



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Informe Final del Proyecto de Residencia Profesional

“Estudio de Tiempos en el área de Mantenimiento correctivo y preventivo en Rutas, y determinación de estrategias para la mejora de la Productividad en IMBERA S.A. DE C.V.”

DESARROLLADO POR:

MARÍN GONZÁLEZ TANIA ELIZABETH

No. DE CONTROL: 06270393

ASESOR:

ING. JORGE ARTURO SARMIENTO TORRES

REVISORES:

ING. ALEXIS AGUILAR BRINDIS

ING. ATANACIO HERNÁNDEZ CHAN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 27 de enero de 2011



DIVISION SERVICIOS - SUCURSAL TUXTLA GUTIERREZ
Calz. Francisco Sarabia No. 1000 Col. Terán, C.P. 29050

ASUNTO: CARTA DE LIBERACION DE
RESIDENCIA PROFESIONAL

M.C. ROBERTO CARLOS GARCIA GOMEZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN

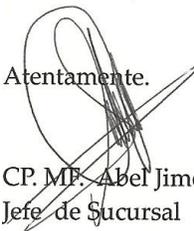
PRESENTE

Por medio de la presente hago constar que: El C. **Tania Elisabeth Marin Gonzalez**, alumno del instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, de la carrera de ingeniería industrial. Ha concluido satisfactoriamente con el proyecto de residencia profesional que le fue asignado.

El proyecto *“Estudio de Tiempos en el area de Mto. Correctivo y Preventivo en ruta, y determinación de estrategias para la mejora de la Productividad en IMBERA, S.A. de C.V.”* fue desarrollado en el proceso de mantenimiento en ruta de la empresa, logrando los objetivos establecidos. En el periodo comprendido del 16 de Agosto al 16 de Enero del año 2011.

Se extiende la presente para fines legales que al interesado convengan, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, chipas, a los 04 días del mes de Febrero del 2011.

Atentamente.


CP. MF. Abel Jiménez Cruz.
Jefe de Sucursal



IMBERA SA DE CV

Carretera México-Tequisquiapan Km. 3.2 Zona Industrial. San Juan del Río, Querétaro C.P. 76800

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1.	13
CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	17
CAPÍTULO 2.	19
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	19
2.1 ANTECEDENTES.....	20
2.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA IMBERA SERVICIOS	22
2.3 MISIÓN	24
2.4 VISIÓN.....	24
2.5 ORGANIGRAMA.....	25
2.6 LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	26
2.7 SERVICIOS QUE OFRECE <i>IMBERA SERVICIOS</i> :.....	27
2.8 SERVICIOS OFRECIDOS EN RUTA: .. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN RUTA 28	
2.8.1 OBJETIVO	28
2.8.2 ALCANCE	28
2.8.3 DEFINICIONES	28

2.8.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR:.....	29
2.8.5 MANTENIMIENTO CORRECTIVO MENOR:.....	29
2.8.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO o REVISIÓN GENERAL:.....	30
2.8.7 RESPONSABILIDADES	30
2.8.8 POLÍTICAS	31
2.8.9 DESCRIPCIÓN; RECEPCIÓN DE REQUERIMIENTOS	32
2.9 INDICADORES DE MEDICIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS EN RUTAS.....	36
2.10 RADIO DE COBERTURA Y TIEMPO ASIGNADO, SUCURSAL TUXTLA.	37
CAPÍTULO 3.	40
MARCO TEÓRICO.....	40
3.1 ESTUDIO DE TIEMPOS.	41
3.1.1 EQUIPO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	41
3.1.2. REQUISITOS DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS EFECTIVO	42
3.1.3 SELECCIÓN DEL OPERADOR QUE SE VA A ESTUDIAR	43
3.1.4 ANÁLISIS DE MÉTODOS Y MATERIALES.....	44
3.1.5. DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS	45
3.2 ESTUDIO DE TIEMPOS MEDIANTE MUESTREO	46
3.2.1 MUESTREO DE TRABAJO	47
3.2.2 TEORÍA DE MUESTREO DE TRABAJO.....	47
3.2.3. TIEMPO BASE.....	54
3.2.4 TIEMPO DE DESCANSO	55
3.2.5 TIEMPO DE EJECUCIÓN Y DE PREPARACIÓN	55
3.2.6 TÉCNICA DE LA TOMA DE TIEMPOS:	56

3.2.7 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS REGISTROS DE LA MEDICIÓN DE TIEMPOS:.....	57
3.3 TIEMPO ESTANDAR.....	59
3.3.1 DEFINICION	59
3.3.2 APLICACIONES DEL TIEMPO ESTÁNDAR	60
3.3.3. VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR.....	61
3.3.4. ¿CÓMO SE CALCULA EL TIEMPO ESTÁNDAR?.....	61
3.4 TIEMPO REAL.....	62
3.4.1 DEFINICIÓN	62
3.5 TIEMPO NORMAL.....	62
3.5.1 DEFINICIÓN	62
3.5.2 GENERALIDADES	62
3.5.3 CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL.....	63
3.6 RITMO DE TRABAJO	64
3.6.1 DEFINICIÓN	65
3.6.2 ESFUERZO	65
3.6.3 FATIGA.....	66
3.7 TIEMPO IMPREVISTO	71
3.7.1 DESCRIPCIÓN.....	71
3.8 SIMULACIÓN.....	71
3.8.1 CONCEPTO	72
3.8.2 CLASIFICACIÓN	73
3.8.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SIMULACIÓN.....	74
3.8.4 METODOLOGÍA	76
3.8.5 ÁREAS DE APLICACIÓN DE SIMULACIÓN.....	77

3.9 DESCRIPCIÓN DE PROMODEL.....	78
3.10 STAT-FIT	80
3.11 MINITAB	80
CAPÍTULO 4.	82
ANÁLISIS Y MEDICIÓN DEL PROCESO ACTUAL.....	82
4.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO EN RUTA	83
4.2 ESTUDIO DE TIEMPOS	84
4.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO	86
4.3.1 CORRECTIVO MAYOR.....	86
4.3.2 CORRECTIVO MENOR.....	89
4.3.3 REVISIÓN GENERAL.....	92
4.4 SIMULACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.....	95
4.2.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS	95
4.2.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	96
4.2.3 VALIDACIÓN DEL MODELO.....	100
CAPÍTULO 5.	108
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA	108
5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	109
5.1.1 EVALUACIÓN EL CORRECTIVO MAYOR	112
5.1.2 EVALUACIÓN DEL CORRECTIVO MENOR.....	115
5.1.3 EVALUACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL	118
5.2 RESULTADOS DE LAS CORRIDAS FINALES DE SIMULACIÓN	120
5.3 PROPUESTAS DE MEJORA.....	122
CAPÍTULO 6.	126
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126

6.1 CONCLUSIONES	127
6.2 RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	129
ANEXOS	131
ABREVIATURAS.....	132

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Descripción de Formatos	34
Tabla 2.2 Indicadores Mensuales de eficiencia	34
Tabla 2.3 Indicadores Promedio Mensual	35
Tabla 2.4 Indicadores T.R	35
Tabla 2.5 Radio de Cobertura	36
Tabla 4.1 Tabla de Westinghouse, Muestreo de Tiempos	84
Tabla 4.2 Datos generales durante el muestreo, en Correctivo Mayor	87
Tabla 4.3 Datos generales durante el muestreo, en Correctivo Menor	90
Tabla 4.4 Datos generales durante el muestreo, en Revisión General	92
Tabla 5.1 Clasificación de Resultados para cada tipo de Servicio en CMY	101
Tabla 5.2 Clasificación de Resultados para cada tipo de Servicio en CMn	103
Tabla 5.3 Clasificación de Resultados para cada tipo de Servicio en R.G	106
Tabla 5.4 Datos arrojados por STAT-FIT	107
Tabla 5.5 Corridas Piloto para el servicio de Correctivo Mayor	111
Tabla 5.6 Corridas Piloto para el servicio de Correctivo Menor	112
Tabla 5.7 Corridas Piloto para el servicio de Revisión General	113
Tabla 5.8 Promedios de las cantidades y tiempos de las corridas	114
Tabla 5.9 Datos para la validación	115
Tabla 5.10 Determinación del número de corridas	118
Tabla 5.11 Resultados de las 15 corridas	120
Tabla 5.12 Monto de Rendimiento por servicios realizados	120

Lista de Figuras

Figura 2.1 Organigrama general de la empresa	23
Figura 2.2 Macro y Micro Localización	24
Figura 2.3 Mapa de Chiapas	37
Figura 3.1 Diagrama de Flujo del Sistema de Servicio	70
Figura 5.1 Modelo de operación en Rutas	95
Figura 5.2 Locaciones	109
Figura 5.3 Entidades	110

Lista de Gráficas

Gráfica 4.1 Correctivos Mayores que se realizaron semanalmente, en el mes de Agosto	85
Gráfica 4.2 Correctivos Mayores que se realizaron semanalmente, en el mes de Septiembre	86
Gráfica 4.3 Gráfica General de Correctivo Mayor por tipo de servicio	87

Gráfica 4.4 Correctivos Menores que se realizaron semanalmente, en el mes de Agosto	88
Gráfica 4.5 Correctivos Menores que se realizaron semanalmente, en el mes de Septiembre	88
Gráfica 4.6 Gráfica General de Correctivo Menor por tipo de servicio	89
Gráfica 4.7 Revisiones Generales que se realizaron semanalmente, en el mes de Agosto	91
Gráfica 4.8 Revisiones Generales que se realizaron semanalmente, en el mes de Septiembre	91
Gráfica 4.9 Gráfica General de Revisiones Generales por tipo de servicio	92
Gráfica 5.1 Etapa de Preparación	96
Gráfica 5.2 Etapa de Trabajo de Mantenimiento	97
Gráfica 5.3 Porcentaje de Servicios	98
Gráfica 5.4 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Evaporador	99
Gráfica 5.5 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Compresor	99

Gráfica 5.6 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Sistema Tapado	100
Gráfica 5.7 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Fuga de gas	100
Gráfica 5.8 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Puerta/Imagen	102
Gráfica 5.9 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Sistema de Control	102
Gráfica 5.10 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Sistema Eléctrico	103
Gráfica 5.11 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Falso contacto	104
Gráfica 5.12 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Sin uso de Material	104
Gráfica 5.13 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Revisión General	105
Gráfica 5.14 Tiempos tomados en Minutos para el servicio de Ajuste de componentes	105

INTRODUCCIÓN

El mundo laboral en que vivimos se ha vuelto más exigente, la competitividad y calidad, abarcan cada vez más el mercado, por ello las empresas se han visto en la obligación de crear planes estratégicos para optimizar los recursos con que cuentan, desde el capital, tiempo, mano de obra, por mencionar las más importantes.

Tener un buen margen productivo, mantener los estándares de calidad y cumplir a los clientes con las expectativas que ellos desean, son aspectos importantes que toda organización, empresa o industria buscan cumplir para llegar al éxito de la misma, y en este proyecto hablaremos de la empresa REPARE (Imbera S.A. de C.V.)

REPARE cuyo giro empresarial es la prestación de servicios de mantenimiento de refrigeración, teniendo un gran prestigio al pertenecer a la familia de FEMSA EMPAQUES, actualmente se encuentra en un rango alto competitivo, la calidad y eficiencia que los distingue, son factores que ayudan al crecimiento de esta. Sin embargo la empresa no es inmune a los obstáculos o problemas que puedan llegar a sorprender a la organización.

El siguiente proyecto se realizó en el área de Mantenimiento en Rutas de la empresa IMBERA S.A. de C.V. sucursal Tuxtla Gutiérrez, a fin de proporcionar Tiempos de Servicios idóneos para cubrir la demanda, respetando los indicadores establecidos por la empresa, los cuales justifiquen el índice de productividad. Se llevó a cabo un Estudio de Tiempos para cada tipo de servicio que se brinda en Ruta y con ayuda del software ProModel se encontraron tiempos y rendimiento por técnico, mostrando que la empresa tiene grandes oportunidades de superarse a sí misma,

Al ser aplicado la simulación, los resultados que se obtuvieron fueron significativos, pues se le puede explicar con más detalle al trabajador, el tiempo en que se debe de realizar cada servicio.

Para lograr los objetivos planteados, el proyecto se estructura de la siguiente manera:

Capítulo 1: En este capítulo se muestra la caracterización del proyecto, los objetivos, hipótesis, marco legal, justificación, los alcances y limitaciones. A fin de entender el planteamiento del proyecto y que esperamos de este.

Capítulo 2: Es importante conocer los métodos y la manera en que labora la empresa, dentro de este capítulo se explica a detalle la descripción de la empresa, desde los antecedentes, indicadores, servicios que maneja, radio de cobertura, entre otros aspectos que hacen de esta una empresa de reconocimiento a nivel mundial.

Capítulo 3: Se especifica el fundamento teórico para desarrollar el proyecto, los conocimientos que se necesitan son los siguientes: estudio de tiempos(Ingeniería de Métodos), estadística básica, métodos de muestreo, tener bien definido los conceptos que incurren en el desarrollo de un análisis estadístico, análisis de conjuntos de datos, así también se proporcionan los conocimientos básicos de los programas STAT-FIT y MINITAB, con el propósito de realizar los análisis de distribución y comparación de muestras, correspondientemente de forma rápida y precisa.

Capítulo 4: Análisis y Medición del proceso actual, debemos de tener definido como se encuentra la empresa y en que partes de ella está el problema a seguir, analizar, conocer un porqué de la situación, valorar detalles y poner en marcha los métodos elegidos previamente.

Capítulo 5: Análisis de Resultados y Propuestas de Mejora, se mostraran los resultados obtenidos se valoran los puntos críticos que se detectan con las corridas de simulación y con base a estos se proponen alternativas de mejora, para efectos de este proyecto de residencia, se plantean las mejoras, se evalúan en el modelo de simulación, se registran y analizan los resultados, la implementación en el sistema real queda a disposición de la empresa, debido al tiempo que se tiene para el desarrollo de este proyecto.

El capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones, en este capítulo se concretan los resultados finales del proyecto, se da a conocer los beneficios que se obtienen en el sistema y se diagnostica que tan bueno es utilizar herramientas para analizar procesos.

CAPÍTULO 1.

**CARACTERIZACIÓN DEL
PROYECTO**

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Continuamente las empresas buscan alcanzar un índice alto de productividad, pero que pasa cuando este se encuentra ya establecido.

El problema encontrado, fue que la empresa no cuenta con un Indicador de tiempo para la duración del servicio en Ruta, esto conlleva a un descontrol de tiempos y que no se alcance el índice de productividad, debido a que cada servicio está clasificado por tipos, es por ello que en este proyecto se propondrán tiempos establecidos por el Estudio de Tiempos.

Imbera S.A de C.V División Servicios (REPARE), surge como una necesidad de cubrir en forma integral los servicios a equipos y sistemas de refrigeración que requerían las embotelladoras; así como, la atención de las garantías de los equipos de refrigeración fabricados en la planta de Imbera SERVICIOS.

Repare cuenta con los siguientes servicios a sus clientes:

- a) Instalación de enfriadores en el punto de Venta.
- b) Programas de mantenimiento preventivo.
- c) Servicios de Mantenimiento correctivo en el punto de venta.
- d) Actualización de Imagen a los enfriadores.
- e) Equipamiento integral del punto de venta.
- f) Censos de los puntos de venta.
- g) Pólizas de Mantenimiento.
- h) Como respaldo a los servicios proporcionados se cuenta con un sistema para el manejo de la base de datos de los equipos, los servicios y de los detallistas.
- i) Un Call Center que agiliza el tiempo de respuesta en la atención de los detallistas y el control de los servicios proporcionados.

Es importante recalcar, que Imbera SERVICIOS cuenta con un “Centro de capacitación permanente” para la formación de técnicos, “Un Manual de operaciones” que norma el comportamiento de estos y “Un Sistema de aseguramiento de la Calidad de los Servicios” que permite detectar la percepción del detallista respecto del servicio que se le proporciona.

La empresa tiene como principal cliente a COCA COLA, el cual exige requerimientos específicos que debe cumplir Imbera SERVICIOS para seguir contando con el apoyo mensual por productividad. La cantidad que se exige diariamente es de 4.5% servicios en Ruta, por técnico.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un proyecto en el cual, se puedan justificar y validar los lineamientos para proporcionar servicios de mantenimiento preventivo a enfriadores en ruta dentro de la empresa Imbera. Con el uso del equipo Hand Held para el monitoreo del servicio, y con el apoyo de la metodología de Estudios de Tiempo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Alcanzar la productividad diaria del mantenimiento correctivo y preventivo dentro del servicio de Rutas que la empresa tiene establecida.
- Justificar mediante el método el estudio de Tiempos, como se logró alcanzar dicha productividad.
- Establecer estrategias para optimizar los tiempos del mantenimiento en Rutas.
- Realizar un programa de simulación en **ProModel** para las Rutas de Mantenimiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Imbera SERVICIOS sucursal Tuxtla Gutiérrez, es una empresa que brinda servicios de Mantenimiento preventivo y correctivo a equipos de refrigeración fabricados por la misma, buscando una productividad óptima e idónea, que satisfagan las necesidades establecidas por los clientes.

Por ello se realizará un estudio de Tiempos detallado, analizaremos y mediremos los tiempos que el operario necesita para realizar los mantenimientos en Rutas. Con esto se espera establecer tiempos determinados en esta área, los cuales favorezcan y se apeguen a los estándares de Productividad.

Al llevarse a cabo dicho estudio, se identificarán factores que afectan el logro de la productividad establecida en los servicios de Ruta; y así hacer propuestas de mejora para esta área, implantar las que mejor se adecuen al sistema de trabajo y alcanzar la meta establecida.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

Este proyecto pretende justificar y alcanzar la productividad establecida diariamente en el área de mantenimiento correctivo y preventivo en Rutas, esto se elaborará con el apoyo del personal administrativo y de los técnicos de esta área. Se utilizara el estudio de Tiempos, para detectar el declive del mismo, analizaremos la situación actual y propondremos mejoras para la optimización de Tiempos. Además se obtendrán valores para la determinación del tiempo en que se deberán realizar dichos mantenimientos con el fin de alcanzar la meta deseada.

Para lograr un estudio confiable, las cifras y los datos obtenidos dentro de este. Serán llevados al programa de simulación ProModel, así sabremos que el índice de productividad es correcto y que el tiempo es el idóneo.

Debemos entender que no se sabe con certeza como son las condiciones en las que ellos laboran, ya que se encargan de dar mantenimiento en punto de Venta, la limitante que encontramos es el ambiente y los lugares donde ellos lleguen a dar el Servicio. A veces no son los óptimos para el desempeño laboral.

Otra limitante poderosa es el Factor humano. Existen dos elementos con los que regularmente nos encontramos al hablar de Factor humano:

1. Como la resistencia al cambio y
2. Cohibición al observarlos trabajar.

Debemos entender que el desempeño de los técnicos es de gran relevancia para los estudios a realizar, ya que de ellos depende el buen funcionamiento de la

empresa y que se logren obtener los resultados deseados o ya establecidos. Por ello debemos crear un ambiente agradable y de confianza entre técnico y analista.

CAPÍTULO 2.

**ASPECTOS GENERALES DE LA
EMPRESA**

2.1 ANTECEDENTES.

La historia de FEMSA ha estado enmarcada en dos objetivos básicos, la generación del valor económico y social. Desde su origen, en 1980, se ha mantenido a la vanguardia de la industria de bebidas, a través de la innovación constante, un eficiente desempeño, un sólido crecimiento, además de ser pioneros en el establecimiento de programas orientados al desarrollo del personal, de las comunidades donde operan y de respeto al medio ambiente.

FEMSA Empaques es parte del grupo de bebidas más grande de México, el GRUPO FEMSA, que está integrado por tres divisiones, que son: Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, Coca-Cola FEMSA y Negocios Estratégicos. Dentro de la división de Negocios Estratégicos se encuentran: Femsa Empaques, Tiendas OXXO y Femsa Logística.

Femsa Empaques se diferencia con sus clientes por ser un proveedor confiable que ofrece una extensa gama de Empaques.

MISIÓN FEMSA

Respaldar las estrategias comerciales de sus clientes con productos y servicios que les ofrezcan una ventaja competitiva en su mercado.

VISIÓN FEMSA

Ser reconocidos por sus clientes como la empresa más confiable que a través de sus productos y servicios, genera la mayor propuesta de valor disponible de empaque.

SE CONFORMA POR:

-  FAMOSA
-  SIVESA
-  SISA
-  IMBERA
-  TPM

Esta es la forma en que la empresa ha logrado convertirse en líder de bebidas en México y Latinoamérica, así como trascender ante sus accionistas, colaboradores y su comunidad.

Imbera Servicios S.A de C.V fabrica todo tipo de enfriadores comerciales de la más alta calidad para satisfacer las necesidades de la industria de bebidas, alimentos y productos de consumo.

La orientación del negocio consiste en atender diferenciadamente a los clientes, ofreciendo ventajas competitivas enfocadas a manejar los menores consumos de energía, equipos ecológicos espumados con ciclopentano y los menores costos de operación del mercado.

Actualmente cuenta con una amplia variedad de modelos de enfriadores comerciales que cubren cualquier necesidad que se presente en el mercado, siendo una empresa de clase mundial, líder en su ramo en el mercado nacional y de América Latina.

Imbera Servicios S.A de C.V antes Vendo de México, nace en el año de 1941 en la Cd. de México. En 1945 los hermanos Montiel, compran la empresa denominándole: *Industrias Montiel*.

Entre otros proyectos inician con la fabricación de cafeteras y hieleras, aquí es en donde por primera vez se inicia lo relacionado con la refrigeración.

En los años 60's los hermanos Montiel ven la necesidad de seguir mejorando sus procesos y tecnología. Buscan la asociación con alguna empresa norteamericana líder de refrigeración de aquellos momentos, es cuando se asocian con Vendo Company de Estados Unidos, pensando en el nacimiento de una nueva empresa que su principal productos serán los refrigeradores comerciales, esta empresa se creó y su denominación fue Vendo and Montiel.

Para el año de 1970 la empresa Moctezuma se interesa en Vendo and Montiel, comprándole su parte a Montiel.

Imbera S.A de C.V antes Vendo de México, división servicios, originalmente constituida en 1981 como "Refrigeración, partes y repuestos S.A" (REPARE), surge como una necesidad de cubrir en forma integral los servicios a equipos y sistemas de refrigeración que requerían las embotelladoras, así como la atención

de las garantías de los equipos de refrigeración fabricados en la planta de Imbera Servicios S.A de C.V.

En 1984, la empresa sufre otro cambio de domicilio quedando sus nuevas instalaciones en Tacubaya-Santa Fe, para esas fechas el grupo FEMSA compra a cervecera Moctezuma, adquiriendo indirectamente a Imbera Servicios S.A de C.V, de esta manera la asociación de Cuauhtémoc y Moctezuma genera la necesidad de continuar fabricando para promover sus productos, siendo hasta 1999 que cierra sus puertas en Tacubaya-Santa Fe ya que inauguró su nueva planta Imbera Servicios S.A de C.V en 1998 en la ciudad de San Juan del Río, Querétaro, obteniendo como beneficios el estar situada al lado de su empresa hermana Plásticos Técnicos Mexicanos.

El 29 de septiembre del 2009, FEMSA lanza Imbera, compañía productora de enfriadores comerciales que crea un nuevo estándar en la industria, debido a que incorporan tecnología de punta desarrollada por la empresa, que genera la más alta eficiencia de operación y bajo consumo de energía en este tipo de equipos a nivel mundial

2.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA IMBERA SERVICIOS

Introducción.

Constituida en 1981, surge por la necesidad de cubrir en forma integral los servicios a equipos de refrigeración que requiere el mercado de bebidas y alimentos.

Siendo una organización que se dedica a la prestación de servicios de mantenimiento integral, instalación de equipo de refrigeración y venta de refacciones.

Somos protagonistas de una de las grandes reorganizaciones sociales del mundo: la globalización. Esta transformación es preciso afrontarla con cambios no solo a nivel macro si no al micro organizacional, operar adecuadamente y lograr las metas en corto, mediano y largo plazo.

Por lo que para asegurar la satisfacción de nuestros clientes mejoramos nuestros procesos de operación, destinando y proporcionando los recursos necesarios, así

como la capacitación del personal para hacerlo más competitivo en el desarrollo de sus actividades. En este sentido la alta dirección avala la implantación de los Sistemas de Gestión de la Calidad de acuerdo con los requerimientos de la norma ISO 9001:2008 con la finalidad de impulsar la mejora continua y el desarrollo organizacional haciendo *Imbera SERVICIOS* una organización de alto desempeño.

Generalidades.

La adopción de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) para *Imbera SERVICIOS* ha sido una decisión estratégica por lo que su diseño e implementación están influenciados por:

- a) Su entorno organizativo, cambios en ese entorno y los riesgos asociados con ese entorno.
- b) Sus necesidades cambiantes.
- c) Sus objetivos particulares.
- d) Los servicios que proporciona.
- e) Los procesos que emplea.
- f) Su tamaño y la estructura de la organización.

En consecuencia, la adopción de un Sistema de Gestión de la Calidad, basado en la norma de requisitos ISO 9001:2008 y tomando como documentos de referencia las normas ISO 9000:2008; ISO 9004:2000; ISO 19011:2002 e ISO/TR 10013:2002, tiene como finalidad simplificar y establecer lineamientos internos bajo los cuales es controlada la prestación de nuestros servicios, convirtiéndose así en una decisión estratégica, pues en su cumplimiento convergen el incremento de la satisfacción de nuestros clientes, el avance en el desarrollo competitivo del mercado de la refrigeración y el bienestar de los trabajadores de *Imbera SERVICIOS*.

A través de la determinación y administración de las diversas actividades que se realizan en *Imbera SERVICIOS*, se pueden utilizar y gestionar aquellos recursos, que permitirán que los elementos de entrada se transformen en resultados o salidas de los procesos, y en algunos casos, estos resultados constituyen directamente el elemento de entrada de los procesos.

2.3 MISIÓN

Ofrecer servicios a nuestros clientes en la administración de su parque frío y mantenimiento integral en el punto de venta.

2.4 VISIÓN

Ser la empresa líder en América en la administración de la cadena de frío mantenimiento integral en el punto de venta, excediendo las expectativas de nuestros clientes.

2.5 ORGANIGRAMA

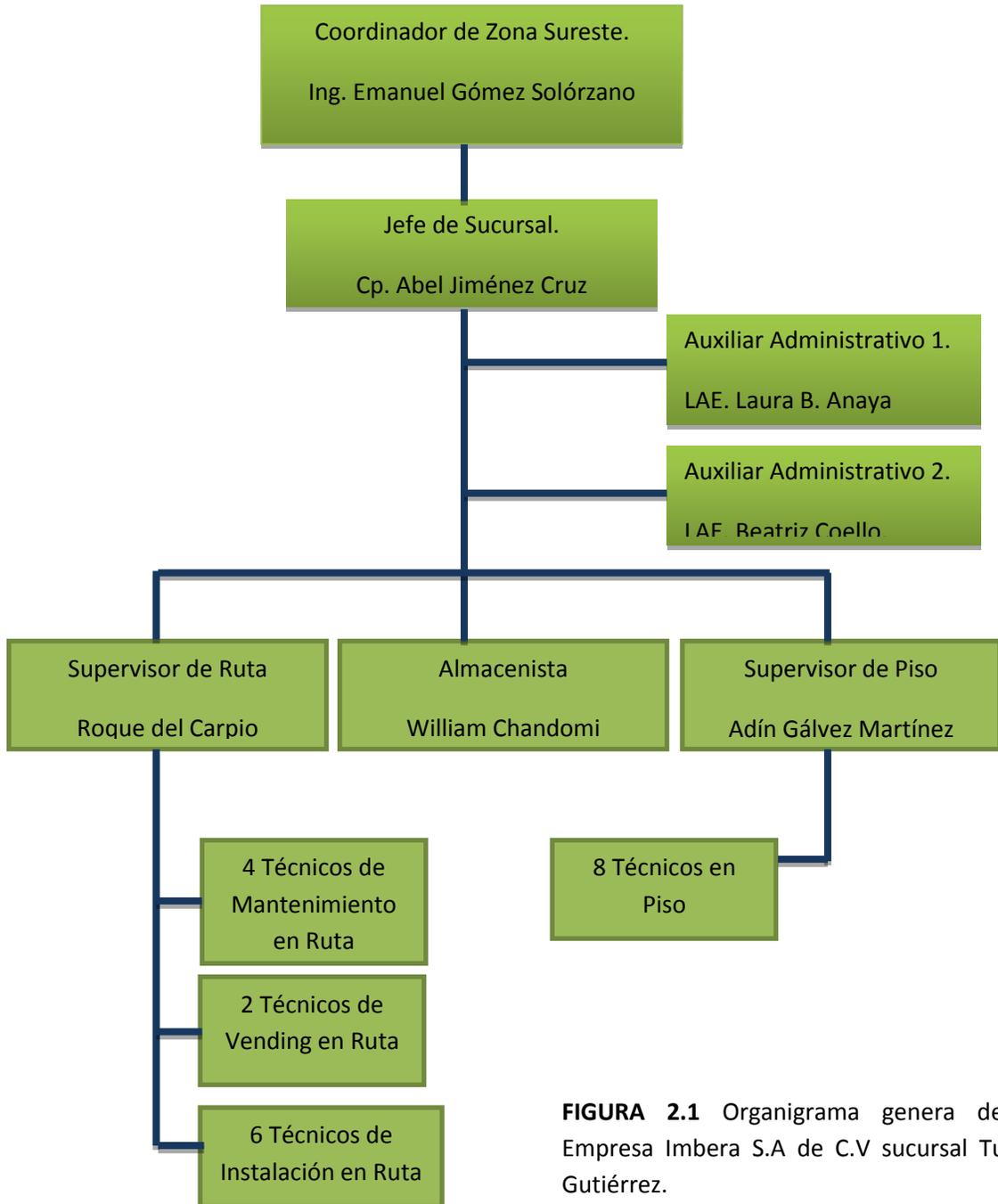


FIGURA 2.1 Organigrama general de la Empresa Imbera S.A de C.V sucursal Tuxtla Gutiérrez.

2.6 LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

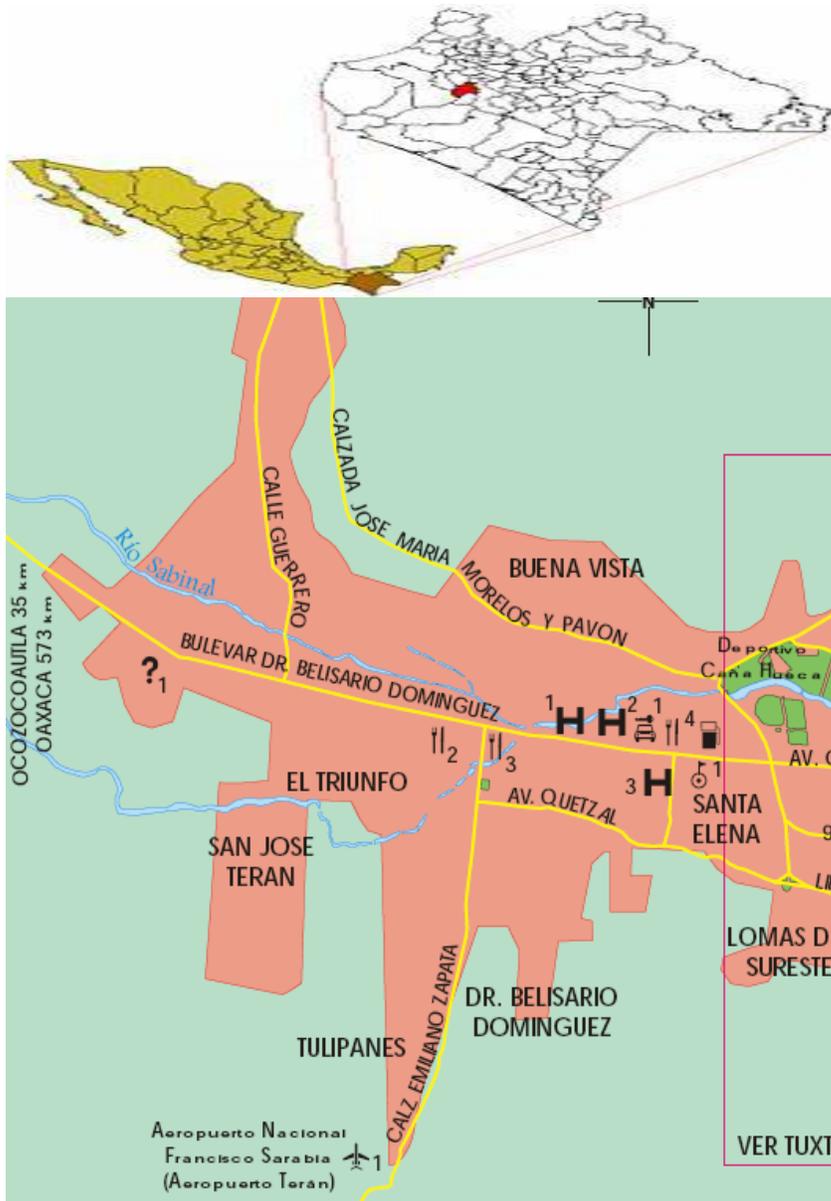


FIGURA 2.2. Macro y Micro localización. Acercamiento del mapa de la localización de Imbera S.A de C.V, sucursal Tuxtla Gutiérrez.

2.7 SERVICIOS QUE OFRECE *IMBERA SERVICIOS*:

IMBERA SERVICIOS S.A de C.V sucursal Tuxtla Gutiérrez ofrece a sus clientes el servicio de rehabilitado de enfriadores, la reparación de enfriadores se realiza a equipos fabricados por la misma empresa pero en otras sucursales dentro del país.

Los servicios ofrecidos para la rehabilitación de enfriadores son 6 de acuerdo a las necesidades de cada equipo:

- 1) Preventivo: Este servicio consiste en el lavado del equipo sin realizar ningún cambio de material.
- 2) **Correctivo Menor en sucursal y punto de Venta:** Consiste en el lavado del equipo, incluyendo algún cambio de accesorios que no se encuentren dentro del kit de refrigeración. En el punto de Venta, se realiza una breve limpieza exterior y también algún cambio de accesorio dependiendo la necesidad del enfriador.
- 3) Correctivo Menor con Pintura: Este servicio consiste en el lavado, cambio de algún accesorio del equipo que no se encuentre dentro del kit de refrigeración y un kit de pintura en piso; Louver y copete.
- 4) **Correctivo Mayor en sucursal y punto de Venta.** También se realiza un lavado al equipo en piso, y en el punto de venta una breve limpieza externa. Se procede a los cambios de algunas refacciones dentro y/o fuera del kit de refrigeración.
- 5) Correctivo Mayor con Pintura: Después del cambio de refacciones según la necesidad del equipo, se procederá al kit de pintura en piso, Louver o copete según sea requerido.
- 6) Remozado: En este servicio se realizan cambios de refacciones dentro y fuera del kit de refrigeración, por último se pinta todo el equipo.

2.8 SERVICIOS OFRECIDOS EN RUTA: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN RUTA

2.8.1 OBJETIVO

Establecer los lineamientos para proporcionar servicios de mantenimiento correctivo y preventivo a enfriadores en ruta con el uso del equipo hand held para el monitoreo del servicio.

2.8.2 ALCANCE

Aplica a las sucursales que proporcionan el servicio de mantenimiento correctivo y preventivo a enfriadores en el punto de venta.

2.8.3 DEFINICIONES

Servicios complementarios: son los servicios reportados por el cliente el mismo día y que se asignan al técnico para su realización.

Sistema PS8: Sistema informático utilizado para la administración y control del servicio al cliente.

Interface: Transferencia de los archivos con la información relacionada de los servicios a realizar en las sucursales correspondientes.

2.8.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR:

Es cuando se abra el sistema de refrigeración, incluye la revisión general al equipo, mantenimiento preventivo y consiste en la reparación y/o cambio de alguno o algunos de los siguientes elementos:

- Compresor (Deshidratador, capilar, barrido y carga de gas refrigerante)
- Condensador y evaporador
- Eliminación de fugas.
- Sistema Tapado.
- Desbloqueo de evaporador

2.8.5 MANTENIMIENTO CORRECTIVO MENOR:

Es cuando no se abra el sistema de refrigeración, incluye la revisión general al equipo, mantenimiento preventivo y consiste en la reparación y/o cambio de alguno o algunos elementos, tales como:

1. Puerta/Imagen.
 - a. Louver
 - b. Empaque
 - c. Acrílico
 - d. Puerta
2. Sistema de Control.
 - a. Cif
 - b. Condensador
 - c. Evaporador
3. Sistema Eléctrico.
 - a. Cable de servicio
 - b. Balastro
 - c. Lámpara
 - d. Moto protector
 - e. Capacitor
4. Sistema de Condensación.
 - a. Tubo de desagüe

- b. Charola de condensación
- c. Manguera

Por mencionar algunos de ellos.

2.8.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO o REVISIÓN GENERAL:

Es a solicitud del cliente y consiste en la revisión de partes eléctricas y mecánicas:

- Limpieza, lubricación y ajustes de componentes.
- Verificación de las condiciones de operación del equipo.
- Orientación al detallista en el cuidado y mantenimiento del equipo.

Transmisión Local: Transferencia de datos que se realiza a la hand held, en la cual se requiere estar presencialmente en la sucursal para poder realizarla, se necesita una conexión por medio blue thooth y la hand held.

Transmisión Remota: Transferencia de datos que se realiza a la hand held, vía internet. (No se necesita estar presencialmente en la sucursal).

Hand Held: Ordenador portátil para diversas aplicaciones, que puede ser llevado a cualquier parte mientras se utiliza.

Realización del servicio con uso de hand held: Realización del servicio monitoreado con el uso de hand held.

Realización del servicio con orden física: Realización del servicio con impresión física de orden de servicio y monitoreo vía teléfono o radio.

2.8.7 RESPONSABILIDADES

Cliente: Solicitar y proporcionar la información necesaria para realizar el mantenimiento correctivo y preventivo a los enfriadores.

Detallista: Proporcionar el acceso a sus instalaciones para la realización del mantenimiento correctivo y/o preventivo al enfriador que tiene a su cargo.

Auxiliar Administrativo: Bajar la información del sistema de las órdenes de servicio y administrar la(s) orden(es) de servicio.

Jefe de Sucursal: Retroalimentar al personal de la sucursal de las necesidades y compromisos con el Cliente, administrar adecuadamente los recursos humanos y financieros de la sucursal, revisar y analizar los reportes generados por la realización de servicios de movimiento de equipos, dar a conocer los indicadores.

Supervisor: Asignar, controlar y auditar la ejecución de los servicios de mantenimiento correctivo y preventivo a enfriadores a través de las F01-OP Orden(es) de Servicio y canales de comunicación establecidos. Verificar que el personal cumpla con los requisitos de seguridad y presentación. Revisar y autorizar el F01-PJAb06 Vale múltiple de material. Realizar auditorías al servicio en punto de venta aplicando lo descrito en el procedimiento **PCC04 Auditoria** al servicio.

Auditor de Calidad de Zona: Realizar auditorías al servicio en Punto de Venta aplicando lo descrito en el procedimiento **PCC04 Auditoria** al servicio.

Técnico: Realizar el mantenimiento correctivo y preventivo a los enfriadores asignados en tiempo y forma en el punto de venta, recabar la información necesaria para el proceso administrativo de captura, utilizar el equipo de protección personal, revisar que el equipo de medición este calibrado; cuidar los insumos que se otorgan a su responsabilidad para la realización de sus actividades (cuidado del vehículo, herramientas, uniformes, materiales, equipo de comunicación).

Almacenista: Proporcionar el material requerido por los Técnicos y mantener el stock autorizado en el almacén a su cargo.

2.8.8 POLÍTICAS

Debido a las necesidades del cliente se implementan dos procesos para la administración y monitoreo de la orden del servicio, una con el uso de **hand held**

(visualización electrónica de los datos de la orden de servicio y transferencia de información) y por medio de impresión física de orden de servicio.

Queda estrictamente prohibido el uso de refacciones de equipos nuevos, terminados o en proceso para la realización de servicios en punto de venta. Será el almacén quien debe proveer refacciones para la atención de estos servicios.

2.8.9 DESCRIPCIÓN; RECEPCIÓN DE REQUERIMIENTOS

Cliente

- Solicita el servicio vía Sistema PS8 (interfase), e-mail o fax.

Auxiliar Administrativo

- Recibe solicitud del servicio en Sistema PS8 (PRE CARGA), e-mail o fax.

Nota: Algunos servicios deben ser precargados manualmente en sistemas PS8.

2.8.9.1 REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- Por medio de orden de servicio impresa.

Auxiliar Administrativo

- Imprime la F01-OP Orden (es) de Servicio_ya con los datos necesarios para realizar el servicio o se comunica vía telefónica con el técnico.
- El técnico recibe la F01-OP Orden (es) de Servicio impresa.
- Por medio de Hand Held.

Supervisor / Auxiliar Administrativo

- Se crea Archivo de Transmisión de OS en PS8

Auxiliar Administrativo

- Realiza transmisión de datos a los Técnicos.
- De manera remota.
- De manera local.

Técnico

- Recibe en la Hand Held los datos necesarios para realizar el servicio en el punto de venta.
- Valida la información y materiales en su stock para realizar el servicio en el punto de venta.
- ¿Cuenta con los materiales para realizar el servicio en el punto de venta?
 - No, informa al Auxiliar administrativo y/o Supervisor de la falta de los materiales.
 - ¿Los materiales se encuentran en el almacén de la Sucursal?
 - Si, aplica lo descrito en el procedimiento PJA06 Surtimiento a Técnico.
 - No, se aplica lo descrito en el procedimiento PJA02 Surtimiento de materiales.
 - Si, acude al punto de venta para realizar el servicio.

NOTA: Cuando el técnico acuda al punto de venta con la información cargada en la Hand Held debe realizar la apertura de la orden de servicio en esta para registrar la hora de inicio del servicio.

- Repara la falla reportada. Ver I01-PSJu02 Reparación de enfriadores en Ruta.
- Registra la información del servicio en la Hand Held o F01-OP Orden (es) de Servicio o Hand Held.

NOTA: En caso de que el cliente no quiera firmar de conformidad, se anota en la o F01-OP Orden (es) de Servicio o Hand Held.

- Notifica la realización del servicio:
- Con uso de o F01-OP Orden (es) de Servicio impresa, informa vía radio al auxiliar administrativo la conclusión del servicio y proporciona la siguiente información:
 - Número de reporte
 - Razón Social
 - Hora de inicio y termino del mantenimiento

- Actividades realizadas de acuerdo al DA001-OP Manual de servicio y fallas Refrigeración y Vending.

NOTA: En caso de estar en una zona donde no exista sistema de comunicación, es responsabilidad del técnico continuar los servicios planeados y comunicarse inmediatamente cuando sea posible.

Auxiliar Administrativo

- Recibe información de la terminación del servicio y registra en formato libre y/o captura en sistema PS8.

Técnico

- Con uso de Hand Held, valida la información de los materiales utilizados en la realización del servicio y transmite la información registrada.

Auxiliar Administrativo

- Visualizar en PS8 página Monitoreo de Orden de Servicio y valida la información.

2.8.9.2 ENTREGA DE ORDEN DE SERVICIO (IMPRESA)

TÉCNICO

- Entrega las F01-OP Orden (es) de Servicio al supervisor y materiales (etiquetado con la F01-PJAb05 Garantía) al almacenista. Ver procedimiento PJAb06 Surtimiento a Técnicos.

Supervisor

- Recibe F01-OP Orden (es) de Servicio, las clasifica por tipo de servicio (correctivo, garantía, póliza, facturable por cliente). Registra en F01-OP Orden (es) de Servicio y verifica la siguiente información.
 - El total de F01-OP Orden (es) de Servicio debe coincidir con las registradas en el F01-PJSu02 Asignación de Rutas.
 - Todos los campos que apliquen deben estar debidamente requisitados.
 - El material utilizado debe corresponder a la falla atendida.

- Autoriza (firma) las F01-OP Orden (es) de Servicio y entrega al auxiliar administrativo.

NOTA: Para rastreabilidad del servicio (tipo de servicio, distribuidora, TR, etc.) se consultara la información en el sistema PS8.

Auxiliar Administrativo

- Recibe las F01-OP Orden (es) de Servicio de los servicios realizados y captura información en el sistema PS8.

2.8.9.3 CIERRE DE ORDEN DE SERVICIO

Auxiliar Administrativo

- Realizar la conciliación de materiales. (PJAb06 Surtimiento a Técnico).
- Cierra la orden de servicio en sistema PS8.

NOTA: En caso de no ser atendidos los servicios, se les asignara al día siguiente.

Supervisor:

- Realiza las auditorías al servicio. (PCC04 Auditoria al servicio).

2.8.9.4 DESCRIPCIÓN DE FORMATOS.

Código	Nombre	Responsable
F01-OP	Orden de servicio	Supervisor
F03-OP	<i>Etiqueta de Servicio</i>	Técnico
F01-PJSu02	Asignación de ruta	Supervisor y técnico
F01-I01-PJSu01	Etiqueta de vista	Técnico
F01-PJAb05	Garantía	Almacenista
F01-PJAb06	Vale múltiple de material	Almacenista

Tabla 2.1. Tabla de Descripción de Formatos

2.9 INDICADORES DE MEDICIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS EN RUTAS.

La empresa cuenta con indicadores específicos los cuales detallan el rango en que se debe mantener la productividad, estos se mostraran a continuación:

INDICADORES PROMEDIO MENSUAL DE EFICIENCIA					
Sucursales	Reincidencias	T.R Local	T.R Foráneo	T.R Rural	Auditoria al Servicio
Sureste	3%	60%	80%	95%	8

Tabla 2.2. Tabla de Indicadores Mensuales de eficiencia.

INDICADORES PROMEDIO MENSUAL	
Sucursales	Productividad
Tuxtla Gutiérrez	4.5

Tabla 2.3 Tabla de Indicadores Promedio Mensual.

INDICADOR DE TR			
Zona	T.R Local	T.R Foráneo	T.R Rural
Sureste	24 Hrs.	36 Hrs.	72 Hrs.

Tabla 2.4 Tabla de Indicadores de Tiempo de Respuesta (T.R)

2.10 RADIO DE COBERTURA Y TIEMPO ASIGNADO, SUCURSAL TUXTLA.

RADIO COBERTURA 2010 SUCURSAL TUXTLA				
DISTRIBUIDORA	MUNICIPIO	ZONA	KMS	TR
TUXTLA GUTIERREZ	TUXTLA GUTIERREZ	LOCAL	0-25	24 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	SAN FERNANDO	LOCAL	0-25	24 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	SAN FERNANDO	FORANEO	25-75	36 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	BERRIOZÁBAL	LOCAL	0-25	24 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	BERRIOZÁBAL	FORANEO	25-75	36 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA	FORANEO	25-75	36 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	OCOZOCOAUTLA DE ESPINOSA	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	SUCHIAPA	LOCAL	0-25	24 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	SUCHIAPA	FORANEO	25-75	36 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	CHIAPA DE CORZO	LOCAL	0-25	24 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	CHIAPA DE CORZO	FORANEO	25-75	36 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	ACALA	FORANEO	25-75	36 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	ACALA	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	CHIAPILLA	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	SAN LUCAS	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	JUÁREZ	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	FRANCISCO LEÓN	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	TECPATÁN	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	COPAINALÁ	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	CHICOASÉN	FORANEO	25-75	36 Hrs.

TUXTLA GUTIERREZ	COAPILLA	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	OCOTEPEC	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	EL BOSQUE	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	LA LIBERTAD	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	LA INDEPENDENCIA	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	LA CONCORDIA	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	ÁNGEL ALBINO CORZO	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	MONTECRISTO DE GUERRERO	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	CINTALAPA			
TUXTLA GUTIERREZ	JIQUIPILAS	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	VILLA FLORES	FORANEO	25-75	36 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	VILLA FLORES	RURAL	75 mas	72 Hrs.
TUXTLA GUTIERREZ	VILLA CORZO	RURAL	75 mas	72 Hrs.

Tabla 2.5 Tabla de Radio Cobertura y Tiempo asignado 2010, sucursal Tuxtla Gutiérrez.

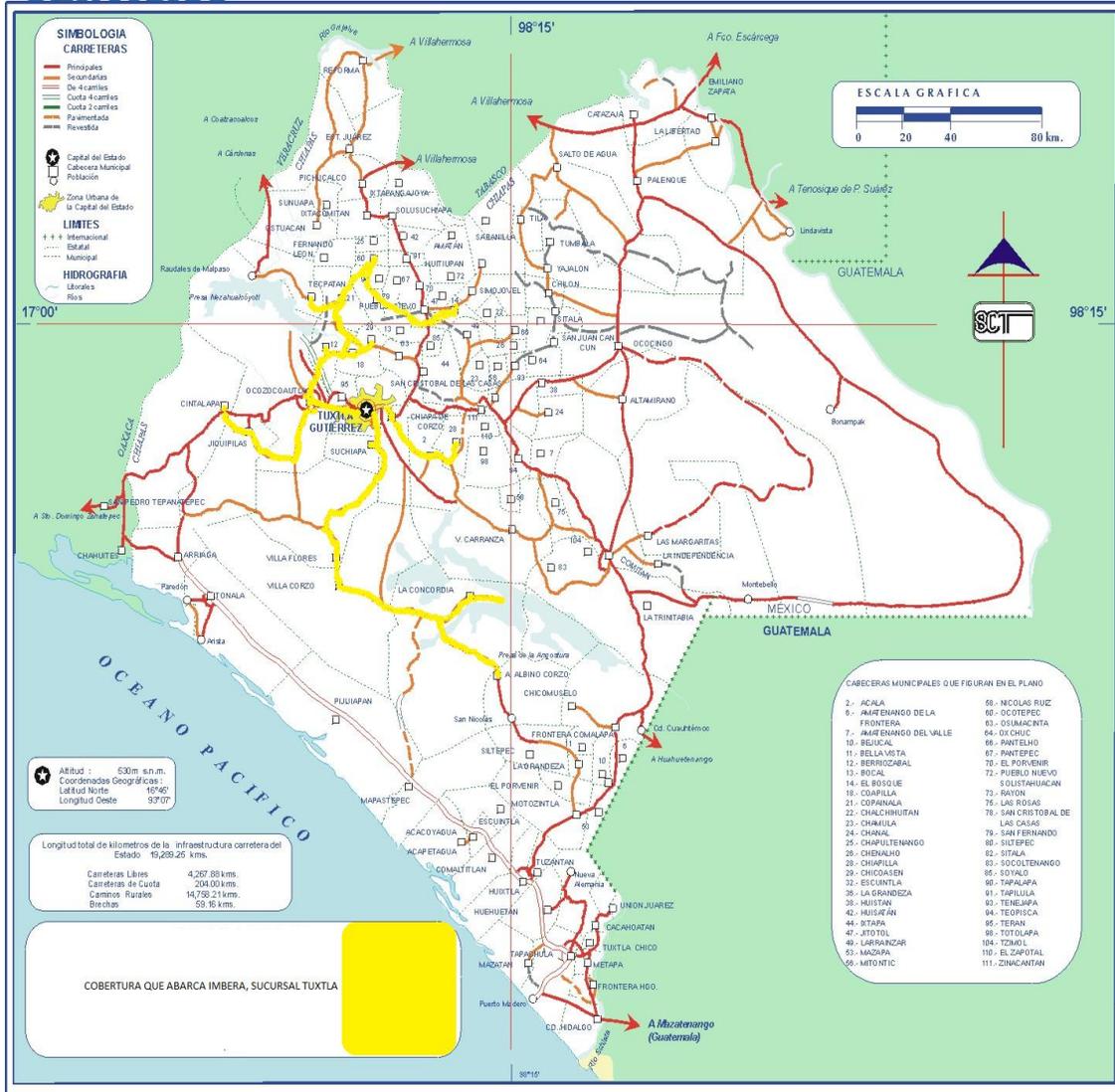


FIGURA 2.3 Mapa de Chiapas, señalando el radio de cobertura de la sucursal Tuxtla Gutiérrez.

CAPÍTULO 3.

MARCO TEÓRICO

3.1 ESTUDIO DE TIEMPOS.

DEFINICIÓN

El estudio de Tiempos es una técnica para establecer el tiempo estándar concedido para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito y teniendo en cuenta las tolerancias debidas a la fatiga, a las necesidades personales y a las demoras inevitables. El objetivo de los estudios de tiempo consiste en determinar normas confiables para todo el trabajo, directo e indirecto, que emprende la empresa para el manejo eficiente y eficaz de la operación.

Con estándares de tiempos confiables, el trabajo se puede programar con el fin de maximizar la producción con el tiempo, lográndose así una buena utilización de la mano de obra y el equipo. Se puede introducir un sistema de informes de variaciones, con lo cual se simplificará la buena administración. La gerencia puede investigar las diferencias que resulten entre los tiempos real y estándar y cuando sea necesario tomar las medidas adecuadas.

3.1.1 EQUIPO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Es mínimo el equipo necesario para establecer estándares confiables. Todo lo que se requiere para elaborar el estudio es un cronómetro exacto, una forma bien diseñada para el estudio del trabajo y una calculadora electrónica.

Actualmente se encuentran en uso varios tipos de cronómetros. En su mayoría caen dentro de una de las cuatro clasificaciones siguientes:

1. Cronómetro electrónico
2. Cronómetro con minutos decimales (mecánico-0.01min)
3. Cronómetro con horas decimales (mecánico-0.001 hr)
4. Cronómetro con minutos decimales (mecánico-0.0001)

Cada uno de esos cronómetros tiene ventajas y desventajas, dependiendo de la naturaleza de la operación que se estudia. En lugar de que una empresa use

únicamente un tipo de reloj para establecer estándares, por lo general, conviene tener por lo menos dos de los tipos disponibles.

Las máquinas registradoras de tiempo son dispositivos útiles que se pueden usar a falta de un analista de estudios de tiempo para medir el período durante el cual una instalación es productiva. Las máquinas contienen papel para graficas sobre el cual una stylus registra continuamente el estado de la máquina. Los sensores se cierran sólo cuando la máquina o actividad es productiva. Se encuentran disponibles máquinas registradoras de tiempo con canales múltiples, de manera que se puede registrar continuamente el estado de varias máquinas durante la jornada de trabajo.

Es importante usar una forma bien diseñada para registrar el tiempo transcurrido y elaborar el estudio. Todos los detalles del estudio se deben anotar en la forma. Esto se puede hacer incluyendo en la forma un diagrama de proceso del operador (diagrama bimanual). Además de proporcionar un registro permanente de las herramientas y los materiales presentes en el área de trabajo, la forma debe contener datos relativos a los métodos. La forma debe ser diseñada de manera que el analista pueda anotar convenientemente las lecturas de los relojes, los elementos extraños y los factores de clasificación, y pueda usar la hoja para calcular el tiempo permitido.

3.1.2. REQUISITOS DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS EFECTIVO

Antes de emprender un estudio de tiempo hay que satisfacer varios requisitos fundamentales. En primer lugar, el operador debe conocer plenamente el método que se va a seguir. El método debe ser aprobado por el departamento de ingeniería industrial y estar estandarizado en todos los puntos en los cuales se va aplicar, antes de dar comienzo al estudio. Además, se debe notificar al supervisor del departamento y al operador que el trabajo va a ser objeto de estudio.

El supervisor debe verificar el método antes del estudio, con el fin de asegurarse de que se está usando la herramienta correcta, que ésta tenga la geometría debida, que se estén aplicando los avances, y que se lleve a cabo en la fecha acorde.

El procedimiento del estudio de tiempo es una técnica de muestreo mediante la cual se toma una muestra al azar de los datos y se analiza para determinar un valor que produzca un efecto notable en el operador, en su supervisor, en su productividad y en el éxito de la empresa. En vista de la importancia del procedimiento de medición del trabajo, las características personales siguientes se pueden considerar como esenciales para el analista competente: juicio certero, capacidad analítica, honestidad, inventiva, confianza en sí mismo, tacto, paciencia, optimismo, una personalidad agradable, entusiasmo y buena apariencia. Debe también cumplir regularmente con los requisitos siguientes:

1. Estudiar cuidadosamente el método actual antes de llevar a cabo el estudio de tiempos, para asegurarse de que dicho método es correcto.
2. Revisar junto con el supervisor todos los aspectos de la operación, a fin de obtener su aprobación de la herramienta, los materiales y los procedimientos utilizados por el operador.
3. Contestar cualesquiera preguntas del operador, acerca del estudio de tiempos.
4. Anotar en la forma de estudio de tiempo todos los detalles del método que se estudia.
5. Registrar con precisión una muestra adecuada de los tiempos de los elementos, para poder establecer un estándar equitativo.
6. Evaluar el rendimiento del operador con honradez y justicia.
7. Cuando corresponda, aplicar una tolerancia apropiada a todos los tiempos normales.
8. Calcular con exactitud los tiempos estándar de cada elemento del estudio de tiempos.
9. Conducirse en forma tal, que se gane y conserve el respeto, la confianza de los trabajadores y de la administración.

3.1.3 SELECCIÓN DEL OPERADOR QUE SE VA A ESTUDIAR

Con frecuencia más de un operador estarán realizando la operación que se va a estudiar. Cuando esto ocurre, el operador seleccionado debe ser uno que represente un rendimiento superior, o ligeramente superior, al promedio del grupo. Ese operador deberá estar bien capacitado y tener experiencia con el método o en cuestión. Debe haber demostrado, durante la observación del método, que el

analista y el supervisor llevaron a cabo antes del estudio, que es capaz de realizar el trabajo en forma sistemática y uniforme. El operador seleccionado deberá conocer los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza en los métodos, como en el analista. Debe tener espíritu de cooperación y aceptar las sugerencias positivas que hagan el supervisor y el analista.

A veces, el analista no estará en situación de elegir a un operador para el estudio porque solamente uno estará realizando el trabajo que se va a estudiar. En esos casos, el analista tendrá que ser especialmente cuidadoso al clasificar el rendimiento del operador que esté pueda estar rindiendo en cualquiera de los extremos que de la escala de clasificación y no será posible estudiar a otro operador para validar el rendimiento normal.

Una vez elegido el operador, será abordado en forma amistosa y será informado que la operación será estudiada. Se le dará la oportunidad de hacer preguntas acerca del procedimiento de medición de tiempo, del método de clasificación y de la aplicación de tolerancias. En aquellos casos que el operador no haya sido estudiado anteriormente, es conveniente explicarle con paciencia el procedimiento. Es muy importante que se establezca una buena armonía entre el trabajador y el analista.

3.1.4 ANÁLISIS DE MÉTODOS Y MATERIALES

Los detalles completos del método usado, así como las especificaciones y condiciones de todos los materiales utilizados, se deben anotar cuidadosamente en la forma de estudio de tiempo. Esto es muy importante, ya que un cambio cualquiera del método justificará por lo general un nuevo estudio de trabajo. Si el método que se estudia no es identificado positivamente, cualquier mejoramiento futuro quedara sin estudiar y esto dará lugar a clasificaciones imprecisas y a todos los problemas asociados con los estándares de tiempo holgados.

El estudio de tiempos debe incluir un esquema del área de trabajo dibujado a escala. Dicho esquema ayudará a identificar el método que se estudia, puesto que mostrará la posición de los materiales, las herramientas, los accesorios, etc., con relación al operador. Debajo del esquema se hará un diagrama de proceso del operador (diagrama bimanual). Es conveniente terminar este diagrama antes de proceder a registrar los datos.

Se consignará la información completa acerca de las máquinas, las herramientas, las plantillas y accesorios, los calibradores, los materiales utilizados y las condiciones de trabajo, ya que cada uno de esos factores influye en el método. También, conviene describir cuidadosamente la operación que se lleva a cabo y anotar el nombre y número de la tarjeta del operador. El estudio de tiempo completo constituye una fuente de información valiosa para obtener datos estándar, diseñar fórmulas de tiempo, mejorar el método y realizar otros trabajos. Sólo será verdaderamente útil si se identifican y anotan todos los detalles importantes.

3.1.5. DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS

La operación que se estudia se debe dividir en grupos de therbligs llamados “elementos”. Un elemento es una división del trabajo que se puede medir con el cronómetro y tiene puntos de iniciación y terminación fáciles de identificar. Para dividir la operación en sus elementos individuales el analista debe observar cuidadosamente al operador durante varios ciclos. Si el tiempo de ciclo es relativamente largo (más de 30 minutos), el analista sólo tendrá que observar uno o dos ciclos para descomponer la tarea en sus elementos. Cuando los ciclos son sumamente largos, podrá escribir la descripción de los elementos mientras lleva a cabo el estudio. Sin embargo, conviene determinar, antes de dar comienzo al estudio, en qué elementos se va a descomponer la operación.

Es buena idea dividir la operación en elementos lo más breves que sea posible. Esto hace aumentar el valor del estudio debido a la posibilidad de usar los valores elementales permitidos para establecer datos estándar. Desde luego, los elementos no deben ser tan pequeños que la precisión al leer el reloj resulte afectada.

Para identificar los puntos terminales del elemento y desarrollar uniformidad en la lectura del reloj de un ciclo al siguiente, se debe recurrir al oído y a la vista al descomponer en elementos. En la mayoría de los casos, los puntos terminales se pueden identificar tanto con el oído como los ojos. El sonido que se produce al dejar una herramienta comienza a cortar o deja de hacerlo son ejemplos de puntos terminales que se identifican con más facilidad por el oído que por la vista.

El analista debe seguir varias reglas básicas en relación con la descomposición en elementos son las siguientes:

1. Asegurarse de que todos los elementos efectuados son realmente necesarios. Si parece que uno o más son innecesarios, se interrumpirá el estudio de tiempo y se iniciará un estudio de métodos a fin de establecer el método apropiado.
2. Los elementos no deben combinar tiempo de máquina con tiempo manual o que no sea de máquina.
3. El tiempo constante no debe ir combinando con tiempo variable en un mismo elemento. Un “elemento constante” es aquel cuyo tiempo de ejecución no varía apreciablemente cuando se produce un cambio en el proceso o en las dimensiones del producto.
4. Los elementos se deben seleccionar de manera que sus puntos terminales puedan ser identificados mediante un sonido característico.
5. Se deben seleccionar elementos tan pequeños como sea posible, pero cuya duración sea suficiente para poder medirlos con precisión.

3.2 ESTUDIO DE TIEMPOS MEDIANTE MUESTREO

El desarrollo del muestreo de trabajo como técnica de medición del trabajo se remonta al año 1935, cuando Tippet sugirió la aplicación de las observaciones instantáneas para hacer estudios de tiempos de hombres y máquinas. Luego en 1946, Morrow, le dio un uso más general con el propósito fundamental de identificar las demoras que afectaban a los trabajos. Desde entonces la técnica ha sido más desarrollada y refinada. Actualmente se le conoce mundialmente con diferentes nombres.

El muestreo de trabajo tiene como objetivo establecer el porcentaje que con respecto al período total de tiempo se dedica a ciertas actividades.

3.2.1 MUESTREO DE TRABAJO

Es una técnica en la cual se realiza un gran número de observaciones a un grupo de máquinas, procesos u operarios durante un periodo de tiempo. Cada observación registra lo que está ocurriendo en ese instante, y el porcentaje de observaciones registrado para una actividad particular o demora es una medida del porcentaje de tiempo durante el cual esta actividad o demora ocurren. El porcentaje de tiempo dedicado a una actividad particular se establece a partir de un número de observaciones realizadas al azar.

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos. Tales ventajas son:

- No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.
- El tiempo de trabajo de oficina disminuye
- El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor
- El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas
- Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

3.2.2 TEORÍA DE MUESTREO DE TRABAJO

La probabilidad de X ocurrencias de un evento de N observaciones:

$$(p+q)^n$$

Dónde:

P= Probabilidad de ocurrencia.

(q)= $p-1$ = Probabilidad de que no haya ocurrencia

(n)= Número de observaciones.

3.2.2.1 PLANEACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar el planteamiento detallado, que es esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que buscan información. Esta estimación puede abarcar una o más actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un periodo corto y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que sea de los resultados. Esto se puede expresar, mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevara a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma para muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

$$(n) = \left[\frac{\lambda p (1-p)}{e p} \right]^2$$

Dónde:

@p= Desviación estándar de un porcentaje.

λp = Proporción real de ocurrencias del elemento que se busca.

(n)= Número de observaciones al azar en las que se basa p.

La frecuencia de las observaciones depende en su mayor grado de los números de observaciones requeridas y de los límites de tiempo aplicado al desarrollo de los datos.

El número de analistas disponible y la naturaleza del trabajo a estudiar influirán también en la frecuencia de las observaciones. Un método que se puede emplear consiste en tomar nueve números diariamente de una tabla estadística de números aleatorios, que varíen, asígnese a cada número una cantidad de minutos equivalente a 10 veces el valor del número. Los números seleccionados pueden fijar entonces el tiempo desde el inicio del día de trabajo hasta el momento de efectuar las observaciones.

El software también permite el ingreso como entrada de condiciones especiales; Otro medio para ayudar a los analistas decidir cuándo hacer observaciones diarias es un recordatorio aleatorio. Este instrumento de bolsillo avisa por medio de un sonido que es el momento de realizar la siguiente observación.

Diseño Tabular para muestreo de trabajo.

El analista necesitara idear una forma de registro de observaciones para anotar de la mejor manera posible los datos que serán recopilados en la realización del estudio de muestreo de trabajo.

Empleo de los diagramas de control.

Las técnicas de los diagramas de control se utilizan tan ampliamente en las actividades de control estadístico de calidad que se pueden adaptar fácilmente para estudios de muestreos de trabajo. Como tales estudios tratan exclusivamente con porcentajes proporciones, el diagrama **P** se emplea con mucha frecuencia.

El primer problema encontrado en la elaboración de un diagrama de control son los límites, se buscan un equilibrio entre el costo de localizar una causa asignable cuando no exista ninguna; el analista que efectúa un muestreo de trabajo considera a los puntos fuera de los límites de tres sigmas de **P** como fuera de control.

El mejoramiento debe ser un proceso continuo y el porcentaje de tiempo muerto tiene que disminuir. Uno de los objetos del muestreo de trabajo es determinar áreas de actividades que podrían ser mejoradas. Una vez descubiertas tales áreas se tratará de mejorar la situación. Los diagramas de control se pueden emplear para mostrar el mejoramiento progresivo de áreas de trabajo. Esta idea especialmente importante si los estudios de muestreo de trabajo se utilizan para establecer tiempos estándares, pues tales estándares deben cambiarse siempre que las condiciones varíen a fin que sean realistas.

3.2.2.2 MUESTREO DE TRABAJO EN EL ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDARES DE MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA.

Algunas empresas han hallado que el muestreo de trabajo es aplicable para establecer estándares de incentivos para operaciones con mano de obra directa e indirecta, la técnica es igual a la empleada para determinar tolerancias. Se realiza un gran número de observaciones al azar, y luego el porcentaje del número total de observaciones para que la máquina u operación esté en funcionamiento se aproximará al porcentaje del tiempo total en que verdaderamente está en ese estado.

La expresión utilizada para establecer estándares para trabajo, se puede modificar para que sea aplicable en estudios de muestreo de trabajo que requieren observaciones al azar en vez de observaciones regulares cada minuto:

$$T_n = [(n) (T) (p)] / (Pa) (N)$$

T_n= Tiempo normal de elemento

T_a= Tiempo asignado de elemento

P= Factor de calificación de actuación

P_a= Producción total en el periodo estudiado

(n)= Observaciones totales de elementos

N= Observaciones Totales

T= Tiempo total de operario representado por el estudio.

3.2.2.3 MUESTREO DE TRABAJO COMPUTARIZADO.

Mediante una computadora puede ahorrarse un 35% del costo anual total de un estándar de muestreo de trabajo. La mayor parte del trabajo relacionado con el resumen de los datos de muestreo es de gabinete u oficina, al mecanizar o automatizar el proceso de cálculos repetitivos, las computadoras pueden evaluar no solamente los resultados diarios sino también los acumulados.

El método del muestreo de trabajo es otra herramienta que permite al analista de estudio de Tiempos obtener los resultados de una manera más rápida y fácil.

El muestreo de trabajo calificado por ejecución es especialmente útil para determinar la cantidad de tiempo que puede ser asignada por retrasos inevitables, suspensiones de trabajo, etc. En resumen, deben tenerse presentes las siguientes consideraciones:

- Explicar y lograr la aceptación del método de muestreo de trabajo antes de utilizarlo.
- Limitar los estudios individuales a grupos similares, máquinas u operaciones.
- Utilizar un tamaño de muestra lo más alto posible.
- Efectuar observaciones individuales al azar.

Realizar las observaciones en un período razonablemente largo.

Fundamentación Estadística

De acuerdo con las leyes de probabilidad sabemos que una muestra extraída aleatoriamente de una población tiende a poseer las mismas características de dicha población, siempre y cuando esa muestra sea lo suficientemente grande.

Si en un instante dado un evento puede estar presente o ausente, ocurrir o no, por estadísticas se sabe que la probabilidad de x ocurrencias del evento en n observaciones viene dada por:

$$[n(p+q)=1]$$

Dónde:

P= Probabilidad de ocurrencia de un evento.

(q)= Probabilidad de ausencia del evento.

(n)= Número de observaciones.

Si $(p+q)=1$ se expande de acuerdo al Teorema Binomial, el primer término de la expresión nos dará la probabilidad de que $x=0$; el segundo término de la probabilidad de $X=1$ y así sucesivamente, la distinción de estas probabilidades es de la distribución Binomial cuya media es $n \cdot p$ y su varianza $n \cdot p \cdot q$.

Por la teoría elemental de estadísticas se sabe que a medida que el tamaño de la muestra crece, la distribución Binomial se aproxima a la normal. Dado que a los estudios de muestreo de trabajo comprender muestras bastante grandes, la distribución normal constituye una aproximación satisfactoria de la distribución binomial.

En lugar de utilizar la distribución binomial, con una media igual a np y varianza npq , podemos considerar la distribución de una proporción cuya media sea p y su desviación estándar pq/n .

Intervalo de confianza (I): Es el intervalo de la variable en el cual está comprendido, en términos de probabilidad, un determinado porcentaje de los valores observados, por lo general se expresan en términos de la desviación estándar (z); $z=K$

Nivel de confianza (c)= Representa la probabilidad de que los valores obtenidos en el muestreo se desvíen más allá del intervalo de confianza.

Precisión (e)= Representa el grado de desviación o tolerancia permitida con respecto al valor verdadero de la media ($1/2 = ep$)

Pasos a seguir para realizar un estudio de muestreo de Trabajo:

1. Definir el Problema: Es importante especificar claramente los objetivos a realizar.
2. Obtener la aprobación del supervisor del departamento donde se va a realizar el estudio: Los operarios y el personal en general dentro del departamento deben comprender el fin seguido por el estudio para que se sientan involucrados en todo el proceso .

3. Establecer el Nivel de Confianza deseado y la precisión que deberán tener los resultados finales: Esto dependerá del estudio a realizarse.
4. Hacer una estimación preliminar del Porcentaje de ocurrencia del evento que se va a medir.
5. Diseñar el estudio.
 - a. Determinar el número de observaciones a realizar.
 - b. Fijar el número de días disponibles para completar la fase de recolección de datos de estudio.
 - c. Determinar la frecuencia de realización de observaciones.
 - d. Determinar el número de observaciones requeridas.
 - e. Fijar la ruta a seguir por el observador.
 - f. Hacer el programa de observaciones para cada día. Para ser estadísticamente aceptable, el muestreo de trabajo requiere que todos los momentos de observación tenga la misma probabilidad de ser elegidos.
 - g. Diseñar las hojas de observaciones. Esta hoja debe de ser fácil de llenar por el observador y de fácil interpretación.
6. Hacer las observaciones de acuerdo con el plan y el programa, resumiendo los datos correspondientes.
 - a. Hacer las observaciones y anotar lo observado. Para ello se utiliza la hoja de observaciones previamente diseñada, el registro de las observaciones no debe anticiparse.
 - b. Resumir los datos al final de cada día.
 - c. Construir el gráfico de control diario, los gráficos de control en el muestreo de trabajo permiten graficar los resultados diarios y acumulados en el estudio.

VENTAJAS QUE PRESENTA EL MUESTREO:

-  Un solo operador puede estudiar varios operarios o máquinas simultáneamente.

- Como las observaciones se distribuyen a lo largo de un periodo apreciable de tiempo, es menos probable que los resultados se vean afectados por las variaciones de tipo contingencia.
- El estudio puede interrumpirse en cualquier momento sin que aquello afecte a los resultados.
- Como la observación es instantánea, el operario no podrá modificar su patrón de trabajo cuando este sea observado.
- No se requiere observadores adiestrados o con formación oficial.
- No se necesita equipos pesados, inseguros o exagerados para la toma de tiempos.
- Los resultados se obtienen con un grado de confiabilidad.

DESVENTAJAS QUE PUEDE LLEGAR A PRESENTAR EL MUESTRO:

- Si al operario no se le ha especificado el objetivo del estudio, puede modificar el ritmo de trabajo que este presentaba. Cuando esto sucede los resultados del Muestreo llegan a ser de escaso valor.
- En general el muestreo de trabajo no resulta económico, cuando se estudia un solo trabajador o una sola máquina, ni tampoco para estudiar máquinas u operarios esparcidos en una gran zona.

3.2.3. TIEMPO BASE

El tiempo base consta de la suma de los tiempos previstos de fases de proceso que son necesarios para la ejecución planificada de un proceso por medio del hombre, este tiempo base se refiere a la unidad cuantitativa.

Después de calcular los valores de los tiempos elementales transcurridos, se determina el tiempo normal elemental, multiplicando el valor de cada elemento, por su factor de calificación respectiva.

Se distinguen los siguientes tiempos base:

- Tiempo base de preparación: Es el tiempo durante el cual el hombre prepara el medio de elaboración.
- Tiempo base: Es el tiempo para la ejecución de la unidad cuantitativa por el hombre.

El tiempo de la suma consiste en la suma de los tiempos previstos de todas las fases de proceso con el tipo de proceso interrupción supeditada al proceso, que se presentan en la ejecución planificada de un proceso por el hombre.

El tiempo que se asigna a elementos extraños, valor que aparece en la mitad superior del elemento que fue ejecutado fuera de orden y no se presenta en todos los ciclos, debe ser restado del tiempo de elementos que ocurrió.

3.2.4 TIEMPO DE DESCANSO

El tiempo de descanso está integrado por la suma de los tiempos previstos de todas las fases del proceso que son necesarias para el descanso del hombre; se refiere a la unidad cuantitativa.

3.2.5 TIEMPO DE EJECUCIÓN Y DE PREPARACIÓN

El tiempo de ejecución es el tiempo concedido de la cantidad m de una orden de trabajo por el hombre.

El tiempo de preparación es el tiempo concedido para la preparación dentro de una orden de trabajo por el hombre. Es tiempo concedido para la preparación está compuesto des mismo modo que el tiempo por unidad.

El tiempo de ocupación del medio de elaboración es el tiempo concedido para el uso de m medio de elaboración mediante la cantidad de m de una orden de trabajo.

El tiempo de preparación del medio de elaboración es el tiempo concedido para la ocupación de un medio de elaboración por la preparación de una orden de trabajo.

Los tiempos reales son los utilizados realmente por el hombre y por el medio de elaboración para la ejecución de una determinada fase del proceso. Estos tiempos solo pueden ser captados por medio de medición directa en el puesto de trabajo.

Los tiempos previstos son tiempos que han sido derivados por los tiempos reales captados con anterioridad. Los tiempos reales se convierten en tiempos previstos después de afectarlos con la eficiencia del operador.

Si para determinar las fases de proceso no se dispone de tiempos previstos mediante medición y evaluación de los tiempos reales para esta fase, se pueden determinar los tiempos previstos mediante comparación y estimación.

Por toma de tiempos se entiende a la determinación de tiempos previstos mediante, medición y evaluación de los tiempos reales.

3.2.6 TÉCNICA DE LA TOMA DE TIEMPOS:

Las exigencias necesarias para una toma de tiempos son:

- 1) El Observador ha de estar técnicamente en condiciones de clasificar el proceso y ejecutarlo. Tiene que dominar además la técnica de la toma de tiempos y, en caso necesario, la apreciación del factor eficiencia.
- 2) El observador debe colocarse de manera tal, que la persona observada no sea impedida, desarrollar libremente sus actividades, y que por otra parte el proceso de trabajo se observado sin dificultades.
- 3) Durante el proceso de la toma de tiempos deberá evitarse en lo posible las discusiones con la persona observada, pero también con terceros, para que pueda seguirse de manera continua y sin lagunas al acontecer en el sistema observado.
- 4) Deberán observarse estrictamente las reglamentaciones basadas en los convenios colectivos y en caso dado el régimen interno de la empresa, para información de los superiores laborales y eventualmente de otros organismos establecidos.

- 5) La toma de tiempos no debe llevarse a cabo sin conocimiento de la persona observada. Es necesario por ello informar al colaborador que eh ser observado sobre la finalidad de una investigación antes de ser comenzada.
- 6) La hoja de observación es un documento, por ello no debe ser sometido a borraduras o tachaduras, las anotaciones deberán ser realizadas con un medio que no se borrado.
- 7) Se deberán guardar las normas de seguridad que el área indique.

3.2.7 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS REGISTROS DE LA MEDICIÓN DE TIEMPOS:

Registro continuo de los Tiempos:

Ventajas:

1. Medición continua e ininterrumpida de los Tiempos.
2. Los errores de Lectura son compensados en la siguiente toma de Tiempos.
3. No hay influencia alguna al enjuiciar el factor de efectividad mediante el conocimiento del tiempo parcial.
4. No se pierde ningún tiempo parcial.
5. Es posible el empleo de un cronómetro con o sin manecillas dobles.
6. En las fases de larga duración, pueden ser empleados para la medición de tiempos relojes de bolsillo o de pulsera con segundero.

Desventajas:

1. Los tiempos parciales deberán ser Calculados.
2. En el empleo de cronómetros antiguos sin aguja testigo se requiere mayor concentración del observador, para una lectura precisa y segura de las centésimas de minuto.

Registro de Tiempos parciales.

Ventajas:

1. No es preciso el cálculo de Tiempos parciales.
2. Eliminación de los errores de cálculo de tiempos parciales.
3. Los valores de cómputo que han de ser anotados en la hoja de observaciones son generalmente pequeños.

4. Una dispersión de los valores de medición como consecuencia de la irregularidad del proceso de trabajo es reconocible de inmediato.

Desventajas:

1. El conocimiento de la duración de las fases del proceso pueden influir sobre el enjuiciamiento del factor de efectividad.
2. Es posible un retraso temporal debido a la conexión mecánica de los instrumentos de medición.
3. Es necesaria la medición del tiempo total de la duración de la toma de tiempos.
4. Costos superiores de los instrumentos de medición de tiempo.

En la actualidad con la tecnología se encuentran aparatos de medición donde se puede realizar al mismo tiempo las dos formas de registro de tiempos, es debido a que cuentan con las caratulas digitales, donde se muestran las dos lecturas, el tiempo total del estudio los tiempos parciales.

Algunas reglas para dividir los elementos son:

- Definir cada elemento de modo que sea de corta duración, pero de suficiente tiempo para cronometrarlo y poder hacer las anotaciones.
- Si el operador trabaja con equipos que funcionan por separado, hay que separar las acciones del operador y las del equipo en elementos diferentes.
- Definir cualquier demora del operador o equipos en elementos separados.

Después de varias repeticiones se saca un promedio de los tiempos cronometrados, se agregan los tiempos promedios para cada elemento, lo que da el tiempo de desempeño para el operador, y para que este tiempo pueda ser utilizado por los demás operarios, hay que incluir una medida de velocidad, o calificación de la actuación para normalizar el trabajo. La aplicación de un factor que clasificación da lo que se conoce como el tiempo normal.

Cuando se habla de datos en Estudio del Trabajo se piensa por lo general en:

- a) Tiempos para fases de procesos.
- b) Magnitudes condicionantes de las que dependen los Tiempos.
- c) Cantidades de Referencia.
- d) Datos de las condiciones de Trabajo.

El tiempo necesario para la ejecución de una determinada fase de proceso depende, de la persona, la tecnología de trabajo, el método de trabajo y de las condiciones de este.

Las ecuaciones que se utilizaran se resumen a continuación:

Tiempo normal = Tiempo del desempeño observado por unidad, por la calificación de la actuación.

Tiempo estándar = Se determina al agregar al tiempo normal reservas para realizar necesidades personales, demores inevitables en el trabajo y fatiga del trabajador tanto física como mental.

Hay que aplicar las tolerancias a tres categorías de estudio:

- Tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo: Se expresan, casi siempre, como un porcentaje del tiempo de ciclo.
- Tolerancias que solo deben tomarse en cuenta en los tiempos de empleo de la máquina.
- Tolerancias que se aplican, sólo, a tiempos donde se aplica el esfuerzo manual.

3.3 TIEMPO ESTANDAR

3.3.1 DEFINICION

Es el patrón que mide el tiempo requerido para determinar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin presentar variabilidad considerable en su ejecución.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

3.3.2 APLICACIONES DEL TIEMPO ESTÁNDAR

1. Para determinar el salario devengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.
2. Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
3. Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
4. Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
5. Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, proporcionando a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
6. Ayuda a formular un sistema de costos estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
7. Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
8. Proporcionan bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.
9. Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetros que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

3.3.3. VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR

1. Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.
2. Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales lo obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

3.3.4. ¿CÓMO SE CALCULA EL TIEMPO ESTÁNDAR?

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión.

$$T\alpha = (Mt) (C)$$

Dónde:

T α = Tiempo elemental asignado

Mt= Tiempo elemental medio transcurrido

C= Factor de conversión que se obtiene multiplicando el factor de calificación de actuación por la suma de la unidad y la tolerancia o margen aplicable.

Por ejemplo, si **Mt** del elemento **1** es de **0.14min**, y el factor de actuación es de **0.09** con una tolerancia de **18**, el **T α** será:

$$T\alpha = (0.14)(0.90)(1.18) = (0.14)(1.06) = 0.148$$

Los tiempos elementales se redondean en tres cifras después del punto decimal. En el caso anterior, el valor es de 0.1483 por lo que se registra como 0.148 min. En

casi de que el resultado hubiera sido 0.1485 min, entonces el tiempo asignado quedaría 0.149 min.

3.4 TIEMPO REAL

3.4.1 DEFINICIÓN

El tiempo real se define como el tiempo medio del elemento empleado realmente por el operario durante un estudio de tiempos

3.5 TIEMPO NORMAL

3.5.1 DEFINICIÓN

La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

3.5.2 GENERALIDADES

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con tofo cuidado, en la actuación del operario durante el curso mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de lo que es la “normal”, o llamada a veces “estándar”. De aquí se desprende que es esencial hacer algún

ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal.

El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

3.5.3 CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de los siguientes procedimientos:

1. Por fórmulas estadísticas.
2. Por medio del ábaco de Lifson.
3. Por medio del criterio de las tablas Westinghouse.
4. Por medio del criterio de la General Electric.

Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

Determinación de las observaciones necesarias por fórmulas estadísticas, el número **N** de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de **e%**, con riesgo fijado de **R%**. Se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot x} \right)^2 + 1$$

Siendo:

K= El coeficiente de riesgo cuyos valores son:

K=1 para riesgo de error de 32%

K=2 para riesgo de error de 5%

K=3 para riesgo de error de 0.3%

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos σ es igual a:

$$\sigma = \frac{\sum f (x_i)^2}{n}$$

Siendo

X_i= Los valores obtenidos de los tiempos de reloj

X= La media aritmética de los tiempos del reloj

N= Frecuencia de cada tiempo de reloj tomado

n= Número de mediciones efectuadas

e= error expresado en forma decimal.

TABLA DE WESTINGHOUSE

La tabla de Westinghouse obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios especializados. En caso de que éstos no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5

3.6 RITMO DE TRABAJO

3.6.1 DEFINICIÓN

El ritmo de trabajo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establece sistemas de salario de incentivo.

Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y, según supone, en los beneficios de la empresa.

3.6.2 ESFUERZO

3.6.2.1 DEFINICIÓN

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

Puede darse el caso de que un operario aplique un esfuerzo mal dirigido, durante un periodo largo, a fin de aumentar también el tiempo del ciclo y, sin embargo, obtener un factor de calificación liberal.

3.6.2.2 TIPOS DE ESFUERZO

A) ESFUERZO DEFICIENTE

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

- c) Mantiene en desorden su lugar de trabajo.
- B) ESFUERZO REGULAR
 - 1. Las mismas tendencias que el anterior pero en menor intensidad
 - 2. Acepta sugerencias con poco agrado
 - 3. Su atención parece desviarse del trabajo
 - a) Es mediamente sistemático, pero no sigue siempre el mismo orden.
 - b) Trabaja también con demasiada exactitud.
 - c) Hace su trabajo demasiado difícil.
- C) ESFUERZO PROMEDIO
 - 1. Trabaja con consistencia.
 - 2. Mejor que el regular.
 - 3. Es un poco escéptico sobre la honradez del observador de tiempos o de la dirección.
 - a) Tiene una buena distribución en su área de trabajo.
 - b) Planea de antemano.
 - c) Trabaja con buen sistema.
- D) EFUERZO BUENO
 - 1. Pone interés en el trabajo
 - 2. Muy poco o ningún tiempo perdido
 - 3. No se preocupa por el observador de Tiempos
 - a) Está bien preparado y tiene en orden su lugar de trabajo.
- E) ESFUERZO EXCELENTE
 - 1. Trabaja con rapidez
 - 2. Utiliza la cabeza tanto como las manos
 - 3. Toma gran interés en el trabajo
 - a) Reduce al mínimo los movimientos innecesarios
 - b) Trabaja sistemáticamente con su mejor habilidad
- F) ESFUERZO EXCESIVO
 - 1. Se lanza a un paso imposible de mantener constantemente
 - 2. El mejor esfuerzo desde el punto de vista menos el de la salud

3.6.3 FATIGA

3.6.3.1. DESCRIPCIÓN

- A) Es el estado de la actitud física o mental, real o imaginaria, de una persona, que incluye en forma adversa en su capacidad de trabajo.
- B) Cualquier cambio ocurrido en el resultado de su trabajo, que está asociado con la disminución de la producción del empleado.
- C) Reducción de la habilidad para hacer un trabajo debido a lo previamente efectuado.

3.6.3.2 FACTORES QUE PRODUCEN LA FATIGA

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

3.6.3.3 MÉTODOS PARA CALCULAR LOS SUPLEMENTOS DE FATIGA

La determinación de los suplementos por fatiga se pueden hacer mediante:

1. La valoración objetiva con estándares de fatiga
2. La inversión directa

El primer método consiste en hacer el análisis de las características del trabajo estudiado, y posteriormente con base en valores asignados para diferentes condiciones, se procede a calcular el suplemento a concederse. En el método "A" para calcular el suplemento de fatiga, contiene siempre una cantidad básica constante y, algunas veces, una cantidad variable que depende del grado de la fatiga que se suponga cause el elemento. La parte constante del suplemento corresponde a lo que se piense necesite un obrero que cumple su tarea sentado.

que efectuó un trabajo leve en buenas condiciones de trabajo que precisa emplear sus manos, piernas y sentidos normales. Es común el 4% tanto para hombres como para mujeres.

La cantidad variable sólo se añade cuando las condiciones de trabajo son personas y no se pueden mejorar.

A los efectos del cálculo puede decirse, que el suplemento por descanso consta de:

1. Un mínimo básico constante, que siempre concede.
2. Una cantidad variable, añadida a veces, según las circunstancias en que se trabaje.

El método "B" considera 3 factores:

1. Esfuerzo físico
2. Esfuerzo mental
3. Monotonía

A) ESFUERZO MENTAL: Puede ser ocasionado por planeamiento de trabajo, cálculos matemáticos mentales para registro o actuación, presión por decisiones rápidas inesperadas, planeación para presentar trabajo, planeación de distribución de tareas etc.

B) El esfuerzo físico es causado por acumulación de toxinas en los músculos, por lo fatigoso del trabajo típico, el predominante del puesto: por posición incómoda de trabajo, por tensión sostenida muscular.

C) La monotonía se motiva por aburrimiento, fatiga por la repetición exacta del ciclo de trabajo, acompañado de ruidos, reflejos luces, etc.

3.6.3.4 MÉTODO PARA CALCULAR LA FATIGA

Si al comenzar el día se observa que el operario hace una tarea en un tiempo neto (**t**), y que un nivel de actuación cuyo factor es **F**, el tiempo valorado (**N**) será:

$$N = F \cdot t$$

Dónde:

N = Tiempo valorado

F = Factor de Valoración

T = Tiempo neto actual

A medida que transcurre el día, el obrero comenzará a resentir los efectos de la fatiga y el tiempo en que se hace una operación tenderá a aumentar, lo que significa que su esfuerzo disminuirá. Si se multiplica el nuevo tiempo por el mismo factor de valoración que se determinó al comenzar el día, la anterior igualdad sería falsa, pero, restituir la igualdad, es necesario reducir el producto del tiempo actual por el factor de valoración, el tiempo perdido por el factor de la fatiga.

$$(F \cdot t) - r = N$$

Dónde:

r = tiempo en cada operario del trabajador retarda su trabajo, debido a la fatiga.

El tiempo valorado como necesario para hacer "N" número de piezas (**n*N**), es igual a la suma de los tiempos observados, multiplicados por el factor de valoración original (**F**) menos la suma de los retrasos sufridos en cada operación.

$$(\sum t \cdot F) - \sum r = n \cdot N$$

Pero como:

F = constante

$\sum t$ = tiempo total = **T**

$\sum r$ = retraso total = **R**

$$(F \cdot T) - R = n \cdot N$$

El retraso total debido a la fatiga es:

$$R = (F \cdot T) - (n \cdot N)$$

Con objeto de obtener un factor de tolerancia, en forma de por ciento el tiempo trabajando, se transforma la igualdad anterior en:

$$R \cdot 100$$

Tolerancia de fatiga = $n \cdot N$

Como $R = (F \cdot T) - n \cdot N$ entonces:

$$[(F \cdot T) - (n \cdot N)] \cdot 100$$

Tolerancia de Fatiga = $n \cdot N$

Simplificando la ecuación:

$$(F \cdot T) - 1$$

Tolerancia de Fatiga = $n \cdot N$

Dónde:

F: Factor de valoración obtenido en el estudio de Tiempos

T: Tiempo total de trabajo obtenido por medio de un estudio de demoras de cuando menos un día completo

n: Número de piezas fabricadas durante el tiempo total del trabajo

N: Tiempo base determinado durante el estudio de Tiempos.

CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

Al terminar el periodo de observaciones, el analista habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, y mediante la combinación de ellos puede establecerse el tiempo normal para la operación estudiada.

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea.

Operador normal es el operador competente y altamente experimentado que trabaja en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a una marcha, ni demasiado rápido, ni demasiado lenta, si no representativa de un término medio.

Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberán satisfacerse en forma razonable dos requisitos básicos:

1. La compañía debe establecerse claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.
2. En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable del desempeño normal.

3.7 TIEMPO IMPREVISTO

3.7.1 DESCRIPCIÓN

La cantidad de tiempo agregado al tiempo normal para elaborar una actividad, le causa al trabajador tantos retrasos en la operación, necesidades personales y fatiga.

3.8 SIMULACIÓN

La planeación e implementación de proyectos complejos en los negocios, industrias y gobierno requieren de grandes inversiones, razón por la que es indispensable realizar estudios preliminares para asegurar su conveniencia de acuerdo a su eficiencia y ejecución económica para proyectos de cualquier tamaño. Una técnica para ejecutar estudios pilotos, con resultados rápidos y a un costo relativamente bajo, está basado en la modelación y se conoce como simulación.

El proceso de elaboración del modelo involucra un grado de abstracción y no necesariamente es una réplica de la realidad; consiste en una descripción que puede ser física, verbal o abstracta en estructura, junto con las reglas de operación, más aún debido a que el modelo es dinámico, su respuesta a diferentes entradas puede ser usada para estudiar el comportamiento del sistema del cual fue desarrollado.

La simulación de sistemas ofrece un método que analiza el comportamiento del sistema. Aunque los sistemas varían en sus características y complejidades, la síntesis de la formación de modelos, la ciencia de la computación, y las técnicas estadísticas que representa este tipo de simulación constituye un conjunto útil de métodos para aprender sobre estas características y complejidades e imponerles una estructura.

Para comprender las características técnicas de este enfoque y aplicarlas a un problema real, es necesario familiarizarse con los conceptos que describen un sistema y un modelo, pues un sistema de simulación se define la colección de entradas que pasan a través de las fases de cierto proceso, produciendo respuestas.



FIGURA 3.1 Diagrama de Flujo del Sistema de Servicio.

3.8.1 CONCEPTO

Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo de un sistema o proceso real y conducir experimentos con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias (dentro de límites impuestos por un criterio o conjunto de criterios) para la operación del sistema.

3.8.2 CLASIFICACIÓN

A simulación se le ha clasificado de diversas maneras, tomando en cuenta las herramientas que se utilizan, una clasificación de los modelos daría como resultado.

Modelos icónicos: Son los modelos físicos que se asemejan al modelo real, presentados a una escala representativa.

Modelos análogos: Son los modelos en los que una propiedad del sistema real se puede sustituir por una propiedad diferente que se comporta de manera similar.

Modelos simbólicos: Son aquellos en los que se utiliza un conjunto de símbolos en lugar de una entidad física para simular a la realidad. Dentro de los cuales se encuentran los modelos de simulación, estos se clasifican en:

● Modelos continuos: El sistema simulado es observado en cada uno de los puntos en el tiempo, son sistemas que sufren cambios continuos con relación al tiempo. P. ej. Sistemas económicos, situaciones que interactúan con el clima, contaminación, etcétera.

● Modelos discretos: Los cambios en el estado de estos sistemas son proporcionados por la ocurrencia de un evento dentro del mismo, el sistema simulado se observa únicamente en puntos seleccionados en el tiempo. P. ej. La llegada de un cliente a un banco cambia el estado de este.

- Modelos determinístico: En estos modelos, los valores de las variables no se ven afectados por variaciones aleatorias y se conocen con exactitud. Un ejemplo es el modelo de inventario.
- Modelos probabilísticos: Los valores de las variables sufren modificaciones aleatorias con respecto a un valor promedio; dichas variaciones pueden ser manejadas mediante distribuciones de probabilidad. Como ejemplo tenemos a modelos de líneas de espera.
- Modelos dinámicos: La característica de estos modelos es el cambio que representan las variables en función del tiempo; son ejemplo de éstos los modelos de series de tiempo, pronósticos y programación dinámica.
- Modelos estáticos: En este tipo de modelos no se maneja el variable tiempo, esto es, representan a un sistema en un punto particular del tiempo; son ejemplos los modelos de programación lineal.

3.8.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SIMULACIÓN

Ventajas

- No es necesario interrumpir las operaciones de la compañía.
- Proporciona muchos tipos de alternativas posibles de explorar.
- La simulación proporciona un método más simple de solución cuando los procedimientos matemáticos son complejos y difíciles.
- La simulación proporciona un control total sobre el tiempo, debido a que un fenómeno se puede acelerar.

- Auxilia el proceso de innovación ya que permite al experimentador observar y jugar con el sistema.
- Una vez construido el modelo se puede modificar de una manera rápida con el fin de analizar diferentes políticas o escenario. Permite análisis de sensibilidad
- Generalmente es más barato mejorar el sistema vía simulación que hacerlo en el sistema real.
- Es mucho más sencillo visualizar y comprender los métodos de simulación que los métodos puramente analíticos. Da un entendimiento profundo del sistema
- Los métodos analíticos se desarrollan casi siempre relativamente sencillos donde suele hacerse un gran número de suposiciones simplificaciones, mientras que en los métodos de simulación es posible analizar sistemas de mayor complejidad o con menor detalle.
- En algunos casos, la simulación es el único medio para lograr una solución.
- Da soluciones a problemas "sin" solución analítica.

Aunque la simulación es un planteamiento muy valioso y útil para resolver problemas, no es una panacea para todos los problemas administrativos y presenta algunas **desventajas**:

- La simulación es imprecisa, y no se puede medir el grado de su imprecisión.
- Los resultados de simulación son numéricos; por tanto, surge el peligro de atribuir a los números un grado mayor de validez y precisión.
- Los modelos de simulación en una computadora son costosos y requieren mucho tiempo para desarrollarse y validarse.
- Se requiere gran cantidad de corridas computacionales para encontrara soluciones, lo cual representa altos costos.
- Es difícil aceptar los modelos de simulación y difícil de vender
- Los modelos de simulación no dan soluciones óptimas.
- La solución de un modelo de simulación puede dar al análisis un falso sentido de seguridad.
- Requiere "largos" periodos de desarrollo.

3.8.4 METODOLOGÍA

Para desarrollar una buena simulación se propone la siguiente metodología básica.

- *Definición del Sistema:* Comprende la descripción del problema o del sistema real. Debe determinarse los límites o fronteras, restricciones, y medidas de efectividad que se utilizaran en el modelo.
- *Formulación del Modelo:* Reducción o abstracción del sistema real a un diagrama de flujo lógico. Es decir, presentar e interpretar de forma gráfica el flujo del sistema.
- *Preparación de Datos:* Recopilación, análisis y presentación de los datos que el modelo requiere.
- *Selección del Lenguaje:* De la selección del lenguaje dependerá el tiempo de desarrollo del modelo de simulación, es importante utilizar el lenguaje que mejor se adecúe a las necesidades de simulación que se requieran. La selección puede ser desde usar un lenguaje general como lo es BASIC, PASCAL o FORTRAN hasta hacer uso de un paquete específicamente para simular sistemas de manufactura como SIMFACTORY o PROMODEL, o lenguajes de Simulación como: GPSS, SLAM, SIMAN, SIMSCRIPT, etc.
- *Traducción del Modelo:* Consiste en generar las instrucciones o código computacional, necesario para lograr que el modelo pueda ser ejecutado en la computadora.
- *Validación del Modelo:* Es el proceso que tiene como objetivo determinar la habilidad que tiene un modelo para representar a un sistema real. La validación se lleva a cabo mediante la comparación estadística de los resultados del modelo y los resultados reales.

- *Planeación Estratégica:* Un diseño de experimento producirá la información deseada, y con esto se desarrolla un plan de trabajo enfocado a los objetivos del sistema.
- *Planeación Táctica:* Determinación de cómo se realizará cada una de las corridas de prueba a fin de interactuar con las interacciones a que tiene efecto.
- *Experimentación:* Corrida de la simulación para generar los datos deseados y efectuar análisis de sensibilidad.
- *Interpretación:* Obtención de inferencias con base en datos generados por la simulación, lograr un porqué de esos resultados.
- *Implantación:* Una vez seleccionada la mejor alternativa es importante llevarla a la práctica, en muchas ocasiones este último caso es el más difícil ya que se tiene que convencer a la alta dirección y al personal de las ventajas de esta puesta en marcha. Al implantar hay que tener cuidado con las diferencias que pueda haber con respecto a los resultados simulados, ya que estos últimos se obtienen, si bien de un modelo representativo, a partir de una suposiciones.
- *Monitoreo y Control:* No hay que olvidar que los sistemas son dinámicos y con el transcurso del tiempo es necesario modificar el modelo de simulación, ante los nuevos cambios del sistema real, con el fin de llevar a cabo actualizaciones periódicas que permitan que el modelo siga siendo una representación efectiva del sistema.

3.8.5 ÁREAS DE APLICACIÓN DE SIMULACIÓN

La simulación es una técnica que puede ser aplicada a una gran cantidad de áreas, debido a que los avances tecnológicos y la disponibilidad de software que existen actualmente, hacen de ella una herramienta muy útil. Los siguientes son algunos ejemplos de las aplicaciones de la simulación en algunas áreas de estudio:

- Sistema de colas.
- Sistema de inventarios.
- Proyecto de inversión.
- Sistemas económicos
- Estados financieros.
- Problemas industriales.
- Problemas económicos
- Problemas conductuales y sociales.
- Sistemas biomédicos.
- Sistemas justo a tiempo.
- Sistemas de logística.

3.9 DESCRIPCIÓN DE PROMODEL

ProModel es un software especializado en simulación de sistemas de manufactura de propósito específico para evaluar, planificar o rediseñar procesos, almacenaje, distribución, logística y transporte.

Esta herramienta fácil de utilizar, permite construir una representación computacional del funcionamiento de su empresa, para luego evaluar diferentes escenarios de configuración y proveerlo de la mejor solución. La animación y resultados gráficos son herramientas extremadamente poderosas para visualizar y entender el comportamiento de su sistema.

Algunas Aplicaciones Típicas de ProModel Son:

- Evaluación de un sistema de manufactura
- Planificación de la producción

- Decisiones sobre inversión en equipamiento
- Identificación y reducción cuellos de botella
- Asignación de recursos
- Just in time y Kanban
- Análisis de capacidad de bodegas
- Configuraciones de redes de distribución
- Reducción de costos de procesos
- Reducción de costos de almacenaje
- Reducción de costos de distribución
- Reducción de costos de logística
- Evaluación de medios de transporte
- Criterios de recepción y despacho
- Reducción del tiempo de respuesta a los clientes
- Transferencia de mercancía

Características de ProModel

- Rápido aprendizaje con interfaces muy amigables.
- Explore escenarios “¿Qué pasa si...? rápida y fácilmente.
- Fácil manejo y análisis de los datos a través de la exportación de los resultados en formato Microsoft Excel.
- Agregue el detalle necesario incorporando máquinas, operadores, grúas horquillas, grúas puente, correas transportadoras, asignación de turnos de trabajo, tiempos muertos, etc.
- Capture la variabilidad y aleatoriedad de su proceso utilizando más de 20 tipos de distribuciones de probabilidad estadística, o importe directamente sus propios datos.
- Distribuya fácilmente, a través del correo electrónico, los modelos desarrollados por usted a otras divisiones o departamentos.

STAT-FIT es una herramienta de ProModel que facilita realizar las pruebas estadísticas para el análisis de datos, pues es un programa de aplicación que realiza un auto-ajuste a los datos y permite conocer a que distribución se asemeja el comportamiento de tales valores. A continuación se presenta una forma sencilla de utilizar este programa.

Procedimiento para utilizar STAT-FIT:

1. Relacionar los datos a analizar en una hoja de calculo
2. Ejecutar el programa STAT-FIT
3. Copiar los datos analizar de la hoja de cálculo al campo de cálculo de STAT FIT.
4. Seleccionar de la barra de herramientas la opción histograma, arrojando una grafico de histograma de los datos que se introdujeron al programa. Esto permite observar el comportamiento de los datos.
5. Seleccionar de la barra de menú la opción SETUP, luego se selecciona todas las distribuciones para ver a cual se ajustan los datos, se elige el límite inferior de análisis, la prueba que se requiera, luego OK. Se da clic en AUTO-FIT y en automático devuelve las distribuciones que son rechazada y aceptadas por la prueba elegida.

3.11 MINITAB

Este software es una herramienta estadística más utilizada en todo el mundo para mejorar la calidad. Acceda a un completo conjunto de herramientas estadísticas, que incluye estadísticas descriptivas, pruebas de hipótesis, intervalos de confianza

y pruebas de normalidad. Para efectos del proyecto, se utiliza la herramienta estadística t paríada de la siguiente manera:

Procedimiento:

- Relacionar los datos para analizar en una hoja de cálculo para una cómoda transición de datos.
- Ejecutar el programa MINITAB.
- Seleccionar de la barra de menú el icono STAT/BASIC STATISTICS/PARIED T.
- Se elige las columnas que se evaluarán en first simple y second simple, también se puede elegir el gráfico que muestra los límites de evaluación.
- Con esto nos muestra en la parte superior de la pantalla inicial el resultado de la evaluación y el gráfico que muestra la diferencia de la evaluación.

CAPÍTULO 4.

ANÁLISIS Y MEDICIÓN DEL PROCESO ACTUAL

4.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO EN RUTA

Dentro de esta área se encontraron conflictos de Tiempos, debido a que los servicios en Ruta que maneja la empresa son Aleatorios, además cuenta con indicadores estrictos para mantener un equilibrio de productividad diaria, mensual y anual.

Analizando la situación actual y con las observaciones previas se describirá el procedimiento que realizan para poder llevarse a cabo los servicios:

1. El sistema cuenta con una semana activa de 6 días laborales, del día lunes al día sábado.
2. La jornada laboral de un día es de 7:30a.m a 6:30p.m.
3. Las órdenes de servicio caen al Sistema PS8, la cual es la base de Datos de toda la empresa.
4. EL chequeo de las órdenes de servicio que caen al sistema PS8 es realizado por las auxiliares administrativas, con propósito de filtrar las realizadas manualmente y las que se encuentren repetidas. En caso de que alguna orden de servicio se encuentre repetida queda a disposición del Supervisor de Ruta Refrigeración.
5. El supervisor de Ruta Refrigeración, asigna a los técnicos las órdenes de servicios correspondientes en forma rotacional, en este lapso de tiempo también se aclaran algunas dudas por los técnicos. A partir de la 1:00P.M a 2:00P.M el segundo auxiliar monitorea a los técnicos y checa en sistema si han caído más OS, dependiendo el tiempo con que cuenta el técnico se les asignara el servicio, es decir si el técnico tiene dos o menos ordenes de servicio cubriendo, se le podrá asignar uno o dos más.
6. Los técnicos verifican si necesitan material adicional para la realización de los servicios, si es ese el caso deberán reportar al almacenista y trasladarse a sucursal por el mismo. Se revisa la cantidad de combustible con que

- cuenta su vehículo, para ver si necesita abastecimiento. En caso de no ser requerido ninguno de los servicios anteriores, el técnico sale directo a ruta.
7. El almacén tiene un tiempo de servicio probable ajustado.
 8. La recarga de combustible.
 9. El técnico desayuna y enseguida sale a punto de venta correspondiente para la realización del servicio.
 10. El tiempo de traslado al punto de venta tiene tres comportamientos, por consiguiente en tiempo general de Ruta.
 11. Al llegar al punto de venta se diagnostica la falla del equipo y se clasifica la clase de servicio a realizar.
 12. Al concluir el servicio este es reportado por medio de Hand Held y cerrado en Sistema, así termina la orden de Servicio.

4.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

La toma de tiempos se realizó para las siguientes actividades, etapas del proceso de Mantenimiento en puntos de Venta.

- Tiempo en registrar las órdenes checadas en PS8, por parte de los auxiliares administrativos.
- Tiempo de asignación por parte del supervisor.
- Tiempo de atención en almacén.
- Tiempo de recarga a combustible.
- Tiempo de desayuno.
- Tiempo y distancia en el traslado: Sucursal-Punto de Venta, Punto de Venta-Punto de Venta, Punto de Venta-Sucursal (en caso de ser necesario).
- Tiempo y clasificación de los tipos de servicio de mantenimiento en Ruta que brinda la empresa.

Con los datos obtenidos en las observaciones y tomas de tiempos, se desarrolla un análisis para el Estudio de Tiempos, Los tiempos se tomaron en minutos y se muestran en la siguiente tabla.

Fecha	Auxiliar	Supervisor (Minutos)	Almacén (minutos)	Gasolina	Desayuno (minutos)	Tiempo de traslado (minutos)	Correctivo Mayor	Correctivo Menor	Revisión General	Garantía de Fabrica Mayor	Garantía de Fabrica Menor	Garantía de Servicio Mayor	Garantía de Servicio Menor	Visita Improductiva	Venta de Refacción
24/08/2010	14	15	20		25	196	139	74							13
															4
															16
															28
25/08/2010	20	11	18		20	200		90	52				40		
								52	79						
26/08/2010	16	15	30		20	96	113	207							
							161	51							
								46							
27/08/2010	15	15	15		25	242	111	77	47		61				
							145	60							
30/08/2010	18	17	21	8	20	253	120	58							
							145	169							
01/09/2010	20	18	18		25	169		56	46		54				
								56	54						
								66							
02/09/2010	16	21	17		25	104	149	107	66						
03/09/2010	16	15	21		25	246		69	98						25
									79						
06/09/2010	18	15	20		20	186		68	40						
								111							
								57							
								55							

07/09/2010	20	18	15	5	25	205		51							
								49							
								35							
								82							
								29							
08/09/2010	15	20	21		20	155		125	61					14	83
									40						
09/09/2010	16	15	15		15	205		77						3	20
								68							
								70							
								98							
13/09/2010	16	18	15		25	550	120	57	53						
									31						
14/09/2010	15	15	20		25	173	113		51						87
17/09/2010	18	20	20		20	172	84		47	111					
							120								
Promedios	16.87	16.53	19.1	6.50	22.33	210	127	75.67	56.27	111	57.5	0	40.00	8.50	35
Cantidad	15	14	15	2	14	14	12	30	15	1	2	0	1	2	8

Tabla 4.1 Tabla de Westinghouse, muestreo de Tiempos.

4.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO

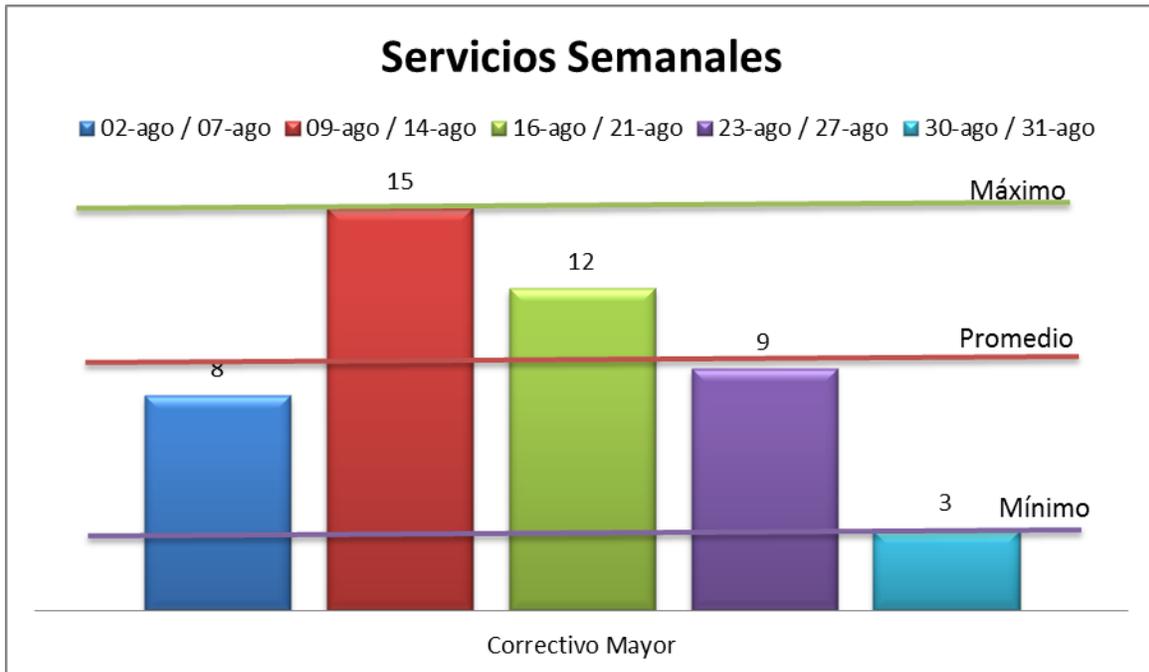
Los datos obtenidos por el estudio de tiempos se analizaron mediante STATFIT la cual es una herramienta auxiliar del Software ProModel. En este proceso obtuvimos como resultado tiempos estandarizado loa cuales ayudaran a que la simulación del mismo este apegado a la realidad.

En el estudio de Tiempos mostraremos los tiempos promedios de cada Servicio realizado y las especificaciones, los cuales fueron arrojados por este mismo.

4.3.1 CORRECTIVO MAYOR

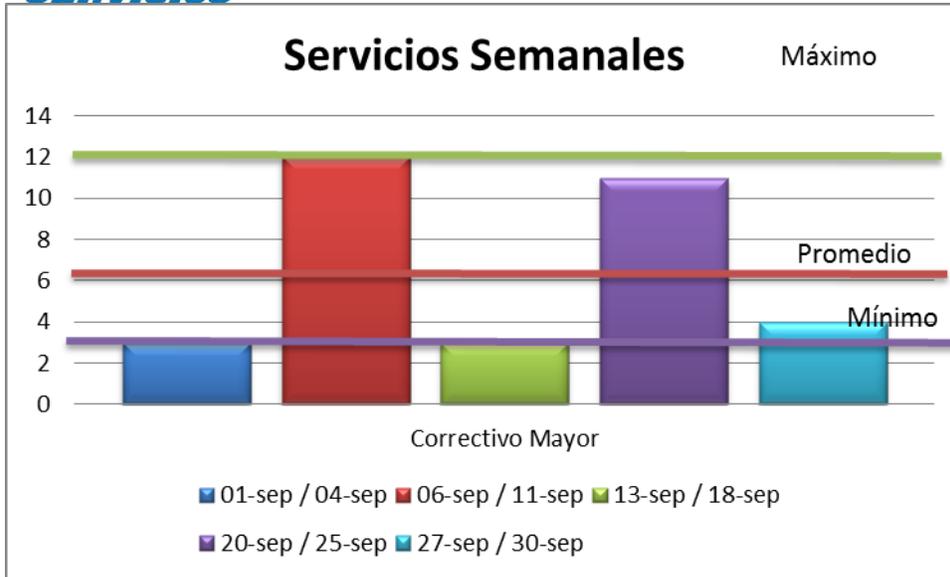
El correctivo mayor es el servicio que más Tiempo se lleva para su realización, las siguientes gráficas muestran los servicios que se realizaron en los meses de Agosto y Septiembre.

AGOSTO



Gráfica 4.1 Correctivos Mayores que se realizaron semanalmente, en el mes de Agosto.

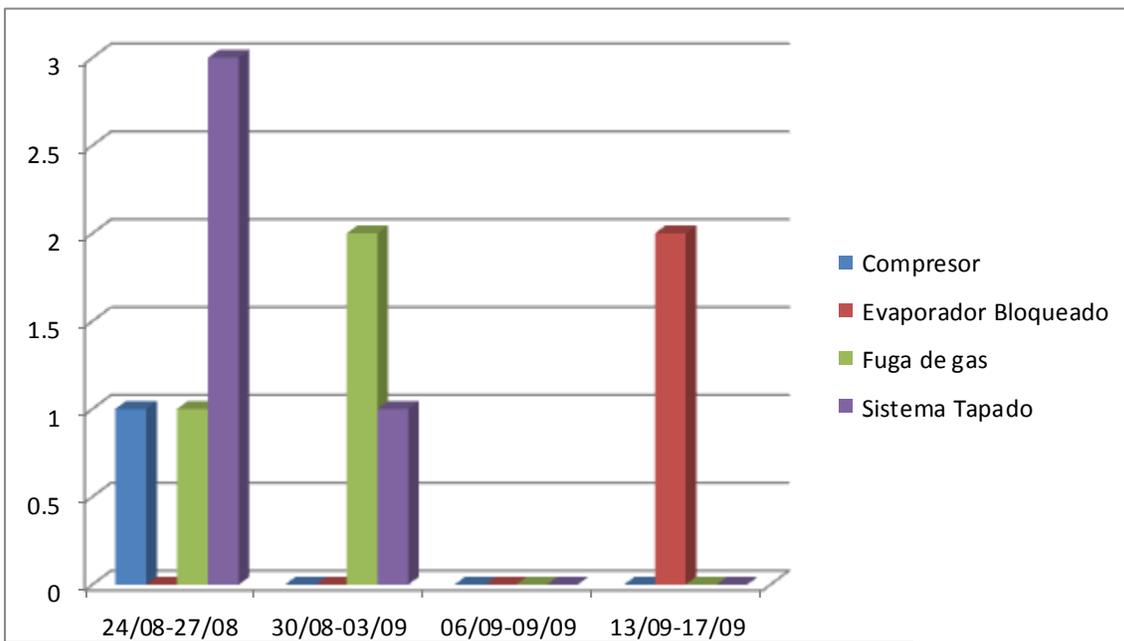
SEPTIEMBRE



Gráfica 4.2 Correctivos Mayores que se realizaron semanalmente, en el mes de Septiembre.

Tomando en cuenta que los Servicios que llegan son de proporción aleatoria.

En el tiempo en que se realizó el muestro se analizaron los siguientes Correctivos Mayores, en la tabla se muestran los datos específicos que este conlleva:



Gráfica 4.3 Gráfica general de correctivos mayores por tipo de servicio.

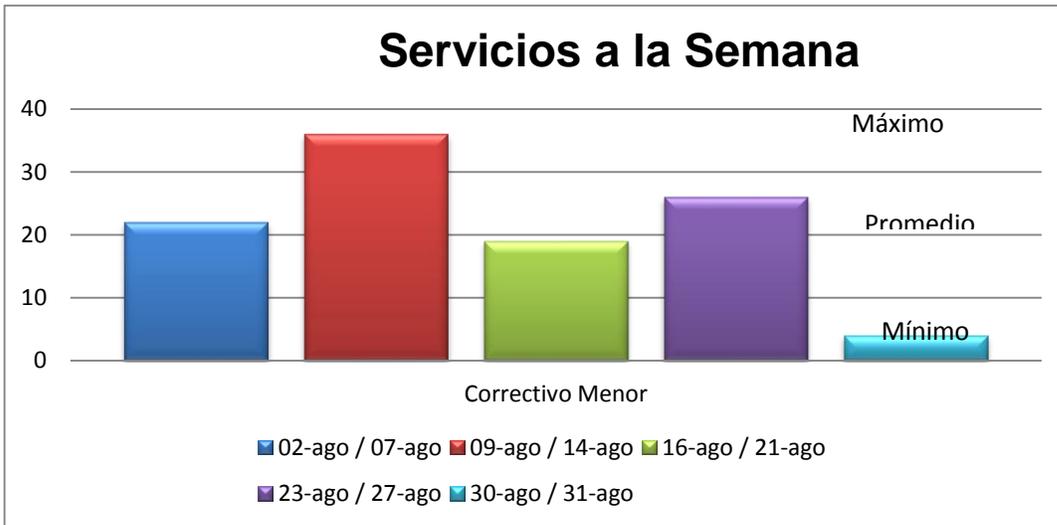
CORRECTIVO MAYOR				
No.	Fecha	Descripción	Modelo del equipo	Tiempo
1	24/08/2010	Sistema Tapado y Sistema eléctrico	LV-320	02:19 Hr.
2	26/08/2010	Sistema Tapado	G3-13	01:53 Hr.
3	26/08/2010	Compresor obsoleto e Imagen	VR-18	02:42 Hr.
4	27/08/2010	Sistema Tapado, cambio de Filtro y micro motor	LV-420	01:51 Hr.
5	27/08/2010	Fuga de gas, cambio de filtro, Louver y empaque	VRD-14	02:25 Hr.
6	30/08/2010	Sistema Tapado	R-22 Danone	01:01 Hr.
7	30/08/2010	Fuga de gas.	LV-420	02:50 Hr.
8	02/09/2010	Fuga de gas.	LV-320	02:29 Hr.
9	13/09/2010	Evaporador bloqueado	VRD-14	01:28 Hr.
10	14/09/2010	Evaporador bloqueado	LV-520	01:53 Hr.

Tabla 4.2 Datos generales durante el muestreo en Correctivos Mayores.

4.3.2 CORRECTIVO MENOR

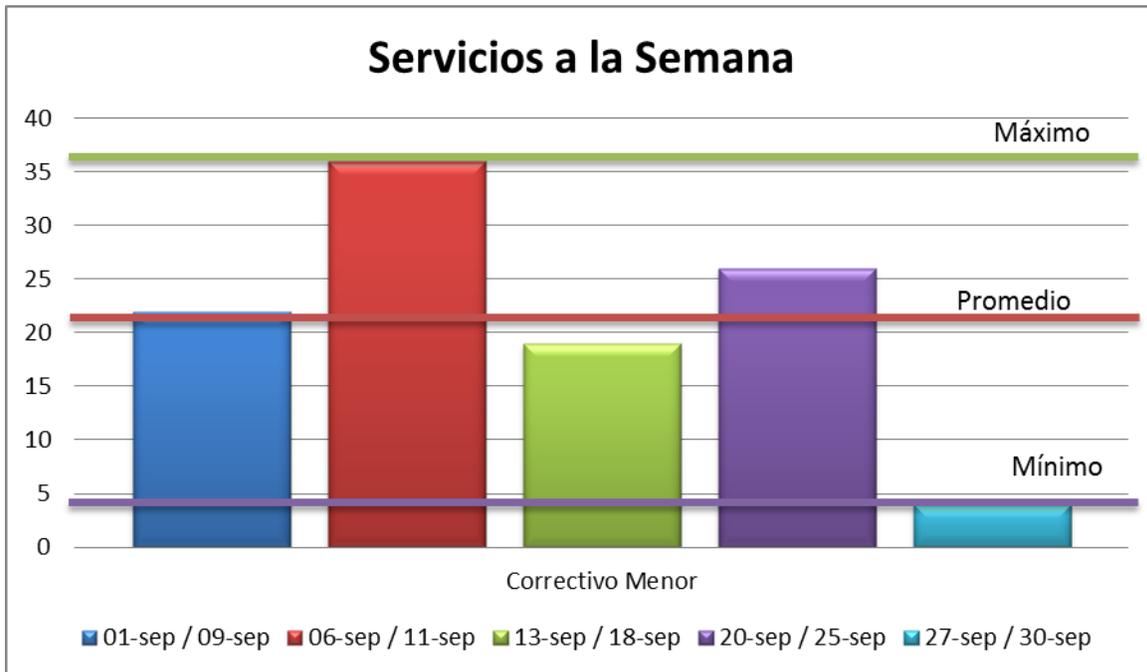
El servicio más solicitado dentro de los que ofrece la empresa es el Correctivo Menor, el tiempo que se requiere en la realización de este varía. La siguiente gráfica contiene el muestreo durante los meses de Agosto y Septiembre.

AGOSTO



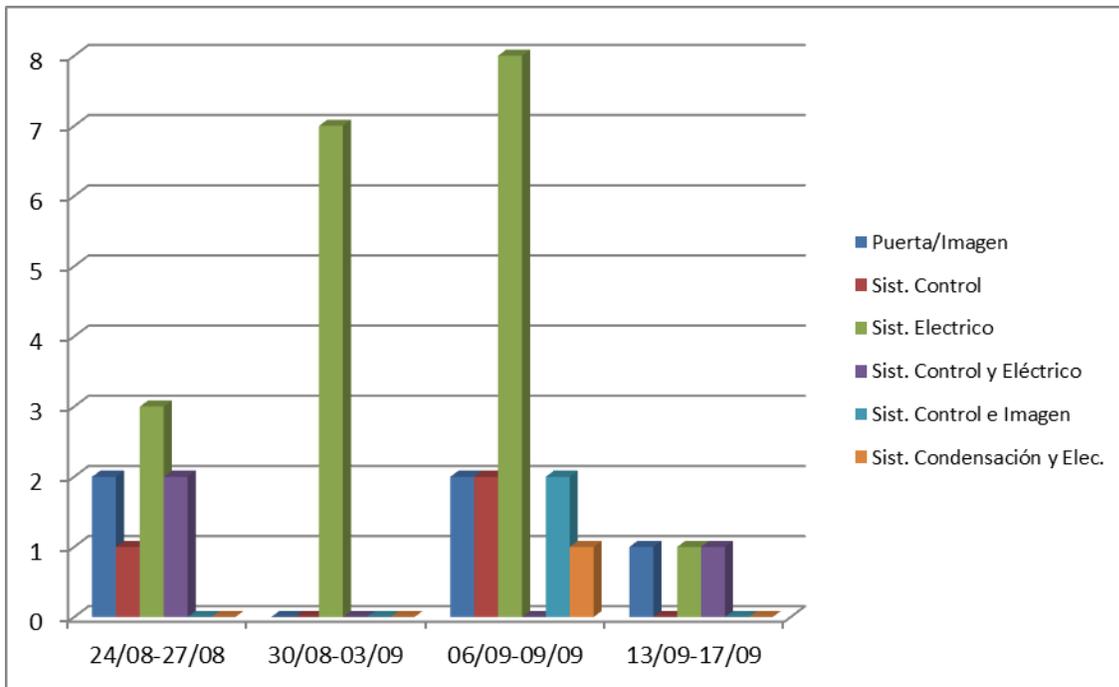
Gráfica 4.4 Correctivos Menores que se realizaron semanalmente, en el mes de Agosto.

SEPTIEMBRE



Gráfica 4.5 Correctivos Menores que se realizaron semanalmente, en el mes de Septiembre.

El muestreo que comprende al correctivo Menor, se presenta en la siguiente gráfica, y los detalles de este en la tabla correspondiente.



Gráfica 4.6 Gráfica general de correctivos menores por tipo de servicio.

CORRECTIVO MENOR				
No.	Fecha	Descripción	Modelo del equipo	Tiempo
1	24/08/2010	Cambio micro motor y Balastro	G3-13	01:14 Hr.
2	25/08/2010	Cambio Control de Temperatura y Balastro	LV-320	01:30 Hr.
3	25/08/2010	Cambio de Capacitor	G3-19	00:52 Hr.
4	26/08/2010	Cambio de puertas y ledas	G3-26	03:27 Hr.
5	26/08/2010	Cambio de micro motor y control de temperatura	LV-520	00:51 Hr.
6	26/08/2010	Cambio de control de Temperatura	LV-420	00:46 Hr.
7	27/08/2010	Cambio de lámpara y capacitor	G3-26	01:17 Hr.
8	27/08/2010	Cambio de Empaque	G3-22	01:00 Hr.
9	30/08/2010	Cambio de lámpara, Balastro y manija	LV-420	00:58 Hr.
10	30/08/2010	Cambio de micro motor.	G3-22	02:49 Hr.
11	01/09/2010	Cambio de Capacitor	G3-16	00:56 Hr.

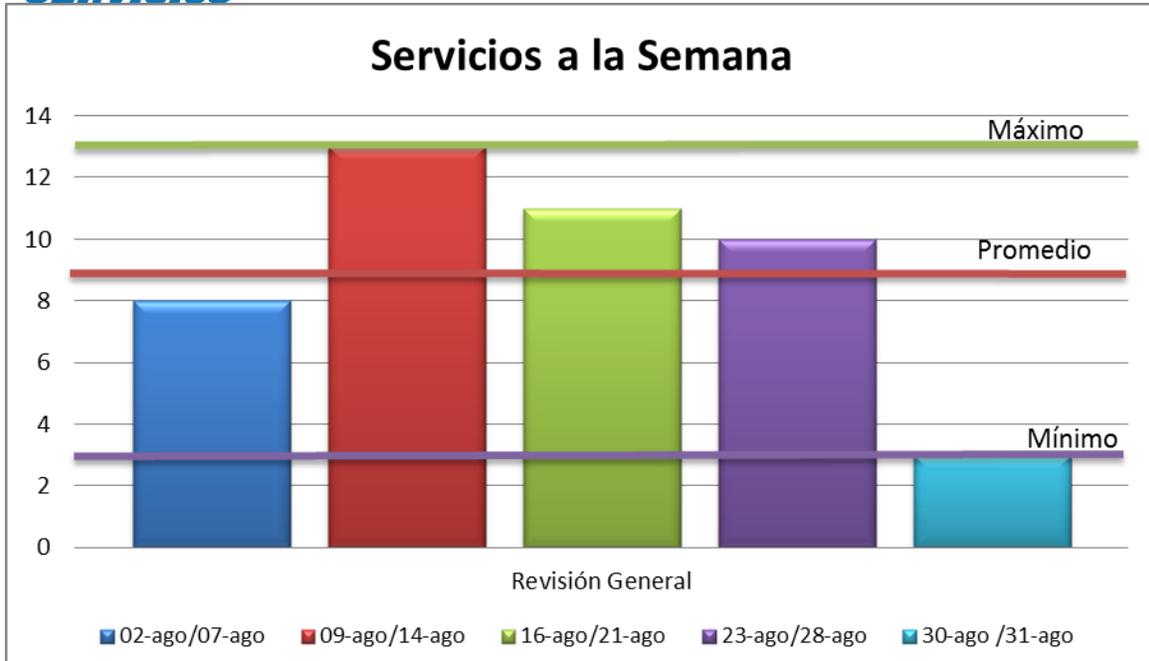
12	01/09/2010	Cambio Micro motor.	Maxi-185	00:56 Hr.
13	01/09/2010	Cambio Micro motor.	G3-13	01:06 Hr.
14	02/09/2010	Cambio Micro motor.	G3-22	01:47 Hr.
15	03/09/2010	Cambio de Capacitor	G3-26	01:09 Hr.
16	06/09/2010	Cambio de interruptor	G3-42	01:08 Hr.
17	06/09/2010	Cambio de micro motor y condensador	G3-13	01:51 Hr.
18	06/09/2010	Cambio Micro motor.	G3-22	00:57 Hr.
19	06/09/2010	Cambio de Capacitor	G3-22	00:35 Hr.
20	07/09/2010	Cambio Micro motor.	V17-7	00:51 Hr.
21	07/09/2010	Cambio de Empaque y control de temperatura.	VRD-14	00:49 Hr.
22	07/09/2010	Cambio de control de Temperatura	VRD-20	00:35 Hr.
23	07/09/2010	Cambio de control de Temperatura, Louver y empaque	VRD-20	01:22 Hr.
24	07/09/2010	Cambio de Capacitor	VL-80	00:29 Hr.
25	08/09/2010	Cambio de Micro motor	CFX-24	02:05 Hr.
26	09/09/2010	Cambio Micro motor y capacitor	G3-72	01:17 Hr.
27	09/09/2010	Cambio de empaques y manija	G3-26	01:08 Hr.
28	09/09/2010	Cambio de empaques y Louver	VRD-14	01:10 Hr.
29	09/09/2010	Cambio de lámpara	CTN-03 Ciel	00:33 Hr.
30	09/09/2010	Cambio de Balastro y cable de conexión	VL-04 Danone	01:58 Hr.
31	13/09/2010	Cambio cable de servicio	G3-72	00:57 Hr.
32	17/09/2010	Cambio micro motor, control de temperatura, manijas	VRD-14	01:24 Hr.
33	17/09/2010	Cambio switch y manija.	G3-16	01:00 Hr.

Tabla 4.3 Datos generales durante el muestreo en Correctivos Menores.

4.3.3 REVISIÓN GENERAL

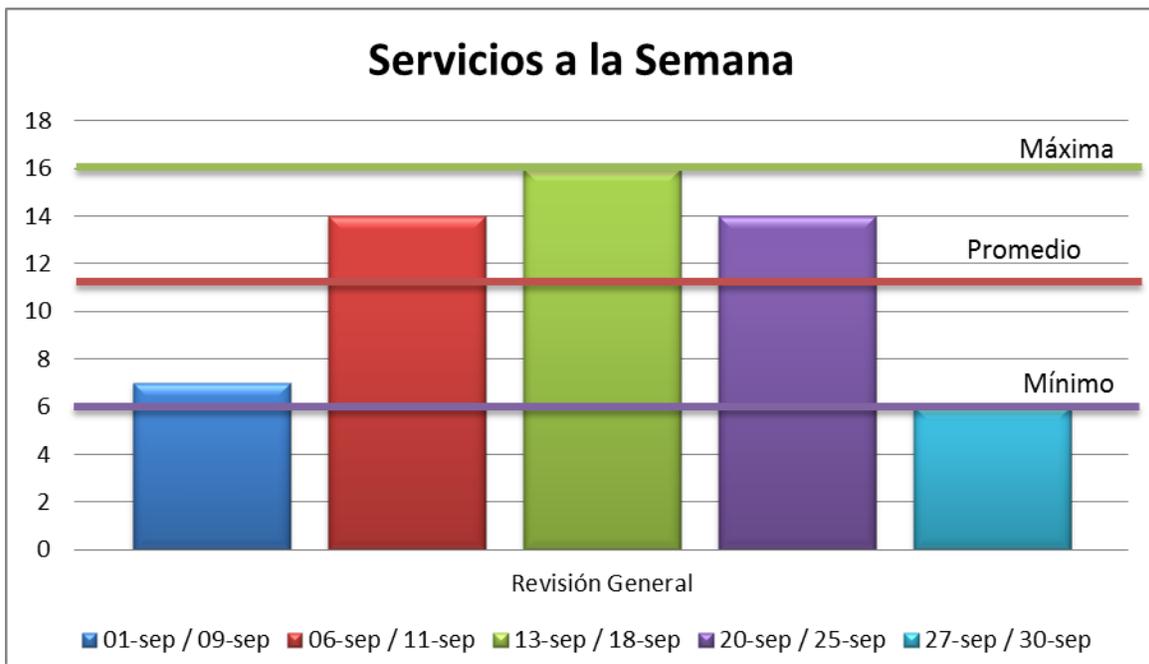
En cuanto a lugares la Revisión General ocupa un tercer lugar dentro de los servicios brindados, las gráficas de los meses de Agosto y Septiembre muestran la cantidad de Revisiones generales solicitadas en estos dos meses.

AGOSTO



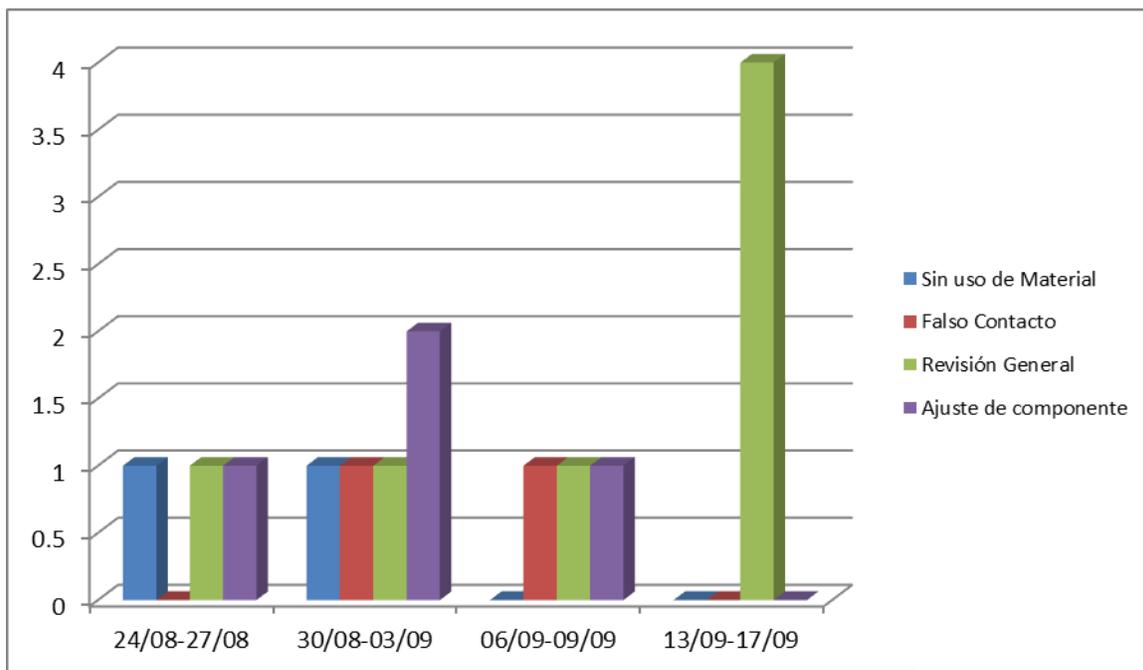
Gráfica 4.7 Revisiones Generales que se realizaron semanalmente, en el mes de Agosto.

SEPTIEMBRE



Gráfica 4.8 Revisiones Generales que se realizaron semanalmente, en el mes de Septiembre.

Dentro del muestreo se encontraron los siguientes servicios y sus tiempos:



Gráfica 4.9 Gráfica general de Revisiones Generales por tipo de servicio.

REVISIÓN GENERAL				
No.	Fecha	Descripción	Modelo del equipo	Tiempo
1	25/08/2010	Instalación Eléctrica	B2-13	00:52 Hr.
2	25/08/2010	Condensador	G3-13	01:30 Hr.
3	27/08/2010	Revisión general	G3-13	00:47 Hr.
4	01/09/2010	Empaque suelto	G3-13	00:46 Hr.
5	01/09/2010	Sin uso de material	G3-76	00:54 Hr.
6	02/09/2010	Nivelación del equipo y voltaje bajo	VRD-20	01:06 Hr.
7	03/09/2010	Falso contacto	G3-22	01:38 Hr.
8	03/09/2010	Revisión general	G3-22	00:43 Hr.
9	06/09/2010	Falso contacto	G3-42	00:40 Hr.
10	08/09/2010	Cambio de Clavija	G3-26	01:01 Hr.
11	08/09/2010	Revisión general	G3-26	00:40 Hr.
12	13/09/2010	Revisión general	G3-22	00:53 Hr.
13	13/09/2010	Revisión general	G3-13	00:31 Hr.
14	14/09/2010	Revisión general	G3-13	00:51 Hr.
15	17/09/2010	Revisión general	VR-18	00:47 Hr.

Tabla 4.4 Datos generales durante el muestreo en Revisiones Generales.

Es importante conocer a detalle la descripción del servicio a realizar, ya que de ello dependerá el Tiempo necesario para llevarlo a cabo, como se mostraron en las gráficas y tablas anteriores. Conocer los tipos de servicios y sus características es parte fundamental para detectar el tiempo exacto en que se deberán realizar dichos servicios.

4.4 SIMULACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

4.2.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los resultados fueron obtenidos por STATFIT el cual es una herramienta de ProModel. El resultado de los tiempos estándares se da en una distribución T (0, 0, 200).

Distribuciones para las etapas que contempla la fase de Simulación.

No.	Servidores	Distribución Arrojada Por STATFIT
1	Tiempo en auxiliar	T (0.5, 0.5, 1)
2	Tiempo en auxiliar2	T (1, 1, 2) Asignación complementaria
3	Tiempo de asignación (supervisor)	T (0.5, 1, 1.5)
4	Tiempo en almacén	T (5, 10, 20)
5	Tiempo de recarga de combustible	T (0, 6, 8)
6	Tiempo en desayuno	T (15, 20, 30)
7	Tiempo de revisión por el técnico	T (1, 1, 2) verificación de materiales
8	Correctivo mayor	T(100, 150, 200)

9	Correctivo menor	T(20,50,150)
10	Revisión general	T(30,35,170)
11	Tiempo en ruta	T(40, 176, 355)

Tabla 5.4 Datos arrojados por STATFIT

La toma de muestras se realizó a los tres técnicos, con los que cuenta la empresa para lograr atender 24 órdenes de servicios como capacidad promedio establecida por los índices de productividad, es decir, cada técnico debe realizar 8 órdenes de servicio por jornada de trabajo para cumplir y llegar al índice de productividad.

4.2.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

En la construcción del Modelo utilizando el programa de simulación ProModel es necesario contar con los siguientes básicos: Locaciones y Servidores (dependiendo la función del programa), Entidades o elementos a servir, definir un proceso de atención y determinar los recursos para mover las entidades y por último la Ruta de recorrido.

Locaciones: Las locaciones presentan lugares fijos en el Sistema donde las entidades serán enviadas para ser atendidas, esperar, almacenarse o alguna otra actividad. Las locaciones utilizadas en este modelo representan las áreas de atención y las etapas en las que se cumplen los procesos, las clasificaremos en Servidores y Líneas de espera.

 **Servidores:** En este caso las locaciones donde la entidad es atendida o desarrolla una actividad programada por sí sola o con la operación de un Recurso.

-  Auxiliar
-  Supervisor
-  Auxiliar 2
-  3 Técnicos

- ✿ Almacén
- ✿ Combustible
- ✿ Comedor
- ✿ 3 Rutas
- ✿ 3 Servicios
- ✿ Cerrada

🌐 **Líneas de Espera:** Locaciones donde la entidad llega y se forma en fila a esperar o ser atendido a realizar su actividad programada.

- ✿ Precarga
- ✿ Asignación
- ✿ Asignación Completa
- ✿ Esperar a Revisión de cada Técnico
- ✿ Espera de Almacén
- ✿ Espera de Combustible
- ✿ Espera de cada Ruta
- ✿ Espera de cada Servicio

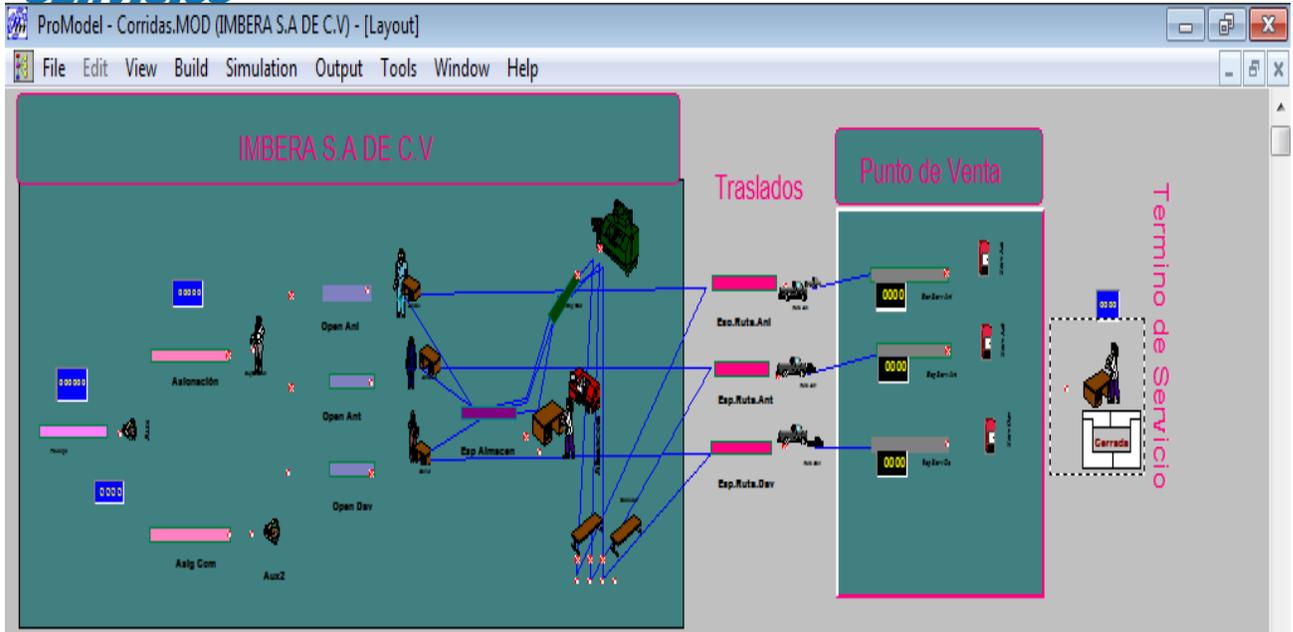


Figura 5.2 Locaciones

Entidades: Elementos que demandan ser atendidos, en el modelo se consideran los siguientes elementos.

- OS orden de Servicio
- Grupo 1
- Grupo 2
- Grupo 3

Llegadas: Es la programación de como las entidades o los elementos que demandan ser atendidos llegan o entran al sistema, en este caso la forma en que caen o se registran las órdenes de servicio al PS8. El cual se comporta a una distribución T (0, 0, 200).

Proceso o Flujo de Atención: Aquí se describe las operaciones que se realiza en una locación, así como el tiempo que requiere cada servidor para atender una orden de servicio o en general una entidad, los recursos necesarios para completar el proceso y cualquier actividad que pueda suceder en la locación, incluyendo la selección del próximo destino de la entidad.

Recursos para mover las entidades: Los recursos son el medio por el cual las entidades son transportadas de una locación a otra siguiendo el flujo de proceso (la cual es marcada por modos), dando un punto de inicio y punto final. En este modelo se utilizan dos recursos, EL Recurso Humano (técnicos), y el recurso de maquinaria (los vehículos de cada técnico).

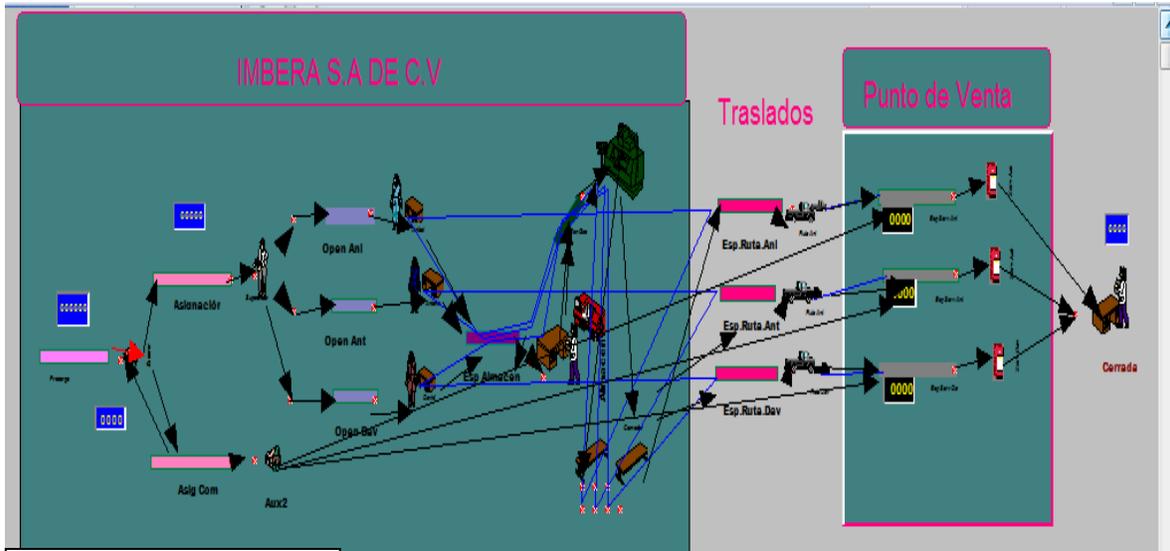


Figura 5.3 Entidades

4.2.3 VALIDACIÓN DEL MODELO

4.2.3.1 CORRIDAS PILOTO

Las corridas piloto o de prueba son aquellas que permiten obtener los datos necesarios para llevar a cabo la validación del modelo simulado, esto se hace con la finalidad de detectar posibles errores en el desarrollo del programa y poder realizar los cambios pertinentes antes de concluir el programa final del modelo a simular, después de obtener los datos necesarios dentro de las corridas piloto. El número de corridas de prueba para este proyecto serán de 20.

Corridas de servicio correctivo mayor		
No.	Cantidad de servicios	Tiempo de servicio
1	7	120
2	5	160
3	6	102
4	5	121
5	5	112
6	6	120
7	5	104
8	6	110
9	5	116
10	6	100
11	6	120
12	6	98
13	6	126
14	8	116
15	4	95
16	7	93
17	8	126
18	4	101
19	9	120
20	7	140

Tabla 5.5 Corridas Piloto para el Servicio de Correctivo Mayor.

Corridas de servicio correctivo menor		
No.	Cantidad de servicios	Tiempo de servicio
1	15	61
2	15	59
3	15	67
4	16	63
5	14	67
6	16	70
7	17	54
8	16	71
9	15	59
10	17	63
11	15	68
12	17	55
13	13	57
14	15	60
15	18	64
16	14	58
17	16	64
18	16	57
19	14	65
20	18	64

Tabla 5.6 Corridas Piloto para el Servicio de Correctivo Menor

Corridas de servicio Revisión General		
No.	Cantidad de servicios	Tiempo de servicio
1	8	37
2	8	43
3	7	40
4	6	36
5	8	39
6	6	59
7	7	45
8	7	37
9	7	54
10	7	45
11	5	33
12	8	42
13	9	22
14	9	24
15	4	45
16	9	38
17	5	33
18	8	54
19	9	30
20	6	43

Tabla 5.7 Corridas Piloto para el Servicio de Revisión General

En la siguiente tabla se mostraran las cantidades y los tiempos promedios de los tres servicios que depende la productividad, según las corridas:

PROMEDIOS		
SERVICIO	CANTIDADES	TIEMPOS
Correctivo Mayor	6	115
Correctivo Menor	16	62
Revisión General	7	40

Tabla 5.8 Promedios de las cantidades y tiempos de las corridas.

4.2.3.2 PROCESO DE VALIDACIÓN MEDIANTE MINITAB

Para poder validar el modelo de simulación se empleó la técnica estadística de la prueba t pareada, la cual es el tiempo de servicio de mantenimiento. En este estudio se comparan 20 datos para cada servicio proporcionado por la empresa. Los datos fueron analizados y obtenidos en ProModel.

De acuerdo a la suposición que se hace en el muestreo con distribución normal con un intervalo de confianza de $1-\alpha$ para la diferencia media el estadístico de la prueba es:

$$D \pm \frac{(t_{v,1-\alpha})(S_D)}{\sqrt{n}}$$

Con una distribución t de student para la cual $v = n-1$ grados de libertad, donde:

$$D^- = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$S_D^2 = \frac{\sum [(D_i - d)^2]}{n-1}$$

Hipótesis nula (Ho): Si la diferencia media es cero con un nivel de confianza de 95% de los datos obtenidos de la corrida de prueba contra los datos obtenidos del sistema real.

Hipótesis alterna (Hi): Si la diferencia media no es cero con un nivel de confianza del 95% de los datos obtenidos de la corrida de prueba del sistema real.

Criterio de rechazo: rechaza Ho si no se encuentra el valor cero dentro del intervalo de confianza.

CORRECTIVO MAYOR			CORRECTIVO MENOR			REVISIÓN GENERAL		
No.	Tiempo Real	Tiempo Simulado	No.	Tiempo Real	Tiempo Simulado	No.	Tiempo Real	Tiempo Simulado
1	139	111	1	90	68	1	52	49
2	113	102	2	52	73	2	79	40
3	161	103	3	207	70	3	46	44
4	111	112	4	51	67	4	54	46
5	145	106	5	80	67	5	66	44
6	120	111	6	77	68	6	98	47
7	145	105	7	60	68	7	79	44
8	149	104	8	58	65	8	40	40
9	120	113	9	169	68	9	61	42
10	113	104	10	56	66	10	53	46
11	84	101	11	56	65	11	52	39
12	120	97	12	66	65	12	47	44
13	139	109	13	90	66	13	52	39
14	113	106	14	52	71	14	79	40
15	161	107	15	207	69	15	46	40
16	111	95	16	51	66	16	54	41
17	145	98	17	80	69	17	66	38
18	120	107	18	77	68	18	98	46
19	145	99	19	60	68	19	79	41
20	149	97	20	58	67	20	40	41

Tabla 5.9 Datos para la Validación

Este estudio se desarrolla con el programa MINITAB que es una herramienta estadística que agiliza el análisis de los datos.

Validación de la Simulación del Tiempo de Servicio Correctivo Mayor

30/12/2010 15:07:03

Paired T-Test and CI: Tiempo de servicio observado, Tiempo de servicio simulado
 Paired T for Tiempo de servicio observado - Tiempo de servicio simulado

	N	Mean	StDev	SE Mean
Tiempo Real	20	101.46	21.199	4.240
Tiempo Simulado	20	102.82	16.924	3.385
Diferencia	20	-1.36000	22.39397	4.47879

95% CI for mean difference: (-10.60378, 7.88378). T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.30 P-Value = 0.764. **No se rechaza Ho, ya que cero se incluye en el intervalo.**

Validación de la simulación del tiempo de servicio correctivo menor

30/122/2010 15:07:03

Paired T-Test and CI: Tiempo de servicio observado, Tiempo de servicio simulado
 Paired T for Tiempo de servicio observado - Tiempo de servicio simulado

	N	Mean	StDev	SE Mean
Tiempo Real	20	62.4000	19.9785	3.9957
Tiempo Simulado	20	65.2800	18.5529	3.7106
Diferencia	20	-2.88000	24.6353	4.9261

95% CI for mean difference: (-13.04863, 7.28863). T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.58 P-Value = 0.564. **No se rechaza Ho, ya que cero se incluye en el intervalo.**

Validación de la simulación del tiempo de servicio revisión general

30/12/2010 17:00:26

Paired T-Test and CI: Tiempo de servicio observado, Tiempo de servicio simulado
 Paired T for Tiempo de servicio observado - Tiempo de servicio simulado

	N	Mean	StDev	SE Mean
Tiempo Real	20	37.0000	30.8801	6.1760
Tiempo Simulado	20	30.0800	10.1280	2.0256
Diferencia	20	6.92000	28.8284	5.76568

95% CI for mean difference: (-4.97978, 18.81978) - T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1.20 P-Value = 0.242. **No se rechaza Ho, ya que cero se incluye en el intervalo.**

4.2.3.3 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

El diseño de experimentos permite establecer el número de simulaciones independientes que deben de realizarse para lograr los resultados con un absoluto permisible del modelo con respecto al sistema real, para que después se puedan realizar inferencias sobre el comportamiento del sistema.

Para determinar el número de simulaciones independientes se utilizarán los resultados se las corridas de prueba. El número de corridas con un error absoluto se calcula con la siguiente fórmula:

$$n(\beta) = \text{MIN} \left\{ i \geq n: t_{v, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{i}} \leq \beta \right\}$$

Dónde:

$n (\beta)$ = Número de corridas con un valor absoluto.

β = Error absoluto permisible.

$1-\alpha$ = Nivel de confianza

S^2 = Varianza (de la Variable media vuelta)

Datos del tiempo del Servicio, Correctivo Mayor

Varianza = 259.28995

Desviación Estándar = 16.102428

Media = 115

Error Permisible = 10

V	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t	2.23	2.20	2.18	2.16	2.14	2.13	2.12	2.11	2.10	2.09
Restricción	10.82	10.23	9.73	9.30	8.92	8.58	8.28	8.01	7.76	7.54

Tabla 5.10 Determinación del número de corridas.

El valor mínimo de i que cumple la restricción es de $i=12$ considerando un error de significancia de 1%, ya que $9.73 < 16.10$, el número de corridas calculadas con anterioridad es el valor mínimo que permite alcanzar el error absoluto permisible, por lo que si se incrementa tendrá un error menor, por lo tanto el número de corridas para este modelo de simulación será de 15. Con esto se busca que el modelo tenga el mayor grado de representación del sistema y que los datos que resulten de la simulación sean de alta precisión.

CAPÍTULO 5.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA

5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede identificar que el proyecto es factible de realizar, además de que aumentará la eficiencia y uso de los servicios correspondientes, con un tiempo estandarizado que ayuda a disminuir tiempos ociosos y agilizar la productividad.

El sistema de mantenimiento en Ruta consta de dos subprocesos la etapa preparatoria y la etapa de mantenimiento a punto de venta (Ruta). El proceso de este se formula siguiendo las técnicas de Calidad, el cual se presente en el siguiente modelo.

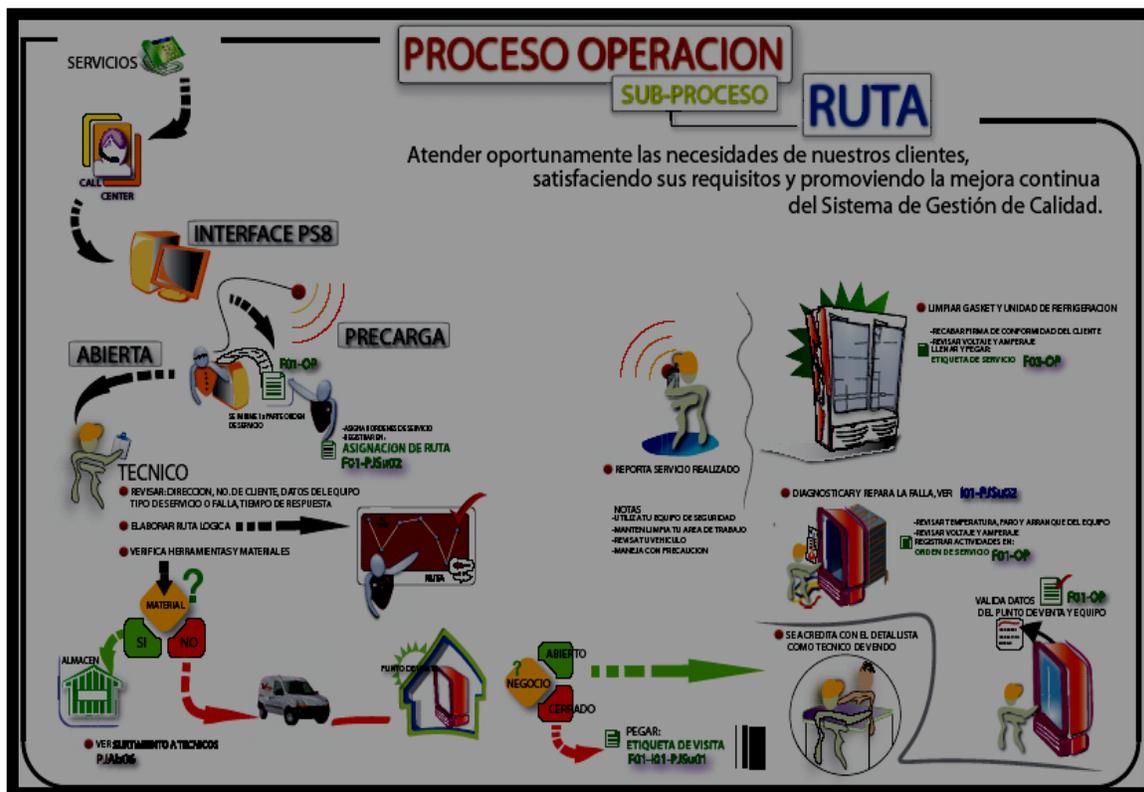
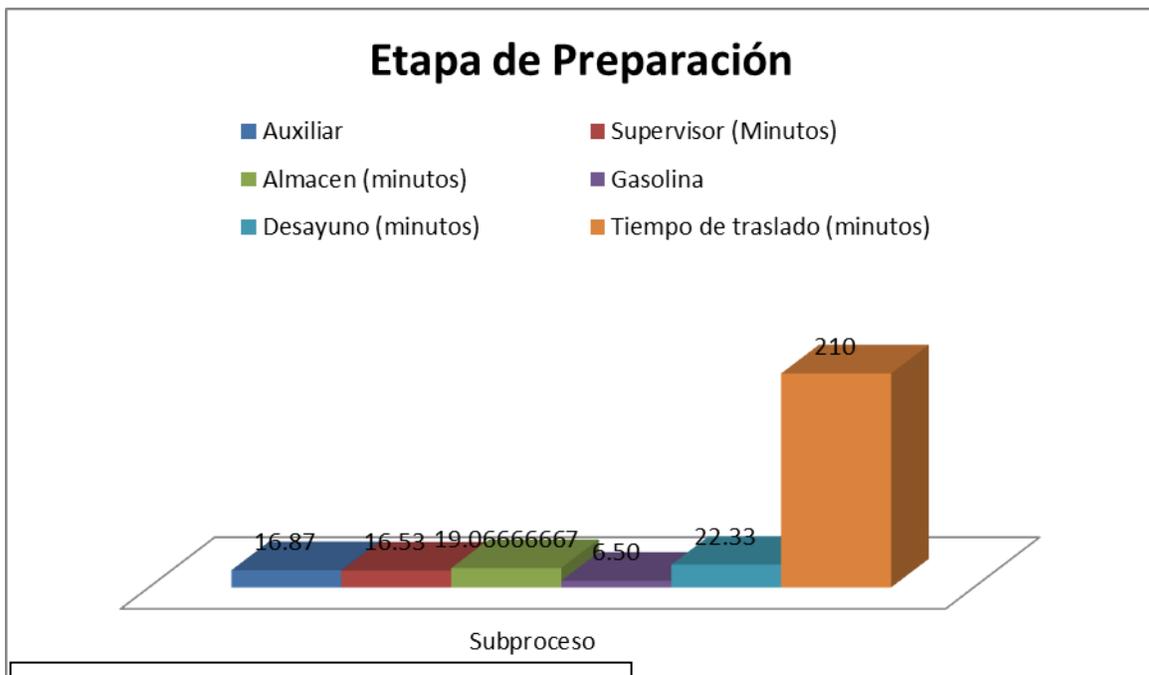


Figura 5.1 Modelo de Operación en Ruta

GRAFICAS DE RESULTADOS

En la siguiente gráfica se muestran los tiempos promedios de la etapa preparatoria, esto quiere decir, el tiempo en que un técnico es atendido antes de salir a Ruta.

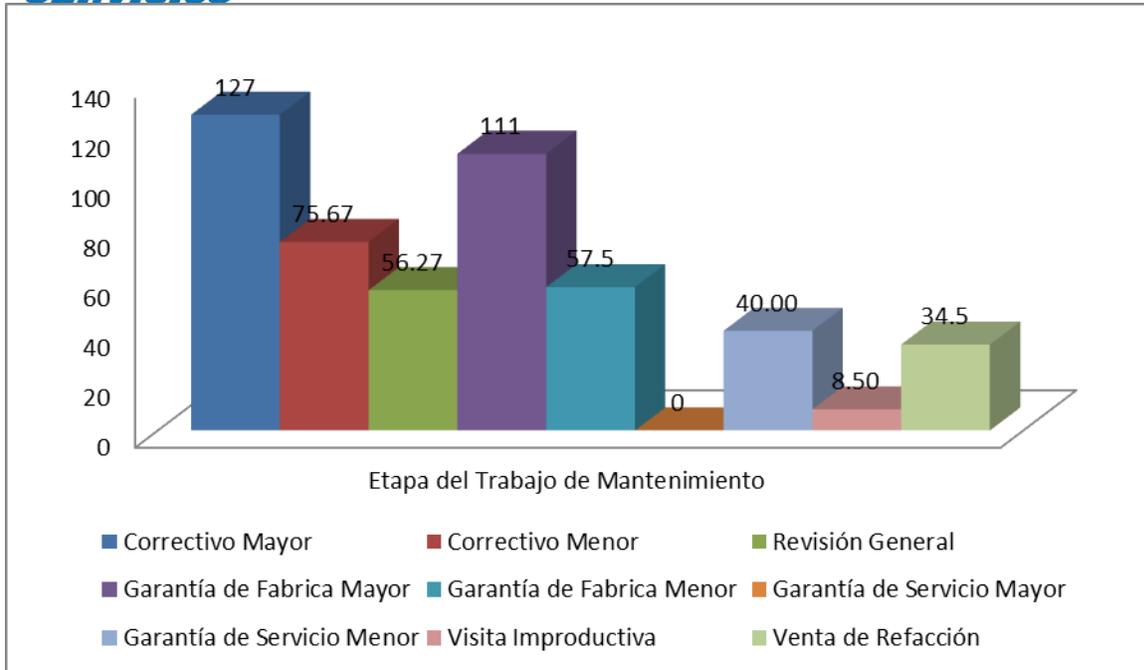
El tiempo que abarca el Traslado es muy largo, caso contrario ocurre en los tiempos de suministro de gasolina. Hay que tener en cuenta que el tiempo de traslado depende de la Ruta donde se realizara el servicio.



Gráfica 5.1 Etapa de Preparación

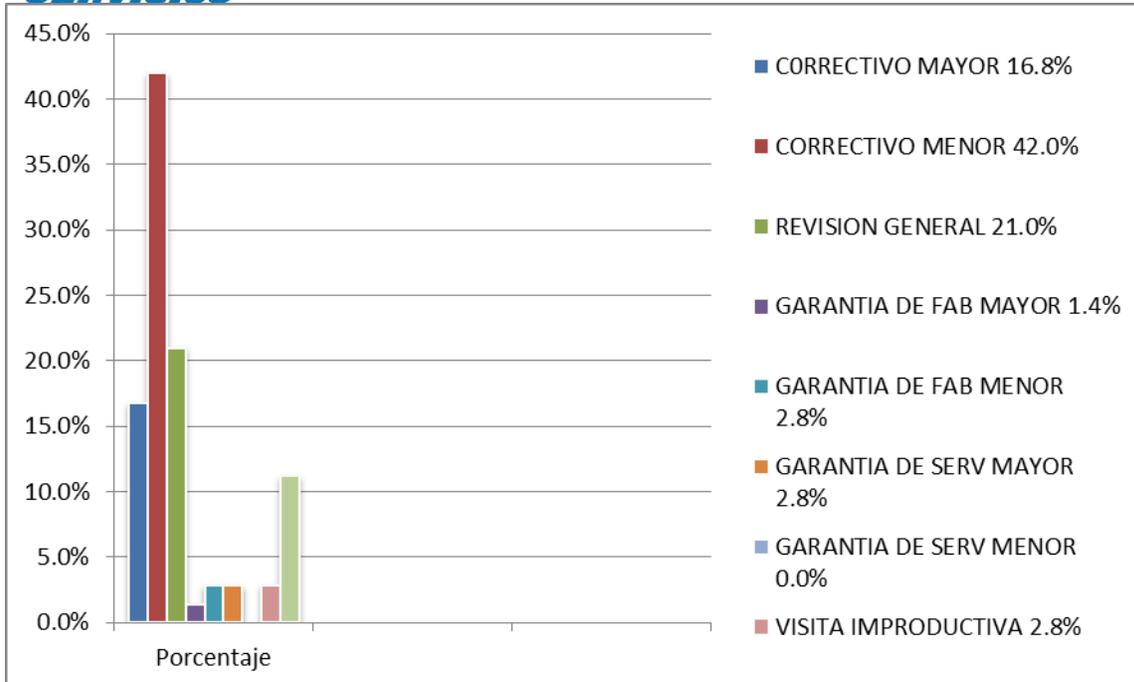
El tiempo promedio que arrojo el muestreo para cada uno de los tipos de servicios de mantenimiento, nos muestra que el Correctivo mayor presenta más tiempo de atención. La garantía de Fábrica mayor hace hincapié al mismo, esto se debe a este entra en el rango de correctivo mayor, la diferencia al nombre es el tiempo de vida con el que cuenta el equipo al cual se le realizará el servicio.





Gráfica 5.2 Etapa del Trabajo de Mantenimiento

La gráfica 5.3 se muestra el porcentaje de solicitudes de cada servicio, el Correctivo menor presenta un alto índice de atención, en este caso le sigue la Revisión general y en tercer lugar los Correctivos Mayores, con estos datos se puede mencionar un tiempo estándar para cada uno de estos servicios y así satisfacer la demanda.



Gráfica 5.3 Porcentaje de Servicios

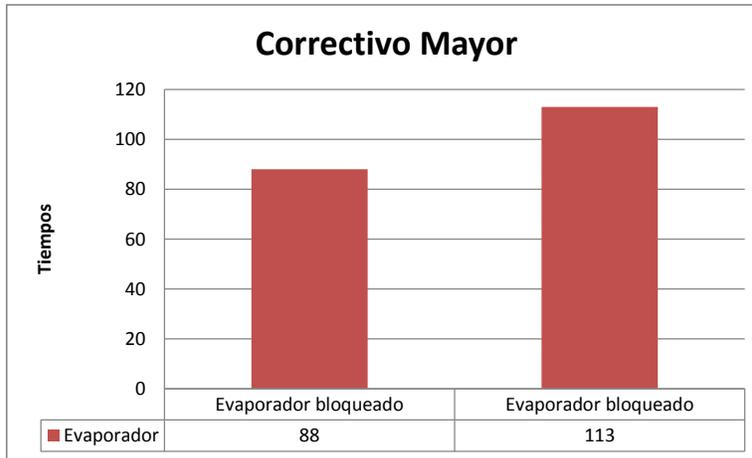
5.1.1 EVALUACIÓN EL CORRECTIVO MAYOR

En la evaluación interviene la base de Datos de este año de la empresa y el muestreo en sí, esto es para reforzar el estudio, dar un tiempo estándar preciso y factible.

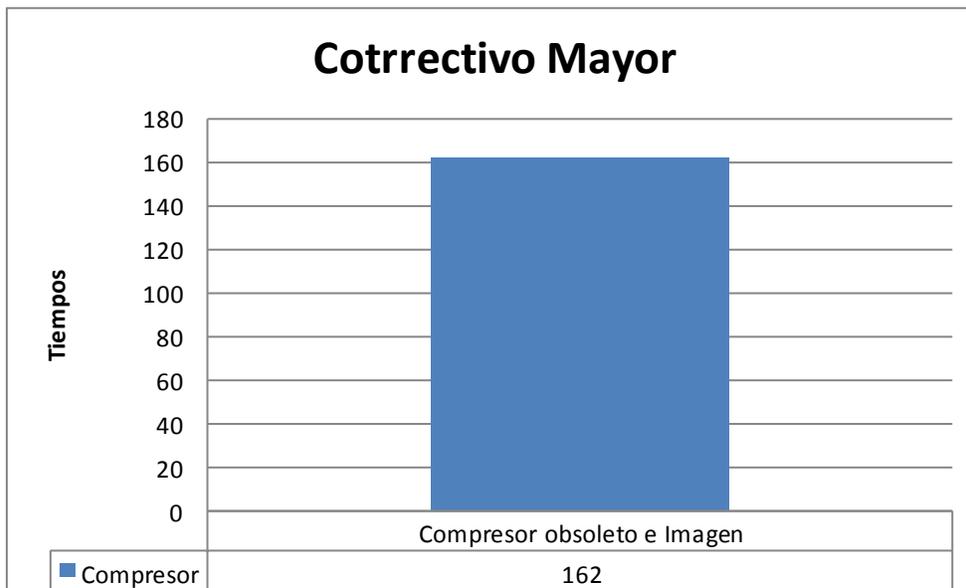
Para el resultado se tomó en cuenta la clasificación de este servicio:

-  Compresor
-  Evaporador Bloqueado
-  Fuga de gas
-  Sistema Tapado

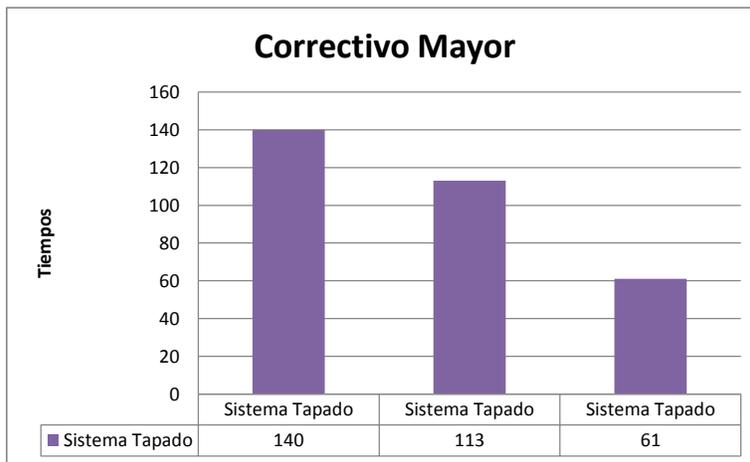
Dentro del muestreo se encontraron los siguientes tiempos:



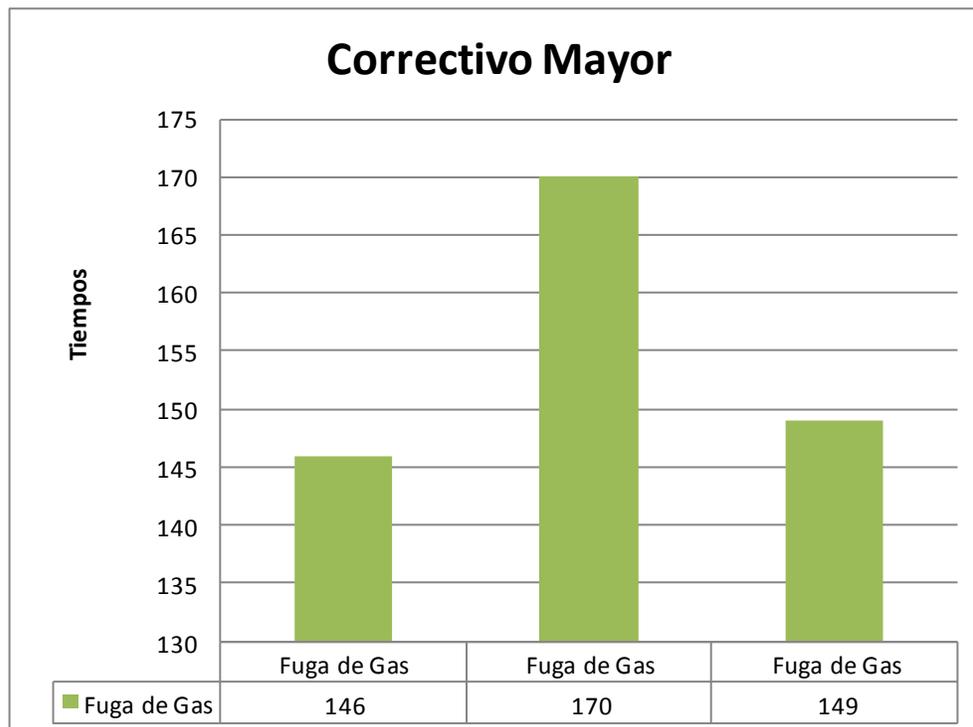
Gráfica 5.4 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Evaporador



Gráfica 5.5 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Compresor



Gráfica 5.6 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Sistema Tapado



Gráfica 5.7 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Fuga de gas

5.1.1.1 Resultados del análisis de muestreo y Base de Datos, para el Correctivo Mayor.

Los Tiempos mostrados están dados en minutos, la columna naranja es el resultado arrojado por el estudio, la cual marca el tiempo en que deberá realizarse el tipo de servicio correspondiente.

CORRECTIVO MAYOR			
Tipo de Servicio	Tiempo Máximo	Tiempo Mínimo	Tiempo Estándar
Compresor	260	210	235
Evaporador bloqueado	150	100	125
Fuga de Gas	200	150	175
Sistema Tapado	180	130	155

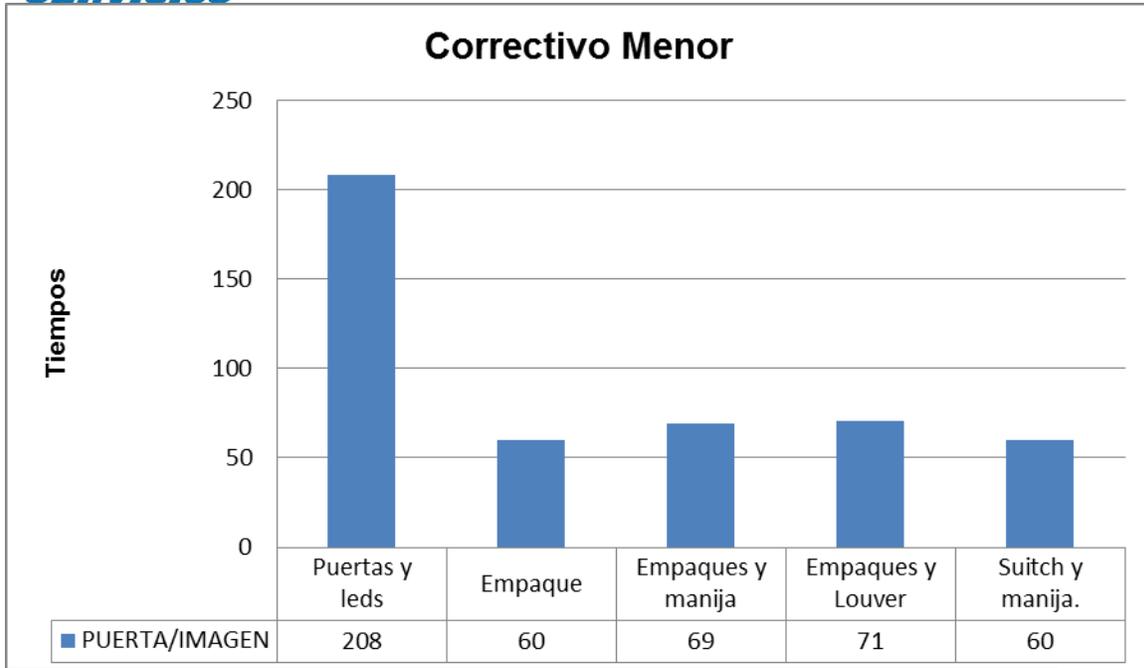
Tabla 5.1 Clasificación de Resultados para cada tipo de Servicio a Correctivo Mayor.

5.1.2 EVALUACIÓN DEL CORRECTIVO MENOR

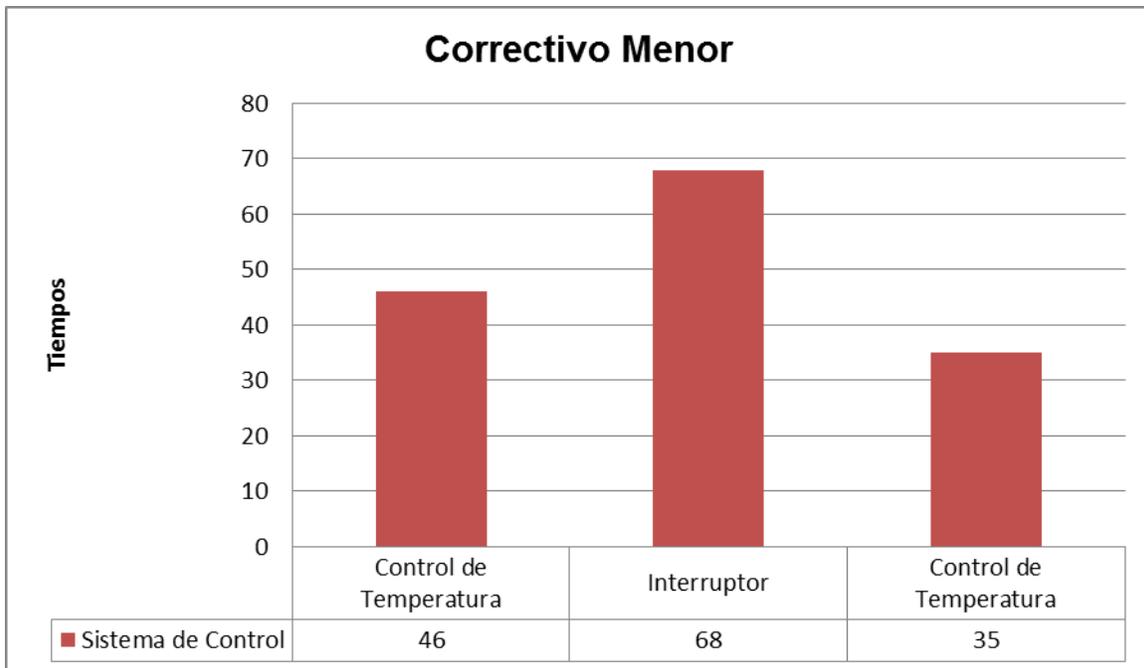
Las solicitudes de este servicio muestran una gran demanda diariamente, este servicio cubre los siguientes tipos:

-  Puerta/Imagen
-  Sistema de Control
-  Sistema Eléctrico
-  Sistema de Condensación

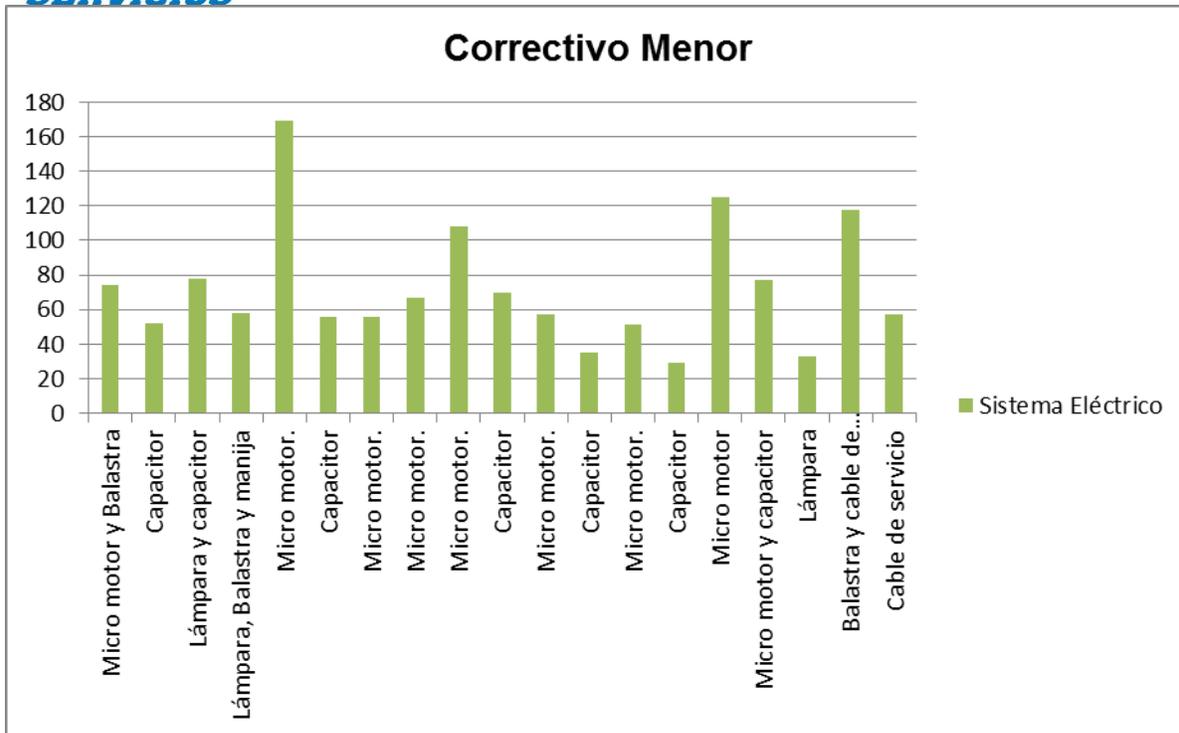
En el muestreo se encontraron los siguientes servicios, con sus respectivos Tiempos.



Gráfica 5.8 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Puerta/Imagen



Gráfica 5.9 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Sistema de Control



Gráfica 5.10 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Sistema Eléctrico

5.1.2.1 Resultados del análisis de muestreo y Base de Datos, para el Correctivo Menor.

Los Tiempos mostrados están dados en minutos, la columna naranja es el resultado arrojado por el estudio, la cual marca el tiempo en que deberá realizarse el tipo de servicio correspondiente.

CORRECTIVO MENOR			
Tipo de Servicio	Tiempo Máximo	Tiempo Mínimo	Tiempo Estándar
Puerta/Imagen	150	100	125
Sistema de Control	140	90	115
Sistema Eléctrico	200	150	175

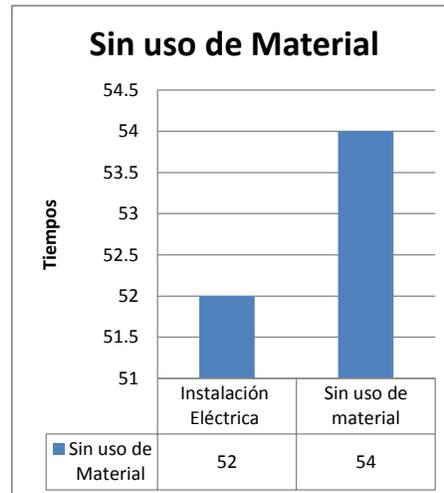
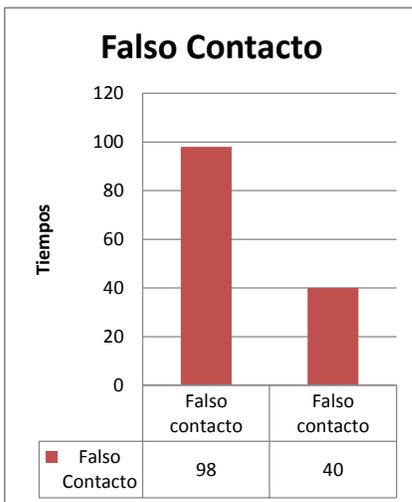
Tabla 5.2 Clasificación de Resultados para cada tipo de Servicio a Correctivo Menor.

5.1.3 EVALUACIÓN DE LA REVISIÓN GENERAL

Revisión general o Mantenimiento Preventivo, por lo regular este servicio ocupa una mínima cantidad de tiempo para su realización, las siguientes graficas representan los tiempos del muestreo realizado a este Servicio.

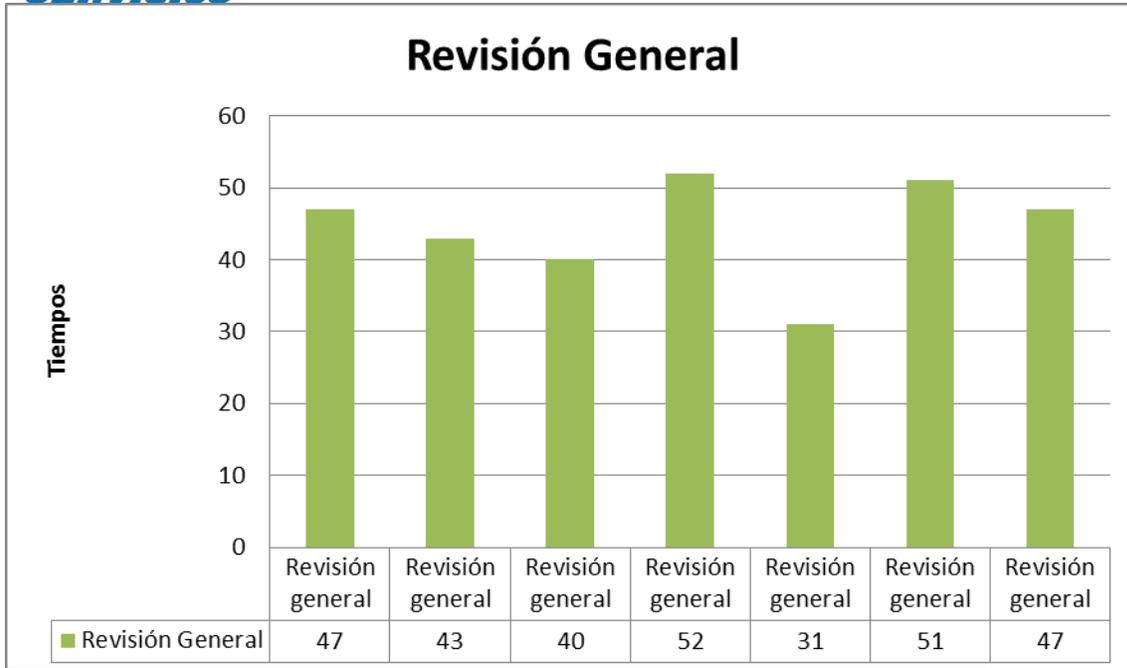
La Clasificación que se tomó para la realización de este servicio, son las siguientes:

-  Sin uso de Material
-  Falso Contacto
-  Revisión General
-  Ajuste de Componentes

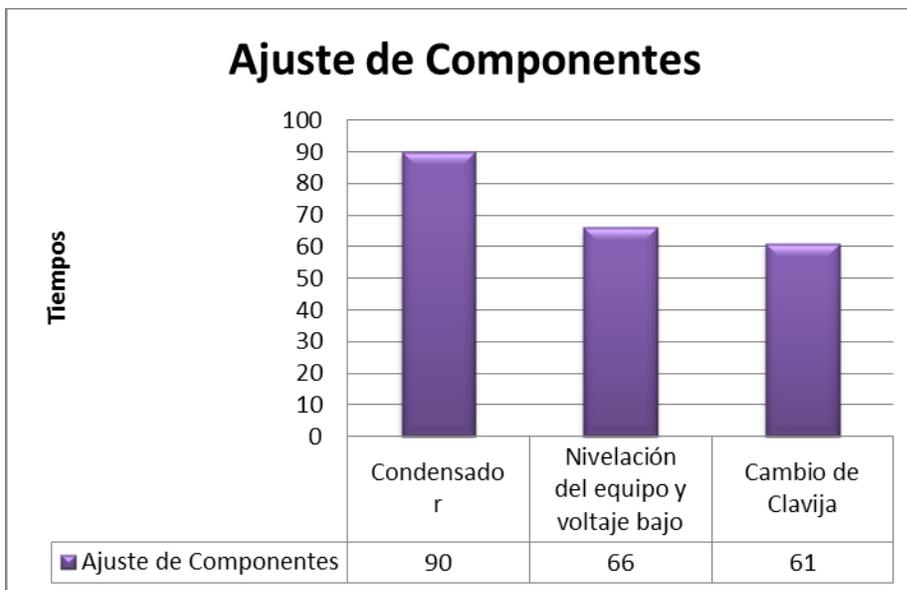


5.11 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Falso Contacto

5.12 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Sin uso de Material



5.13 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Revisión General



5.14 Tiempos tomados en minutos para el servicio de Ajuste de Componentes

5.1.3.1 Resultados del análisis de muestreo y Base de Datos, para la Revisión General.

Los Tiempos mostrados están dados en minutos, la columna naranja es el resultado arrojado por el estudio, la cual marca el tiempo en que deberá realizarse el tipo de servicio correspondiente.

REVISIÓN GENERAL			
Tipo de Servicio	Tiempo Máximo	Tiempo Mínimo	Tiempo Estándar
Ajuste de Componentes	100	60	80
Falso contacto	100	60	80
Sin uso de material	100	60	80
Revisión General	180	130	155

Tabla 5.3 Clasificación de Resultados para cada tipo de Servicio Revisión General.

5.2 RESULTADOS DE LAS CORRIDAS FINALES DE SIMULACIÓN

Teniendo el modelo validado y especificado del número de corridas para que el modelo sea estadísticamente representativo del sistema real, se desarrolla las corridas de prueba para obtener datos deseados e inferir sobre el sistema real de mantenimiento en ruta.

Estos datos sirven para visualizar puntos de mejora dentro del sistema. Estos datos requieren de especial atención pues de su buen análisis depende que el modelo cumpla con el objetivo que el sistema real satisface.

La muestra que se logra brindar da como resultado un promedio de 118 servicios por semana pero se tienen 10 re-incidencias, lo cual no es bueno para la empresa pues incrementa los costos, así también se muestra que el tiempo de servicio promedio de los tres tipos de servicios es de 69 minutos, esto ayuda a reorganizar

con mayor frecuencia a los técnicos para que incrementen su productividad, siendo notable que no se llegue a los 36 servicios por técnico en la semana como índice promedio de productividad semanal.

SERVICIOS REALIZADOS EN UNA SEMANA								
		DATOS				SUBTOTALES		
TÉCNICO	TOTAL	SERVICIO	TS.PROM	CANTIDAD	SERVICIOS	GARANTÍAS	TR PROMEDIO	
A	ANÍBAL	39	CMY-Aníbal	105.01	5.53			
T	TOÑO	39	CMN-Aníbal	56.75	22.05			
D	DAVID	39	RG-Aníbal	42.60	8.20	35.79	4	68.12
		118	CMY-Toño	109.80	5.67			
			CMN-Toño	55.76	23.93			
			RG-Toño	32.97	6.47	36.07	3	66.18
			CMY-David	109.88	5.73			
			CMN-David	67.79	22.27			
			RG-David	42.80	7.15	35.15	3	73.49
			TOTAL	69.26	107.00	107.00	10.00	207.78

Tabla 5.11 Resultados de las 15 corridas

En la siguiente tabla se muestran los rendimientos, estos resultados son los de principal interés para la empresa pues con estos el jefe de sucursal toma decisiones sobre las actividades que se deben desarrollar durante la jornada de trabajo, además planea los programas de mantenimientos preventivos que en ocasiones los clientes demandan.

MONTO DE RENDIMIENTO POR LOS SERVICIOS REALIZADOS.							
No.	TÉCNICO	CANTIDAD DE SERVICIOS			MONTO DIARIO	MONTO SEMANAL	MOTO MENSUAL
		C	C	R.G			

		MAYOR	MENOR				
1	ANÍBAL CORONEL	9	19	8	\$ 4,950.63	\$ 29,703.75	\$ 118,815.00
2	ANTONIO DE LA CRUZ	8	21	10	\$ 5,206.58	\$ 31,239.50	\$ 124,958.00
3	DAVID LÓPEZ	2	14	7	\$ 2,397.46	\$ 14,384.75	\$ 57,539.00
TOTALES		19	54	24	\$ 12,554.67	\$ 75,328.00	\$ 301,312.00

Tabla 5.12 Monto de Rendimiento por los Servicios realizados.

5.3 PROPUESTAS DE MEJORA.

PLANEACIÓN ESTRATÉGICA, MEDIANTE LA METODOLOGÍA HOSHIN.

El éxito de toda organización, depende de su personal y la lógica en que presenta la visión de la empresa, de ese sentido de pertenencia, visto desde el enfoque de ganar-ganar, en donde se espera que el personal se involucre, participe y realice acciones en beneficio de su Organización. Esto no quiere decir que se proteja al personal, sino que se sienta parte de la organización.

Al ver al negocio como una organización que forma un gran equipo, es necesario tener herramientas que permitan el involucramiento de toso su personal, una herramienta que ayuda esta condición es la implementación ESTRATÉGICA de propuestas METODOLÓGICAS.

Después del análisis y los respectivos estudios, la metodología estratégica idóneo para este proyecto es EL ESQUEMA DE PLANEACIÓN HOSHIN, un esquema Japonés que tiene excelentes beneficios para las organizaciones y que permite la implementación de estrategias a través de un método.

La planeación Hoshin nos proporciona varias ventajas sobre los sistemas tradicionales de planeación estratégica, que si se utilizan adecuadamente nos refleja ventajas competitivas, entre las más importantes están las siguientes:

- Un periodo más corto de planeación, semestral, que permite identificar las barreras que no acceden el cumplimiento de las metas, así mismo permite volver a planear incorporando las variantes del entorno sea interno y externo para el éxito de estas. De esta manera se tiene la ventaja de trabajar en lo importante de un periodo.
- Permite la alineación, desde los altos mandos a los medianos, logrando que toda la organización trabaje de acuerdo a las metas.
- Un sistema de medición, que permite ver claramente el desempeño.
- Permite aprender del proceso de planeación, eliminar errores, tener la habilidad de responder en periodos más cortos, incorporando las variables internas del proceso.

PROGRAMA FORMAL Y ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Los aspectos de la conjunción de un programa integrado dan origen en ahorros en términos de productividad. El proceso de operación de un programa integrado es otra manera de crear un plan de operación. Cuando se conjunta y aprueba el plan, es necesario implantarlo y verificar su progreso. El objetivo de este tema es demostrar cómo se coordinan esfuerzos y se conjuntan en un programa efectivo de mejoramiento de la productividad integrado.

Para ello es importante conocer cómo se llevara a cabo esos estudios, en un resumen breve definiremos dichos puntos.

- Entrada de objetos y metas: El producto final de los objetivos y metas es un conjunto de planes de acción que permiten la culminación de proyectos y por consiguiente, de sus metas de soporte.
 - En relación con un plan trans-funcional integrado, debemos volver a recurrir al ejercicio de objetivos y metas para cerciorarnos que ingeniería de manufactura no trabaje en objetivos cruzados a otras funciones y sub-funciones.

- ✿ También debemos asegurarnos de que los objetivos y metas de ingeniería de manufactura no se definan en forma tan estrecha que pasen por alto la intención de un programa integrado. Sería un error grave que la administración de alto nivel permitiera que los planteamientos de objetivos y metas permanecieran como se presentan hasta que se realice una revisión de los problemas en general.
- El seminario de Productividad: es un paso óptimo en el proceso de formación de un plan de operación, pero es una excelente herramienta para determinar si los planteamientos de objetivos y metas han encontrado todos los planes de acción a seguir.
 - ✿ Es un medio efectivo para general un diálogo trans-funcional y es un método a través del cual la administración de alto nivel puede revisar la adecuación de todos los planteamientos de objetivos y metas.
 - ✿ Los seminarios de productividad son una técnica de obtención de una amplia variedad de ideas.
 - ✿ Un seminario es una llamada de acción para resolver un conjunto de problemas específico o para enseñar un conjunto de técnicas en particular.
- Realizar los estudios correspondientes mediante las técnicas de Mejoramiento de Productividad correspondientes.
 - ✿ El plan de operación: Un plan de operación es un planteamiento resumido de los objetivos y metas en su totalidad y otras ideas obtenidas en forma independiente. Muestran forma de matriz todos los objetivos y metas e ideas aprobados del periodo de tiempo actual.
 - ✿ Meta: Este es el fin derivado del planteamiento de objetivos y metas o de otra fuente de ideas como un seminario de productividad. En el formato de objetivos y metas se presentaron un planteamiento y una medición en uno o dos enunciados.

- **Medición:** Esta es la segunda mitad del planteamiento de metas, como se indicó antes. Representa un compendio resumido de todos los planteamientos de objetivos y metas y otras ideas que se pueden combinar.
- **Recursos:** Aquí se tiene un resumen de la mano de obra y otros recursos que se utilizarán para producir el programa específico que ayude a alcanzar la meta fija. Es interesante observar que al sumar los años-hombre requeridos para alcanzar todas las metas del plan de operación se puede dar validez a sus oportunidades de éxito. Si se requiere de un mayor número de horas-hombre del que se dispone, probablemente no se alcanzaran en su totalidad las metas del plan de operación.
- **Costos:** Esta es una lista de los fondos que se necesitan para alcanzar las metas. Una vez más aquí, se puede utilizar esta columna para evaluar la probabilidad de lograr todas las metas. Si la suma de dinero que se requiere para lograr todas las metas es mayor que la disponible, se llega a la conclusión de que no se lograrán todas las metas.
- **Riesgos y planes de contingencia:** En esta última columna el ejecutivo coloca los riesgos importantes que se enfrentan para cumplir las metas y después determina qué plan de contingencia debe seguirse si no se pueden superar los riesgos. Esta es una parte decisiva del plan de operación. Es la aportación pragmática que vuelve a la realidad y a la utilidad práctica a planes en exceso optimistas. Es importante dar al personal la oportunidad de aspirar a alcanzar las metas, pero es igualmente importante tener un plan de respaldo que se pueda implantar rápidamente si se pierden las metas.

CAPÍTULO 6.

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

6.1 CONCLUSIONES

El método de muestreo de trabajo es una herramienta que permite al analista de estudio de tiempos y métodos obtener los datos de manera más fácil, rápida y económica. Con este método es especialmente útil para determinar la cantidad de tiempo que puede ser concedida por retrasos inevitables, suspensión del trabajo etc. El grado de continuidad de estas interrupciones es un área apropiada de estudio para el mejoramiento de la productividad.

En este proyecto se logró poner en marcha un estudio de Tiempos computarizados, mediante un software de programación llamado ProModel. Con la ventaja de que llegará a ser un método de trabajo considerablemente extendido para descubrir trabajo improductivo, asignación desequilibrada de personal, tiempo inactivo, o muerto y áreas con problemas similares. Toda persona que trabaje en el campo de los métodos, el estudio de tiempos y los planes de pagos de salario debe estar bien familiarizada con las ventajas, limitaciones y usos de esta técnica.

Para lograr la reducción de tiempos perdidos se realizó un estudio previo el cual fue fundamentado con ayuda del software ya antes mencionado, con ello se pudo interactuar con el proceso sin alterar el sistema real, nos brinda una ventaja competitiva en cuanto a solución de problemas complejos se refiere. El modelo tiene la capacidad de evaluar infinidad de alternativas, con el propósito de elegir la óptima y factible e implementarla al sistema real sin arriesgar costos en experimentos de prueba y error.

El modelo de simulación le proporciona a la empresa la ventaja de controlar y monitorear la productividad de cada uno de los técnicos que labora en esta área, la cantidad de servicios y el tiempo en el que son realizados, sin olvidar el rendimiento producido. Otro punto a favor, es que le permitirá interactuar y evaluar las próximas tecnologías que tiene por implementar, con el fin de visualizar si los cambios realmente benefician y tener una asignación óptima de recursos.

6.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere que para obtener mejores resultados en este proyecto, se realice lo siguiente:

- Actualizaciones e investigaciones necesarias para tener un mejor control y seguimiento, mediante los Estudios de Tiempos.
- Monitoreo continuo a los técnicos, para enriquecer los márgenes de Tiempos establecidos y satisfacer la productividad requerida.
- Tener un control de Inventario más específico por parte del Almacenista.
- Revisar el stock de los técnicos antes de salir a Ruta, esto es para evitar la pérdida de tiempo.
- Tener en constante capacitación a los técnicos, con el fin de agilizarlos en los servicios que brindan y actualizarlos con las nuevas tecnologías que se implementan en los enfriadores.
- Mantener una comunicación constante con los clientes, por parte de los altos mandos.
- Eliminar la resistencia al cambio, por parte de los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

1. KRICK, Edward V. (1961) "Ingeniería de Métodos" Editorial: Limusa, México D.F.
2. MAYNARD, Harold B. (1987) "Manual de Ingeniería y Organización Industrial" Tercera Edición, Editorial: Reverté, S.A., España.
3. SALVENDY, Gabriel. (2004) "Ingeniería Industrial " Volumen 1: Editorial: Limusa, México D.F.
4. NIEBEL, Benjamín. (1990) "Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos" Tercera Edición, Editorial: Alfa-Omega, México
5. BARCELÓ Jaime (1996). Simulación de sistemas Discretos. 4° Edición. México. Editorial Isdefe.
6. FISHMAN GS (1996). Monte Carlo: "Concepts, Algorithms and Applications. Springer.
7. AZARANG, Mohammad (1996) "Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos". 1ª Edición. México. Editorial Mc-Graw Hill. México

FUENTES ELECTRÓNICAS

1. Analyzing raw data with STAT: FIT. Tutorial archivo en PDF [en línea].
<http://www.blueorange.org.uk/resources/processmodel/Using%20Statfit.pdf>.

2. Tutorial Minitab 15. “Herramienta Estadística” [en línea]. Estados Unidos de América. [noviembre 2006] <http://www.addlink.es/PDF/AGDWeb1513.pdf>.
3. Capítulo 3. Estudio de Tiempos, mediante Muestreo, archivo en PDF [en línea]. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/llamas_m_mm/capitulo3.pdf
4. El rincón del vago en Salamanca desde 1998, condiciones de uso contacto, Muestreo de Trabajo. <http://pdf.rincondelvago.com/muestreo-de-trabajo.html>
5. Capítulo 4.5 Estudio de Tiempos, en línea. http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema4_5.htm
6. Capítulo 4.3 Estudio de Tiempos, en línea, http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema4_3.htm

ANEXOS

Los anexos se encuentran dentro de la carpeta Anexos de este disco.

- Tutorial ProModel
- Tutorial Minitab
- Tutorial StatFit
- Datos de la empresa.
- Formatos

ABREVIATURAS.

- 1.- CMY: Correctivo Mayor
- 2.- CMn: Correctivo Menor
- 3.- R.G: Revisión General
- 4.- CA: Servicios realizados por Aníbal
- 5.- CD: Servicios realizados por David
- 6.- CMA: Correctivos mayor realizados por Aníbal
- 7.- CMD: Correctivos mayor realizados por David
- 8.- CMEA: Correctivos menor realizados por Aníbal
- 9.- CMED: Correctivos menor realizados por David
- 10.-CMET: Correctivos menor realizados por Antonio
- 11.-CMT: Correctivos mayor realizados por Antonio
- 12.-CT: Servicios realizados por Antonio
- 13.-CTOTAL: Total de servicios realizados en la semana
- 14.-OS: Orden de servicio
- 15.-PS8: Sistema que controla la base de operaciones de repare
- 16.-RA: Revisión general realizado por Aníbal
- 17.-RD: Revisión general realizado por David
- 18.-RT: Revisión general realizado por Antonio