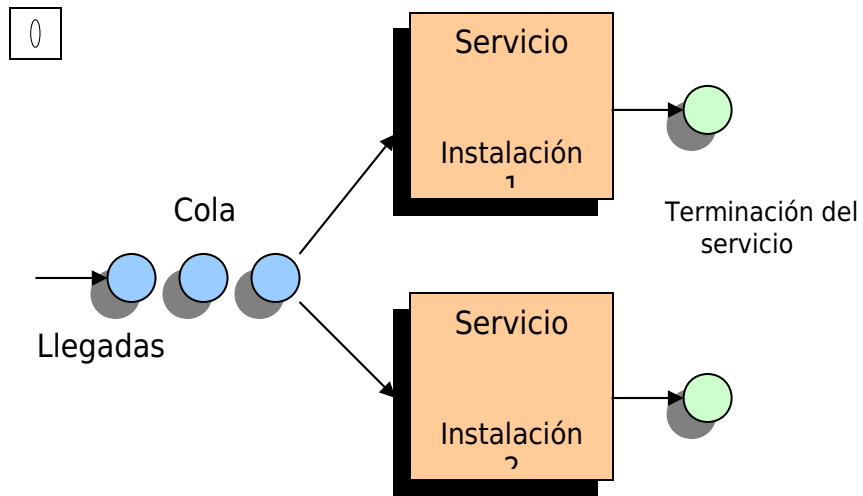
- **Un solo canal, una sola fase**



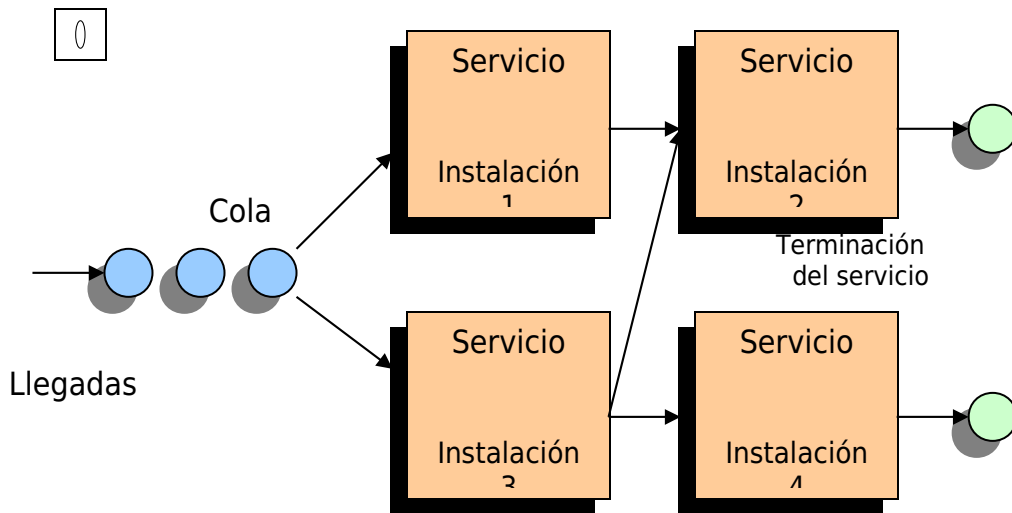
- **Un solo canal, fases múltiples**



- **Canales Múltiples, una sola fase**



- **Canales múltiples, fases múltiples**



Fuente: Administración de Operaciones. (SCHROEDER)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Además de estos problemas, las colas de canales múltiples pueden también tener más de una línea de espera. En consecuencia, existe una gran variedad de problemas de colas.

2.3.3.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS DE COLAS

Dadas de las suposiciones sobre las llegadas, las colas y los servidores, se quiere predecir el comportamiento de un sistemas específico de colas. Este comportamiento anticipado puede describirse, por ejemplo, por el número promedio de llegadas a la cola, el tiempo promedio de espera de una llegada y el porcentaje de tiempo ocioso de los servidores. Estas medidas de desempeño pueden usarse para decidir el número de servidores que deben proporcionarse, los cambios que pueden hacerse en la tasa de servicio y otros cambios en el sistema de colas.

Al evaluar las medidas de comportamiento de un sistema de colas, debe determinarse los costos totales, siempre que sea posible. Esto se hace sumando el costo de tiempo de espera de la llegada y el costo de los servidores. En casos tales como la reparación de maquinaria, el tiempo de espera de una máquina puede igualarse con el costo de la producción perdida. Sin embargo, en los casos en los que las llegadas están representadas por clientes, es muy difícil estimar el costo de tiempo de espera. Por lo tanto, los costos totales de los sistemas de cola no siempre pueden determinarse y en su lugar se usan objetivos sustitutos. Un objetivo sustituto es, por ejemplo, que ningún cliente debe esperar más de un promedio de 5 minutos para obtener el servicio. Con este objetivo de servicio se puede determinar el número requerido de servidores sin tomar en cuenta el costo de tiempo de espera.

2.3.3.3. NOMENCLATURA

s : Número de servidores del sistema

n : Número de clientes en el sistema

N : Número máximo de clientes en el sistema

λ_n : Flujo de clientes que entran cuando hay n clientes en el sistema (tasa de entrada).

μ_n : Capacidad de servicio cuando hay n clientes en el sistema. (Tasa

de servicio).

$\epsilon(t)$: Tiempo promedio del proceso por cliente.

$v(t)$: Varianza del tiempo del proceso.

$\epsilon(a)$: Tiempo promedio entre llegadas

$V(a)$: Varianza del tiempo entre llegadas.

C_a^2 : Coeficiente cuadrado de variación del flujo de clientes que entran al sistema.

C_s^2 : Coeficiente cuadrado de variación del tiempo de servicio.

p_{ij} : Probabilidad de que el sistema cambie de un estado i a un j después de un intervalo de tiempo

P_n : probabilidad de estado estable de que exista n clientes en el sistema.

L : Número promedio de clientes en el sistema

L_q : Número promedio de clientes en la fila

W : Tiempo promedio de permanencia en el sistema.

W_q : Tiempo promedio de permanencia en la fila

γ : Utilización promedio del sistema.

c_T : Costo total

C_q : Costo total promedio de cada transacción por unidad de tiempo.

2.3.3.4. CLASIFICACIÓN KENDALL Y LEE

Formato: (a/b/c) (d/e/f)

donde:

- a** ----- Distribución de probabilidad del tiempo entre llegadas de las transacciones.
- b** ----- Distribución de probabilidad del tiempo de servicio.

Dentro de éstos, los símbolos son:

D: Constante

- M:** Exponencial
E_k: Erlang con parámetro K
G: Cualquier distribución en general

c ----- Número de servidores del sistema

d ----- Orden de atención

FCFS --- 1° Cliente, 1° Servicio

LCFS --- Último cliente, 1° Servicio

PR --- Por prioridades

SIRO --- Servicio aleatorio

e ----- Número máximo de clientes en el sistema

f ----- Número de clientes potenciales de líneas de espera.

2.3.3.5. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE DISTRIBUCIÓN

En la mayor parte de los sistemas, al analizar la información, ésta se encuentra disponible en forma de series a través del tiempo.

Esta información, tabulada en dicho formato no es de utilidad cuando se trata de obtener un comportamiento basado en variabilidad con cierto comportamiento probabilística. Así pues, si el analista desea conocer el comportamiento, es necesario modificar la forma de presentación de los datos y presentarla como tabla de frecuencias, con la finalidad de realizar cualquiera de las siguientes pruebas:

- Prueba de bondad de ajuste χ^2
- Prueba de Kolmogorov – Smirnov

2.3.3.5.1. Prueba de bondad de ajuste χ^2

Como ya se mencionó, esta prueba se utiliza para encontrar la distribución de probabilidad de una serie de datos. La metodología de la prueba χ^2 es la siguiente.

1. Se colocan los n datos históricos en una tabla de frecuencias de $m = \sqrt{n}$ intervalos. Se obtiene la frecuencia observada en cada intervalo i (FO_i). Se calcula la media y la varianza de los datos.
2. Se propone una distribución de probabilidad de acuerdo con la forma de la tabla de frecuencias obtenida en el paso 1.
3. Con la distribución propuesta, se calcula la frecuencia esperada para cada uno de los intervalos (FE_i) mediante la integración de la distribución propuesta y su posterior multiplicación por el número total de datos.
4. Se calcula el estimador:

$$C = \sum ((FE_i - FO_i)^2 / FE_i)$$

Ec. 2.4

5. Si el estimador C es menor o igual al valor correspondiente χ^2 con $m-k-1$ grados de libertad ($k =$ número de parámetros estimados de la distribución) y a un nivel de confiabilidad $1-\alpha$, entonces no se puede rechazar la hipótesis de que la información histórica sigue la distribución propuesta. La tabla de JI-CUADRADO, véase en ANEXOS (ANEXO A6).

2.3.3.5.2. Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov

Si el objetivo es encontrar el tipo de distribución de probabilidad de una serie de datos, es posible utilizar la prueba de bondad de ajuste de KOLMOGOROV – SMIRNOV, la cual, comparándola con la de χ^2 , es más eficiente en varios aspectos ya que trabaja con la distribución de probabilidad acumulada. 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 tendrá la frecuencia observada i (FO i). Se calcula la media y la varianza de los datos.
2. Se divide la frecuencia observada de cada intervalo por el número total de datos. A este resultado para obtener la probabilidad observada i (PO i).
3. Se calcula la probabilidad acumulada observada de cada intervalo (PAO i) del paso 2.
4. Se propone una distribución de probabilidad de acuerdo con la forma de la tabla de frecuencias obtenida en 1.
5. Con la distribución propuesta, se calcula la probabilidad esperada para cada uno de los intervalos (PE i) mediante la integración de la distribución propuesta.
6. Se calcula la probabilidad acumulada esperada (PAE i) para cada intervalo de clase.
7. Se calcula el valor absoluto entre PAO i y PEO i para cada intervalo y se selecciona la máxima diferencia, llamándola DM.
8. El estimador DM se compara con un valor límite correspondiente la tabla de ANEXOS (ANEXO A7) con n datos y a un nivel de confiabilidad de $1-\alpha$. Si el estimador DM es menor o igual al valor límite de la tabla, entonces no se puede rechazar que la información histórica sigue la distribución propuesta en el paso 4.

2.3.3.6. ECUACIONES GENERALES

Realizados las pruebas de BONDAD DE AJUSTE de JI-CUADRADO y KOLMOGOROV, tanto para la llegada como para el servicio, se comprueba que los datos obtenidos NO siguen un tipo de distribución EXPONENCIAL. El modelo para realizar el cálculo es: **(G/G/s) (FCFS/ ∞/∞)**. Por lo tanto, las fórmulas que se utilizarán para calcular las líneas de espera son:

1. *Utilización del servicio*

Representa el porcentaje de tiempo en que los servidores atienden a los clientes y se calcula como la razón entre la tasa promedio de llegadas y la capacidad total del sistema de proporcionar el servicio

$$\gamma = \lambda / (s * \mu)$$

Ec. 2.5

2. *Coficiente cuadrado de variación del tiempo de descarga*

Se calcula como la razón que existe entre la varianza de los datos para la media de los mismo elevado al cuadrado.

$$C_s^2 = (V(t)) / [E(t)]^2$$

Ec. 2.6

3. *Cálculo de la probabilidad P₀*

$$P_0 = 1 / (1 + \lambda/\mu + \lambda_0\lambda_1/\mu_1\mu_2 * (1/(1-\phi)))$$

Ec. 2.7

4. *Número promedio de clientes en el sistema.*

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

$$L = Lq + \gamma$$

Ec. 2.8

5. *Número promedio de clientes en la fila*

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

$$Lq \leq ((1 + C_s^2) / 2) (Lq_{(M/M/s)})$$

Ec. 2.9

Donde: $Lq_{(M/M/s)}$: Lq para un modelo (M/M/s)

$$Lq_{(M/M/s)} = (\lambda^S / (\mu^S * s!)) * (\rho / (1-\rho)^2) * P_0$$

Ec. 2.10

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 en la fila hasta el momento en que termina de ser atendido.

$$W = L / \lambda$$

Ec. 2.11

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 que el cliente se une a la fila hasta el instante en que pasa a ser atendido por los servidores.

$$Wq = Lq / \lambda$$

Ec. 2.12

2.4. HIPÓTESIS

Una Estandarización y Optimización de Tiempos y Movimientos permitirá que cada asesor de servicio que atiende al cliente sepa acertadamente a que hora el vehículo del cliente estará listo.

Se podrá planificar organizadamente el trabajo diario, pero ya con tiempos estándar, para que de esta manera los técnicos de reparación y lavadores realicen su trabajo bajo un tiempo estimado.

Con esta optimización también se podrá eliminar tiempos muertos que surjan en el área de lavado, para que el cliente cuando llegue a retirar su vehículo, lo haga directamente de recepción y no tenga que esperar a que su automotor este listo.

La estandarización y optimización también hará que la clientela y las ventas aumenten, con un crecimiento también de los ingresos económicos.

2.5. DETERMINACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estandarización y Optimización de Tiempos y Movimientos.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

En el área de lavado de vehículos de AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A.
(ASSA).

CAPITULO III

METODOLOGIA

Para la realización del proyecto mencionado, se contará con una investigación primero práctica, es decir, en el campo laboral en donde se recopiló datos, se midió tiempos, comparando las áreas de servicio para saber cual de ellas conlleva mucho mas tiempo, si el de lavado, de reparación, control de calidad, recepción de vehículos, etc.

Posteriormente una vez que se haya recopilado la información suficiente, es decir tiempos, se hizo una investigación científica, analizando los tiempos recopilados de cada vehículo, detectando cuellos de botella en los procesos para aplicar el correctivo necesario, y desarrollar el proyecto mencionado.

3.1. ENFOQUE

El enfoque de ejecución del proyecto es CUANTITATIVO, ya que se lo hará tomando en cuenta el número de vehículos que ingresan al servicio de lavado.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

La modalidad de investigación para este proyecto es una INVESTIGACION DE CAMPO, por estar en contacto con la empresa, recopilando datos, aprendiendo y

conociendo los procesos que se realizan en el taller para cumplir con un verdadero y adecuado servicio en tiempo correcto y a un determinado vehículo.

3.3. NIVELES O TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Los niveles de investigación en este proyecto son: el DESCRIPTIVO y el EXPLICATIVO, ya que para el desarrollo de este proyecto se necesita un análisis profundo del mismo.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el desarrollo de este proyecto, se establece que la población constituyen todos los vehículos que ingresan al área de lavado para ser atendidos con el respectivo servicio. La muestra se refiere a la toma de tiempos de llegada por vehículo, para que cada uno sea atendido en el servicio de lavado del mismo. Esta toma de tiempos duró 20 días por 8 horas diarias.

3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El inicio de la recolección de datos se lo hizo el 17 de Marzo del 2007 hasta el 5 de abril del mismo año. Durante este periodo se obtuvo tiempos de llegada de los vehículos al servicio de lavado y los tiempos de cada una de las tareas. A continuación se presentará una muestra de la recolección de los datos del día lunes 19 de marzo del 2007.

TABLA 3.1.- FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS



AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)

Conos		OT #	Asesor	Modelo	Color	Placa	Cliente	LAVADO							
Color	Nro.							Llegada		Entra Servicio		Sale Servicio			
								Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	LAVADOR	ACT.
A	7	130144	A	DMX CD	Plata	TDK-396	Fernando Maliza	19/03/007	16:40	20/03/007	8:05	20/03/007	11:19	13	LC
A	11	130143	E	DMX Cs	Plata	TDF-318	Enma Carrasco	19/03/007	17:05	19/03/007	17:06	19/03/007	17:23	6	LR
				"	"	"	"								
A	20	130145	E	Corsa Evo	Gris	PIB-119	Edward Cueva	19/03/007	13:40	19/03/007	13:42	19/03/007	14:11	13	LR
A	21	130147	A	Corsa Evo	Rojo	S/P	Oscar Villena	20/03/007	14:00	20/03/007	14:02	20/03/007	14:12	7	LR
A	23	130146	E	Spark	Verde/Blanco	S/P	Safe Drive	19/03/007	8:34	19/03/007	8:38	19/03/007	8:53	6	LR
A	24	130148	B	Spark	Azul	S/P	Juan Guerrero	19/03/007	8:51	19/03/007	8:52	19/03/007	9:14	13	LR
A	25	130149	E	Spark	Verde/Blanco	S/P	Safe Drive	19/03/007	8:55	19/03/007	9:22	19/03/007	9:32	7	LR
A	26	SOT	A	Corsa	Blanco	PXG-980									
A	29	130151	E	Corsa Evo	Beige	TDH-104	Tatiana Tamayo	19/03/007	8:10	19/03/007	8:12	19/03/007	10:55	7	LC
A	30	130150	A	Vitara 3P	Blanco	TDF-580	Manolo Rosero	19/03/007	17:23	19/03/007	17:36	19/03/007	17:57	7	LR
A	26		A	GV 5P	Blanco	TDK-785	Paulo Rivera	20/03/007	16:30	20/03/007	16:45	20/03/007	17:27	7	LR
R	5	130154	E	<a	Azul	S/P	Daniel Casañas	19/03/007	8:24	19/03/007	8:32	19/03/007	10:58	6	LC

Fuente: Toma de tiempos – AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

3.5.1. SIMBOLOGÍA USADA DURANTE LA TOMA DE TIEMPOS

La hoja de toma de tiempos está conformada de los siguientes ítems:

- CONO (Color y Número).
- OT #: Número de Orden de trabajo.
- ASESOR: Está conformada por tres letras que representan a los asesores de servicio. Los asesores de servicio son aquellos que brindan ayuda al vehículo que ingresa al taller matriz de ASSA.

A : Ing. Carlos Ribadeneira

B : Ing. Juan Pablo Estrella

E : Ing. Patricio Robalino

- MODELO: Especifica el modelo del vehículo así:

DMX CD : Chevrolet LUV D-MAX Doble Cabina

DMX CS : Chevrolet LUV D-MAX Cabina Simple

CORSA EVO : Corsa Evolution

GV 5P : Chevrolet Grand Vitara 5p

T BLAZER : Chevrolet Trail Blazer

- COLOR: Color del vehículo
- PLACA: Placa del vehículo. Aquellos que no tienen placa se simboliza con S/P.
- CLIENTE: Nombre del propietario o persona que deja el vehículo en los el taller de ASSA. Cuando en la OT no se encuentra el nombre del cliente, se simboliza con S/N.
- LLEGADA: Donde consta la fecha y hora
- ENTRADA DEL SERVICIO: Consta fecha y hora
- SALIDA DE SERVICIO: Consta fecha y hora

- LAVADOR: 6 : Rodrigo Galarza
 7 : Luis Vásquez
 8 : Nelson Galarza
 13: Luis Lara
- ACTIVIDAD: Son las tareas que se realizan al vehículo. El significado de los símbolos es:

LC : Lavado Completo

LR : Lavado Rápido

LE : Lavado Express

R : Retoque

a) LAVADO COMPLETO

La tarea de LAVADO COMPLETO se refiere a un lavado total del vehículo. Dentro del lavado completo se realiza lo siguiente:

1. Llegada del vehículo al servicio.
2. Transporte del vehículo desde el sitio donde estaba esperando al elevador.
3. Extracción de moquetas del interior del vehículo.
4. Conectar aire a presión
5. Pasar aire a presión por el interior del vehículo.
6. Pasar aire a presión en moquetas.
7. Apagar aire a presión
8. Elevación del vehículo hasta una altura a nivel del pecho del lavador.
9. Conectar presión a mangueras de agua.
10. Pasar agua por toda la carrocería.
11. Apagar presión que conecta a mangueras de agua.

12. Pasar trapo empapado de diesel por carrocería.
13. Conectar presión de diesel
14. Pasar diesel por carrocería y neumáticos.
15. Apagar presión del diesel.
16. Elevar vehículo hasta la cabeza del lavador.
17. Accionar presión para diesel.
18. Pasar diesel por debajo del vehículo limpiando cardán, motor, empaques, amortiguadores, etc.
19. Apagar presión de diesel.
20. Descender al vehículo hasta el piso.
21. Abrir capó del vehículo
22. Accionar presión para diesel.
23. Pasar diesel por el radiador, motor, carburador, etc.
24. Apagar presión de diesel.
25. Cerrar capó del vehículo
26. Accionar presión de las mangueras de agua.
27. Pasar agua por carrocería del vehículo
28. Apagar presión de las mangueras de agua
29. Pasar trapo con shampoo para carro.
30. Accionar presión de mangueras de agua.
31. Pasar agua por carrocería del vehículo.
32. Apagar presión de mangueras de agua.
33. Trasladar vehículo desde el elevador hasta el área de secado.
34. Secar carrocería
35. Accionar aspiradora.

36. Pasar aspiradora por los interiores del vehículo.
37. Pasar amoral por el tablero, palanca de cambios, volante, y marcos de puertas del vehículo.
38. Limpieza de parabrisas y vidrios.
39. Pasar amoral por neumáticos.
40. Trasladar vehículo a zona de estacionamiento bajo techo para que el cliente lo lleve.

b) LAVADO EXPRESS

1. Llegada del vehículo al servicio.
2. Transporte del vehículo desde el sitio donde estaba esperando al elevador.
3. Extracción de moquetas del interior del vehículo.
4. Conectar aire a presión
5. Pasar aire a presión por el interior del vehículo.
6. Pasar aire a presión en moquetas.
7. Apagar aire a presión
8. Conectar presión con las mangueras de agua.
9. Pasar agua por toda la carrocería.
10. Apagar presión que conecta a mangueras de agua.
11. Pasar trapo empapado de diesel por carrocería.
12. Conectar presión de diesel
13. Pasar diesel por carrocería y neumáticos.
14. Apagar presión del diesel.
15. Abrir capó del vehículo
16. Accionar presión para diesel.

17. Pasar diesel por el radiador, motor, carburador, etc.
18. Apagar presión de diesel.
19. Cerrar capó del vehículo
20. Accionar presión de las mangueras de agua.
21. Pasar agua por carrocería del vehículo
22. Apagar presión de las mangueras de agua
23. Pasar trapo con shampoo para carro.
24. Accionar presión de mangueras de agua.
25. Pasar agua por carrocería del vehículo.
26. Apagar presión de mangueras de agua.
27. Trasladar vehículo desde el elevador hasta el área de secado.
28. Secar carrocería
29. Accionar aspiradora.
30. Pasar aspiradora por los interiores del vehículo.
31. Pasar amoral por el tablero, palanca de cambios, volante, y marcos de puertas del vehículo.
32. Limpieza de parabrisas y vidrios.
33. Pasar amoral por neumáticos.
34. Trasladar vehículo a zona de estacionamiento bajo techo para que el cliente lo lleve.

c)LAVADO RÁPIDO

1. Llegada del vehículo al servicio.
2. Accionar presión de las mangueras de agua.
3. Pasar agua por la carrocería del vehículo

4. Apagar presión de las mangueras de agua.
5. Pasar trapo con shampoo para vehículo por toda la carrocería.
6. Accionar presión de las mangueras de agua.
7. Pasar agua por toda la carrocería del vehículo.
8. Apagar presión de las mangueras de agua.
9. Trasladar vehículo a lugar para secado
10. Pasar trapo seco por toda la carrocería del vehículo.
11. Trasladar vehículo a lugar donde el cliente se lo lleve.

d) RETOQUES

1. Llegada del vehículo al servicio.
2. Pasar trapo seco por carrocería de vehículo.
3. Pasar amoral por neumáticos.
4. Trasladar vehículo a lugar de estacionamiento donde cliente ya se lo pueda llevar.

3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

El desarrollo del proyecto se lo realizó de la siguiente manera:

Para la determinación de los tiempos adecuados en el área, se lo determina por medio de SIMULACIÓN, ya que se producen líneas de espera en el área de lavado. Las líneas de espera ocupa dos valores muy importantes para la determinación de los tiempos que son: TASA DE LLEGADAS, la cual se obtiene por conteo de datos y TASA DE SERVICIO por estandarización de tiempos.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LA TASA DE LLEGADAS

El área de lavado de vehículos de AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA) posee líneas de espera por parte de los vehículos para ser atendidos, y por ende, el servicio del vehículo no culminará a la hora que el asesor de servicio manifestó al cliente. Es por esto que los clientes esperan un tiempo hasta que su vehículo este terminado.

El objetivo de AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA), es reducir esos tiempos de espera por parte de los clientes, por lo que, el análisis de este problema está relacionado con tiempos estándar y líneas de espera.

El análisis de líneas de espera requiere de 2 valores: TASA DE LLEGADAS y TASA DE SERVICIO. Para la determinación de TASA DE LLEGADAS, se efectúa un conteo de vehículos.

En la primera columna de estas tablas se encuentra rangos en horas, en los cuales se determinó el número de vehículos. Mientras que en la fila se encuentra las fechas desde el 17 de marzo al 05 de abril del año en curso. El conteo esta establecido de la siguiente manera:

**TABLA 4.1. CONTEO DE VEHÍCULOS QUE LLEGARON PARA EL
SERVICIO DE LAVADO COMPLETO**

RANGO (HORAS)	F E C H A S														TOTAL			
	M A R Z O												A B R I					
	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	2		3	4	5
7:31 - 8:30	0	2	2	3	2	1	0	3	1	2	0	2	2	3	1	2	2	28
8:31 - 9:30	4	1	0	0	3	2	0	0	1	1	0	1	1	1	2	1	1	19
9:31 - 10:30	1	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10:31 - 11:30	0	1	1	1	1	1	0	1	2	0	0	1	1	3	0	0	3	16
11:31 - 12:30	0	0	0	0	3	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	11
12:31 - 13:30	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	6
13:31 - 14:30	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8
14:31 - 15:30	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	8
15:31 - 16:30	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	6
16:31 - 17:30	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	6
17:31 - 18:30	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TOTAL	6	10	7	5	11	9	2	8	8	6	3	7	5	9	3	8	8	115

Fuente: Formato de toma de tiempos – AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

**TABLA 4.2. CONTEO DE VEHÍCULOS QUE LLEGARON PARA EL
SERVICIO DE LAVADO EXPRESS**

RANGO (HORAS)	F E C H A S														TOTAL			
	M A R Z O												A B R I					
	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	2		3	4	5
7:31 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8:31 - 9:30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
9:31 - 10:30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4
10:31 - 11:30	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	8
11:31 - 12:30	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	5
12:31 - 13:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
13:31 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	1	0	6
14:31 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	4
15:31 - 16:30	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	3	0	0	9
16:31 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
17:31 - 18:30	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL	0	2	1	3	2	0	5	2	3	2	4	6	3	0	10	4	1	48

Fuente: Formato de toma de tiempos – AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

**TABLA 4.3. CONTEO DE VEHÍCULOS QUE LLEGARON PARA EL
SERVICIO DE LAVADO RÁPIDO**

RANGO	F E C H A S																TOTAL	
	M A R Z O												A B R I					
	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	2	3	4		5
7:31 - 8:30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4
8:31 - 9:30	2	3	2	1	0	1	1	2	3	2	3	4	0	1	3	3	3	34
9:31 - 10:30	5	1	3	2	3	1	1	1	2	2	1	2	1	1	4	2	1	33
10:31 - 11:30	3	3	2	0	6	4	3	3	2	1	3	1	3	2	1	2	2	41
11:31 - 12:30	4	3	1	1	4	1	1	3	2	0	2	4	2	0	2	2	3	35
12:31 - 13:30	0	0	0	0	3	3	3	0	4	3	0	1	4	0	5	2	3	31
13:31 - 14:30	1	2	2	1	0	2	2	0	1	0	2	0	0	2	1	2	1	19
14:31 - 15:30	3	3	0	4	2	6	1	1	1	2	1	1	2	3	2	2	3	37
15:31 - 16:30	0	1	2	0	0	1	0	4	0	2	3	7	1	3	3	3	4	34
16:31 - 17:30	0	3	1	1	3	4	0	3	2	1	1	1	0	1	0	1	1	23
17:31 - 18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3
TOTAL	18	19	14	10	21	23	12	17	17	13	17	22	13	13	23	20	22	294

Fuente: Formato de toma de tiempos – AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

**TABLA 4.4.- CONTEO DE VEHÍCULOS QUE LLEGARON PARA EL
SERVICIO DE RETOQUES**

RANGO	F E C H A S																TOTAL	
	M A R Z O												A B R I					
	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	2	3	4		5
7:31 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8:31 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:31 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:31 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
11:31 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12:31 - 13:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:31 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	4
14:31 - 15:30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:31 - 16:30	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5
16:31 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
17:31 - 18:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	0	0	2	4	0	0	0	0	1	5	0	2	1	1	0	0	0	16

Fuente: Formato de toma de tiempos – AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Una vez que tenemos el conteo de los vehículos de cada tarea se obtiene la tasa de llegadas (λ), sumando los totales y dividiendo para los 17 días de la toma de tiempos. Las tasas de llegada son:

- **LAVADO COMPLETO:**

$$\lambda = 7 \text{ Veh/día}$$

- **LAVADO EXPRESS:**

$$\lambda = 3 \text{ Veh/día}$$

- **LAVADO RÁPIDO:**

$$\lambda = 17 \text{ Veh/día}$$

- **RETOQUE:**

$$\lambda = 1 \text{ Veh/día}$$

4.2. DETERMINACIÓN DE LA TASA DE SERVICIO

Para obtener la tasa de servicio, primero debemos estandarizar los tiempos de cada una de las tareas de la siguiente manera:

(El ejemplo siguiente es tomado de los tiempos obtenidos el 20 de marzo de 2007).

4.2.1. LAVADO COMPLETO

4.2.1.1. TIEMPO OBSERVADO (TO)

TABLA 4.5.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO OBSERVADO PARA LAVADO COMPLETO

	LLEGADA	Demora 1	INICIO	Demora 3	FIN	Demora 2	Rec.
1	7:45	0:20	8:05	2:55	11:00	4:06	0:40
2	8:21	0:01	8:22	3:27	11:49		
3	12:56	0:08	13:04	3:26	17:10		
4	13:38	0:02	13:40	3:42	17:22		
5	14:46	0:04	14:50	2:13	17:03		
6			8:05	3:14	11:19		
PROM:		0:07		3:09			

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar para Lavado Completo. Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Aquí se obtiene tres horas: LLEGADA, INICIO Y FIN DE SERVICIO. Las otras dos columnas son las demoras. Interesa la demora del servicio (Demora 3). Los valores de “Demora 3” se obtienen restando la hora de FIN DE SERVICIO y la hora de INICIO DE SERVICIO. Posteriormente se suma todas las demoras y se divide para el número de ellas. El tiempo que se encuentra al final de la columna de “Demora 3”, es el TIEMPO OBSERVADO (TO) de la tarea de LAVADO COMPLETO. Adicionalmente se tiene 2 columnas, la columna “DEMORA 2” representa a la demora real incluyendo el tiempo que se demoró el lavador en el receso. La segunda columna representa el tiempo que el lavador se demora en el receso. La DEMORA 2 se obtiene restando la hora final y la inicial de servicio. La columna de DEMORA 3 se obtiene restando la DEMORA 2 y el tiempo de REC. Cabe recalcar que este análisis se realiza solo en los casos en que el personal de lavado inicia el lavado del vehículo pero que cuando llega la hora de receso,

paralizan sus actividades, dejando la tarea de lavado a medias, para reiniciarla cuando pase el tiempo de receso.

4.2.1.2. FACTOR DE VALORACIÓN (Fd)

FACTOR DE VALORACIÓN (Fd): 90 %
--

Para la obtención del factor de valoración se lo hizo por criterio del analista de tiempo (Pasante de ASSA), tomando como referencia la tabla expuesta en ANEXOS (ANEXO A5) sobre el factor de desempeño de los trabajadores.

4.2.1.3. CÁLCULO DE LOS SUPLEMENTOS

Para el cálculo de los suplementos se lo hizo por criterio del analista de tiempos (PASANTE DE ASSA), basándose en la tabla para el cálculo de suplementos que se encuentra en ANEXOS (ANEXO A8), así:

a) TENSION FÍSICA PROVOCADA POR LA NATURALEZA DEL TRABAJO

Observaciones	Puntos
Postura	4
Ropa Molesta	6

b) TENSION MENTAL

Observaciones	Puntos
Concentración o Ansiedad	1
Monotonía	5
Tensión Visual	2
Ruido	2

c) **TENSIÓN FÍSICA O MENTAL PROVOCADA POR LA NATURALEZA DE**

LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Observaciones	Puntos
Temperatura	6
Polvo	2
Emanación de Gases	5
Suciedad	5
Presencia de Agua	10
TOTAL DE PUNTOS:	48
SUPLEMENTOS:	23 %

Aquí se halló que el porcentaje de suplementos para el área de lavado es del 23%.

4.2.1.4. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR

Según la ecuación 2.1, calculamos el TIEMPO ESTÁNDAR así:

- Tiempo Observado: 3 horas, 16 minutos (3:16)
- Factor de Valoración (Fd): 0.9
- Suplementos (s): 23 %

TIEMPO ESTÁNDAR (TS) = 3 horas, 37 minutos (3:37)

Al final tenemos el TIEMPO ESTÁNDAR de la tarea de LAVADO COMPLETO del día 20 de marzo del 2007.

Las demás tareas de lavado constan así:

4.2.2. LAVADO EXPRESS

TABLA 4.6.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO OBSERVADO PARA LAVADO EXPRESS

	LLEGADA	Demora 1	INICIO	Demora 3	FIN
1	11:24	0:06	11:30	1:15	12:45
2			7:46	1:22	9:08
	PROM:	0:06		1:18	

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar para Lavado Express. Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Según la ecuación 2.1, calculamos el TIEMPO ESTÁNDAR así:

- Tiempo Observado: 1 hora, 18 minutos (1:18)
- Factor de Valoración (Fd): 0.9
- Suplementos (s): 23 %

TIEMPO ESTÁNDAR (TS) = 1 hora, 26 minutos (1:26)

El cálculo del tiempo estándar para LAVADO RÁPIDO se efectúa de la misma manera. La tabla de los datos de esta actividad se encuentra en la siguiente página así:

4.2.3. LAVADO RÁPIDO

TABLA 4.7.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO OBSERVADO PARA LAVADO RÁPIDO

	LLEGADA	Demora 1	INICIO	Demora 3	FIN
1	8:20	2:42	11:02	0:18	11:20
2	8:40	0:03	8:43	0:16	8:59
3	9:27	0:10	9:37	0:14	9:51
4	9:38	0:12	9:50	0:16	10:06
5	9:47	0:11	9:58	0:35	10:33
6	10:24	0:11	10:35	0:16	10:51
7	10:35	0:05	10:40	0:16	10:56
8	11:08	0:01	11:09	0:13	11:22
9	11:27	0:01	11:28	0:42	12:10
10	11:56	0:08	12:04	0:20	12:24
11	14:00	0:02	14:02	0:10	14:12
12	14:27	0:03	14:30	0:25	14:55
13	16:16	0:15	16:31	0:13	16:44
14	16:30	0:15	16:45	0:42	17:27
15	16:49	0:20	17:09	0:26	17:35
PROM:		0:18		0:21	

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar para Lavado Rápido. Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Según la ecuación 2.1, calculamos el TIEMPO ESTÁNDAR así:

- Tiempo Observado: 21 minutos (0:21)
- Factor de Valoración (Fd): 0.9
- Suplementos (s): 23 %

TIEMPO ESTÁNDAR (TS) = 23 minutos (0:23)

4.2.4. RETOQUES

TABLA 4.8.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO OBSERVADO PARA LA ACTIVIDAD DE RETOQUES

	LLEGADA	Demoras	INICIO	Demoras	FIN
1	15:52	0:03	15:55	0:05	16:00
PROM:		0:03		0:05	

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar para la actividad de RETOQUES. Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Según la ecuación 2.1, calculamos el TIEMPO ESTÁNDAR así:

- Tiempo Observado: 5 minutos (0:05)
- Factor de Valoración (Fd): 0.9

- Suplementos (s): 23 %

TIEMPO ESTÁNDAR (TS) = 5 minutos (0:05)

Este tipo de análisis se lo realizó para los 17 días de la toma de tiempos que es desde el 17 marzo al 05 de abril del 2007.

Una vez que se obtuvieron los TIEMPOS ESTÁNDAR en todos los días mencionados, se obtiene una tabla (siguiente página). Esta tabla esta conformada por las cuatro tareas de lavado, y por las diecisiete fechas de la toma de tiempos.

TABLA 4.9. TIEMPOS ESTÁNDAR DE ÁREAS

AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)



PROMEDIO DE TIEMPOS ESTANDAR DE LAS TAREAS DE LAVADO

		S E R V I C I O				
		LAVADO COMPLETO (LC)	LAVADO RAPIDO (LR)	LAVADO EXPRESS (LE)	RETOQUES ®	
FECHA		TS	TS	TS	TS	
1	Mar-17	2:17	0:21			3 L A V A D O R E S
2	Mar-19	3:02	0:21	1:11		
3	Mar-20	3:29	0:23	1:26	0:05	
4	Mar-21	2:23	0:22	0:51		
5	Mar-22	2:20	0:15	1:01		
6	Mar-23	2:48	0:22			
7	Mar-24	2:20	0:20	1:22		
8	Mar-26	3:11	0:24	1:45		
9	Mar-27	2:50	0:30	1:42		
10	Mar-28	3:21	0:25	1:47	0:08	
11	Mar-29	2:53	0:21	1:22		
12	Mar-30	2:15	0:21	1:18	0:03	
13	Mar-31	2:16	0:27	1:03	0:04	
14	Abr-02	2:26	0:16		0:01	4 LAVADORES
15	Abr-03	3:01	0:19	1:12		
16	Abr-04	2:34	0:22	1:22		
17	Abr-05	2:37	0:21	1:33		

Fuente: Estandarización de Tiempos. Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

La finalidad de esta tabla es el de acumular todos los tiempos estándar de los días mencionados, para luego obtener un promedio de dichos tiempos y así obtener los TIEMPOS ESTÁNDAR definitivos para cada una de las tareas de lavado.

Los TIEMPOS ESTÁNDAR de cada tarea son:

Con tres lavadores:

- **LAVADO COMPLETO:**

2:44 horas/veh

- **LAVADO EXPRESS:**

1:21 horas/veh

- **LAVADO RÁPIDO:**

0:23 horas/veh

- **RETOQUE:**

0:05 horas/veh

Con cuatro lavadores:

- **LAVADO COMPLETO:**

2:35 horas/veh

- **LAVADO EXPRESS:**

1:27 horas/veh

- **LAVADO RÁPIDO:**

0:22 horas/veh

- **RETOQUE:**

0:01 horas/veh

Con los tiempos estándar calculados, podemos obtener las tasas de servicio de las diferentes tareas así:

Con tres lavadores:

1. Lavado Completo

- Tiempo Estándar: 2 horas, 44 minutos (2:44)

$$2:44 \text{ horas/vehículo} = 164 \text{ minutos/vehículo}$$

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{164}$$

$$= 0.00609756 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 3.8415 veh/día/lavador

2. Lavado Express

- Tiempo Estándar: 1 horas, 21 minutos (1:21)

1:21 horas/vehículo = 81 minutos/vehículo

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{81}$$

$$= 0.01234567 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 7.7778 veh/día/lavador
--

3. Lavado Rápido

- Tiempo Estándar: 23 minutos (0:23)

0:23 horas/vehículo = 23 minutos/vehículo

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{23}$$

$$= 0.04347826 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 27.3913 veh/día/lavador

4. Lavado Rápido

- Tiempo Estándar: 5 minutos (0:05)

0:05 horas/vehículo = 5 minutos/vehículo

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{5}$$

$$= 0.2 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 126 veh/día/lavador

Con cuatro lavadores:

1. Lavado Completo

- Tiempo Estándar: 2 horas, 35 minutos (2:35)

$$2:35 \text{ horas/vehículo} = 155 \text{ minutos/vehículo}$$

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{164}$$

$$= 0.00645161 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 4.0645 veh/día/lavador
--

2. Lavado Express

- Tiempo Estándar: 1 hora, 27 minutos (1:27)

$$1:27 \text{ horas/vehículo} = 87 \text{ minutos/vehículo}$$

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{87}$$

$$= 0.011494253 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 7.2414 veh/día/lavador
--

3. Lavado Rápido

- Tiempo Estándar: 22 minutos (0:22)

$$0:22 \text{ horas/vehículo} = 87 \text{ minutos/vehículo}$$

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{22}$$

$$= 0.0454545 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 28.6364 veh/día/lavador

4. Retoques

- Tiempo Estándar: 1 minuto (0:01)

$$0:01 \text{ horas/vehículo} = 1 \text{ minutos/vehículo}$$

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{1}$$

$$= 1 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 630 veh/día/lavador

Como podemos observar, se obtuvo los TIEMPOS ESTÁNDAR de cada tarea de lavado, es decir los tiempos que cada lavador debería cumplir cuando realiza cualquiera de estas tareas. El análisis de los tiempos estándar se realizó cuando el sistema se encuentra con TRES LAVADORES, y cuando esta con CUATRO LAVADORES.

Se obtuvo también las TASAS DE SERVICIO de cada una de las tareas de lavado. Pero estas tasas no nos ayudarán a realizar el análisis de líneas de espera debido a que los valores obtenidos se utilizarían siempre y cuando el área de lavado de vehículos se dedique única y exclusivamente a realizar cada una de las tareas de lavado en un día. Ej.: La tasa de llegada de LAVADO COMPLETO es 7 veh/día, y la tasa de servicio obtenido con tres lavadores es de 4 veh/día. Esto quiere decir que si el sistema solo se dedica a LAVADO COMPLETO, tendrá una tasa de servicio de 4 veh/día. Aquí sí se produce líneas de espera.

Pero si tomamos el caso de LAVADO RÁPIDO, donde la tasa de llegada es de 17 veh/día y la tasa de servicio con tres lavadores es de 27 veh/día, el valor de 27 veh/día quiere decir que, si solo el área de lavado de vehículos se dedicara a hacer lavados rápidos, puede realizar hasta 27 veh/día. Aquí ya no se produce líneas de espera ya que la TASA DE SERVICIO es mayor que la TASA DE LLEGADAS, y en la realidad esto no es así ya que comúnmente existen líneas de espera en el área por parte de LAVADOS RÁPIDOS. Pero estas líneas de espera se producen porque los lavadores realizan LAVADOS COMPLETOS, EXPRESS, etc.

Para determinar realmente las líneas de espera en el área, es conveniente realizar un MIX (Mezcla de Actividades). La razón para determinar el MIX de actividades es debido a que el área de lavado realiza en un día las cuatro tareas (LAVADO COMPLETO, EXPRESS, RAPIDO y RETOQUES). Si el área de lavado se dedica a realizar solo una actividad en un día, no tendría caso realizar el MIX de actividades. Este método se obtiene sumando todos los tiempos de todas las tareas y obteniendo un tiempo general por día así:

El sistema contó con tres lavadores desde el 17 al 31 de marzo del presente año. Los siguientes datos son obtenidos del 20 de marzo:

TABLA 4.10.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO OBSERVADO CON MIX DE ACTIVIDADES (3 LAVADORES)

	INICIO	Demora 3	FIN	Demora 2	Alm.
1	8:05	2:55	11:00	4:06	0:40
2	8:22	3:27	11:49		
3	13:04	3:26	17:10		
4	13:40	3:42	17:22		
5	14:50	2:13	17:03		
6	8:05	3:14	11:19		
7	11:02	0:18	11:20		
8	8:43	0:16	8:59		
9	9:37	0:14	9:51		
10	9:50	0:16	10:06		
11	9:58	0:35	10:33		
12	10:35	0:16	10:51		
13	10:40	0:16	10:56		
14	11:09	0:13	11:22		
15	11:28	0:42	12:10		
16	12:04	0:20	12:24		
17	14:02	0:10	14:12		
18	14:30	0:25	14:55		
19	16:31	0:13	16:44		
20	16:45	0:42	17:27		
21	17:09	0:26	17:35		
22	11:30	1:15	12:45		
23	7:46	1:22	9:08		
24	15:55	0:05	16:00		
PROM:		1:07			

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar con MIX de actividades . Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Esta tabla representa a todos los tiempos de todas las tareas de lavado (MIX). Obtenemos la columna de “DEMORA 3” restando la hora de fin y la de inicio y sumamos todas las demoras, para luego dividir para el número de horas y obtener

así una hora promedio. Posteriormente obtenemos el tiempo estándar de la siguiente manera:

Según la ecuación 2.1, calculamos el TIEMPO ESTÁNDAR así:

- Tiempo Observado: 1 hora, 7 minutos (1:07)
- Factor de Valoración (Fd): 0.9
- Suplementos (s): 23 %

TIEMPO ESTÁNDAR (TS) = 1 horas, 14 minutos (1:14)

Este análisis se realizó desde el 17 al 31 de marzo del 2007, ya que en estas fechas el área contó con tres lavadores. Desde el 2 al 5 de abril del presente año, el área de lavado ya tenía cuatro lavadores. Los siguientes datos son del 3 de abril:

TABLA 4.11.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO OBSERVADO CON MIX DE ACTIVIDADES (4 LAVADORES)

LAVADO COMPLETO, LAVADO EXPRESS Y RETOQUE

	INICIO	Demora 3	FIN
1	8:27	2:34	11:01
2	9:18	3:17	12:35
3	9:26	2:21	11:47
4	11:18	1:06	12:24
5	12:08	0:56	13:04
6	14:23	1:13	15:36
7	14:42	1:20	16:02
8	15:47	1:02	16:49
9	16:27	0:55	17:22
10	16:27	0:48	17:15
11	7:43	1:19	9:02
12	7:43	1:14	8:57
	PROM:	1:30	

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar con MIX de actividades . Archivos EXCEL
Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Según la ecuación 2.1, calculamos el TIEMPO ESTÁNDAR así:

- Tiempo Observado: 1 hora, 30 minutos (1:30)
- Factor de Valoración (Fd): 0.9
- Suplementos (s): 23 %

TIEMPO ESTÁNDAR (TS) = 1 horas, 40 minutos (1:40)

Cuando el sistema cuenta con cuatro lavadores, tres lavadores se dedican solo a LAVADO COMPLETO, EXPRESS Y RETOQUES.

Es por esta razón que las horas que se encuentran en la tabla son las horas de LAVADO COMPLETO, EXPRESS Y RETOQUES. Es decir, se realizó un MIX de las tres actividades. Se obtiene un promedio de estas demoras y se obtiene ya el TIEMPO ESTÁNDAR

Mientras que el lavador restante se dedica solo a los LAVADOS RÁPIDOS, en donde se realiza un análisis solo para lavados rápidos así:

TABLA 4.12.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO OBSERVADO CON MIX DE ACTIVIDADES PARA LAVADO RÁPIDO

LAVADO RÁPIDO

	INICIO	Demora 3	FIN
1	8:03	0:29	8:32
2	8:48	0:26	9:14
3	8:39	0:27	9:06
4	9:15	0:20	9:35
5	9:23	0:18	9:41
6	10:05	0:18	10:23
7	9:43	0:20	10:03
8	10:32	0:15	10:47
9	10:03	0:09	10:12
10	11:04	0:22	11:26
11	11:51	0:14	12:05
12	12:05	0:34	12:39
13	13:17	0:24	13:41
14	12:46	0:08	12:54
15	13:23	0:32	13:55
16	13:29	0:31	14:00
17	13:44	0:10	13:54
18	16:06	0:28	16:34
19	15:28	0:19	15:47
20	16:13	0:29	16:42
21	15:48	0:15	16:03
22	16:25	0:22	16:47
PROM:		0:21	

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar de Lavado Rápido con MIX de actividades.
Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Según la ecuación 2.1, calculamos el TIEMPO ESTÁNDAR así:

- Tiempo Observado: 21 minutos (0:21)
- Factor de Valoración (Fd): 0.9
- Suplementos (s): 23 %

TIEMPO ESTÁNDAR (TS) = 23 minutos (0:23)

Una vez obtenido los tiempos estándar hechos por MIX de actividades, se obtiene una tabla como esta:

TABLA 4.13.- TIEMPOS ESTÁNDAR POR DÍA CON TRES LAVADORES

TRES LAVADORES:

	FECHA	TIEMPO ESTÁNDAR TS	
1	Mar-17	0:48	3 L A V A D O R E S
2	Mar-19	1:09	
3	Mar-20	1:14	
4	Mar-21	1:05	
5	Mar-22	0:56	
6	Mar-23	0:59	
7	Mar-24	0:55	
8	Mar-26	1:09	
9	Mar-27	1:14	
10	Mar-28	1:12	
11	Mar-29	1:09	
12	Mar-30	0:54	
13	Mar-31	0:56	
	PROM:	1:03	

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar con MIX de actividades de tres Lavadores. Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

TABLA 4.14- TIEMPOS ESTÁNDAR POR DÍA CON CUATRO LAVADORES

CUATRO LAVADORES

		LAVADO COMPLETO LAVADO EXPRESS RETOQUE	LAVADO RAPIDO
	FECHA		
1	Abr-02	2:11	0:16
2	Abr-03	1:40	0:23
3	Abr-04	2:12	0:26
4	Abr-05	2:18	0:24
PROM:		2:05	0:22

Fuente: Cálculos de Tiempos Estándar con MIX de actividades de cuatro Lavadores. Archivos EXCEL

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Los cálculos para las tasas de servicio se realiza con el inverso de los tiempos estándar ($1/TS$), y realizando la respectiva conversión de unidades, con el fin de que quede en vehículos por día y por lavador (veh/día/lavador).

Las tasas de servicio se determinan de la siguiente manera:

1. Sistema con tres lavadores

- Tiempo Estándar: 1 hora 3 minutos (1:03)

1:03 horas/vehículo = 63 minutos/vehículo

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{63}$$

$$= 0.01587301 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 10 veh/día/lavador

2. Sistema con cuatro lavadores

a) LAVADO COMPLETO, EXPRESS Y RETOQUES

- Tiempo Estándar: 2 hora 5 minutos (2:05)

2:05 horas/vehículo = 125 minutos/vehículo

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{125}$$

$$= 0.008 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 5 veh/día/lavador

b) LAVADO RÁPIDO

- Tiempo Estándar: 19 minutos (0:19)

$$0:19 \text{ minutos/vehículo} = 19 \text{ minutos/vehículo}$$

$$C_p \text{ (Capacidad de servicio)} = \frac{1}{19}$$

$$= 0.0526315 \frac{\text{veh}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{10.5 \text{ hr}}{1 \text{ día}}$$

Tasa de Servicio = 33.1579 veh/día/lavador

4.3. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

Para determinar si los datos siguen o no un tipo de distribución exponencial, recurrimos a las pruebas de bondad de ajuste.

Las tablas 4.15 y 4.16 representan a las PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE tanto de JI-CUADRADO, como de KOLMOGOROV respectivamente para las llegadas de vehículos, mientras que las tablas 4.17 y 4.18 representan a las PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE tanto de JI-CUADRADO, como de KOLMOGOROV para el inicio de servicio respectivamente.

4.3.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LLEGADA DE VEHÍCULOS

Las tablas JI-CUADRADO y KOLMOGOROV, se presentan a continuación:

TABLA 4.15.- PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE JI-CUADRADO PARA LAS LLEGADAS

AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)



RANGO	FRECUENCIA OBSERVADA (FO)	MARCAS Mj	(FO*Mj)	(FO*Mj)/N	LI/λ	e ^{-LI/λ}	LS/λ	e ^{-LS/λ}	FRECUENCIA ESPERADA (FE)	FE * N	FO-FE	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
7:31 - 8:30	33	8	264	0.5546	0.6015	0.5480	0.6799	0.5067	0.0413	19.6658	13.3342	177.8004	9.0411
8:31 - 9:30	57	9	513	1.0777	0.6815	0.5059	0.7599	0.4677	0.0381	18.1541	38.8459	1509.0053	83.1221
9:31 - 10:30	43	10	430	0.9034	0.7615	0.4670	0.8399	0.4318	0.0352	16.7586	26.2414	688.6134	41.0903
10:31 - 11:30	68	11	748	1.5714	0.8415	0.4311	0.9198	0.3986	0.0325	15.4703	52.5297	2759.3688	178.3655
11:31 - 12:30	52	12	624	1.3109	0.9214	0.3979	0.9998	0.3679	0.0300	14.2811	37.7189	1422.7166	99.6224
12:31 - 13:30	41	13	533	1.1197	1.0014	0.3674	1.0798	0.3397	0.0277	13.1833	27.8167	773.7699	58.6933
13:31 - 14:30	37	14	518	1.0882	1.0814	0.3391	1.1598	0.3135	0.0256	12.1699	24.8301	616.5356	50.6608
14:31 - 15:30	49	15	735	1.5441	1.1614	0.3130	1.2398	0.2894	0.0236	11.2344	37.7656	1426.2441	126.9538
15:31 - 16:30	54	16	864	1.8151	1.2414	0.2890	1.3198	0.2672	0.0218	10.3708	43.6292	1903.5111	183.5461
16:31 - 17:30	34	17	578	1.2143	1.3214	0.2668	1.3998	0.2467	0.0201	9.5735	24.4265	596.6519	62.3230
17:31 - 18:30	8	18	144	0.3025	1.4014	0.2463	1.4798	0.2277	0.0186	8.8376	-0.8376	0.7016	0.0794
	476												893.4978

Fuente: Cálculos de Tipo de Distribución (LLEGADA). Archivo: ESTANDARIZACIÓN (EXCEL)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

TABLA 4.16.- PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGOROV PARA LAS LLEGADAS

AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)



RANGO	FRECUENCIA OBSERVADA (FO)	POi	POAi	LI/λ	e ^{-LI/λ}	LS/λ	e ^{-LS/λ}	FRECUENCIA ESPERADA (FE)	PEAi - POAi	PEAi - POAi
7:31 - 8:30	33	0.0693	0.0693	0.6015	0.548	0.6799	0.5067	0.0413	-0.0280	0.0280
8:31 - 9:30	57	0.1197	0.1891	0.6815	0.5059	0.7599	0.4677	0.0381	-0.1509	0.1509
9:31 - 10:30	43	0.0903	0.2794	0.7615	0.467	0.8399	0.4318	0.0352	-0.2442	0.2442
10:31 - 11:30	68	0.1429	0.4223	0.8415	0.4311	0.9198	0.3986	0.0325	-0.3898	0.3898
11:31 - 12:30	52	0.1092	0.5315	0.9214	0.3979	0.9998	0.3679	0.0300	-0.5015	0.5015
12:31 - 13:30	41	0.0861	0.6176	1.0014	0.3674	1.0798	0.3397	0.0277	-0.5900	0.5900
13:31 - 14:30	37	0.0777	0.6954	1.0814	0.3391	1.1598	0.3135	0.0256	-0.6698	0.6698
14:31 - 15:30	49	0.1029	0.7983	1.1614	0.313	1.2398	0.2894	0.0236	-0.7747	0.7747
15:31 - 16:30	54	0.1134	0.9118	1.2414	0.289	1.3198	0.2672	0.0218	-0.8900	0.8900
16:31 - 17:30	34	0.0714	0.9832	1.3214	0.2668	1.3998	0.2467	0.0201	-0.9631	0.9631
17:31 - 18:30	8	0.0168	1.0000	1.4014	0.2463	1.4798	0.2277	0.0186	-0.9814	0.9814
	476									

Fuente: Cálculos de Tipo de Distribución (LLEGADA). Archivo: ESTANDARIZACIÓN (EXCEL)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Los resultados de las tablas 4.13 y 4.14 son:

4.3.1.1. ANÁLISIS JI CUADRADO (χ^2)

- **Media:** 12,50
- **e (Coeficiente Neper):** 2.718281
- **C (Estimador):** 893.4978
- **k (N° Parámetros estimados):** 2
- **m (N° Intervalos):** 11
- **Nivel de Confiabilidad:** 95%

$m-k-1 = 8$ entonces: Según la tabla de ANEXOS (ANEXO A6) tenemos:

$$\chi^2 = 15.5$$

Si comparamos el valor de χ^2 (tablas) y C (estimador) que es un valor calculado, podemos apreciar que C es mucho mayor que χ^2 , por lo tanto, los valores o datos obtenidos en el área de lavado no siguen una distribución exponencial.

$C > \chi^2$ entonces no se acepta hipótesis

4.3.1.2. ANÁLISIS KOLMOGOROV – SMIRNOV

- **DM (Diferencial Máximo) :** **0.9814**

Para manejar la tabla de KOLMOGOROV nos fijamos primero el valor de N que es el número total de datos. En nuestro caso, $N = 476$.

Nos fijamos en la tabla de ANEXOS (ANEXO A7) con un grado de confiabilidad de $1-\alpha$ es decir $1-0.95$, donde da como resultado 0.05 . El valor de la tabla si hacemos coincidir estos dos valores nos da $1.36/\sqrt{N}$. Entonces:

Valor de tabla: 0.0624

Si comparamos el valor DM y el valor de la tabla, observamos que DM es mayor que el valor de la tabla, eso quiere decir que la hipótesis de que los datos siguen una distribución exponencial, no se acepta.

DM > Valor tabla entonces, no se acepta hipótesis.

Las pruebas de bondad de ajuste se realizaron para los datos de LLEGADA de vehículos al servicio.

4.3.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE INICIO DE SERVICIO

Las tablas JI-CUADRADO y KOLMOGOROV, se presentan a continuación:

TABLA 4.17.- PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE JI-CUADRADO PARA INICIO DE SERVICIO

AUTOMOTORES DE SIERRA S.A. (ASSA)



RANGO	FRECUENCIA OBSERVADA (FO)	MARCAS Mj	(FO*Mj)	(FO*Mj)/N	LI/λ	e ^{-LI/λ}	LS/λ	e ^{-LS/λ}	FRECUENCIA ESPERADA (FE)	FE * N	FO-FE	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
7:31 - 8:30	39	8	312	0.6486	0.5999	0.5489	0.6780	0.5076	0.0413	19.8528	19.1472	366.6163	18.4668
8:31 - 9:30	51	9	459	0.9543	0.6796	0.5068	0.7578	0.4687	0.0381	18.3307	32.6693	1067.2847	58.2240
9:31 - 10:30	39	10	390	0.8108	0.7594	0.4680	0.8376	0.4328	0.0352	16.9253	22.0747	487.2934	28.7909
10:31 - 11:30	72	11	792	1.6466	0.8392	0.4321	0.9173	0.3996	0.0325	15.6276	56.3724	3177.8444	203.3478
11:31 - 12:30	46	12	552	1.1476	0.9189	0.3989	0.9971	0.3689	0.0300	14.4295	31.5705	996.6985	69.0738
12:31 - 13:30	44	13	572	1.1892	0.9987	0.3684	1.0769	0.3407	0.0277	13.3232	30.6768	941.0678	70.6339
13:31 - 14:30	43	14	602	1.2516	1.0785	0.3401	1.1566	0.3145	0.0256	12.3017	30.6983	942.3860	76.6062
14:31 - 15:30	53	15	795	1.6528	1.1582	0.3140	1.2364	0.2904	0.0236	11.3585	41.6415	1734.0119	152.6616
15:31 - 16:30	48	16	768	1.5967	1.2380	0.2900	1.3162	0.2682	0.0218	10.4877	37.5123	1407.1741	134.1740
16:31 - 17:30	40	17	680	1.4137	1.3178	0.2677	1.3959	0.2476	0.0201	9.6836	30.3164	919.0842	94.9114
17:31 - 18:30	6	18	108	0.2245	1.3975	0.2472	1.4757	0.2286	0.0186	8.9412	-2.9412	8.6504	0.9675
	481												907.8579

Fuente: Cálculos de Tipo de Distribución (INICIO DE SERVICIO). Archivo: ESTANDARIZACIÓN (EXCEL)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

TABLA 4.18.- PRUEBAS DE BONDAD DE KOLMOGOROV PARA EL INICIO DE SERVICIO

AUTOMOTORES DE LA SIERRA S.A. (ASSA)



RANGO	FRECUENCIA OBSERVADA (FO)	POi	POAi	LI/λ	e ^{-LI/λ}	LS/λ	e ^{-LS/λ}	FRECUENCIA ESPERADA (FE)	PEAi - POAi	PEAi - POAi
7:31 - 8:30	39	0.0811	0.0811	0.599854	0.5489	0.6780	0.5076	0.0413	-0.0398	0.0398
8:31 - 9:30	51	0.1060	0.1871	0.678027	0.5076	0.7578	0.4687	0.0389	-0.1482	0.1482
9:31 - 10:30	39	0.0811	0.2682	0.75939	0.4680	0.8376	0.4328	0.0352	-0.2330	0.2330
10:31 - 11:30	72	0.1497	0.4179	0.839158	0.4321	0.9173	0.3996	0.0325	-0.3854	0.3854
11:31 - 12:30	46	0.0956	0.5135	0.918925	0.3989	0.9971	0.3689	0.0300	-0.4835	0.4835
12:31 - 13:30	44	0.0915	0.6050	0.998693	0.3684	1.0769	0.3407	0.0277	-0.5773	0.5773
13:31 - 14:30	43	0.0894	0.6944	1.078461	0.3401	1.1566	0.3145	0.0256	-0.6688	0.6688
14:31 - 15:30	53	0.1102	0.8046	1.158229	0.3140	1.2364	0.2904	0.0236	-0.7810	0.7810
15:31 - 16:30	48	0.0998	0.9044	1.237997	0.2900	1.3162	0.2682	0.0218	-0.8826	0.8826
16:31 - 17:30	40	0.0832	0.9875	1.317765	0.2677	1.3959	0.2476	0.0201	-0.9674	0.9674
17:31 - 18:30	6	0.0125	1.0000	1.397532	0.2472	1.4757	0.2286	0.0186	-0.9814	0.9814
	481									

Fuente: Cálculos de Tipo de Distribución (INICIO DE SERVICIO). Archivo: ESTANDARIZACIÓN (EXCEL)

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Los resultados de las tablas 4.15 y 4.16 son:

4.3.2.1. ANÁLISIS JI CUADRADO (χ^2)

- **Media:** 12.5364
- **e (Coeficiente Neper):** 2.718281
- **C (Estimador):** 866.9601
- **k (N° Parâmetros estimados):** 2
- **m (N° Intervalos):** 11
- **Nivel de Confiabilidad:** 95%

$m-k-1 = 8$ entonces: Según la tabla de ANEXOS (ANEXO A6) tenemos:
 $\chi^2 = 15.5$

Si comparamos el valor de χ^2 (tablas) y C (estimador) que es un valor calculado, podemos apreciar que C es mucho mayor que χ^2 , por lo tanto, los valores o datos obtenidos en el área de lavado no sigue una distribución exponencial.

$C > \chi^2$ entonces no se acepta hipótesis

4.3.2.2. ANÁLISIS KOLMOGOROV – SMIRNOV

- **DM (Diferencial Máximo) :** 0.9814

Para manejar la tabla de KOLMOGOROV nos fijamos primero el valor de N que es el número total de datos. En nuestro caso, $N = 481$.

Nos fijamos en la tabla de ANEXOS (ANEXO A7) con un grado de confiabilidad de $1-\alpha$ es decir $1-0.95$, donde da como resultado 0.05 . El valor de la tabla si hacemos coincidir estos dos valores nos da $1.36/\sqrt{N}$. Entonces:

Valor de tabla: 0.0620

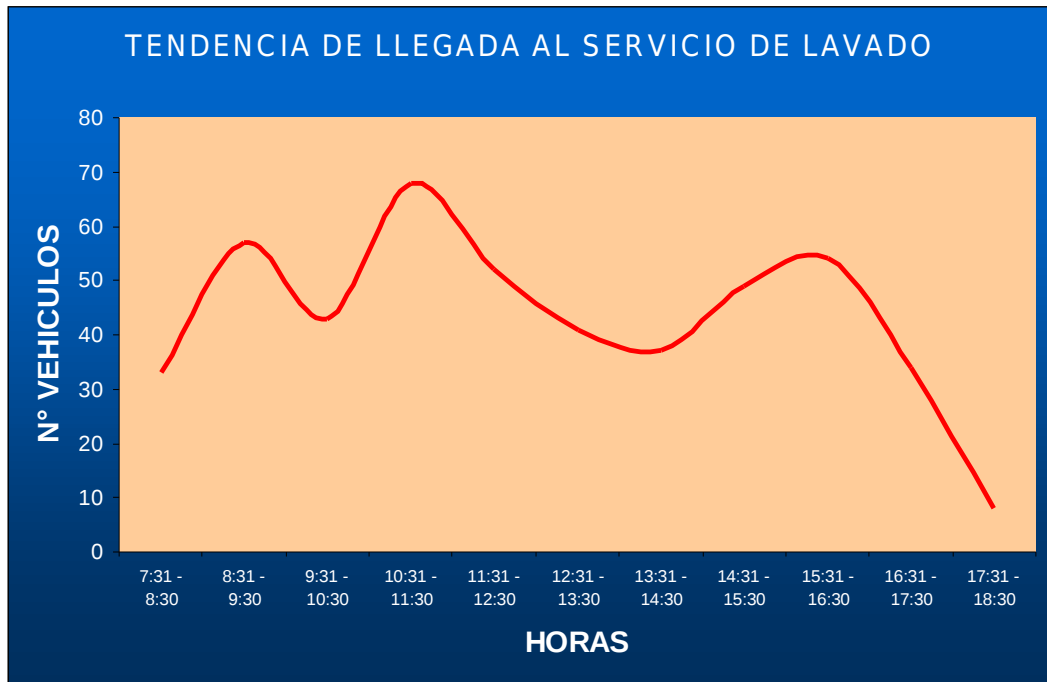
Si comparamos el valor DM y el valor de la tabla, observamos que DM es mayor que el valor de la tabla, eso quiere decir que la hipótesis de que los datos siguen una distribución exponencial, no se acepta.

DM > Valor tabla entonces, no se acepta hipótesis.

Para la elaboración de las tablas de BONDAD DE AJUSTE, tanto de JI-CUADRADO como de KOLMOGOROV, se tomo como fórmulas, los diferentes modelos matemáticos de las distribuciones en ANEXOS (ANEXO A9), donde se puede hallar los parámetros, media, varianza, función de densidad, distribución acumulada, etc.

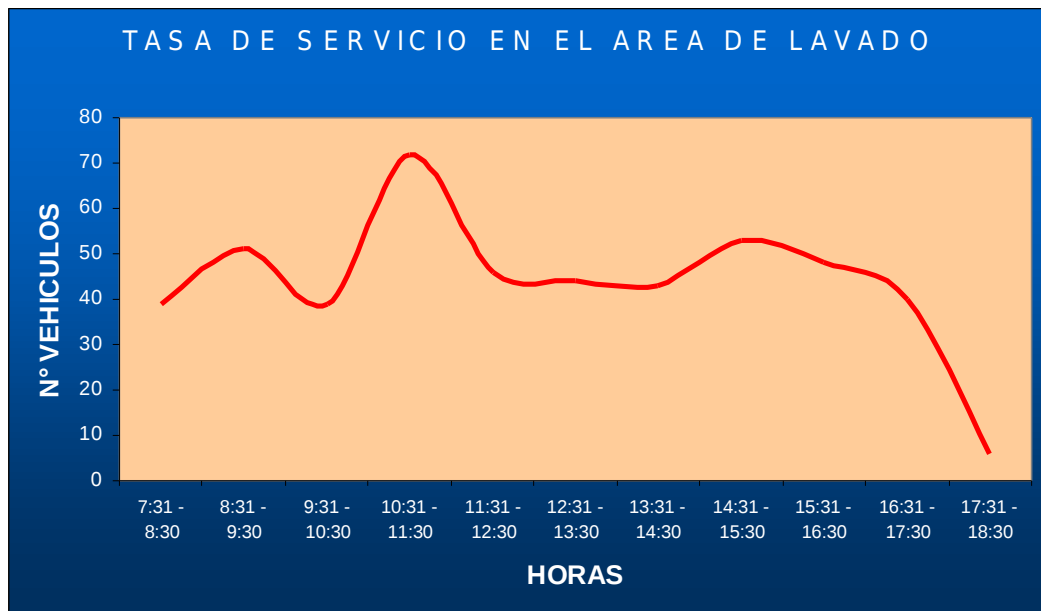
Aquí tenemos los gráficos tanto de las LLEGADAS como del INICIO DE SERVICIO. Como se puede observar, los datos tanto del de LLEGADAS como de INICIO DE SERVICIO, no siguen una distribución exponencial.

GRAFICO 4.1.- TENDENCIA DE LLEGADAS AL SERVICIO



Fuente: Tasa de llegadas de vehículos. ARCHIVO: Conteo (EXCEL)
Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

GRAFICO 4.2.- TASA DE SERVICIO EN EL ÁREA



Fuente: Tasa de servicio de vehículos. ARCHIVO: Conteo (EXCEL)
Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

Una vez comprobado que los datos obtenidos de las llegadas y del inicio de servicio no siguen una distribución exponencial, especificamos el modelo de líneas de espera tanto para las llegadas como para el inicio de servicio.

4.4. ANÁLISIS DE LÍNEAS DE ESPERA

El modelo para el análisis de líneas de espera es el siguiente:

$$(G / G / s) (FCFS / \infty / \infty)$$

El modelo planteado se utilizará en el estudio de líneas de espera por las siguientes razones:

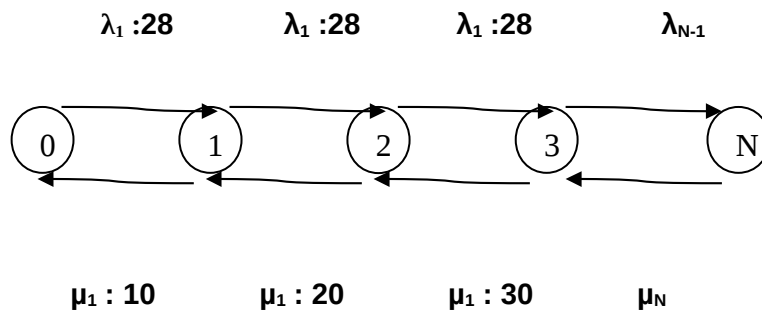
- Los datos obtenidos tanto de la llegada de vehículos al servicio como los datos del inicio de servicio no siguen una distribución exponencial, es por esta razón que las dos primeras letras del modelo (G/G), especifican que los datos siguen otro tipo de distribución.
- El número de servidores (lavadores) es mayor a uno, es por esta razón que se simboliza el tercer parámetro del modelo con “s”.
- El área de lavado especifica que el primer vehículo que llegue al servicio, será atendido primero, es por esta razón del cuarto parámetro del modelo FCFS (First Cliente, First Service).
- El quinto parámetro del modelo indica que el número de vehículos que llegará al servicio de lavado no se conoce con exactitud, es por esto que es infinito.
- El sexto parámetro del modelo indica el número promedio de clientes potenciales en el sistema, en el área no se puede especificar ese número, es por esto que es infinito.

Una vez que ya se determinó las tasas de llegada y de servicio conjuntamente con el modelo de líneas de espera, procedemos al cálculo de la UTILIZACIÓN DE SERVICIO, NÚMERO PROMEDIO DE CLIENTES EN LA FILA, NÚMERO PROMEDIO DE CLIENTES EN EL SISTEMA, TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN LA FILA y TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN EL SISTEMA.

4.4.1. ANÁLISIS CON TRES LAVADORES

- **Tasa de Llegadas (λ):** 28 veh/día/lavador
- **Tasa de Servicio (μ):** 10 veh/día/lavador
- **Nº Lavadores:** 3
- **Modelo:** (G/G/s)(FCFS/ ∞/∞)

FIGURA 4.1. LÍNEAS DE ESPERA CUANDO EL SISTEMA CUENTA CON TRES LAVADORES



Como el sistema cuenta con tres lavadores, se tiene:

$$\begin{aligned} \mu_1 &: 10 \\ \mu_2 &: 20 \\ \mu_3 &: 30 \end{aligned}$$

1. Utilización del Servicio (φ):

$$\begin{aligned} \lambda &= 28 \text{ veh/día} \\ s &= 3 \\ \mu &= 10 \text{ veh/día} \end{aligned}$$

Según ecuación 2.5:

$$\varphi = 93.3\%$$

2. Coeficiente Cuadrado de Variación del Tiempo (c_s^2)

$$V(t) = 8,2182 \text{ horas}$$

$$E(t) = 12.54 \text{ horas}$$

Según ecuación 2.6, tenemos:

$$C_s^2 = 0.0523$$

3. Cálculo de la Probabilidad (P_0)

Según ecuación 2.9, tenemos:

$$P_0 = 0.01597$$

4. L_q para un modelo (M/M/s)

Según ecuación 2.10, tenemos:

$$L_{q(M/M/s)} = 13 \text{ vehículos}$$

5. Número promedio de clientes en la fila (L_q)

Según ecuación 2.9, tenemos:

$$L_q \leq 7 \text{ vehículos}$$

6. Número promedio de clientes en el sistema (L)

Según ecuación 2.8, tenemos:

$$L = 8 \text{ vehículos}$$

7. Tiempo promedio de espera en el sistema (W)

Según ecuación 2.11, tenemos:

$$W = 2:46 \text{ horas}$$

8. Tiempo promedio de espera en la fila (Wq)

Según ecuación 2.12, tenemos:

$$Wq = 2:25 \text{ horas}$$

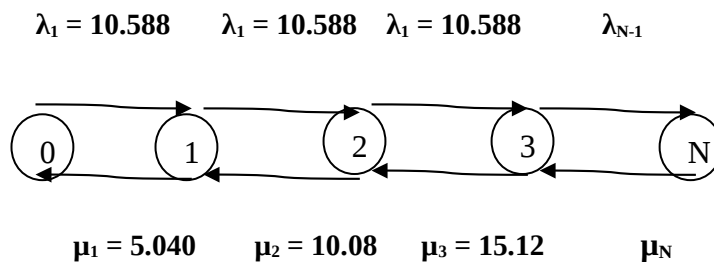
4.4.2. ANÁLISIS CON CUATRO LAVADORES

Cuando el sistema cuenta con cuatro lavadores, tres realizan las actividades de LAVADO COMPLETO, LAVADO EXPRESS Y RETOQUE, mientras que el restante realiza los LAVADOS RÁPIDOS.

4.4.2.1. TRES LAVADORES (Lavado Completo, Lavado Express y Retoque)

- Tasa de Llegadas (λ): 10.5882 veh/día
- Tasa de Servicio (μ): 5.040 veh/día/lavador
- N° Lavadores: 3
- Modelo: (G/G/s)(FCFS/ ∞/∞)

FIGURA 4.2. LÍNEAS DE ESPERA CUANDO EL SISTEMA CUENTA CON TRES LAVADORES QUE REALIZAN LAVADO COMPLETO, EXPRESS Y RETOQUES.



Como el sistema cuenta con tres lavadores, se tiene:

$$\begin{aligned}\mu_1 &: 5.040 \\ \mu_2 &: 10.08 \\ \mu_3 &: 15.12\end{aligned}$$

1. Utilización del Servicio (φ):

$$\begin{aligned}\lambda &= 10.5882 \text{ veh/día} \\ s &= 3 \\ \mu &= 5.040 \text{ veh/día}\end{aligned}$$

Según ecuación 2.5:

$$\varphi = 70.02\%$$

2. Coeficiente Cuadrado de Variación del Tiempo (c_s^2)

$$\begin{aligned}V(t) &= 10.0707 \text{ horas} \\ E(t) &= 12.02 \text{ horas}\end{aligned}$$

Según ecuación 2.6, tenemos:

$$C_s^2 = 0.0697$$

3. Cálculo de la Probabilidad (P_0)

Según ecuación 2.9, tenemos:

$$P_0 = 0.0955$$

4. L_q para un modelo (M/M/s)

Según ecuación 2.10, tenemos:

$$L_{q(M/M/s)} = 2 \text{ vehículos}$$

5. Número promedio de clientes en la fila (L_q)

Según ecuación 2.9, tenemos:

$$L_q \leq 1 \text{ vehículo}$$

6. *Número promedio de clientes en el sistema (L)*

Según ecuación 2.8, tenemos:

$$L = 2 \text{ vehículos}$$

7. *Tiempo promedio de espera en el sistema (W)*

Según ecuación 2.11, tenemos:

$$W = 1:18 \text{ horas}$$

8. *Tiempo promedio de espera en la fila (Wq)*

Según ecuación 2.12, tenemos:

$$W_q = 0:36 \text{ horas}$$

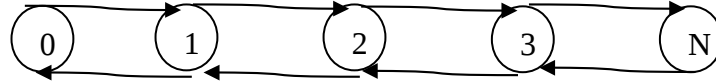
4.4.2.2. UN LAVADOR (Lavado Rápido)

- **Tasa de Llegadas (λ):** 17.2941 veh/día
- **Tasa de Servicio (μ):** 33.1579 veh/día/lavador
- **Nº Lavadores:** 1
- **Modelo:** (G/G/1)(FCFS/ ∞/∞)

FIGURA 4.3. LÍNEAS DE ESPERA CUANDO EL SISTEMA CUENTA CON UN

LAVADOR (LAVADO RÁPIDO).

$$\lambda_1 = 17.294 \quad \lambda_1 = 17.294 \quad \lambda_1 = 17.294 \quad \lambda_{N-1}$$



$$\mu_1 = 33.157 \quad \mu_2 = 33.157 \quad \mu_3 = 33.157 \quad \mu_N$$

Como el sistema cuenta con un lavador, se tiene:

$$\begin{aligned} \mu_1 &: 33.157 \\ \mu_2 &: 33.157 \\ \mu_3 &: 33.157 \end{aligned}$$

1. Utilización del servicio (φ):

$$\begin{aligned} \lambda &= 17.294 \text{ veh/día} \\ s &= 3 \\ \mu &= 5.040 \text{ veh/día} \end{aligned}$$

Según ecuación 2.5:

$$\varphi = 52.15\%$$

2. Coeficiente Cuadrado de Variación del Tiempo (c_s^2)

$$V(t) = 7.1355 \text{ horas}$$

$$E(t) = 12.89 \text{ horas}$$

Según ecuación 2.6, tenemos:

$$C_s^2 = 0.0429$$

3. Cálculo de la Probabilidad (P_0)

Según ecuación 2.9, tenemos:

$$P_0 = 0.4784$$

4. L_q para un modelo (M/M/s)

Según ecuación 2.10, tenemos:

$$L_{q(M/M/s)} = 1 \text{ vehículo}$$

4. Número promedio de clientes en la fila (L_q)

Según ecuación 2.9, tenemos:

$$L_q \leq 1 \text{ vehículo}$$

6. Número promedio de clientes en el sistema (L)

Según ecuación 2.8, tenemos:

$$L = 1 \text{ vehículo}$$

7. Tiempo promedio de espera en el sistema (W)

Según ecuación 2.11, tenemos:

$$W = 0:30 \text{ horas}$$

8. Tiempo promedio de espera en la fila (W_q)

Según ecuación 2.12, tenemos:

$$W_q = 0:11 \text{ horas}$$

CAPÍTULO V

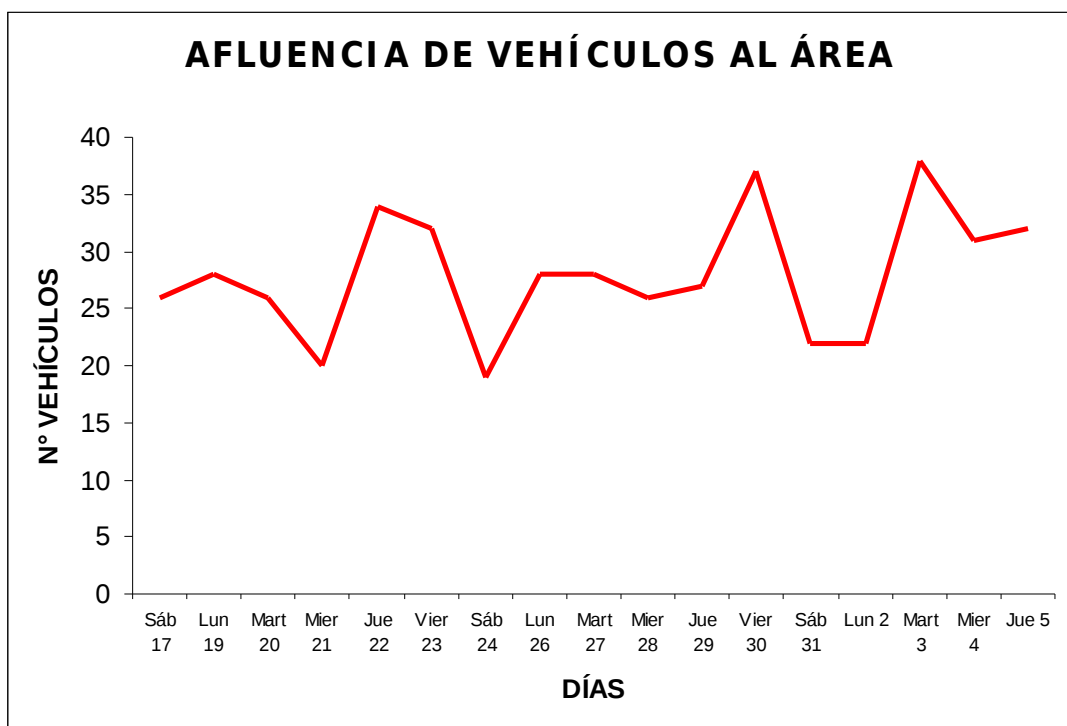
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El número promedio de LAVADOS, entre COMPLETOS y EXPRESS que se registró fue de 10 vehículos, mientras que el promedio de LAVADOS RÁPIDOS, fue de 17 vehículos, se demuestra que la tendencia de LAVADOS RÁPIDOS es mayor a la de LAVADOS COMPLETOS.
- Se observó que los tiempos de espera de atención al cliente son extensos, debido a varios factores, entre ellos: ingreso de vehículos al área sin su respectivo cono de control; personal de lavado reducido; falta de especificación de tareas de lavado en la OT (Orden de Trabajo); etc.
- En el receso, cuando el lavador aún no acaba de hacer su actividad, deja de hacer el lavado y se retira. Ese tiempo que el vehículo tiene como TM (Tiempo Muerto) es descontado del tiempo total registrado a ese lavador. El tiempo es de 40 minutos. Se concluye que si no se descuenta estos tiempos, significaría que el lavador no tendría tiempo de receso y por ende la utilización del servicio aumentaría, indicando que existe estrés y tensión en los lavadores, aumentando todos los parámetros de líneas de espera.
- EL NÚMERO PROMEDIO DE VEHÍCULOS EN LA FILA será mayor cuando el sistema cuente con tres lavadores. Obviamente tendrán un tiempo de espera mayor.

- Los días que tuvo mayor congestión el área de lavado fueron el jueves y viernes. En los días jueves, el número promedio de LAVADOS, entre COMPLETOS Y RÁPIDOS fue de 11 vehículos, mientras que el viernes, el número promedio de LAVADOS, entre COMPLETOS Y RÁPIDOS, fue de 12 vehículos. Esta congestión se debe a la ausencia de una bahía de trabajo para la actividad de LAVADOS RÁPIDOS

GRAFICO 5.1. AFLUENCIA DE VEHÍCULOS AL AREA DE LAVADO



Fuente: Formato de toma de tiempos. Archivo: Presentación ASSA (Power Point).

Elaborado: Pablo Israel Moreno Miranda

- Si hablamos de LAVADOS RÁPIDOS en los días jueves y viernes, el número promedio fue de 20 vehículos en los días jueves, y de 22 vehículos en los días viernes.

- El número de LAVADOS RÁPIDOS, que realizó cada uno de los lavadores no es equitativo. Esto ocurre cuando el área tiene tres lavadores.
- No existe un mantenimiento adecuado en las instalaciones del servicio de lavado.
- No existe un control estricto de la utilización de uniformes al personal.
- Se observa que la revisión del trabajo concluido (CONTROL DE CALIDAD) a cada vehículo, por parte del servicio de lavado, no es realizado continuamente.

5.2. RECOMENDACIONES

- Colocación de un espacio o bahía de trabajo para la actividad de lavado rápido. Con esto evitaríamos largas colas de vehículos, esperando solo por lavados rápidos.
- Cuando el vehículo sale del taller de reparación para ser lavado, lo recomendable sería que el cono que se le colocó en un principio no sea retirado, para que el lavador sepa que actividad debe realizar en ese vehículo.
- En las OT (Orden de Trabajo) colocar correctamente la tarea para lavado, así se evitaría confusiones.
- Reducir TIEMPOS MUERTOS (TM) en las actividades de lavado, colocando un número mínimo de lavadores que es 4.

- Al momento de realizar lavados rápidos, debe haber una coordinación entre los lavadores, especialmente cuando uno de ellos ha faltado. Así el tiempo de lavado rápido sería el óptimo.
- Se debe tomar muy en cuenta las herramientas que se utilizan en el área de lavado como: pistolas de agua, mangueras, interruptor de presión, elevador, etc., con el fin de no permitir la falta de una de ellas y optimizar el tiempo disponible en esta actividad.
- Revisar que el sistema de drenaje del área este limpio, realizar inspecciones periódicas de los mismos para que el agua que se utiliza en el lavado de los vehículos fluya con normalidad.
- Verificar que los uniformes de los lavadores estén en buen estado, así como botas, guantes, casco, etc. Con esto lograríamos que los lavadores se sientan motivados y trabajen con interés.
- Se recomienda realizar las inspecciones de CALIDAD después de que el vehículo sea lavado, para que el cliente quede satisfecho del servicio que se le ha brindado.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

“APLICACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDAR EN CADA UNA DE LAS TAREAS DE LAVADO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE MOVIMIENTOS EN ZONAS DE CONGESTIONAMIENTO”.

Objetivos:

- Reducir tiempos de espera por parte del cliente en la entrega del vehículo que obtuvo el servicio correspondiente.
- Obtener información adecuada del tiempo de servicio que el ASESOR DEL TALLER ASSA debe brindar al cliente.
- Eliminar presiones, tensiones, fatigas, etc., durante el desarrollo del trabajo por parte de los lavadores.
- Brindar capacitación adecuada a los lavadores, que les permita enfrentar y evitar las causas de las demoras en el área, que eviten pérdidas de tiempo en el trabajo.
- Eliminar tiempos muertos (TM) por parte de los lavadores.
- Reducir los “Cuellos de Botella” en el área de trabajo.

6.1. DETERMINACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDAR

Según el análisis y cálculos realizados para la ejecución de este proyecto, los tiempos estándar para las cuatro tareas de ÁREA DE LAVADO son:

Con tres lavadores:

- **LAVADO COMPLETO:**

2:44 horas/veh

- **LAVADO EXPRESS:**

1:21 horas/veh

- **LAVADO RÁPIDO:**

0:23 horas/veh

- **RETOQUE:**

0:05 horas/veh

Con cuatro lavadores:

- **LAVADO COMPLETO:**

2:35 horas/veh

- **LAVADO EXPRESS:**

1:27 horas/veh

- **LAVADO RÁPIDO:**

0:22 horas/veh

- **RETOQUE:**

0:01 horas/veh

Con estos tiempos, el asesor de servicio se puede guiar acerca de la demora que tomará cada una de las tareas del servicio de LAVADO, y así cuando entreviste al cliente, le manifieste el tiempo que tomará el servicio en atender al vehículo.

6.2. PERSONAL REQUERIDO

De acuerdo a los estudios realizados en el área de lavado de vehículos, el número óptimo de lavadores es de cuatro.

Desde el 17 hasta el 31 de marzo de 2007, el área de lavado de vehículos contaba con tres lavadores debido a que uno de ellos se encontraba de vacaciones. En este período de tiempo, se pudo observar que la tensión y falta de organización por parte de los lavadores para realizar las distintas tareas era notorio. Los cuellos de botella que aparecía en el área eran inminentes. Conjuntamente con estos problemas, las tensiones y sobrecargas de trabajo a los lavadores eran demasiadas. El servicio de LAVADO RÁPIDO era ejecutado sin una organización previa.

Desde el 2 al 5 de abril (último día de toma de tiempos) de 2007, el área de lavado de vehículos ya contaba con cuatro lavadores. En este período de tiempo se pudo apreciar que las tensiones y sobrecargas de trabajo disminuyeron en forma notable. En cuanto a la organización del trabajo, uno de los cuatro lavadores se dedicaba a realizar solamente LAVADOS RÁPIDOS, mientras que los demás se dedicaban a las otras actividades.

En un análisis más concreto, si nos fijamos en la UTILIZACIÓN DEL SERVICIO que se calculó en las líneas de espera para tres lavadores, este valor es de 93.3%.

El rango pertinente de la UTILIZACIÓN DE SERVICIO es desde 50% hasta el 75%. Este rango quiere decir que los trabajadores no tienen una sobrecarga en el trabajo y ejecutan su labor en un ritmo normal.

Pero como podemos observar, la utilización calculada es de 93.3%, lo que quiere decir es que, si el sistema permanece con tres lavadores, habrá una sobrecarga de trabajo y presiones, creándose los cuellos de botella.

La UTILIZACIÓN DEL SERVICIO cuando el sistema está con cuatro lavadores se divide en dos valores, uno para tres lavadores que realizan tres de las cuatro actividades, y otro para el lavador restante que realiza LAVADOS RÁPIDOS.

La U..S. (Utilización del Servicio), para los tres lavadores es de 70.02%, mientras que para el lavador restante es de 52.15%. Estos valores se encuentran dentro del rango especificado anteriormente, lo cual quiere decir que con cuatro lavadores, el área de lavado no tendrá congestiones ni cuellos de botella, y tampoco habrá sobrecargas de trabajo hacia los lavadores.

6.2.1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL ASESOR DE SERVICIO

Funciones:

El asesor de servicio es la persona que asigna el tipo de lavado que requiere el vehículo. Sus funciones son:

- Especificación correcta del tipo de tarea de lavado en la OT (Orden de Trabajo).
- Coordinación del trabajo con lavadores.

Responsabilidades:

- Realizar inspecciones de calidad al vehículo, una vez que se realizó el servicio de lavado.
- Supervisar el trabajo de los lavadores, con el fin de evitar tiempos ociosos en el área.

- Evitar en lo posible congestionamiento en el área de lavado.
- Comprobar que elementos internos del vehículo como radio, llaves, etc., sean custodiados y devueltos al dueño del vehículo.

6.2.2. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE LAVADO

Funciones:

- Realizar la tarea de lavado de una manera correcta y rápida.
- Comprobar que elementos internos del vehículo como radio, llaves, etc., sean protegidos.
- Transporte del vehículo terminado a lugares en donde no congestione el flujo de los demás automotores.

Responsabilidades:

- Proteger la integridad del vehículo que esta siendo atendido.
- Trabajar con el resto del personal en una forma coordinada y de equipo.
- Verificar el aseo de interiores del vehículo como asientos, tablero, piso, etc.
- Si el lavador observa que se acumulan vehículos en el área, transportarlos inmediatamente a lugares adecuados para que el flujo en el taller no se detenga.
- Si algún cliente llega a realizar alguna consulta, dirigirlo inmediatamente a un asesor de servicio para que le brinde la información necesaria.
- Aviso previo al Asesor de servicio o Gerente de servicio acerca del mantenimiento que se le debe dar a las instalaciones y herramientas de lavado.
- Aseo periódico de las bahías de trabajo que están siendo ocupadas.

- Uso debido de implementos de trabajo como son cascos, guantes, botas, lentes, overall, etc.

6.3. EQUIPOS Y MATERIALES REQUERIDOS EN EL ÁREA DE LAVADO

Para el correcto desenvolvimiento en el trabajo del área de lavado, y para satisfacer adecuadamente el servicio al cliente, los materiales requeridos son:

- El área dispone de un compresor. Lo recomendable es el mantenimiento adecuado del mismo y la revisión periódica de su funcionamiento.
- Pistolas y mangueras de agua. Revisión de las pistolas, así como también de las mangueras, asegurándose que no exista desgaste en ellas.
- Elevadores hidráulicos. Revisión del funcionamiento de los mismos.
- Repuestos de emergencia de cada una de las pistolas de agua, así también como las de aire.
- Aspiradora para limpieza de interiores del vehículo
- Botiquín de primeros auxilios.
- En bodega se debe tener todos los implementos que se utiliza para la limpieza de un vehículo como son: shampoo para carro, diesel, guaype, amoral, franelas, etc.
- Depósitos adecuados para el reciclaje de agua, con el fin de que el agua a utilizarse perdure un tiempo estipulado.
- Uniformes e implementos de trabajo de buen estado, con el fin de incentivar y salvaguardar la integridad del trabajador.

6.4. ZONAS DE MOVIMIENTO Y SECTORES DEL ÁREA DE LAVADO

Para una mejor organización del trabajo, así como del transporte y flujo de vehículos dentro del área de lavado, se sugiere reconocer aquellas áreas de congestión dentro del servicio de lavado. En ANEXOS (ANEXO A10),

podemos apreciar un plano del servicio de lavado del TALLER-MATRIZ de ASSA.

1. Zona de llegada de vehículos para lavado rápido

Como podemos observar en el punto uno del plano de ANEXOS (ANEXO A10), ésta es la zona en donde los vehículos llegan al área, y los dejan estacionados allí. Esto sucede cuando el vehículo requiere del servicio de LAVADO RÁPIDO. Existe horas pico en donde se acumulan los vehículos en esta zona, es por esta razón que puede detener el flujo y desarrollarse cuellos de botella.

La colocación de una nueva bahía de trabajo solo para LAVADOS RÁPIDOS, sin la colocación de elevador, sería una buena opción para evitar el congestionamiento en el área. Esto se puede apreciar en el plano de ANEXOS (ANEXO A11).

2. Zona de llegada de vehículos para lavado completo y express

La zona de llegada para estas actividades son dos: los lugares de estacionamiento que se encuentran en el interior del área de lavado y en el área de recepción de vehículos.

3. Elevadores

En esta zona se realiza el servicio de LAVADO COMPLETO, EXPRESS y en ciertas ocasiones LAVADOS RÁPIDOS. Este último se lo realiza en la zona 1. En la zona 3 al vehículo se lo lava y se pasa diesel, limpieza de interiores con aire, motor, etc.

4. Área de Secado

Una vez que el vehículo pasó por la zona 3, ingresa al área de secado. Allí el lavador utiliza la aspiradora para limpieza de asientos y piso. Aquí también se realiza limpieza de parabrisas, tablero, neumáticos, aros, etc.

5. Área de Control de Calidad

En esta área el asesor de servicio realiza una revisión minuciosa del trabajo que se realizó en el vehículo, evitando así que existan suciedades en el parabrisas, piso, asientos, etc. El objetivo de esta área es el satisfacer las expectativas y requerimientos del cliente para que se sienta satisfecho del servicio que se le brindó.

6. Área de Entrega

En esta zona se colocan los vehículos ya terminados. El personal del área de lavado o el asesor de servicio traslada el vehículo desde el lugar donde fue realizado el servicio hasta esta zona, en espera de que el cliente lo recoja.

6.5. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL ÁREA DE LAVADO

Se debe tomar muy en cuenta los aspectos de seguridad en el área, con el fin de evitar accidentes que puedan distorsionar la integridad tanto del personal que trabaja en el área como de los clientes. Algunas normas de seguridad se especifican a continuación:

- Colocación de carteles o anuncios indicando que el área de lavado trabaja con presiones de aire elevadas. Con esto evitaríamos que los clientes que ingresan al TALLER – ASSA por su vehículo, se acerquen al servicio de lavado.

- Al momento de trasladar los vehículos ya terminados o aquellos que requieran el servicio de lavado, hacerlo sin prisa, ya que puede haber algún choque que afectará tanto la integridad de la persona que traslada el vehículo como del vehículo en sí. Hay que tomar en cuenta que esto puede producir pérdidas económicas a la empresa y la insatisfacción del cliente por su servicio.
- Supervisión adecuada a personal de lavado, asegurándonos de que el trabajo se lo realiza adecuadamente, evitar que exista distracciones entre ellos, ya que por esto, puede ocurrir accidentes como por ejemplo: caídas en el piso por ser resbaladizo, daños irreparables en sentidos como la vista por ingreso de diesel o presión de aire, etc.
- Al momento de algún daño en un elemento eléctrico como interruptores, comunicar inmediatamente al asesor de servicio o Gerente de servicio. Evitar que cualquiera de los lavadores intente arreglarlo, ya que por su labor, se encuentran humedecidos de agua y al ponerse en contacto con corriente eléctrica pueden ocasionar graves accidentes.
- Evitar fumar en el área
- Conferencias a los trabajadores sobre seguridad industrial, su importancia y como puede ser predominante en la prevención de accidentes.
- Aseo periódico de pisos y paredes en el área.
- Uso debido de elementos de protección, como gafas, botas, overall, casco, etc.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS:

1. BURBIDGE, Jhon 1979 Control de la Producción
Ediciones Deusto . Bilbao – España
2. HOPEMAN, Richard 1984 Biblioteca de Administración de la Producción
(TOMO 3).
Ediciones Continental. México D.F. – México
3. MOHAMMAD REZA, Azarang Esfandiari 1996 Simulación y Análisis de
Modelos Estocásticos.
McGRAW-HILL. México D.F. – México
4. NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris 2004 INGENIERÍA
INDUSTRIAL, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo.
Alfaomega. México D.F. - México
5. SCHROEDER, Roger 1983 Administración de Operaciones – Toma de
Decisiones en la función de Operaciones.
McGRAW-HILL. México D.F. - México
6. SPIEGEL, Murray 1970 Teoría y Problemas de ESTADÍSTICA, Serie de
Compendios SHAUM.
McGRAW-HILL. México D.F. – México

7. OIT OFICINA INT. DEL TRABAJO 1982 Introducción al Estudio del Trabajo.

DIRECCIONES ELÉCTRONICAS:

8. <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm>
9. <http://html.rincondelvago.com/ingenieria-de-metodos estudio-de-tiempos-y-movimientos.html>
10. <http://www.comaudi.com/imedicion/crono.php>
11. <http://www.Equipo para estudios tiempos y tipos de medicion.htm>
12. <http://www.manco-alfajarin.com/conveh.html>
13. http://www.autosierra.com.ec/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=42&Itemid=71

A N E X O S

