

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**“APLICACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO
HERRAMIENTA MATEMÁTICA EN LA ORGANIZACIÓN DE
RUTAS DE DISTRIBUCIÓN EN UNA EMPRESA
DISTRIBUIDORA DE REPUESTOS PARA VEHÍCULOS”**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
POR**

CRISTINA DEL ROSARIO HERRERA MICAN

PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

ADMINISTRADORA DE EMPRESAS

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Lic. José Rolando Secaida Morales
SECRETARIO	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
VOCAL PRIMERO	Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
VOCAL SEGUNDO	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
VOCAL TERCERO	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
VOCAL CUARTO	P.C. Oliver Augusto Carrera Leal
VOCAL QUINTO	P.C. Walter Obdulio Chiguichón Boror

PROFESORES QUE PRACTICARON EL EXÁMEN DE ÁREAS PRÁCTICAS
BÁSICAS

Área Matemática – Estadística	Lic. Elvis Roberto Xicará Hernández
Área Administración – Finanzas	Licda. Elisa Rojas Barahona
Área Mercadotecnia – Operaciones	Licda. Rosa Ebidalia Chavarría de Meléndez

JURADO QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS

Presidente	Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras
Secretaria	Licda. Thelma Marina Soberanis de Monterroso
Examinador	Lic. Axel Osberto Marroquín Reyes

Guatemala, 04 de Agosto de 2014

Licenciado
José Rolando Secaida Morales
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho

Señor Decano:

De conformidad al nombramiento emitido por ese Decanato, de fecha uno de julio de dos mil catorce, le informo que he realizado las actividades de asesoría, revisión y discusión del contenido del trabajo de tesis denominado **“APLICACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA MATEMÁTICA EN LA ORGANIZACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE REPUESTOS PARA VEHÍCULOS”**, elaborado por la estudiante Cristina del Rosario Herrera Mican.

La tesis cumple con las normas y requisitos académicos necesarios y constituye un aporte valioso para la facultad.

Con base en lo anterior emito dictamen favorable a efecto que se realicen los trámites correspondientes, previo a obtener el título de Administradora de Empresas en el grado académico de Licenciada.

Atentamente,



Licenciado Victor Manuel Castro Sosa
Administrador de Empresas
Colegio Activo No. 2,146



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS

Edificio "S-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS. GUATEMALA,
NUEVE DE ABRIL DE DOS MIL QUINCE.**

Con base en el Punto cuarto, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 09-2015 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 10 de marzo de 2015, se conoció el Acta ADMINISTRACIÓN 245-2014 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 10 de septiembre de 2014 y el trabajo de Tesis denominado: "APLICACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA MATEMÁTICA EN LA ORGANIZACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE REPUESTOS PARA VEHÍCULOS", que para su graduación profesional presentó la estudiante **CRISTINA DEL ROSARIO HERRERA MICAN**, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



LIC. JOSE ROLANDO SICAI DA MORALES
DECANO

Smp.



Ingrid
PREVISADO

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Ser Supremo a quien debo mi vida y quien en su infinita misericordia y eterno amor, me ha dado sabiduría y fe para alcanzar este triunfo. Para El siempre honor, honra y gloria.
- A MIS PADRES:** Faustina Mican de Herrera
Oscar Herrera Estrada
Los ángeles que han estado conmigo siempre, porque sin su ayuda y amor este momento no sería posible. A ustedes con todo mi amor y respeto, por el gran esfuerzo que han hecho para que yo sea alguien en la vida y por ser mi ejemplo de esfuerzo, paciencia, responsabilidad, trabajo y temor a Dios. Gracias por hacer que este sueño sea una realidad, hoy puedo decirles, meta cumplida, los amo.
- A MIS HERMANOS:** Alfredo, Nora, Carlos, Vero, José y Luis, por todo su apoyo y por ser los amigos con quienes sé que puedo contar en cualquier momento y condición. Este triunfo también es de ustedes porque siempre hemos estado unidos para todo.
- A MIS SOBRINOS:** Ale, Hugui, Yessi, Vini, Moni, Josué y Judith, por ser una de mis motivaciones para ser mejor cada día, que este triunfo sea un ejemplo para ustedes y les motive a alcanzar sus metas en la vida.
- A MIS AMIGOS IF:** Mitzi, Edgar, Sergio, Ada, Carmen, Iris, Silvia, Armando, Iracema, Carol, Amarilis, Celeste y Lázaro, por los momentos que hemos compartido Gracias por hacer que esta etapa sea inolvidable y por formar parte de un grupo que fue ejemplo de muchos en nuestra época de estudiantes. Especialmente a Lázaro por su incondicional apoyo y palabras de aliento durante este proceso.

- A MIS AMIGOS:** Sofy, Silvia, Fluvia, Zeneida, Luzvin, Willy, Elda, Glenda, Brenda, Gustavo, Carol Sotoj, Mayra, Ludwin y Walter, amigos entrañables con quienes he compartido momentos inolvidables de alegría, tristeza, triunfo, fracaso, salud y enfermedad. Gracias por ser parte de mi vida y estar siempre que los he necesitado, los llevo en mi corazón siempre.
- A LA FAMILIA:** De León Alvarado, por brindarme su cariño y apoyo incondicional en todo momento. Bendiciones totales.
- A LA FAMILIA:** Fuentes Fuentes, por su apoyo y brindarme siempre una mano amiga. Dios los bendiga.
- A MITZI:** Porque sin tu presencia este sueño no hubiera sido posible, te dedico este triunfo con todo mi cariño. Gracias por tu paciencia, colaboración, apoyo y tiempo, siempre estaré en gratitud con la vida, por tener el honor de ser tu amiga. Que Dios siempre te bendiga amiga.
- A NATALI:** Por su incondicional apoyo, tolerancia, paciencia, palabras de fortaleza en los momentos más difíciles y por creer en mí. Gracias por ser una invaluable persona y por ser mi amiga.
- A MIS ASESORES:** Por sus aportes y consejos para realizar el informe de tesis.
- AL ÁREA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS:** Por brindarme la oportunidad de trabajar y desempeñarme como catedrática auxiliar. En especial al Lic. Oscar Haroldo Quiñonez Porras.
- A LA GLORIOSA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Alma Mater de estudios superiores, por darme los conocimientos que hoy me convierten en una profesional.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	
1.1 Investigación de Operaciones	1
1.1.1 Origen de la Investigación de Operaciones	2
1.1.2 Áreas de aplicación de la Investigación de Operaciones	3
1.1.3 Filosofía Kaizen	4
1.2 Modelos matemáticos de Investigación de Operaciones	5
1.2.1 Desarrollo de modelos matemáticos	6
1.2.1.1 Definición del problema	6
1.2.1.2 Construcción del modelo	6
1.2.1.3 Solución del modelo	6
1.2.1.4 Validación del modelo	6
1.2.1.5 Puesta en práctica de la solución	7
1.2.2 Tipos de modelos matemáticos	7
1.2.2.1 Cuantitativos y cualitativos	7
1.2.2.2 Estándar y hechos a la medida	7
1.2.2.3 Estáticos y dinámicos	8
1.2.2.4 Probabilístico y determinístico	8
1.3 Programación lineal	8
1.3.1 Definiciones básicas de la programación lineal	9
1.3.1.1 Función objetivo	9
1.3.1.2 Variables de decisión	9
1.3.1.3 Restricciones	9
1.3.1.4 Solución factible	9
1.3.2 Modelos de la programación lineal	10
1.3.2.1 Gráfico	10
1.3.2.2 Simplex	10
1.3.2.3 Modelo de transporte	11
1.3.2.4 Modelo de asignación	11
1.3.2.4.1 Definiciones básicas del modelo de asignación	13

1.3.2.4.2	Procedimiento del modelo de asignación	14
1.4	Conceptos y definiciones del proceso de distribución de Repuestos	16
1.4.1	Corporación	16
1.4.2	Distribución	16
1.4.3	Motocicleta	16
1.4.4	Panel	16
1.4.5	Piloto	16
1.4.6	Repuestos	17
1.4.7	Ruta de distribución	17
1.4.8	Sectorización geográfica	17
1.4.9	Sucursal	17
1.4.10	Taller de reparación	17
1.5	Diagrama de flujo	18

CAPÍTULO II
SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE
REPUESTOS PARA VEHÍCULOS

2.1	Metodología de la investigación	19
2.1.1	Recopilación de la investigación	19
2.2.2	Tabulación de la información	19
2.2.3	Presentación de la información	19
2.2	Datos generales	20
2.2.1	Reseña histórica	20
2.2.2	Planeación estratégica	21
2.2.2.1	Misión	21
2.2.2.2	Visión	22
2.2.2.3	Valor de la marca	22
2.2.2.4	Valores	22
2.2.3	Estructura organizacional	22
2.3	Empresa de distribución de repuestos	25
2.3.1	Personal que realiza la distribución y entrega de repuestos	25
2.3.2	Procedimiento de entrega de repuestos	26
2.3.3	Sucursales y talleres que conforman la ruta de distribución	27
2.3.4	Ruta de distribución	28

2.3.5	Tiempo de entrega de repuestos en ruta de distribución actual	30
2.3.6	Costos por demora en la distribución y entrega de repuestos	32

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA MATEMÁTICA EN LA ORGANIZACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN DE REPUESTOS

3.1	Objetivo de la aplicación	35
3.1.1	Objetivo general	35
3.1.2	Objetivos específicos	35
3.1.3	Planteamiento del problema	35
3.1.4	Desarrollo del modelo de asignación por minimización para la distribución en motocicleta	36
3.1.4.1	Planteamiento de la matriz de efectividad	36
3.1.4.2	Solución	37
3.1.4.3	Programas de asignación óptima de pilotos de motocicletas	39
3.1.5	Desarrollo del modelo de asignación por minimización para la distribución en vehículo tipo panel	41
3.1.5.1	Planteamiento de la matriz de efectividad	41
3.1.5.2	Solución	41
3.1.5.3	Programa de asignación óptima de pilotos de Panel	44
3.2	Informe de resultados	45
3.3	Beneficios de la implementación de la programación lineal	45
	CONCLUSIONES	46
	RECOMENDACIONES	47
	BIBLIOGRAFÍA	48
	ANEXOS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Organigrama general Empresa distribuidora de repuestos para vehículos	23
2	Organigrama específico Empresa distribuidora de repuestos para vehículos	24
3	Diagrama de flujo de procedimiento de distribución de repuestos	26
4	Diagrama de recorrido de ruta de distribución	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Figuras utilizadas en un diagrama de flujo	18
2	Tiempo promedio de entrega de pilotos de motocicleta por sector	31
3	Tiempo promedio de entrega de pilotos de panel por sector	31
4	Histórico de costos de distribución de repuestos	32

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Descripción	Página
1	Costos mensuales por concepto de horas extras, combustible y mantenimiento	33
2	Total de costos mensuales por concepto de distribución de repuestos	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Descripción	Página
1	Guía de entrevista	51
2	Boleta de control de recorrido por sector	52
3	Mapas de ruta de distribuci	55
4	Consolidados de tiempo de distribución	58

INTRODUCCIÓN

En el amplio campo de la administración empresarial existen factores importantes que en determinadas circunstancias se hacen difíciles de controlar, como lo es el factor tiempo, fundamental en el eficiente desempeño de las empresas. Es por ello que, en la actualidad la administración requiere el apoyo de otras disciplinas, para determinar soluciones factibles que permitan optimizar los recursos con los que cuenta la empresa.

Considerando lo anterior la presente investigación, titulada “APLICACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA MATEMÁTICA EN LA ORGANIZACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE REPUESTOS PARA VEHÍCULOS”, se desarrolló utilizando el modelo matemático de asignación, con el que se pretende contribuir en la búsqueda de una solución a la problemática que enfrenta en la actualidad la empresa objeto de estudio, que consiste en detectar la causa principal por la que el proceso de distribución de repuestos, genera atrasos a las sucursales y talleres de la empresa, consecuentemente, a los clientes que esperan la reparación de sus vehículos.

El objetivo del presente estudio es realizar una investigación documental y de campo, que permita la obtención de información para comprobar las hipótesis formuladas y, posteriormente, se le ofrezca a la empresa una propuesta de solución a la situación de demora en el proceso de distribución de repuestos.

Los resultados de la investigación se detallan en el presente documento conformado por tres capítulos: el capítulo I contiene el marco teórico que fundamenta la investigación, en el cual se podrá encontrar definiciones, conceptos y categorías acerca de los modelos matemáticos, así como términos relacionados al proceso de distribución de repuestos.

En el capítulo II se detalla la planeación estratégica de la empresa, su estructura organizacional, la metodología utilizada para recopilar la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación y la situación actual de la ruta de distribución de repuestos.

El capítulo III contiene el desarrollo del modelo matemático de asignación que ofrece el programa de asignación óptimo de pilotos a cada ruta de distribución.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, además de la bibliografía consultada y los anexos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

El presente marco teórico contiene los conceptos y definiciones relacionados con el problema a investigar, los cuales parten de lo general a lo específico con el objetivo de presentar la teoría sobre la cual se fundamenta el presente estudio.

1.1 Investigación de Operaciones

La investigación de Operaciones (IO), en algunas circunstancias suele confundirse con los términos de administración de operaciones, pero son temas distintos que si bien están relacionados, abordan áreas diferentes del proceso productivo. La Administración de Operaciones se entiende como “el conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados”. (3:4)

La Investigación de Operaciones “utiliza el enfoque planeado (método científico) y un grupo interdisciplinario a fin de representar las complicadas relaciones funcionales como modelos matemáticos para suministrar una base cuantitativa para la toma de decisiones, y descubrir nuevos problemas para su análisis cuantitativo”. (12:23)

Como lo indica su nombre, el principal propósito de la IO, es investigar lo relacionado a las operaciones que se llevan a cabo en las empresas, no importando la naturaleza de su actividad principal, para brindar una solución factible mediante la utilización de las matemáticas, como base fundamental para la resolución del problema planteado.

1.1.1 Origen de la Investigación de Operaciones

El concepto de Investigación de Operaciones tuvo sus inicios en la milicia, durante la primera guerra mundial, en el año 1914 cuando el inglés F. W. Lanchester planteó ecuaciones que le permitieran expresar cuantitativamente el resultado de una batalla, tomando en consideración variables como la cantidad de combatientes y su capacidad de respuesta ante el ataque de grupos adversarios.

En el año 1940 en los inicios de la segunda guerra mundial un grupo de doce científicos ingleses conocido como Circo de Blackett, que incluía: físico-matemáticos, químicos, fisiólogos, astrofísicos, un agrimensor (topógrafo) y un oficial de guerra, conformaron un equipo multidisciplinario, cuya función principal era estudiar la actuación del equipo de control de cañones en el campo, especialmente durante su empleo por las tropas contra el enemigo, las diversas áreas de conocimiento que dicho equipo abarcaba, permitió instruir a nuevos integrantes, logrando con ello el crecimiento del número de miembros, para luego dividirlo en dos conjuntos, el del Ejército y el de la Marina, pasando a conformar lo que serían los primeros grupos de investigación de operaciones militares. Fue durante esta guerra, cuando tuvo mayor auge la Investigación de Operaciones al solucionar el gran problema de operación, que enfrentaban: la escasez de recursos, que exigió la búsqueda de nuevas técnicas y estrategias de solución.

Habiéndose aceptado ya en 1942 la importancia de la IO, los principales problemas que se le designaron fueron el radar y la creación de convoyes destinados a minimizar las pérdidas que ocasionaban los submarinos enemigos. La IO se conoció con distintos nombres, según las actividades que desarrollaba en la resolución de problemas relacionados con las actividades militares. En la Fuerza Aérea de los Estados Unidos se le

conoció como “Análisis de Operaciones”, en el Ejército se le llamaba “Investigación de Operaciones”, mientras que en la Marina era conocida como “Evaluación de Operaciones”, sin embargo, todas las actividades que se desarrollaban iban encaminadas al mismo objetivo, la resolución de problemas operacionales.

Luego de finalizada la segunda guerra mundial, y debido a la efectividad de la IO, el gobierno y la milicia de Estados Unidos continuaron utilizándola como herramienta para resolver los problemas consecuentes de la guerra, no obstante, fue hasta en 1950 que la industria norteamericana reconoció la importancia de su implementación en los negocios, debido al apareamiento de las computadoras, que traían consigo un mundo desconocido de automatización de las actividades que se realizaban de manera mecánica, a partir de allí, han surgido nuevas teorías y técnicas para implementar la IO, sin embargo, su esencia sigue siendo la misma.

En 1951 se celebró la primera conferencia sobre IO aplicada a la industria y aunque los ejemplos seguían siendo utilizados en actividades militares, ya se podía visualizar que ofrecería la solución a muchos problemas de las industrias. Desde esa fecha ha tomado mucha importancia la IO, por lo que ahora es parte fundamental de la formación superior de las personas que se dedican al estudio de la administración.

1.1.2 Áreas de aplicación de la Investigación de Operaciones

Dada la principal característica de la IO, que es la utilización de modelos matemáticos para la resolución de problemas, su área de aplicación es extensa, debido a que permite resolver problemas variados dentro de las organizaciones, tales como: las de negocios, el gobierno, la milicia, hospitales, instituciones financieras y la industria; ayudando a resolver

situaciones de transporte, planeación total, costos, minimización de tiempo, optimización de recursos, maximización de ganancias e investigación y desarrollo,

1.1.3 Filosofía Kaizen

Esta filosofía orienta a las empresas hacia la mejora continua en los procesos que utiliza, con la finalidad de eliminar las grandes causas de desperdicio: sobreproducción, inventario, defectos, sobreprocesos, espera, movimientos innecesarios y transporte. La filosofía Kaizen fue adoptada por uno de los mayores fabricantes de vehículos a nivel mundial, que desde sus inicios la utilizó como el pilar fundamental que rige todas sus operaciones, por este motivo las empresas que representan sus marcas alrededor del mundo han adoptado dicha filosofía como suya, tal es el caso de la empresa objeto de estudio, que la utiliza como una estrategia de competitividad en el mercado guatemalteco. De ahí que resulta importante señalar sus características principales.

El término kaizen tiene sus orígenes en dos palabras japonesas “kai” que significa cambio y “zen” mejora, por lo que su traducción al español es mejora continua. El difusor de esta filosofía fue Masaaki Imai en su libro publicado en el año 1986 bajo el título Kaizen: la clave del éxito competitivo en Japón, quien describió como base de dicha filosofía el lema “hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy”.

Los objetivos del kaizen son eliminar el desperdicio, realizar las entregas justo a tiempo, estandarizar el trabajo y proveer del equipo adecuado al trabajo, entre otros.

La metodología para implementar el término kaizen descrita por Imai es conocida también como la Estrategia de las 5 S, cuyos componentes son:

- **Seiri** significa **clasificar**, es decir, desechar todo lo que no es necesario.
- **Seiton** se refiere al **orden**, se debe contar con un lugar para cada cosa y cada cosa debe ir en su lugar, disposición ordenada de todos los elementos necesarios para ejecutar una tarea.
- **Seiso** término que significa **limpieza**, debe limpiarse para prevenir cualquier desorden o suciedad y no debe ensuciarse para no tener que limpiar. Mantener ordenado el lugar de trabajo, equipo, herramienta y maquinaria.
- **Seiketsu** utilizada para definir el **sostenimiento**, es decir mantener la limpieza personal, en el puesto de trabajo para tener un entorno agradable y saludable.
- **Shitsuke** significa **autodisciplina**, para aplicar los componentes anteriores y volverlas una forma laboral y una forma del diario vivir.

1.2 Modelos matemáticos de Investigación de Operaciones

Para resolver problemas de toma de decisiones en los que debe seleccionarse una alternativa de solución, la Investigación de Operaciones utiliza los modelos matemáticos. Un modelo matemático “es una representación o abstracción de una situación u objeto reales, que muestra las relaciones (directas e indirectas) y las interrelaciones de la acción y la reacción en términos de causa y efecto”. (12:24)

Los modelos matemáticos permiten encontrarle un valor a las variables de decisión que optimizan (maximizan o minimizan), la función objetivo en un problema.

1.2.1 Desarrollo de modelos matemáticos

Las etapas principales para poner en práctica un modelo matemático son las siguientes:

1.2.1.1 Definición del problema

“El primer paso es identificar, comprender y describir en términos precisos, el problema que la organización enfrenta”. (8:4) Este es el punto de partida para el desarrollo de un modelo matemático, algunas veces el problema es claro y se encuentra bien definido y en otras ocasiones deberá determinarse según el objetivo que se persigue: maximizar o minimizar.

1.2.1.2 Construcción del modelo

Una vez definido el problema, se procede a traducirlo a relaciones matemáticas, esto permitirá la selección del modelo a utilizar dependiendo de su complejidad. Algunos problemas necesitan la combinación de modelos para dar resolución al problema en estudio.

1.2.1.3 Solución del modelo

“Una vez formulado el modelo matemático del problema, el siguiente paso es resolver el modelo, es decir, obtener valores numéricos para la variable de decisión”. (8:6)

1.2.1.4 Validación del modelo

Para dar validez se debe comparar los resultados actuales con los históricos, obtenidos con el mismo modelo, o bien, si se trata de un modelo nuevo, la comparación se realizará con los datos de la simulación.

1.2.1.5 Puesta en práctica de la solución

Esta etapa se desarrolla después de haberse validado el modelo utilizado y los resultados obtenidos, implica traducir las instrucciones de una forma entendible para todo el personal que tendrá participación en el desarrollo del modelo.

1.2.2 Tipos de modelos matemáticos

Existen distintas categorizaciones de modelos matemáticos, dependerá del enfoque o del área a la cual se estén aplicando, el tipo de modelo que se deberá utilizar.

1.2.2.1 Cuantitativos y cualitativos

Esta clasificación se fundamenta en el hecho de que cuando se presenta un problema, inicialmente se manifiesta de una manera cualitativa, determinando cuál es el problema, sus implicaciones, cualidades o propiedades, para luego traducir dicha información en ecuaciones matemáticas, utilizando números y símbolos que convierten lo cualitativo en cuantitativo.

1.2.2.2 Estándar y hechos a la medida

Los modelos estándar se refieren a modelos ya existentes aplicados de forma repetitiva, en los cuales se sustituyen los valores para generar un resultado a problemas generales del mismo tipo. Los modelos hechos a la medida en cambio, son destinados a la resolución de problemas específicos, para los cuales, se realizan las modificaciones necesarias a fin de construir un modelo que se ajuste exactamente a las características específicas del problema en particular, es decir, construyéndolo a la medida.

1.2.2.3 Estáticos y dinámicos

Los modelos estáticos son aquellos cuyos resultados mantienen una tendencia que probablemente no cambia en el corto plazo, y de darse los cambios, no son significativos. Mientras que los modelos dinámicos, son aquellos cuyos resultados dependerán de variables que, se mantienen en constante movimiento como el tiempo y las condiciones del problema en estudio.

1.2.2.4 Probabilísticos y determinísticos

Aunque en los dos tipos de modelos se atienden situaciones presentes y futuras, existe una diferencia entre ambos. Los modelos probabilísticos se basan en la probabilidad y la estadística para resolver problemas que presentan cierto grado de incertidumbre. La base para su resolución es la experiencia y el juicio de quien desarrolla el modelo. Hablar de estos modelos, es hablar de la teoría de juegos, el proceso de Markov y árbol de decisión, entre otros. Se conocen como modelos matemáticos determinísticos aquellos que no consideran las probabilidades y utilizan valores precisos y determinados para la resolución de problemas.

1.3 Programación lineal

La programación lineal es un modelo determinista que permite encontrar entre varias alternativas la mejor. “Es una técnica de modelado matemático, diseñada para optimizar el empleo de recursos limitados”. (11:11)
La aplicación de la programación lineal es amplia, resulta útil en la industria, la agricultura, el transporte, la economía, sistemas de salud y el gobierno.

La programación lineal tiene por objeto ayudar a quienes toman decisiones en casos o situaciones donde intervienen distintas variables, determinando la solución óptima que le permita alcanzar el objetivo, optimizando los

recursos disponibles. Un modelo de programación lineal incluye tres elementos básicos: la variable de decisión, el objetivo y las restricciones que deben satisfacerse.

1.3.1 Definiciones básicas de la programación lineal

A continuación se presentan las definiciones necesarias para la comprensión del tema de programación lineal.

1.3.1.1 Función objetivo

Es la meta que la empresa desea cumplir y que es objeto de maximización o minimización.

1.3.1.2 Variables de decisión

Son los elementos cuyos valores son desconocidos en un problema de optimización y que una vez determinados por medio de la programación lineal constituyen la solución para un problema.

1.3.1.3 Restricciones

“Son condiciones que las variables de decisión deben satisfacer para constituir una solución aceptable.” (8:16) Son las limitaciones que rigen los valores de la variable de decisión en la solución.

1.3.1.4 Solución factible

“Es cualquier solución que satisface todas las restricciones del modelo.” (11:13) Se considera una solución factible óptima cuando proporciona el óptimo para la función objetivo.

1.3.2 Modelos de la programación lineal

Dentro de los modelos que utiliza la programación lineal para la resolución de problemas de programación de actividades y asignación de recursos, se mencionan los siguientes:

1.3.2.1 Gráfico

El modelo gráfico resuelve un problema de programación lineal en el que intervienen dos variables. “Aun cuando los modelos de dos variables muy rara vez ocurren en la práctica (donde un modelo típico de programación lineal incluye miles de variables y restricciones), las ideas obtenidas del procedimiento gráfico constituyen la base para el desarrollo de la técnica general de solución.” (11:14) Los dos pasos básicos del procedimiento gráfico tanto para una función objetivo de maximización como de minimización son los siguientes:

1. Determinar el espacio de solución que define las soluciones factibles que satisfacen las restricciones del modelo.
2. Determinar la solución óptima entre todos los puntos en el espacio de solución factible.

1.3.2.2 Simplex

“El método simplex es un procedimiento sistemático y eficiente para encontrar y probar soluciones situadas en los vértices de optimalidad. El método simplex para (o termina) una vez se haya encontrado la solución óptima.” (9:298)

Los pasos del simplex para resolver un problema de programación lineal son:

1. Adicionar las variables de holgura a todas las desigualdades.
2. Encontrar una solución básica factible.

3. Si puede encontrarse una solución básica factible “mejor” que aporte una utilidad más alta se continúa resolviendo, en caso de no existir una mejor, esa solución básica factible es la óptima.

1.3.2.3 Modelo de transporte

El modelo de transporte “es una clase especial de programación lineal, trata la situación en la cual se envía un bien de los puntos de origen (por ejemplo, fábricas) a los puntos de destino (por ejemplo, bodegas). El objetivo es determinar las cantidades enviadas desde cada punto de origen hasta cada punto de destino, que minimicen el costo total del envío, al mismo tiempo que satisfagan tanto los límites de la oferta como los requerimientos de la demanda”. (11:165)

Las empresas deben contar con planes de distribución que contemplen las demandas de los clientes, su capacidad de producción o de envío y los costos en que se incurre para realizar el traslado desde la empresa hasta sus clientes.

1.3.2.4 Modelo de asignación

El modelo matemático determinístico de asignación en la actualidad se manifiesta en la solución de distintos problemas del contexto de la actividad empresarial, ya sea lucrativa o no, debido a que permite definir soluciones factibles y óptimas, en temas relacionados a la asignación de recursos a tareas determinadas. Su importancia radica que en muchas circunstancias se cuenta con recursos con determinadas características, que asignados a ciertas tareas, tienen un impacto en la eficiencia de los procesos de las empresas, y, el hecho de poder determinar los elementos que son mejores en la realización de cada tarea, permite optimizar el beneficio-costos, al determinar la mejor mezcla entre los recursos con que se cuentan y las tareas que

se deben realizar, de tal manera que se ubique al recurso idóneo en la tarea idónea.

Este modelo, se considera un caso especial de la programación lineal, en el cual el principal problema consiste en poder determinar la asignación óptima de recursos, los cuales pueden entenderse como: personas, máquinas, vehículos y herramientas por mencionar algunos.

Dentro del modelo matemático el recurso por asignar también es llamado “origen” para el que se utiliza el algoritmo (i) mientras que las actividades que se asignarán son conocidas como “destino” identificadas con el algoritmo (j).

Para que un problema de asignación de recursos pueda ser resuelto mediante dicho modelo, se hace necesario que cumpla con las siguientes restricciones:

- a. El número de recursos asignados es igual al número de tareas, lo que es igual a decir que se debe tener igual número de orígenes con igual número de destinos.
- b. A cada recurso se le asigna únicamente una tarea.
- c. Cada tarea debe ser realizada por un solo recurso.
- d. El objetivo es determinar la forma ideal de realizar las asignaciones con el objetivo de minimizar, o bien, maximizar la variable o unidad de medida.

El modelo de asignación puede resolverse por medio de la maximización o minimización dependiendo del objetivo que se desea alcanzar. Se utiliza la **maximización** cuando se desea determinar el valor máximo para cada alternativa, por ejemplo cuando se habla de ganancias o utilidades, y se emplea la **minimización**, cuando lo que se

necesita es determinar el menor valor para cada alternativa, por ejemplo, pérdidas, costos, errores, tiempo, entre otros.

Para resolver un caso de asignación, se utiliza el llamado “método húngaro”, algoritmo que permite resolver problemas de asignación maximizando o minimizando la unidad de medida por medio de las operaciones básicas de suma y resta en las columnas y filas hasta obtener la matriz óptima.

1.3.2.4.1 Definiciones básicas del modelo de asignación

A continuación se presentan algunas definiciones que permiten la comprensión del modelo de asignación.

a. Matriz de efectividad

Es la primera tabla que contiene todos los datos relevantes para un problema de asignación.

A	DE	D₁	D₂	D_n
O₁		X ₁₁	X ₁₂	X _{1n}
O₂		X ₂₁	X ₂₂	X _{2n}
O_m		X _{m1}	X _{m2}	X _{mn}

O= origen

D= destino

X= unidad de medida

b. Origen

Son los recursos que se desean asignar a cada destino, para los cuales se utiliza el algoritmo “i”. Ejemplo: personal, vehículos, maquinaria, etc.

c. Destino

Es el lugar a donde se desean dirigir o asignar los recursos de la empresa, se identifican con el algoritmo “j”. Ejemplo: proyectos, rutas, tareas, sectores, tiendas, almacenes, etc.

d. Programa de asignación óptima

Es el detalle de la asignación de recursos a sus respectivos destinos según los resultados obtenidos en la última matriz.

1.3.2.4.2 Procedimiento del modelo de asignación

Los pasos a seguir para resolver un problema, utilizando el modelo de asignación, son los siguientes:

1. Plantear la primera matriz, también llamada matriz de efectividad.
2. Determinar para el caso de **maximización** el elemento de “mayor valor” en cada *renglón* y restarlo de los demás de su misma fila, incluyendo el propio número y construir una nueva matriz; para el caso de **minimización**, deberá seleccionarse el elemento de “menor valor” en cada *columna* y restarlo de los demás de su misma columna.
3. Verificar en el caso de **maximización** que en cada *columna* de la segunda matriz exista como mínimo un cero, de no ser así, se debe elegir el elemento de menor valor y restarlo de los demás de la columna, incluyendo a él mismo; en el caso de **minimización** se

verifica que en cada *renglón* exista como mínimo un cero, de no ser así, se debe elegir el elemento de menor valor y restarlo de los demás del renglón, incluyendo a él mismo. Para ambos casos deben copiarse las columnas o filas que no hayan sufrido cambios y se procede a construir la tercera matriz.

4. Trazar la menor cantidad de líneas, verticales y horizontales, considerando que cada una abarque la mayor cantidad de ceros. Sí, el número de líneas trazadas es igual al número de filas o columnas, se ha encontrado la matriz que dará la asignación óptima. Si no se consiguió igual número de líneas trazadas con igual número de filas o columnas, se debe elegir el menor elemento no cruzado por las líneas, este se suma a los que se encuentran en las intersecciones de las líneas, se resta de los elementos sobre los cuales no haya sido trazada ninguna línea y los demás únicamente se copian en la nueva matriz.
5. Trazar nuevamente el menor número de líneas posibles que cubran la mayor cantidad de ceros, si se consigue igual número de líneas trazadas con igual número de filas o columnas, realizar la asignación óptima, caso contrario repetir el paso anterior y proceder nuevamente con el trazo de líneas.
6. Realizar la asignación iniciando con el cero que sea único en su fila y columna, tomando en consideración que cada cero en la matriz es una opción factible de asignación. Solo debe asignarse un origen para cada destino, pudiendo existir más de un programa de asignación óptimo, pero generalmente, todos tendrán el mismo valor total.

1.4 Conceptos y definiciones del proceso de distribución de repuestos

La terminología general utilizada en el departamento de repuestos es la siguiente:

1.4.1 Corporación

Empresa de gran dimensión que agrupa a otras menores, para desarrollar diferentes actividades iguales o diferentes, como parte de la actividad económica a la que se dedica.

1.4.2 Distribución

Proceso mediante el cual una empresa hace llegar físicamente los productos para que se encuentren a disposición de los clientes en las cantidades, lugares y momentos precisos.

1.4.3 Motocicleta

Vehículo automóvil de dos ruedas impulsado por un motor que acciona la rueda trasera. Es conocida comúnmente con el nombre de moto, puede transportar entre dos y tres personas.

1.4.4 Panel

Vehículo ligero con carrocería cerrada, utilizado para el transporte de bienes o personas, posee en la parte posterior una zona de carga que en algunos casos tiene filas de asientos y en otros se encuentra vacía para el transporte de objetos grandes.

1.4.5 Piloto

Es la persona que tiene a su cargo la conducción y manejo de cualquier medio de transporte terrestre, aéreo o marítimo.

1.4.6 Repuestos

Un repuesto es una pieza utilizada para reemplazar a otra, que por diversos motivos se encuentra deteriorada o averiada.

1.4.7 Ruta de distribución

Es el diseño de los puntos de recolección y entrega que se recorre en distintos vehículos para llegar desde el punto de almacenaje hasta el punto de entrega.

1.4.8 Sectorización geográfica

Es el proceso de ordenar y dividir geográficamente un territorio, dentro del cual se realiza la labor de entrega y distribución. Tomando en consideración el tiempo promedio, ubicación geográfica, cercanía a la central de distribución y necesidad de abastecimiento.

1.4.9 Sucursal

Establecimientos de comercio secundarios que dependen de otro llamado central, este los utiliza para poner sus productos en el mercado y abarcar un territorio mayor. Se encuentran a cierta distancia de la central y en ellas se efectúa parte de su actividad principal.

1.4.10 Taller de reparación

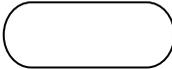
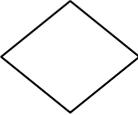
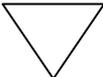
Empresas industriales, designadas para efectuar operaciones de mantenimiento o reparación a equipo o sus componentes, con el fin de restituirlos a su condición normal.

1.5 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una herramienta que permite representar gráficamente los pasos que conforman un proceso, en el que interrelacionan diferentes personas, puestos de trabajo o unidades administrativas.

Los símbolos utilizados generalmente en la elaboración de dicho diagrama se presentan a continuación:

Cuadro 1
Figuras utilizadas en un diagrama de flujo
Enero, 2014

Símbolo	Significado
	Inicio o término: Indica el principio y el fin del flujo del procedimiento.
	Actividad: Se utiliza para describir las actividades que conforman el procedimiento.
	Documento: Es utilizado para representar un documento que entra, se utiliza, se genere o salga del procedimiento.
	Decisión: Representa el momento en el que debe tomarse una decisión.
	Archivo: Denota que se ha guardado un documento temporal o permanentemente.

Fuente: Normas del American National Standard Institute (ANSI) para elaborar diagramas de flujo

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE REPUESTOS PARA VEHÍCULOS

En el presente capítulo se describe la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación y la situación actual de la empresa en estudio según información obtenida en el trabajo de campo.

2.1 Metodología de la investigación

La metodología utilizada para obtener la información de la empresa objeto de estudio se detalla a continuación:

2.1.1 Recopilación de la información

Para conformar el marco teórico que sustenta la presente investigación se utilizó la investigación documental, para determinar la situación actual de la empresa objeto de estudio se realizó la investigación de campo por medio de las técnicas: entrevista y observación.

2.1.2 Tabulación de la información

La información obtenida en el trabajo de campo se agrupó y presentó por medio de la técnica de cuadros estadísticos, utilizados para consolidar la información obtenida por medio de las entrevistas y observaciones al personal de distribución.

2.1.3 Presentación de la información

Luego de recopilar y tabular la información obtenida en la investigación documental y de campo, se procedió a la elaboración del informe de tesis de grado que incluye el marco conceptual, la situación actual de la empresa y el desarrollo del modelo matemático como alternativa de solución a la problemática que presenta la empresa.

2.2 Datos generales

La empresa en estudio es de origen guatemalteco, pertenece a una importante corporación que se dedica a la comercialización, reparación, venta de repuestos y accesorios para vehículos. Cuenta con la representación de empresas de renombre internacional, lo que le ha permitido alcanzar solidez y credibilidad ante sus clientes.

Como estrategia de competitividad las empresas que pertenecen a dicha corporación utilizan la filosofía kaizen, innovando y mejorando continuamente los procesos y técnicas de trabajo. Han establecido como pilar fundamental la excelencia en el servicio al cliente, el compromiso de la corporación es ofrecerle productos y servicios de alta calidad.

Dentro de la estructura organizacional de la corporación, se encuentra la empresa dedicada a la distribución de repuestos, responsable de la entrega oportuna de los repuestos requeridos por los distintos talleres y sucursales de la corporación.

2.2.1 Reseña histórica

La corporación cuenta con 72 años de participar en el mercado guatemalteco. Inició sus actividades el 27 de noviembre del año 1941, representando a una importante compañía estadounidense en la venta de baterías para automóviles. Posteriormente se dedicó a comercializar vehículos automotores incluyendo el servicio de mecánica automotriz.

En el año 1964 la corporación inició relaciones comerciales con una empresa multinacional de origen japonés, con la finalidad de convertirse en el representante exclusivo de ventas en Guatemala de los vehículos de su marca líder.

En el año 1974 inició operaciones la empresa distribuidora de repuestos y accesorios para vehículos de dicha marca, inaugurando en el año 1978 el edificio que sería utilizado para el almacenaje y distribución de los repuestos destinados a la venta y uso en los talleres de la empresa.

En el año 1989 la corporación se convirtió en el primer distribuidor, en el continente americano de una importante marca mundial, de baterías para vehículos.

Actualmente se comercializan varias marcas de vehículos, ofreciendo el servicio de mecánica automotriz, servicio de mantenimiento y venta de repuestos. Ampliando de esta forma su portafolio de productos y servicios, que le permite satisfacer las necesidades de sus clientes. La empresa maneja repuestos para dichas marcas de vehículos, manteniendo un amplio inventario, con el que abastece las sucursales y talleres que conforman la corporación.

2.2.2 Planeación estratégica

La planeación de la empresa en estudio proporcionada por la Gerencia de Repuestos es la siguiente:

2.2.2.1 Misión

“Ofrecer a nuestros clientes internos un servicio rápido y eficiente que contribuya al cumplimiento de los objetivos y metas corporativas y a la búsqueda de la satisfacción de las expectativas y necesidades de nuestros clientes externos.”

2.2.2.2 Visión

“Mantener el liderazgo en la venta de repuestos, ofreciendo productos de calidad y excelencia en el servicio, contando para ello con un equipo de trabajo comprometido y orgulloso de pertenecer a una empresa con gran trayectoria nacional.”

2.2.2.3 Valor de la marca

“Brindar a nuestros clientes un servicio ético, con base en los principios de honestidad, responsabilidad social y trabajo en equipo, fomentando un ambiente laboral que permita el desarrollo de nuestros colaboradores para que desempeñen sus actividades con orgullo y satisfacción de pertenecer a una empresa con amplia trayectoria en el mercado guatemalteco.”

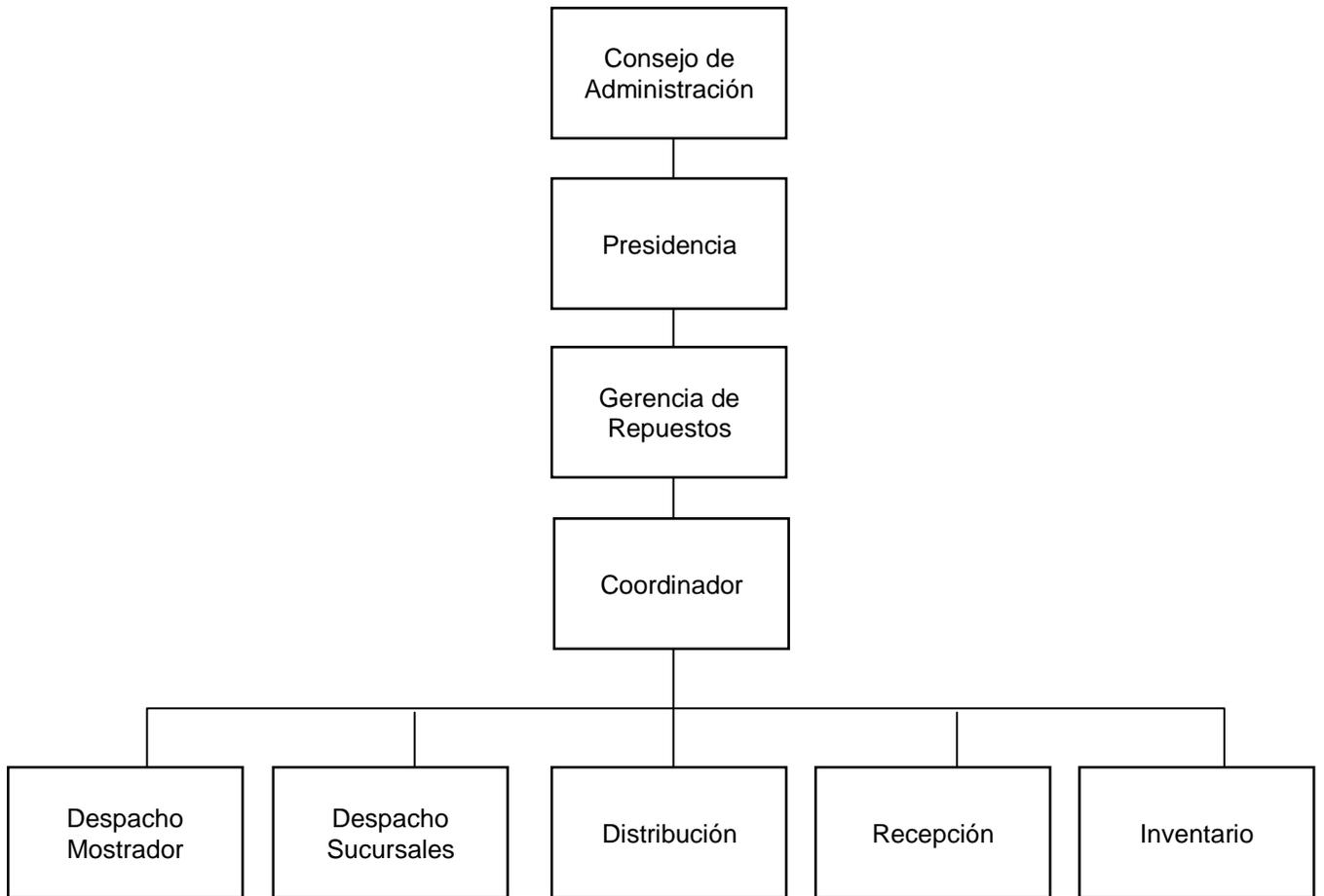
2.2.2.4 Valores

- Honestidad
- Lealtad
- Respeto
- Responsabilidad
- Confianza

2.2.3 Estructura organizacional

A continuación se presenta el organigrama general de la empresa objeto de estudio.

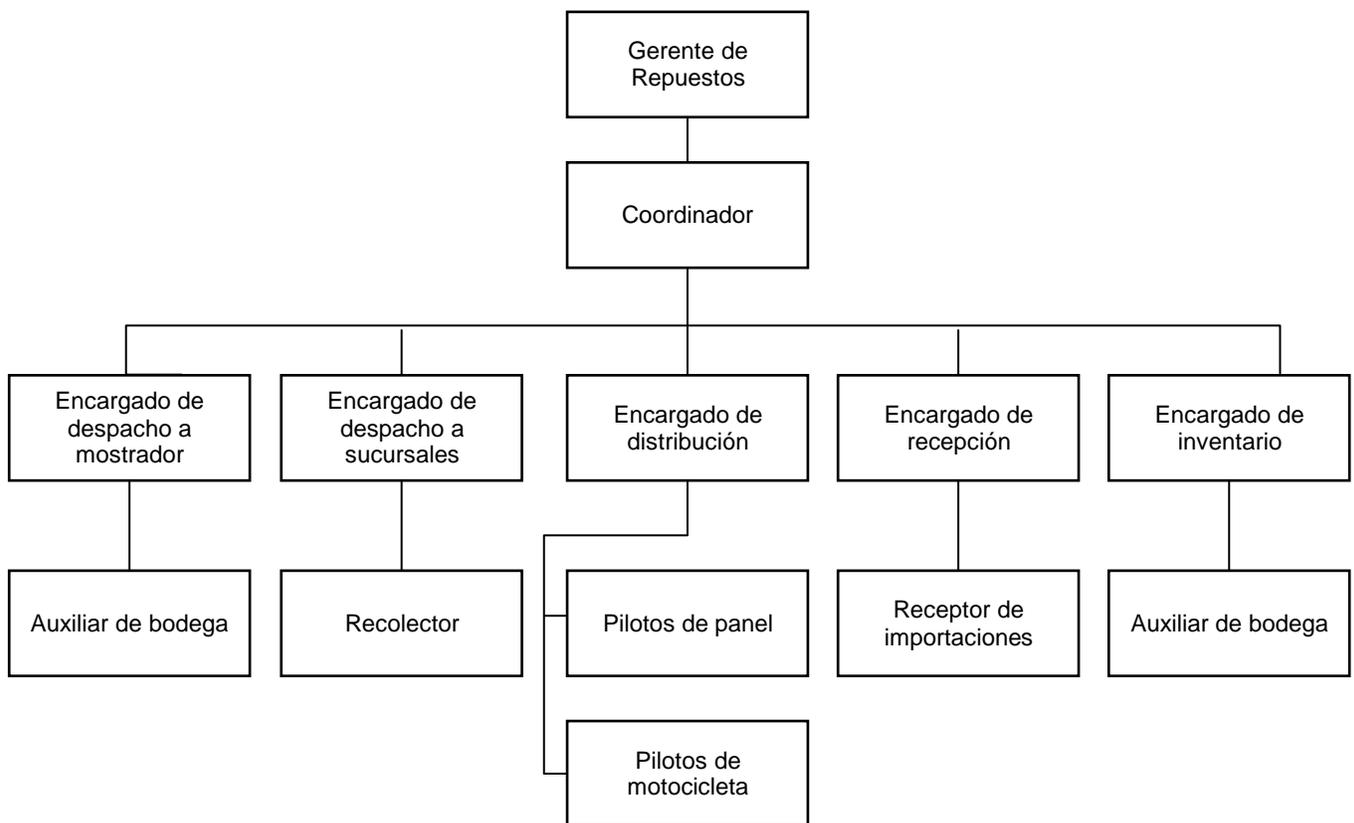
Figura 1
Organigrama general
Empresa distribuidora de repuestos para vehículos
Enero, 2014



Fuente: Información proporcionada por la gerencia de la empresa, enero 2014

El organigrama específico de la empresa distribuidora de repuestos se presenta a continuación.

Figura 2
Organigrama específico
Empresa distribuidora de repuestos para vehículos
Enero, 2014



Fuente: Información proporcionada por la gerencia de la empresa, enero 2014

2.3 Empresa de distribución de repuestos

La empresa cuenta con una bodega central ubicada en la zona 11 de la ciudad capital de Guatemala, desde la cual se planifica, organiza y controla la entrega de repuestos para vehículos. Los repuestos son requeridos por las sucursales, quienes atienden ventas directas a los clientes de la empresa y por los talleres, para cumplir con el servicio de reparación o mantenimiento periódico de vehículos.

Es responsabilidad de la gerencia de distribución, la entrega oportuna de repuestos en las sucursales y talleres de la empresa, un atraso puede representar clientes insatisfechos, costos elevados, publicidad negativa y sobre todo puede perjudicar la imagen de la empresa, por lo que debe disponer de procesos eficientes que le permitan ser competitiva.

Para cubrir la entrega, la gerencia cuenta con dos tipos de vehículos: motocicletas y camionetas tipo panel. La selección del tipo de vehículo depende del repuesto requerido, debido a que pueden ser piezas pequeñas como tornillos o cables y en otras ocasiones son requeridas piezas grandes como puertas o motores.

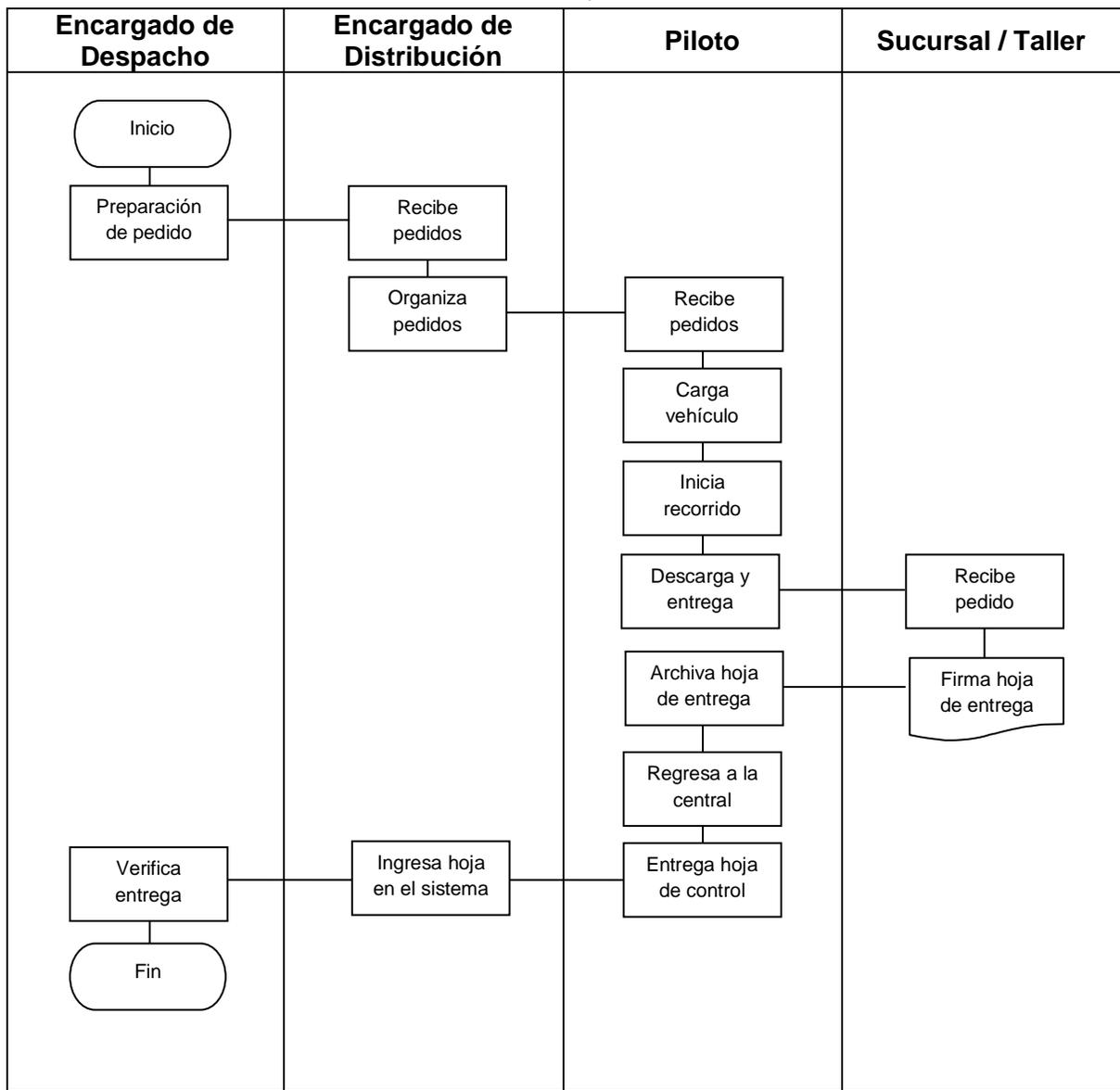
2.3.1 Personal que realiza la distribución y entrega de repuestos

La empresa cuenta con diez pilotos para realizar la actividad de distribución y entrega de repuestos a las distintas sucursales y talleres; la supervisión se encuentra bajo la responsabilidad del Coordinador. Del total, cinco pilotos realizan la entrega en motocicletas, el resto lo realiza en vehículos tipo panel.

2.3.2 Procedimiento de entrega de repuestos

El procedimiento que utilizan los pilotos para la distribución y entrega de repuestos se detalla en el siguiente diagrama de flujo.

Figura 3
Diagrama de flujo
Procedimiento de distribución de repuestos
Enero, 2014



Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por la gerencia, enero 2014

2.3.3 Sucursales y talleres que conforman la ruta de distribución

La distribución de repuestos se realiza en un total de 18 sucursales y 9 talleres de servicio, los cuales se detallan a continuación:

Sucursales

- **Sucursal 1:** 25 avenida zona 11
- **Sucursal 2:** 24 avenida zona 11
- **Sucursal 3:** Calzada San Juan zona 3 de Mixco
- **Sucursal 4:** Calle Martí zona 2
- **Sucursal 5:** 3 avenida zona 9
- **Sucursal 6:** 1 calle zona 9
- **Sucursal 7:** 4 avenida zona 9
- **Sucursal 8:** 10 avenida zona 5
- **Sucursal 9:** Boulevard Liberación zona 9
- **Sucursal 10:** Carretera a El Salvador
- **Sucursal 11:** 3 calle zona 15
- **Sucursal 12:** 19 calle zona 10
- **Sucursal 13:** 29 calle zona 10
- **Sucursal 14:** 16 avenida zona 10
- **Sucursal 15:** Avenida Petapa zona 12
- **Sucursal 16:** 4 calle zona 12
- **Sucursal 17:** Calzada Aguilar Batres zona 12
- **Sucursal 18:** 34 calle zona 11 Las Charcas

Talleres

- **Taller 1:** zona 11 Anillo Periférico
- **Taller 2:** zona 11 Anillo Periférico
- **Taller 3:** zona 3 de Mixco
- **Taller 4:** 10 avenida zona 5
- **Taller 5:** 10 avenida zona 5

- **Taller 6:** Boulevard San Cristóbal zona 8 de Mixco
- **Taller 7:** Boulevard San Cristóbal zona 8 de Mixco
- **Taller 8:** 4 calle zona 8 de Mixco
- **Taller 9:** Calzada Roosevelt zona 11

2.3.4 Ruta de distribución

La ruta de distribución para cubrir el perímetro de todas las sucursales y talleres está conformada por cinco sectores. Los pilotos que realizan la labor de distribución no tienen bajo su responsabilidad un sector determinado, las entregas son realizadas según el área que el jefe inmediato asigna diariamente.

La situación anterior, dificulta la determinación de un tiempo promedio para la distribución de pedidos en las sucursales y talleres, lo que provoca además de atrasos en la entrega, incremento en el uso de combustible y en el pago de horas extras.

La distribución de las sucursales es la siguiente:

SECTOR 1

No.	Nombre	Dirección
1	Taller 1	Zona 11 Anillo Periférico
2	Taller 2	Zona 11 Anillo Periférico
3	Sucursal 1	25 Avenida Zona 11
4	Sucursal 2	24 Avenida Zona 11
5	Taller 3	Zona 3 de Mixco
6	Sucursal 3	Calzada San Juan Zona 3 de Mixco

SECTOR 2

No.	Nombre	Dirección
1	Sucursal 15	Avenida Petapa Zona 12
2	Sucursal 16	4 Calle Zona 12
3	Taller 5	10 Avenida Zona 5
4	Sucursal 9	Boulevard Liberación Zona 9
5	Sucursal 17	Calzada Aguilar Batres Zona 12

SECTOR 3

No.	Nombre	Dirección
1	Sucursal 5	3 Avenida Zona 9
2	Sucursal 6	1 Calle Zona 9
3	Sucursal 7	4 Avenida Zona 9
4	Sucursal 8	10 Avenida Zona 5
5	Taller 4	10 Avenida Zona 5
6	Sucursal 4	Calle Martí Zona 2

SECTOR 4

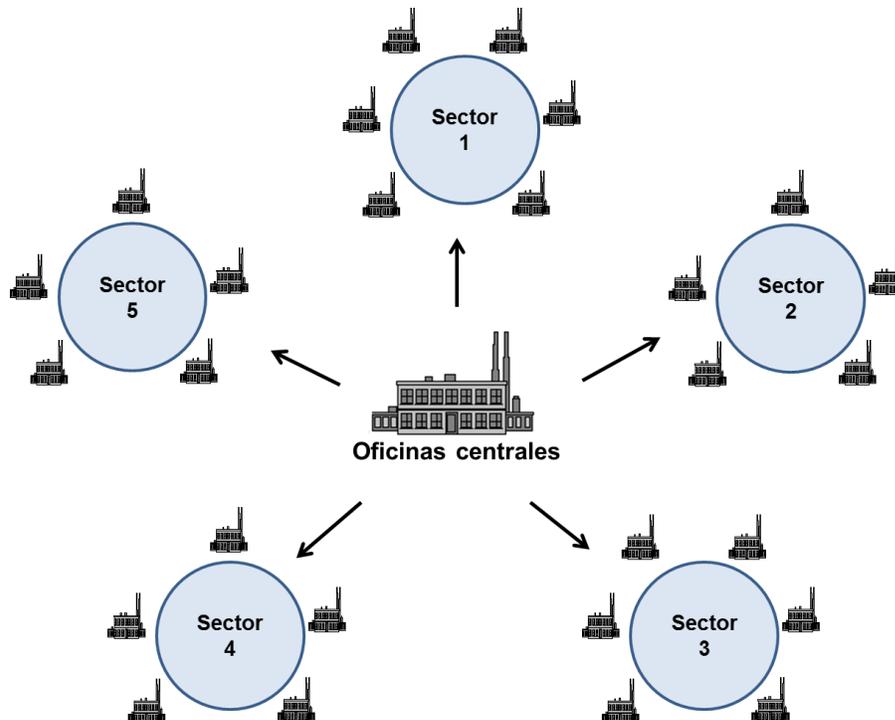
No.	Nombre	Dirección
1	Sucursal 12	19 Calle Zona 10
2	Sucursal 13	20 Calle Zona 10
3	Sucursal 14	16 Avenida Zona 10
4	Sucursal 10	Carretera a El Salvador
5	Sucursal 11	3 Calle Zona 15

SECTOR 5

No.	Nombre	Dirección
1	Sucursal 18	34 calle Zona 11 Las Charcas
2	Taller 6	Boulevard San Cristóbal Zona 8 de Mixco
3	Taller 7	Boulevard San Cristóbal Zona 8 de Mixco
4	Taller 8	4 Calle Zona 8, Mixco
5	Taller 9	Calzada Roosevelt Zona 11

A continuación se presenta el diagrama en el que se ilustra la sectorización de la ruta de distribución de repuestos.

Figura 4
Diagrama de recorrido de ruta de distribución
Motocicleta y panel



Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por la gerencia de la empresa, enero 2014

2.3.5 Tiempo de entrega de repuestos en ruta de distribución

La empresa no cuenta con un tiempo promedio determinado para realizar la labor de distribución de repuestos, por lo cual se hizo necesario observar, durante una semana, el tiempo que cada piloto utiliza para completar la entrega de pedidos en las distintas sucursales y talleres.

El Gerente de la empresa solicitó que la observación se realizara en la semana del 13 al 17 de enero 2014, tomando en consideración que con el inicio del ciclo escolar se incrementa el tránsito vehicular en la ciudad capital y los municipios de Mixco y Santa Catarina Pinula, lugares que conforman la ruta de distribución de repuestos.

El tiempo promedio obtenido en la observación realizada a cada piloto se presenta a continuación.

Cuadro 2
Tiempo, promedio en minutos, de entrega en motocicleta por sector, enero 2014

Piloto	Tiempo en minutos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	61	68	70	78	83
Raul	52	66	68	80	81
William	59	70	64	83	79
Gonzalo	57	73	72	81	84
Marvin	55	75	66	77	80

Fuente: Elaboración propia (Ver anexo 4)

Cuadro 3
Tiempo, promedio en minutos, de entrega en panel por sector, enero 2014

Piloto	Tiempo en minutos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	61	95	81	94	97
Fernando	69	94	83	96	95
Ismael	64	97	85	95	99
Marvin	70	92	88	93	96
Diego	66	99	86	98	95

Fuente: Elaboración propia (Ver anexo 4)

2.3.6 Costos por demora en la distribución y entrega de repuestos

La gerencia de la empresa indicó que, sus gastos operacionales por concepto de distribución de repuestos se ha incrementado en los últimos meses, derivado de ello, se efectuó una revisión en los distintos rubros que conforman el costo total por concepto de distribución de repuestos, con el propósito de determinar si la demora que se presenta actualmente, afecta también los costos mensuales de la empresa.

Se determinó que los rubros que han mostrado incremento durante los meses de agosto a diciembre 2013 son: horas extras, combustible y mantenimiento, los cuales se detallan en el siguiente cuadro.

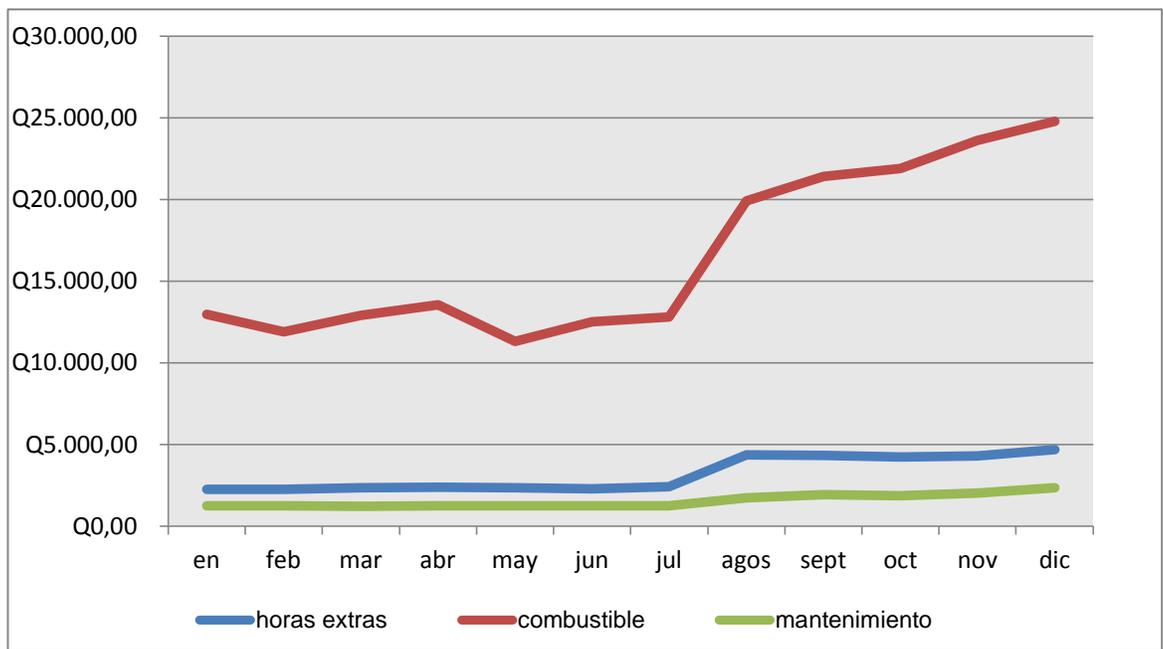
Cuadro 4
Histórico de costos de distribución de repuestos
Motocicleta y vehículo tipo panel

Meses	Rubro			Total
	Horas extras	Combustible	Mantenimiento	
Enero	Q2,281.00	Q12,966.41	Q1,250.00	Q 16,497.41
Febrero	Q2,275.00	Q11,898.65	Q1,275.00	Q 15,448.65
Marzo	Q2,375.00	Q12,905.90	Q1,225.00	Q 16,505.90
Abril	Q2,409.00	Q13,560.15	Q1,250.00	Q 17,219.15
Mayo	Q2,371.00	Q11,317.55	Q1,260.00	Q 14,948.55
Junio	Q2,305.00	Q12,509.76	Q1,250.00	Q 16,064.76
Julio	Q2,435.00	Q12,803.00	Q1,250.00	Q 16,488.00
Agosto	Q4,381.00	Q19,933.68	Q1,750.00	Q 26,064.68
Septiembre	Q4,353.00	Q21,431.76	Q1,925.00	Q 27,709.76
Octubre	Q4,248.00	Q21,908.36	Q1,890.00	Q 28,046.36
Noviembre	Q4,295.00	Q23,622.49	Q2,050.00	Q 29,967.49
Diciembre	Q4,687.00	Q24,785.06	Q2,375.00	Q 31,847.06
Totales	Q38,415.00	Q199,642.78	Q18,750.00	Q 256,807.78

Fuente: Información proporcionada por la gerencia de la empresa, enero 2014

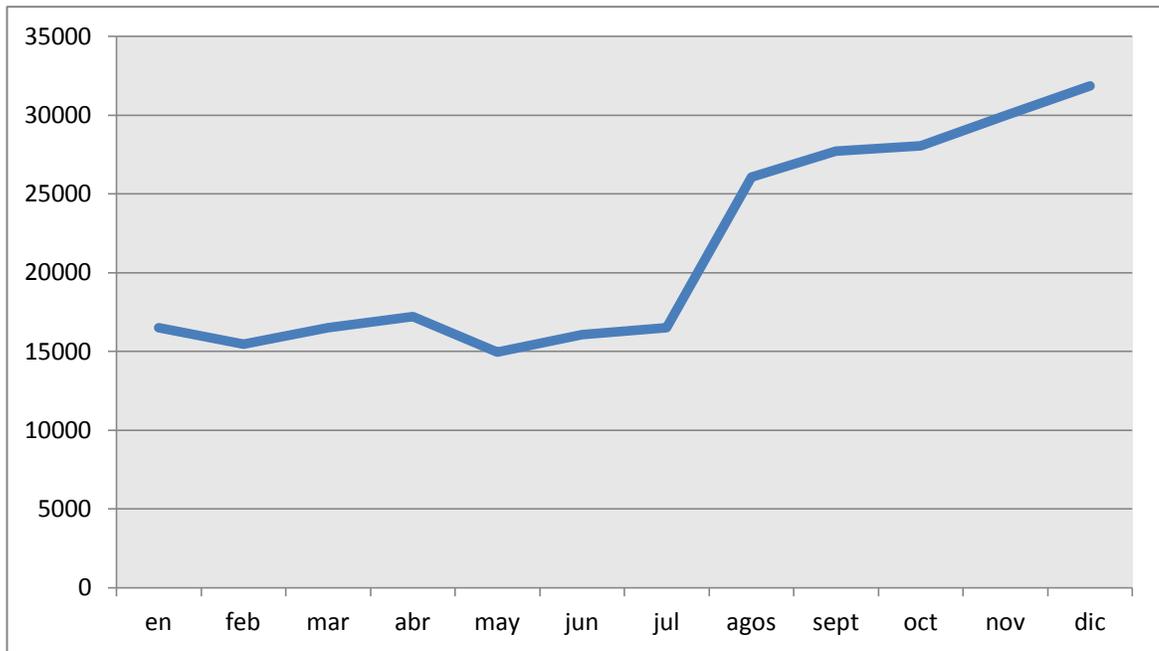
El incremento mensual observado durante los últimos meses se presenta en la siguiente gráfica.

Gráfica 1
Costos mensuales por concepto de horas extras, combustible y mantenimiento
Año 2013



Fuente: Elaboración propia con información del cuadro 4, enero 2014

Gráfica 2
Total de costos mensuales por concepto de distribución de repuestos
Año 2013



Fuente: Elaboración propia con información del cuadro 4, enero 2014

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA MATEMÁTICA EN LA ORGANIZACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN DE REPUESTOS

Una vez obtenida la información, en el trabajo de campo, se procedió a desarrollar el modelo de asignación, para determinar la asignación óptima, de pilotos a rutas de distribución de repuestos.

3.1 Objetivos de la aplicación

Los objetivos que se pretenden cumplir con el desarrollo del modelo matemático son los siguientes:

3.1.1 Objetivo general

Determinar la asignación óptima, de pilotos a rutas de distribución de repuestos, que le permita a la empresa minimizar el tiempo de entrega y reducir sus costos de operación.

3.1.2 Objetivos específicos

- Asignar al piloto adecuado a cada una de las rutas de distribución.
- Minimizar los tiempos de entrega de repuestos a las distintas sucursales y talleres.

3.1.3 Planteamiento del problema

La demanda de distribución de repuestos se ha incrementado en los últimos meses, a pesar de ello, el recorrido continúa realizándose de la misma forma, sin ningún control, y sin considerar la asignación de pilotos para realizar la entrega en el menor tiempo posible.

El sistema actual representa para las sucursales y talleres un problema en el servicio al cliente. Al demorarse la entrega de repuestos se ve afectada la reparación de vehículos y no se cumple con el tiempo de entrega de los mismos, dando lugar a una elevación de costos de operación pues al no tener estipulado un tiempo promedio de entrega, se incrementa el pago de horas extras, combustibles, lubricantes y depreciación de vehículos, lo que repercute en las utilidades de la empresa.

3.1.4 Desarrollo del modelo de asignación, por minimización, para la distribución en motocicleta

Se procede a determinar la asignación óptima de pilotos a sectores para agilizar la entrega de repuestos, en cada una de las rutas, con base en los resultados obtenidos en la observación de tiempos por piloto en cada sector, presentados en el capítulo II.

3.1.4.1 Planteamiento de la matriz de efectividad

El tiempo promedio utilizado por cada piloto para la entrega de repuestos en motocicleta, en cada sector es la siguiente:

Piloto	Tiempo en minutos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	61	68	70	78	83
Raul	52	66	68	80	81
William	59	70	64	83	79
Gonzalo	57	73	72	81	84
Marvin	55	75	66	77	80

El objetivo es encontrar el programa de asignación que minimice el tiempo de entrega (programa óptimo).

3.1.4.2 Solución

- Plantear la primera matriz e identificar el elemento de menor valor para cada columna (números sombreados).

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	61	68	70	78	83
Raul	52	66	68	80	81
William	59	70	64	83	79
Gonzalo	57	73	72	81	84
Marvin	55	75	66	77	80

- Restar el elemento de menor valor de cada columna de los demás elementos de la misma columna incluyéndose el mismo. De esta forma se obtendrán los primeros ceros en cada una de las columnas y se construye la segunda matriz.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	9	2	6	1	4
Raul	0	0	4	3	2
William	7	4	0	6	0
Gonzalo	5	7	8	4	5
Marvin	3	9	2	0	1

- En cada fila de la segunda matriz donde no se obtuvo por lo menos un cero se identifica el elemento de menor valor y se resta de los demás elementos de su fila, incluyéndose el mismo y se procede a construir la tercera matriz para anotar los resultados en las celdas respectivas, los valores que no fueron modificados se copian.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	8	1	5	0	3
Raul	0	0	4	3	2
William	7	4	0	6	0
Gonzalo	1	3	4	0	1
Marvin	3	9	2	0	1

- Trazar el menor número de líneas que cubra todos los ceros de la matriz.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	8	1	5	0	3
Raul	0	0	4	3	2
William	7	4	0	6	0
Gonzalo	1	3	4	0	1
Marvin	3	9	2	0	1

No. de líneas = No. de columnas
 $3 \neq 5$

- No se da la igualdad en cuanto a líneas trazadas y columnas. Se procede a identificar el elemento de menor valor entre los elementos descubiertos, se resta de los valores de los elementos descubiertos, incluyéndose el mismo y se suma a los elementos donde existe intersección de líneas, luego se copian los valores de los demás elementos cubiertos para completar la matriz.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	7	0	4	0	2
Raul	0	0	4	4	2
William	7	4	0	7	0
Gonzalo	0	2	3	0	0
Marvin	2	8	1	0	0

No. de líneas = No. de columnas
 $5 \neq 5$

- Se da la igualdad entre líneas trazadas y columnas, se procede con la asignación óptima.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Carlos	7	0	4	0	2
Raul	0	0	4	4	2
William	7	4	0	7	0
Gonzalo	0	2	3	0	0
Marvin	2	8	1	0	0

La matriz anterior muestra tres posibilidades de asignación óptima, en las que las celdas con color representan la primera opción, las de recuadro la segunda y las que contienen círculo, la tercera.

3.1.4.3 Programas de asignación óptima de pilotos de motocicletas

Tomando como base los resultados obtenidos, se presentan en los siguientes cuadros, las opciones de asignación óptima, de pilotos para cada una de las rutas, que permite la minimización de tiempo en la entrega de repuestos para vehículos.

Primera opción de Asignación óptima Pilotos de motocicleta

No.	Piloto	Sector	Zona de cobertura	Minutos
1	Carlos	4	Zona 10, zona 15, Carretera a El Salvador	78
2	Raul	2	Zona 5, zona 9, zona 12, Aguilar Batres	66
3	William	3	Zona 2, zona 5, zona 9	64
4	Gonzalo	1	Zona 11, zona 3 de Mixco, Calzada San Juan	57
5	Marvin	5	Zona 11, Ciudad San Cristóbal, zona 8 Mixco	80
Tiempo total en minutos				345

Fuente: Trabajo de campo, enero 2014

**Segunda opción de Asignación óptima
Pilotos de motocicleta**

No.	Piloto	Sector	Zona de cobertura	Minutos
1	Carlos	2	Zona 5, zona 9, zona 12, Aguilar Batres	68
2	Raul	1	Zona 11, zona 3 de Mixco, Calzada San Juan	52
3	William	3	Zona 2, zona 5, zona 9	64
4	Gonzalo	4	Zona 10, zona 15, Carretera a El Salvador	81
5	Marvin	5	Zona 11, Ciudad San Cristóbal, zona 8 Mixco	80
Tiempo total en minutos				345

Fuente: Trabajo de campo, enero 2014

**Tercera opción de Asignación óptima
Pilotos de motocicleta**

No.	Piloto	Sector	Zona de cobertura	Minutos
1	Carlos	2	Zona 5, zona 9, zona 12, Aguilar Batres	68
2	Raul	1	Zona 11, zona 3 de Mixco, Calzada San Juan	52
3	William	3	Zona 2, zona 5, zona 9	64
4	Gonzalo	5	Zona 11, Ciudad San Cristóbal, zona 8 Mixco	84
5	Marvin	4	Zona 10, zona 15, Carretera a El Salvador	77
Tiempo total en minutos				345

Fuente: Trabajo de campo, enero 2014

3.1.5 Desarrollo del modelo de asignación, por minimización, para la distribución en vehículo tipo panel

A continuación se desarrolla el modelo de asignación para los pilotos que realizan la entrega de repuestos en vehículo tipo panel.

3.1.5.1 Planteamiento de la matriz de efectividad

Los pilotos de vehículos realizan las entregas a cada sucursal en el tiempo promedio, que se da a continuación.

Piloto	Tiempo en minutos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	61	95	81	94	97
Fernando	69	94	83	96	95
Ismael	64	97	85	95	99
Marvin	70	92	88	93	96
Diego	66	99	86	98	95

3.1.5.2 Solución

- Plantear la matriz de efectividad o primera matriz e identificar el elemento de menor valor para cada columna (números sombreados).

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	61	95	81	94	97
Fernando	69	94	83	96	95
Ismael	64	97	85	95	99
Marvin	70	92	88	93	96
Diego	66	99	86	98	95

- Restar el elemento de menor valor de cada columna de los demás elementos de la misma columna, incluyéndose el mismo. De esta forma se obtendrán los primeros ceros en cada una de las columnas y se construye la segunda matriz.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	0	3	0	1	2
Fernando	8	2	2	3	0
Ismael	3	5	4	2	4
Marvin	9	0	7	0	1
Diego	5	7	5	5	0

- En cada fila de la segunda matriz donde no se obtuvo por lo menos un cero se identifica el elemento de menor valor y se resta de los demás elementos de su fila, incluyéndose el mismo y se procede a construir la tercera matriz para anotar los resultados en las celdas respectivas, los valores que no fueron modificados se copian.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	0	3	0	1	2
Fernando	8	2	2	3	0
Ismael	1	3	2	0	2
Marvin	9	0	7	0	1
Diego	5	7	5	5	0

- Trazar el menor número de líneas que cubra todos los ceros de la matriz.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	0	3	0	1	2
Fernando	8	2	2	3	0
Ismael	1	3	2	0	2
Marvin	9	0	7	0	1
Diego	5	7	5	5	0

No. de líneas = No. de columnas

$$4 \neq 5$$

- No se da la igualdad en cuanto al número de líneas trazadas y el número de columnas, se procede a identificar el elemento de menor valor entre los elementos descubiertos, se resta de los valores de los elementos descubiertos incluyéndose el mismo y se suma a los elementos donde existe intersección de líneas, luego se copian los valores de los demás elementos cubiertos para completar la matriz.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	0	3	0	2	3
Fernando	7	1	1	3	0
Ismael	0	2	1	0	2
Marvin	9	0	7	1	2
Diego	4	6	4	5	0

No. de líneas = No. de columnas

$$4 = 5$$

- No se da la igualdad en cuanto al número de líneas trazadas y el número de columnas, se procede a repetir el paso anterior.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	0	3	0	2	4
Fernando	6	0	0	2	0
Ismael	0	2	1	0	3
Marvin	9	0	7	1	3
Diego	3	5	3	4	0

No. de líneas = No. de columnas

$$5 = 5$$

- Se da la igualdad entre líneas trazadas y columnas, se procede entonces con la asignación óptima.

Piloto	Tiempos				
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Erwin	0	3	0	2	4
Fernando	6	0	0	2	0
Ismael	0	2	1	0	3
Marvin	9	0	7	1	3
Diego	3	5	3	4	0

3.1.5.3 Programa de asignación óptima de pilotos de panel

Tomando como base los resultados obtenidos, se presenta en el siguiente cuadro la asignación óptima de pilotos de vehículo tipo panel para cada una de las rutas que permite la minimización de tiempo en la entrega de repuestos para vehículos.

Asignación óptima Pilotos de vehículo tipo panel

No.	Piloto	Sector	Zona de cobertura	Minutos
1	Erwin	1	Zona 11, zona 3 de Mixco, Calzada San Juan	105
2	Fernando	3	zona 2, zona 5, zona 9	100
3	Ismael	4	Zona 10, zona 15, Carretera a El Salvador	80
4	Marvin	2	Zona 5, zona 9, zona 12, Aguilar Batres	96
5	Diego	5	Zona 11, Ciudad San Cristobal, zona 8 Mixco	109
Tiempo total en minutos				490

Fuente: Trabajo de campo, enero 2014

3.2 Informe de resultados

La investigación permitió establecer el tiempo promedio necesario para cubrir la ruta de distribución, de la empresa dedicada a la entrega de repuestos para vehículos, además se determinó que la falta de control del personal que realiza la labor de entrega genera demoras en la entrega de los productos, lo que ocasiona inconformidad por parte de las gerencias de las sucursales y talleres a quienes se les distribuye los pedidos.

El modelo matemático de asignación permitió determinar el programa de asignación óptima, el cual muestra al piloto adecuado para cada sector de la ruta de distribución. Considerando a aquel piloto que haya realizado el recorrido de la ruta en menor tiempo, con lo que se considera que el servicio de distribución que presta la empresa objeto de estudio, sea más eficiente.

3.3 Beneficios de la implementación de la programación lineal

Los beneficios para la empresa al implementar el uso de la programación lineal en el desarrollo de sus operaciones, son los siguientes:

- Permite plantear matemáticamente la problemática actual.
- La información necesaria para su implementación, contribuye a determinar tiempos promedios, para realizar la distribución de repuestos.
- Permite determinar el piloto adecuado para cada sector, seleccionando al colaborador que realiza las entregas en la menor cantidad de tiempo.
- La asignación óptima de personal le permite a la empresa agilizar el proceso de distribución.
- Se visualiza la disminución en el tiempo necesario para realizar la distribución.
- La gerencia podrá llevar un control en la distribución.

CONCLUSIONES

Después de los análisis realizados se llegó a las conclusiones siguientes:

1. La gerencia de la empresa no cuenta con controles, que permitan determinar el tiempo necesario, para realizar la distribución de repuestos, lo cual contribuye a la demora en la entrega de los mismos y al incremento en los costos operacionales.
2. El incremento en el costo económico experimentado por la empresa en los últimos meses, se encuentra asociado a la demora en la entrega de repuestos a las distintas sucursales y talleres, el que se ve reflejado en el pago de horas extras, combustible y servicio de mantenimiento a los vehículos.
3. La programación lineal, a través del modelo matemático de asignación, permitió establecer un programa óptimo de distribución, que muestra al piloto que debe ser asignado a cada ruta de distribución.
4. La gerencia de la empresa no realiza actividades de supervisión al personal, que le permitan determinar posibles factores que afecten el proceso de distribución de repuestos.

RECOMENDACIONES

Tomando como base las conclusiones antes descritas, se recomienda lo siguiente:

1. Realizar periódicamente mediciones de control del tiempo, que los pilotos utilizan en la labor de distribución, para alcanzar eficiencia en el proceso de distribución de repuestos.
2. Concientizar al personal sobre la importancia que posee el cumplimiento del tiempo promedio en la entrega de repuestos para, la reducción de costos operacionales de la empresa y la entrega oportuna de vehículos a los clientes por parte de los talleres.
3. Utilizar los resultados obtenidos, en la implementación del modelo matemático de asignación, para poder ubicar a cada piloto en cada sector que conforma la ruta de distribución.
4. Realizar supervisiones periódicas al personal de distribución para determinar y detectar posibles inconvenientes que pudiesen interferir en el proceso de entrega y distribución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, D., Sweeney, D. y Williams, T. 2004. **Métodos Cuantitativos para los Negocios**. 9a. ed. México, CENGAGE Learning. 822 p.
2. Chapra, S. y Canale, R. 1999. **Métodos Numéricos para Ingenieros**. 3a. ed. México, McGraw-Hill. 750 p.
3. Eppen, G. y otros. 2000. **Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa**. 5a. ed. México, Pearson Educación. 792 p.
4. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. 2010. **Metodología de la investigación**. 5a. ed. México, McGraw-Hill. 613 p.
5. Hillier, F., Hillier, M. y Lieberman, G. 2002. **Métodos Cuantitativos para Administración**. México, Irwin McGraw-Hill. 855 p.
6. Hillier, F. y Lieberman, G. 2006. **Introducción a la Investigación de Operaciones**. 8a. ed. México, McGraw-Hill. 690 p.
7. Krajewski, L., Ritzman, L. y Malhotra, Manoj. 2008. **Administración de Operaciones**. 8a. ed. México, Pearson Educación. 752 p.
8. Mathur, K. y Solow, D. 1996. **Investigación de Operaciones**. 2a. ed. México, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 977p.
9. Moskowitz, H. y Wright, G. 1982. **Investigación de Operaciones**. 2a. ed. México, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 773 p.

10. Piloña, G. 2002. **Métodos y Técnicas de Investigación Documental**. 5a. ed. Guatemala, Escuela de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. 236 p.
11. Taha, Hamdy A. 1998. **Investigación de Operaciones, una introducción**. 6a. ed. México, Prentice Hall.
12. Thierauf, R. 2012. **Toma de decisiones por medio de Investigación de Operaciones**. México, Editorial Limusa, S.A. 560 p.
13. Ullman, J. 1976. **Métodos Cuantitativos en Administración**. México, McGraw-Hill. 357 p.

ANEXOS

ANEXO 1 GUÍA DE ENTREVISTA

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Administración de Empresas



GUÍA DE ENTREVISTA

1. ¿Podría mencionarme brevemente cuál es la historia de la empresa?

2. ¿Cuál es la actividad principal de la empresa?

3. ¿Cuáles son los departamentos que conforman la empresa?

4. ¿De cuántos colaboradores disponen para realizar la labor de entrega de repuestos?

5. ¿Cuántas agencias conforman la ruta de distribución?

6. ¿Podría indicarme cuál es el proceso que se sigue para cumplir con la entrega de pedidos de repuestos?

7. ¿Cómo coordinan al personal de distribución de repuestos?

8. ¿Cuáles son los inconvenientes que se le han presentado con el proceso actual de entrega?

9. ¿Ha realizado mediciones de tiempo de entrega de pedidos al personal de distribución?

10. ¿Le es funcional el diseño actual de la ruta de distribución?

ANEXO 2
BOLETA DE CONTROL DE RECORRIDO POR SECTOR

SECTOR 1

Sucursal/Taller	Hora salida	Hora llegada	Nombre de quien recibe	Firma
Oficina central Zona 11 Anillo Periférico				
1. Taller 1 Zona 11 Anillo Periférico				
2. Taller 2 Zona 11 Anillo Periférico				
3. Sucursal 1 25 Avenida Zona 11				
4. Sucursal 2 24 Avenida Zona 11				
5. Taller 3 Zona 3 de Mixco				
6. Sucursal 3 Calzada San Juan Zona 3 de Mixco				

SECTOR 2

Sucursal/Taller	Hora salida	Hora llegada	Nombre de quien recibe	Firma
Oficina central Zona 11 Anillo Periférico				
1. Sucursal 15 Avenida Petapa Zona 12				
2. Sucursal 16 4 Calle Zona 12				
3. Taller 5 10 Avenida Zona 5				
4. Sucursal 9 Boulevard Liberación Zona 9				
5. Sucursal 17 Calzada Aguilar Batres Zona 12				

SECTOR 3

Sucursal/Taller	Hora salida	Hora llegada	Nombre de quien recibe	Firma
Oficina central Zona 11 Anillo Periférico				
1. Sucursal 5 3 Avenida Zona 9				
2. Sucursal 6 1 Calle Zona 9				
3. Sucursal 7 4 Avenida Zona 9				
4. Sucursal 8 10 Avenida Zona 5				
5. Taller 4 10 Avenida Zona 5				
6. Sucursal 4 Calle Martí Zona 2				

SECTOR 4

Sucursal/Taller	Hora salida	Hora llegada	Nombre de quien recibe	Firma
Oficina central Zona 11 Anillo Periférico				
1. Sucursal 12 19 Calle Zona 10				
2. Sucursal 13 20 Calle Zona 10				
3. Sucursal 14 16 Avenida Zona 10				
4. Sucursal 10 Carretera a El Salvador				
5. Sucursal 11 3 Calle Zona 15				

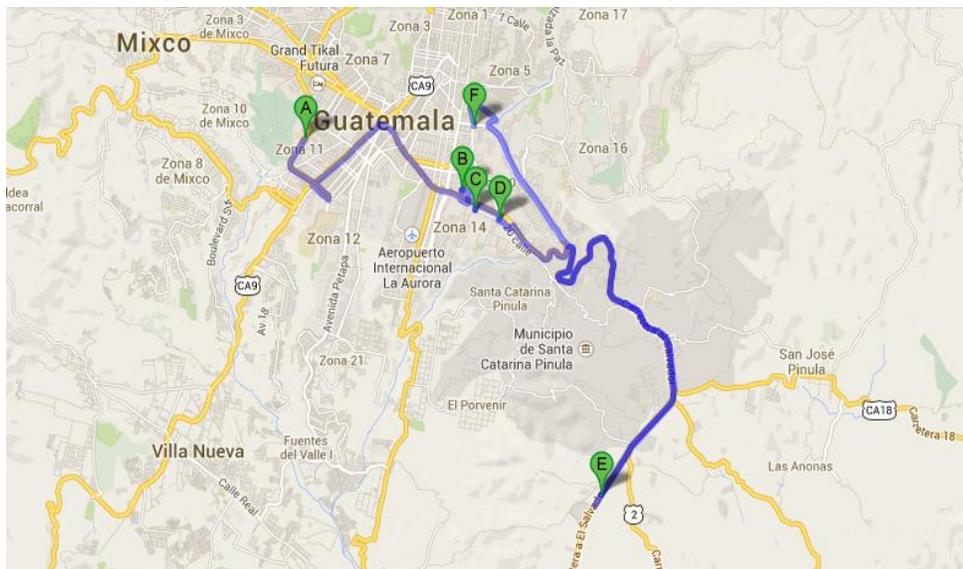
SECTOR 5

Sucursal/Taller	Hora salida	Hora llegada	Nombre de quien recibe	Firma
Oficina central Zona 11 Anillo Periférico				
1. Sucursal 18 34 calle Zona 11 Las Charcas				
2. Taller 6 Boulevard San Cristobal Zona 8 de Mixco				
3. Taller 7 Boulevard San Cristobal Zona 8 de Mixco				
4. Taller 8 4 Calle Zona 8, Mixco				
5. Taller 9 Calzada Roosevelt Zona 11				

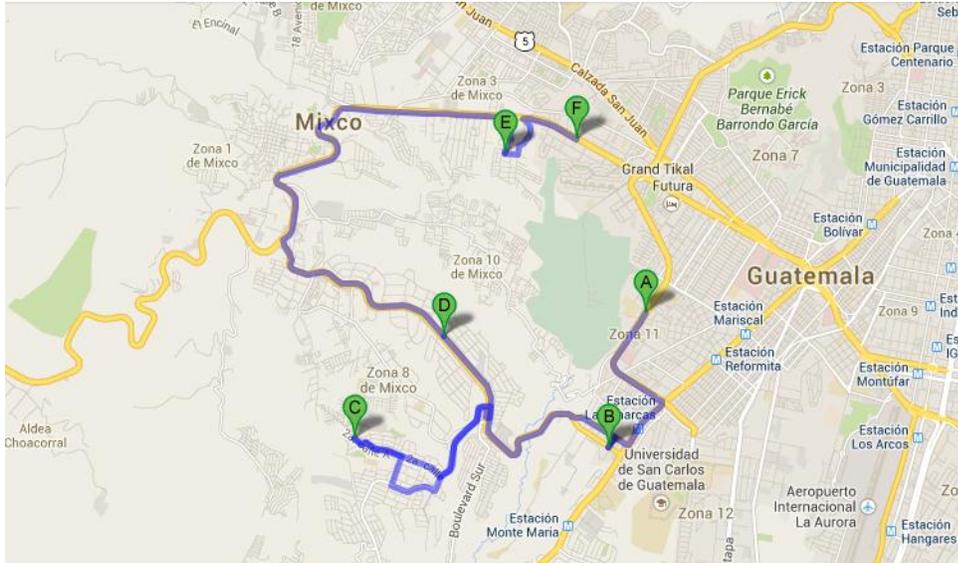
Sector 3
Zona 2, Zona 5, Zona 9



Sector 4
Zona 10, Zona 15, Carretera a El Salvador



Sector 5
Zona 11, Zona 8 de Mixco, Calzada Roosevelt



**ANEXO 4
CONSOLIDADOS DE TIEMPO DE DISTRIBUCIÓN
(MOTOCICLETA)**

CARLOS ORTEGA

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	08:01	08:58	00:57
2	10:02	11:02	01:00
3	13:01	14:07	01:06
		Sumatoria	03:03
		Promedio	01:01

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	08:02	09:14	01:12
2	10:00	11:09	01:09
3	13:03	14:08	01:05
		Sumatoria	03:26
		Promedio	01:08

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	08:05	09:16	01:11
2	10:02	11:12	01:10
3	13:06	14:15	01:09
		Sumatoria	03:30
		Promedio	01:10

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	08:05	09:22	01:17
2	10:03	11:24	01:21
3	13:02	14:20	01:18
		Sumatoria	03:56
		Promedio	01:18

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	08:03	09:28	01:25
2	10:05	11:22	01:17
3	13:05	14:32	01:27
		Sumatoria	04:09
		Promedio	01:23

RAUL MONZÓN

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	08:02	08:58	00:56
2	10:00	10:51	00:51
3	13:03	13:53	00:50
		Sumatoria	02:37
		Promedio	00:52

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	08:04	09:10	01:06
2	10:02	11:11	01:09
3	13:05	14:08	01:03
		Sumatoria	03:18
		Promedio	01:06

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	08:03	09:13	01:10
2	10:05	11:10	01:05
3	13:03	14:13	01:10
		Sumatoria	03:25
		Promedio	01:08

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	08:10	09:29	01:19
2	10:07	11:30	01:23
3	13:04	14:24	01:20
		Sumatoria	04:02
		Promedio	01:20

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	08:05	09:25	01:20
2	10:03	11:25	01:22
3	13:05	14:26	01:21
		Sumatoria	04:03
		Promedio	01:21

WILLIAM SICAN

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	08:05	09:03	00:58
2	10:05	11:07	01:02
3	13:07	14:04	00:57
		Sumatoria	02:57
		Promedio	00:59

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	08:07	09:20	01:13
2	10:08	11:18	01:10
3	13:06	14:14	01:08
		Sumatoria	03:31
		Promedio	01:10

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	08:08	09:13	01:05
2	10:10	11:10	01:00
3	13:10	14:18	01:08
		Sumatoria	03:13
		Promedio	01:04

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	08:08	09:35	01:27
2	10:05	11:27	01:22
3	13:08	14:29	01:21
		Sumatoria	04:10
		Promedio	01:23

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	08:10	09:28	01:18
2	10:06	11:23	01:17
3	13:08	14:32	01:24
		Sumatoria	03:59
		Promedio	01:19

GONZALO GARCÍA

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	08:07	09:03	00:56
2	10:08	11:07	00:59
3	13:09	14:06	00:57
		Sumatoria	02:52
		Promedio	00:57

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	08:09	09:25	01:16
2	10:11	11:28	01:17
3	13:09	14:16	01:07
		Sumatoria	03:40
		Promedio	01:13

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	08:11	09:20	01:09
2	10:12	11:28	01:16
3	13:14	14:25	01:11
		Sumatoria	03:36
		Promedio	01:12

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	08:12	09:37	01:25
2	10:09	11:25	01:16
3	13:11	14:34	01:23
		Sumatoria	04:04
		Promedio	01:21

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	08:12	09:39	01:27
2	10:08	11:29	01:21
3	13:09	14:35	01:26
		Sumatoria	04:14
		Promedio	01:24

MARVIN SÁNCHEZ

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	08:10	09:08	00:58
2	10:11	11:02	00:51
3	13:12	14:08	00:56
		Sumatoria	02:45
		Promedio	00:55

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	08:10	09:23	01:13
2	10:12	11:28	01:16
3	13:11	14:27	01:16
		Sumatoria	03:45
		Promedio	01:15

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	08:12	09:18	01:06
2	10:14	11:25	01:11
3	13:15	14:18	01:03
		Sumatoria	03:20
		Promedio	01:06

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	08:14	09:31	01:17
2	10:11	11:25	01:14
3	13:12	14:32	01:20
		Sumatoria	03:51
		Promedio	01:17

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	08:15	09:37	01:22
2	10:12	11:33	01:21
3	13:16	14:34	01:18
		Sumatoria	04:01
		Promedio	01:20

CONSOLIDADOS DE TIEMPO DE DISTRIBUCIÓN (PANEL)

ERWIN SALAZAR

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	09:01	10:05	01:04
2	11:02	12:02	01:00
3	14:01	15:00	00:59
		Sumatoria	03:03
		Promedio	01:01

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	09:02	10:39	01:37
2	11:03	12:36	01:33
3	14:02	15:37	01:35
		Sumatoria	04:45
		Promedio	01:35

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	09:04	10:25	01:21
2	11:05	12:28	01:23
3	14:04	15:24	01:20
		Sumatoria	04:04
		Promedio	01:21

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	09:05	10:42	01:37
2	11:05	12:37	01:32
3	14:05	15:40	01:35
		Sumatoria	04:44
		Promedio	01:34

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	09:07	10:43	01:36
2	11:06	12:45	01:39
3	14:06	15:42	01:36
		Sumatoria	04:51
		Promedio	01:37

FERNANDO MANSILLA

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	09:03	10:12	01:09
2	11:03	12:09	01:06
3	14:02	15:14	01:12
	Sumatoria		03:27
	Promedio		01:09

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	09:06	10:44	01:38
2	11:05	12:36	01:31
3	14:03	15:37	01:34
	Sumatoria		04:43
	Promedio		01:34

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	09:05	10:29	01:24
2	11:06	12:31	01:25
3	14:05	15:27	01:22
	Sumatoria		04:11
	Promedio		01:23

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	09:06	10:43	01:37
2	11:06	12:40	01:34
3	14:07	15:44	01:37
	Sumatoria		04:48
	Promedio		01:36

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	09:04	10:36	01:32
2	11:03	12:38	01:35
3	14:05	15:44	01:39
	Sumatoria		04:46
	Promedio		01:35

ISMAEL QUINTANA

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	09:07	10:09	01:02
2	11:05	12:09	01:04
3	14:04	15:12	01:08
	Sumatoria		03:14
	Promedio		01:04

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	09:08	10:48	01:40
2	11:07	12:45	01:38
3	14:05	15:40	01:35
	Sumatoria		04:53
	Promedio		01:37

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	09:09	10:38	01:29
2	11:09	12:33	01:24
3	14:07	15:30	01:23
	Sumatoria		04:16
	Promedio		01:25

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	09:11	10:48	01:37
2	11:09	12:43	01:34
3	14:09	15:45	01:36
	Sumatoria		04:47
	Promedio		01:35

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	09:12	10:46	01:34
2	11:10	12:50	01:40
3	14:07	15:50	01:43
	Sumatoria		04:57
	Promedio		01:39

MARVIN HERNÁNDEZ

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	09:10	10:18	01:08
2	11:08	12:20	01:12
3	14:07	15:19	01:12
		Sumatoria	03:32
		Promedio	01:10

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	09:11	10:47	01:36
2	11:10	12:43	01:33
3	14:09	15:38	01:29
		Sumatoria	04:38
		Promedio	01:32

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	09:12	10:39	01:27
2	11:11	12:44	01:33
3	14:10	15:35	01:25
		Sumatoria	04:25
		Promedio	01:28

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	09:12	10:42	01:30
2	11:12	12:47	01:35
3	14:12	15:47	01:35
		Sumatoria	04:40
		Promedio	01:33

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	09:14	10:49	01:35
2	11:12	12:50	01:38
3	14:08	15:45	01:37
		Sumatoria	04:50
		Promedio	01:36

DIEGO LÓPEZ

SECTOR 1

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 3	Tiempo
1	09:12	10:15	01:03
2	11:10	12:16	01:06
3	14:08	15:17	01:09
		Sumatoria	03:18
		Promedio	01:06

SECTOR 2

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 17	Tiempo
1	09:14	10:57	01:43
2	11:12	12:50	01:38
3	14:10	15:47	01:37
		Sumatoria	04:58
		Promedio	01:39

SECTOR 3

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 4	Tiempo
1	09:14	10:38	01:24
2	11:11	12:40	01:29
3	14:09	15:34	01:25
		Sumatoria	04:18
		Promedio	01:26

SECTOR 4

	Hora salida Central	Hora salida SUCURSAL 11	Tiempo
1	09:10	10:46	01:36
2	11:09	12:47	01:38
3	14:07	15:48	01:41
		Sumatoria	04:55
		Promedio	01:38

SECTOR 5

	Hora salida Central	Hora salida TALLER 9	Tiempo
1	09:08	10:46	01:38
2	11:07	12:39	01:32
3	14:12	15:47	01:35
		Sumatoria	04:45
		Promedio	01:35