



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS DE RUTAS LOCALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS
UTILIZADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE UNA
EMPRESA PRODUCTORA DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**

Erlic José Ramos Alvarado

Asesorado por la Inga. María del Rosario Colmenares Samayoa

Guatemala, mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE RUTAS LOCALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS
UTILIZADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE UNA EMPRESA
PRODUCTORA DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ERLIC JOSÉ RAMOS ALVARADO

ASESORADO POR LA INGA. MA. DEL ROSARIO COLMENARES SAMAYOA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2012.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

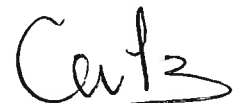
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS DE RUTAS LOCALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS
UTILIZADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE UNA
EMPRESA PRODUCTORA DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2010.



Erlic José Ramos Alvarado

Guatemala, agosto de 2011.

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC
Presente

Atentamente me dirijo a usted para someter a revisión el trabajo del Sr. Erlic José Ramos Alvarado, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial.

Después de las revisiones y modificaciones correspondientes, sugeridas por mi persona. Se han enriquecido los contenidos del trabajo de graduación, estando listo para presentarse a la escuela. El trabajo en mención se titula **“ANÁLISIS DE RUTAS LOCALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS UTILIZADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES”**

Aprobando el presente trabajo y recomendando la autorización del mismo, me suscribo de usted.

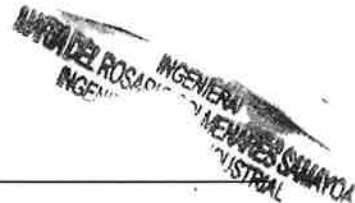
Cordialmente,



INGENIERA MARÍA ROSARIO COLMENARES SAMAYOA

Ingeniera Civil e Industrial

Numero de Colegiado Activo 2706



MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES SAMAYOA
INGENIERA CIVIL E INDUSTRIAL



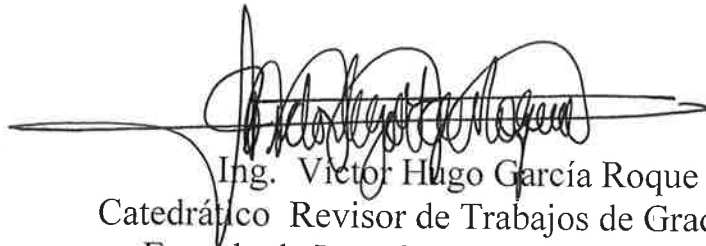
INGENIERA
MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES SAMAYOA
INGENIERA CIVIL E INDUSTRIAL
COLEGIADO 2706



REF.REV.EMI.165.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE RUTAS LOCALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS UTILIZADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**, presentado por el estudiante universitario **Erlic José Ramos Alvarado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Victor Hugo Garcia Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



REF.DIR.EMI.070.012

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE RUTAS LOCALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS UTILIZADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**, presentado por el estudiante universitario **Eric José Ramos Alvarado**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE RUTAS LOCALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS UTILIZADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**, presentado por el estudiante universitario **Erlic José Ramos Alvarado**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en Funciones

Guatemala, mayo de 2012



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por la vida, salud y fuerzas para avanzar. Por su infinita misericordia, permitiéndome este sueño alcanzar.
- Mis padres** Erlic Ramos y Leslie Alvarado, por ser el mayor ejemplo de amor, dedicación, esfuerzo y comprensión. Este triunfo es para ustedes que a pesar de la distancia, siempre han estado junto a mí.
- Mis hermanos** Lestér y Marelyn con todo cariño. Sigán sus sueños y nunca se den por vencidos. Todo puede ser alcanzado con esfuerzo y dedicación.
- Mis abuelos** Marino, Aura (q.e.p.d.), María Luisa y José Luis por el apoyo y cariño que me han brindado. Los llevaré siempre en mi corazón.
- Tíos** Gracias por el apoyo, los consejos y el aprecio que han sabido brindarme.
- Primos** Por su amistad y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Inga. María Colmenares	Por su tiempo y dedicación en la asesoría de este trabajo de graduación.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por forjar en mi, nuevos talentos y habilidades.
Olmecca, S.A.	Por la oportunidad y el apoyo brindado para realizar mi trabajo de graduación.
Amigos	Por su ayuda y consejo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	
1.1. La empresa	1
1.1.1. Ubicación	2
1.1.2. Reseña historia	3
1.2. Centro de distribución Fraijanes	3
1.2.1. Misión	4
1.2.2. Visión	4
1.2.3. Organigrama	4
1.2.4. Descripción de los procesos	7
1.2.5. Descripción de puestos	11
1.2.6. Rutas de distribución	13
1.2.6.1. Rutas internacionales	14
1.2.6.2. Traslado a bodegas regionales	14
1.2.6.3. Rutas locales	14
1.3. Logística	14
1.3.1. Orígenes	15
1.3.2. Funciones	15
1.3.2.1. Logística de compras	15
1.3.2.2. Logística de distribución	16

1.3.2.3.	Logística inversa	16
1.4.	Investigación de operaciones	16
1.4.1.	Problema del transporte	17
1.4.1.1.	Programación lineal	17
1.4.1.2.	Métodos heurísticos	17
1.4.1.2.1.	Método de los ahorros	17
1.4.1.2.2.	Método del vecino más cercano	18
1.4.1.2.3.	Método del barrido	18
2.	SITUACIÓN ACTUAL	
2.1.	Red de distribución del área de reparto	19
2.1.1.	Método utilizado	19
2.1.2.	Croquis del área de reparto	20
2.2.	Políticas para la programación de las rutas	21
2.2.1.	Características vehículos	21
2.2.1.1.	Tipo	21
2.2.1.2.	Capacidad	22
2.2.2.	Rotación de unidades	23
2.2.2.1.	Eficiencia	25
2.2.3.	Personal operativo	27
2.2.3.1.	Selección del piloto	27
2.2.3.2.	Cantidad de auxiliares por camión	29
2.2.4.	Restricciones horarias	30
2.3.	Rastreo de unidades por GPS	32
3.	PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS	
3.1.	Problema con la distribución actual	35
3.1.1.	Malas prácticas	35
3.1.2.	Retrasos evitables	39

3.2.	Restricciones	42
3.2.1.	Horarios de circulación	42
3.2.2.	Disponibilidad del cliente	43
3.3.	Nueva distribución del área de reparto	43
3.3.1.	Método de distribución propuesto	44
3.3.2.	Políticas propuestas para la programación de rutas	53
3.3.2.1.	Optimización	54
3.3.2.1.1.	Vehículos	54
3.3.2.1.1.1.	Disponibilidad	54
3.3.2.1.1.2.	Capacidad	55
3.3.2.1.2.	Perfil del recurso humano	56
3.3.2.1.2.1.	Pilotos	56
3.3.2.1.2.2.	Auxiliares de camión	57
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	
4.1.	Restricciones del sistema	59
4.1.1.	Costos de malas prácticas	60
4.1.2.	Manejo de las restricciones horarias	60
4.2.	Programación para la distribución	61
4.2.1.	<i>Software</i> a utilizar	61
4.2.1.1.	Costos	65
4.2.1.1.1.	Instalación	65
4.2.1.1.2.	Mantenimiento	66
4.2.1.1.3.	Adiestramiento del personal	67
4.3.	Asignación de los recursos	74
4.3.1.	Vehículos	75
4.3.1.1.	Rotación de unidades	75
4.3.2.	Recurso humano	76

4.3.2.1.	Conductores de vehículos	76
4.3.2.1.	Auxiliares de reparto	76
5.	MEJORA Y SEGUIMIENTO	
5.1.	Resultados esperados	79
5.1.1.	Monitoreo de rutas	82
5.1.2.	Análisis comparativo	83
5.2.	Rutas nuevas	85
5.2.1.	Nuevos clientes	86
5.2.2.	Incorporación de clientes nuevos	86
5.2.3.	Análisis para nuevas rutas	87
5.3.	Estadísticas	87
5.3.1.	Rendimiento de las unidades	87
5.3.2.	Aceptación de los clientes	91
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA	107
	APÉNDICES	109
	ANEXOS	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vista aérea del centro de distribución	2
2.	Organigrama del centro de distribución	6
3.	Proceso de distribución de producto terminado	7
4.	Mapa del área correspondiente a la ruta 6 de distribución	20
5.	Seguimiento de unidades por GPS	33
6.	Distribución de malas prácticas	36
7.	Seguimiento de ruta	40
8.	Método del vecino más próximo	46
9.	Método de los ahorros	48
10.	Diagrama de flujo de caja	70
11.	Diagrama de mejora continua bajo la metodología PHVA	85
12.	Distancia promedio recorrida por quintal entregado	88
13.	Consumo promedio por quintal entregado	90
14.	Consumo por kilometro recorrido	91
15.	Porcentaje de la población estudiada, según su género	93
16.	Rango de edades de la población en estudio	94
17.	Perspectiva del servicio brindado	95
18.	Tardanza en fechas de entrega	96
19.	Días de atraso de los pedidos hechos	97
20.	Frecuencia en los atrasos	98
21.	Satisfacción con la orden entregada	99
22.	Frecuencia con que el pedido no es lo solicitado	100
23.	Causas por la que los clientes rechazan el producto	101

TABLAS

I.	Asignación de rutas	24
II.	Control de rendimiento de combustible	25
III.	Cantidad de quintales despachados	26
IV.	Listado de pilotos	28
V.	Datos históricos de rutas locales de distribución	49
VI.	Costos actuales y proyectados implícitos en la distribución	52
VII.	Ponderación de criterios para seleccionar el software	63
VIII.	Ponderación de criterios para seleccionar la empresa distribuidor a	64
IX.	Presupuesto para la implementación y puesta en marcha del nuevo <i>software</i>	69
X.	Valores de tasas equivalentes	71
XI.	Valores para el análisis económico	71
XII.	Tasas utilizadas para calcular la TIR.	73

GLOSARIO

Análisis	Examen de una realidad susceptible de estudio que, a través de la distinción y la separación de sus partes, permite conocer sus elementos constituyentes y principios.
Control	Comprobación, inspección, fiscalización, intervención.
Desempeño	Cumplir con las obligaciones inherentes a una profesión, cargo u oficio.
Diagrama	Representación gráfica de una sucesión de hechos u operaciones en un sistema.
Eficiencia	Producir justo en el tiempo establecido y con la calidad requerida.
Herramienta	Instrumento, por lo común de hierro o acero, con que trabajan los artesanos.
Mantenimiento	Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc. puedan seguir funcionando adecuadamente.

Optimización	Buscar la mejor manera de realizar una actividad
Picking	El proceso de escoger el producto de inventario y empacar en recipientes de embarque.
Proceso	Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.
Programación	Idear y ordenar las acciones necesarias para realizar un proyecto.
Producto	Es el nombre genérico que se da al resultado de un sistema productivo y que puede ser un bien o un servicio.
Recursos	Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa.
Ruta	Secuencia de visita a los clientes que cubre una determinada zona área específica para distribuir un producto.
Sistema JDEO	<i>Software</i> utilizado en el proceso logístico para administrar el sistema de facturación.

WMS

Una aplicación de *software* que maneja las funciones de un almacén o centro de distribución. La funcionalidad de la aplicación incluye recepción, almacenaje, manejo de inventario, conteo de ciclos, permisos de tareas, planificación de órdenes, asignación de orden, reaprovisionamiento, embalaje, envío, dirección obrera e interfaz de equipo de manejo de material, interfaces de equipo.

RESUMEN

Se considera que el costo de transporte representa una gran parte del costo logístico total. Se sabe lo importante que es realizar un estudio que ayude a controlar y disminuir dichos costos dentro del departamento. Por lo que en el presente trabajo de graduación se trabajó en caracterizar las decisiones de enrutamiento actuales de la empresa para determinar una propuesta que aumentara la eficiente al programar las rutas de distribución.

Para determinar una propuesta optima, se analizaron los problemas que la empresa afronta, las restricciones que posee, los objetivos que persigue y las herramientas que utiliza. De tal manera que se puedan diseñar criterios para lograr la optimización de todos los recursos que intervienen en la distribución del producto terminado y establecer controles que ayuden a disminuir los costos de operación del departamento.

Debido al constante movimiento de la demanda de sus productos en el mercado, la empresa podría presentar inconvenientes tales como: poca capacidad para llegar a un punto de venta o el mal uso de los recursos existentes para la distribución de las rutas. Para evitar inconvenientes de este tipo se propondrá criterios para el monitoreo y actualización de las rutas de distribución, consiguiendo evitar que dichos indicadores se vuelvan obsoletos.

OBJETIVOS

General

Analizar las rutas locales existentes para desarrollar una propuesta que optimice el uso de los recursos disponibles y disminuya los costos de operación en la distribución del producto terminado en una empresa productora de aceites y grasas comestibles.

Específicos

1. Concientizar a la empresa, sobre la importancia de una adecuada utilización de recursos en la distribución de los productos terminados.
2. Analizar la manera en la que los recursos son utilizados para distribuir el producto terminado en las rutas locales.
3. Proponer un sistema que incremente la eficiencia de las redes locales de distribución.
4. Determinar los beneficios reales, en términos de eficiencia y costos, esperados al desarrollar el proyecto.
5. Fijar las políticas que ayuden a elegir la mejor opción del *software* y la empresa que proveerá dicho programa.

6. Establecer la factibilidad de implementar la propuesta considerando los costos implícitos y los beneficios esperados.
7. Desarrollar indicadores que faciliten y mejoren la evaluación de la satisfacción del cliente con el servicio brindado.

INTRODUCCIÓN

Para elaborar una propuesta que se acople a la realidad de la empresa se indagó sobre su situación, se recabó información acerca de los procesos y la descripción de los puestos que intervienen en las tareas de distribución.

También se describe cuáles son los tipos de rutas existentes y la razón de su segmentación. Haciendo énfasis sobre las rutas locales, objeto de estudio. Muy importante analizar las políticas utilizadas para programar esas rutas y la forma de asignar los recursos de manera habitual por el departamento.

Luego de conocer la situación actual de la organización, se deben analizar los principales problemas que se presentan durante la distribución. Conociendo dichas situaciones se procede a plantear una nueva propuesta que optimice la rentabilidad de los recursos actuales de la empresa, se determinan la eficiencia esperada y su impacto en la reducción de los costos de operación al implementar la propuesta. Además se fijan políticas claras para administrar los recursos de forma eficiente.

Para implementar la propuesta se debe analizar las restricciones en el sistema, las que son obstáculo o barreras para la implementación de dicha propuesta. Se estableció el costo que implicara la puesta en marcha de la propuesta y se determinó la factibilidad financiera del mismo, considerando los beneficios esperados de dicha implementación.

Una vez determinadas las restricciones, costos y factibilidad de la propuesta se concientiza por medio de capacitaciones a los usuarios sobre los costos implícitos en la implementación así como los beneficios y ventajas resultado de la implementación, para que todo el departamento asimile la transición de forma oportuna.

Como complemento a las políticas de distribución y administración de los recursos, se presentaron las pautas para dar seguimiento al desarrollo del nuevo proyecto, se planteó las bases para monitorear rutas, analizar los resultados y determinar si estos son acordes a los esperados por la propuesta.

1. ANTECEDENTES GENERALES

El fin primordial de este capítulo es el de ofrecer un marco referencial al lector. Se da una descripción general de la empresa, el departamento de logística de distribución y algunos métodos y herramientas empleadas en el estudio y resolución del problema planteado.

1.1. La empresa

La empresa objeto de estudio, se dedicada a la producción y distribución de grasas y aceites comestibles. Es netamente guatemalteca ya que obtiene todas sus materias primas de diversos puntos del país. Además es una fuente de trabajo permanente para las regiones en las cuales se planta y procesa la palma africana.

Es una empresa de renombre internacional, debido a que constantemente se encuentra mejorando sus métodos de elaboración y distribución de productos para el consumo diario dentro de los diversos hogares de Guatemala, Centro América y el Caribe.

Un reto importante para la empresa es la implementación del TLC, donde podrá alcanzar nuevos mercados internacionales siendo Estados Unidos el de mayor importancia.

1.1.1. Ubicación

Actualmente cuenta con varias plantas de extracción de aceite de palma africana distribuidas dentro del territorio nacional, principalmente en climas tropicales. Los departamentos donde las extractoras se ubican son: Escuintla, Quetzaltenango, San Marcos, Izabal y Petén.

En la figura 1 se muestra la planta de producción que se encuentra ubicada en el Km. 16,5 carretera a El Salvador, Fraijanes, Guatemala, Centro América.

Figura 1. **Vista aérea del centro de distribución**



Fuente: www.centrase.org/2007/presentaciones/Olmeca.ppt. Marzo de 2010

En esta planta es donde se llevan a cabo los procesos de refinación, envasado y distribución del producto terminado.

1.1.2. Reseña historia

La empresa nace gracias al intenso trabajo y capacidad visionaria de su fundador en el año de 1952, como una empresa dedicada al cultivo de algodón.

El declive del algodón para uso industrial obligó a muchos empresarios del sur occidente del país a buscar otros cultivos. Por lo cual en el año de 1987 la empresa objeto de estudio lo substituyo por palma africana que es la fuente de materia prima para la producción de grasas y aceites comestibles.

Desde entonces la empresa se ha dedicado a la producción y comercialización de aceites, mantecas, margarinas y grasas industriales especializadas. Generando empleos permanentes en las regiones donde se siembra y procesa la palma africana.

1.2. Centro de distribución Fraijanes

Dada la complejidad de los procesos llevados a cabo en el departamento de logística, este se ha convertido prácticamente en una empresa dentro de otra. Por tal motivo y dado el compromiso que se tiene con la calidad de sus productos y el servicio que se brinda, la empresa a determinado la necesidad de optimizar el uso de recursos empleados para distribuir el producto terminado.

Como parte del análisis a realizar se presentan la misión, visión, organigrama, descripción de los procesos y puestos que intervienen en el centro de distribución.

1.2.1. Misión

El enunciado de la misión indica el porqué y el para qué de la organización. También, expresa el propósito y razón de ser de una organización e indica el camino hacia el logro de la visión. Por lo que, dentro de este marco, el centro de distribución formuló su misión de la siguiente manera:

“Somos un equipo de trabajo que coordina la disponibilidad y entrega del producto al cliente a través de nuestro recurso humano capacitado para lograr la satisfacción del cliente que corresponda con la calidad de nuestros productos”.

1.2.2. Visión

En la visión se reúnen todas las aspiraciones y metas que una organización posee a futuro. Asimismo debe servir de motivación a la organización para seguir adelante y alcanzar sus objetivos.

Es por ello que el centro de distribución postulo su visión de la siguiente manera: “Constituirnos en una ventaja competitiva de la empresa, que pueda ser aprovechada con el departamento de ventas, administrando de manera correcta los recursos humanos y materiales disponibles”.

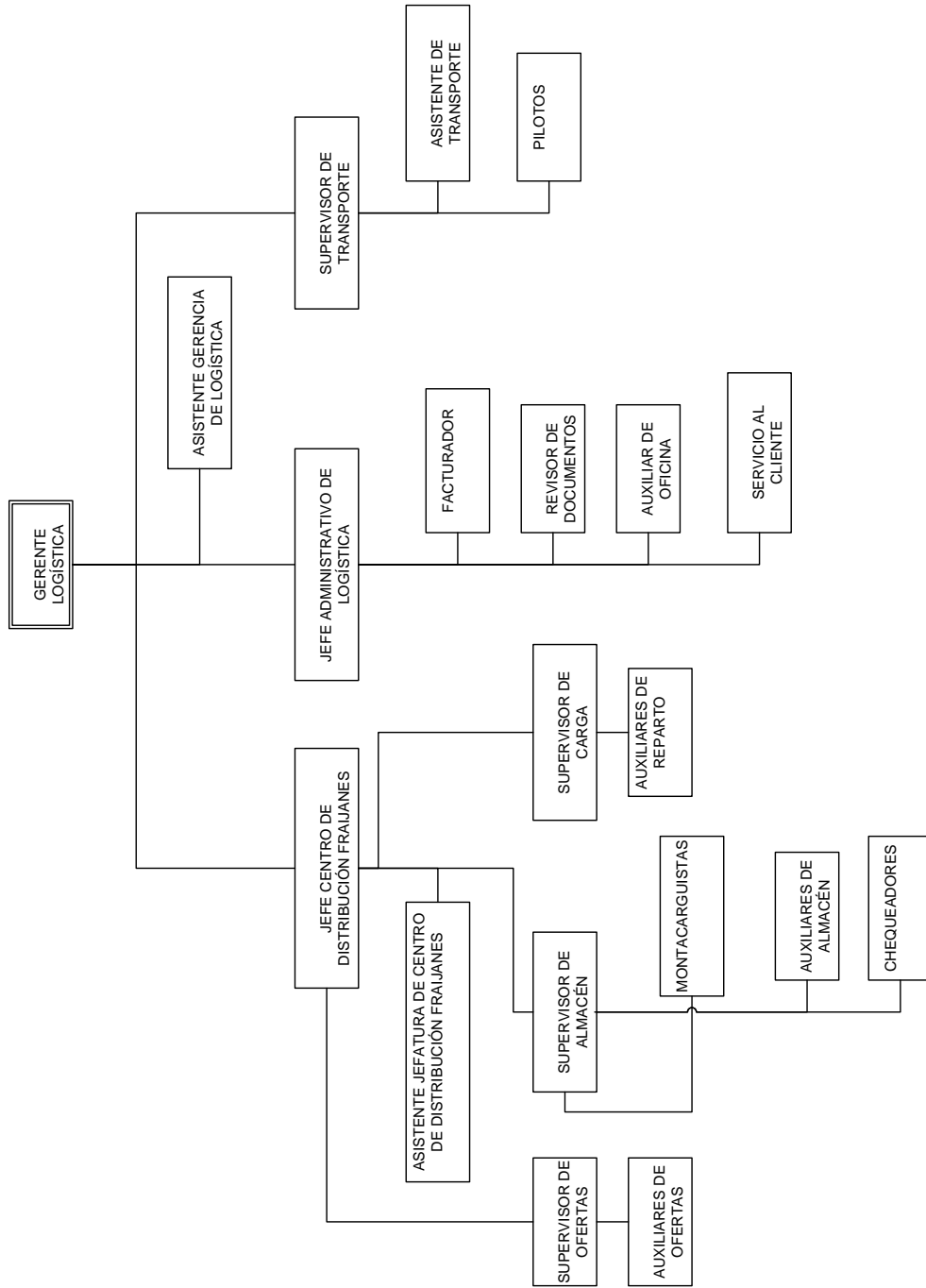
1.2.3. Organigrama

La estructura organizacional del centro de distribución se encuentra bajo la dirección del gerente de logística, el cual administra las tres principales áreas del departamento. Siendo estas:

- a) Área operativa: encargada de trasladar, almacenar y transportar el producto terminado dentro de la bodega de distribución.
- b) Área administrativa: encargada llevar los registros contables del inventario, facturación y gastos operativos y de administración.
- c) Área de distribución: encargada de cargar los vehículos y trasladar el producto terminado hacia donde el cliente lo haya solicitado.

El organigrama es un modelo abstracto y sistemático que permite obtener una idea uniforme acerca de una organización. Además, es el medio que una empresa utiliza para visualizar los elementos de autoridad, los niveles de jerarquía y la relación que existe entre ellos. De esta cuenta, la figura 2 muestra como se encuentra distribuidas la autoridad y jerarquía dentro del centro de distribución.

Figura 2. Organigrama del centro de distribución

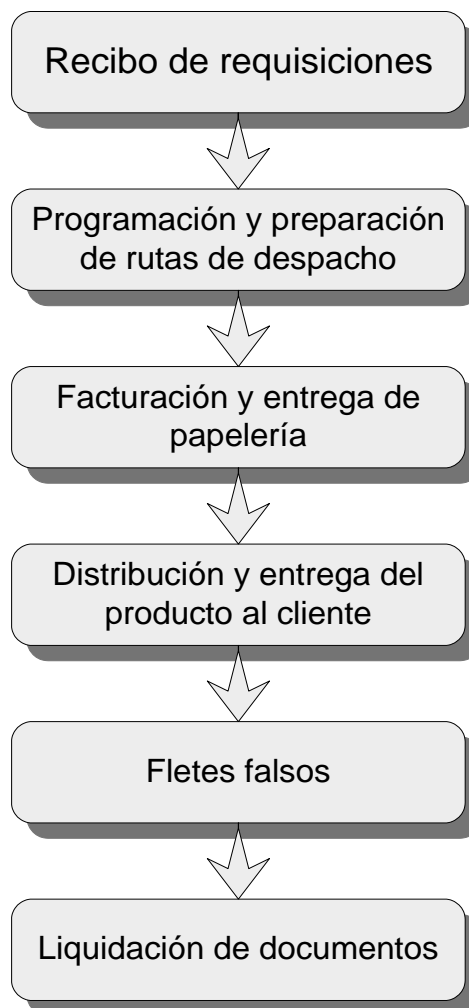


Fuente: Departamento de logística de distribución.

1.2.4. Descripción de los procesos

El proceso que el departamento de logística utiliza para la distribución y entrega del producto terminado al cliente se encuentra en la figura 3 y está conformado de las siguientes operaciones:

Figura 3. **Proceso de distribución de producto terminado**



Fuente: elaboración propia.

A continuación una breve descripción de cada uno de las operaciones que intervienen en el proceso de distribución de producto terminado:

a) Recibo de requisiciones

En este paso se reciben las requisiciones de los clientes para despacho del producto terminado. Estas requisiciones son enviadas por el departamento de ventas al departamento de logística y son recibidas y almacenadas por el Sistema de Gestión de almacén WMS del departamento. Por último este sistema clasifica y ordena los pedidos por rutas de distribución preestablecidas.

b) Programación y preparación de rutas de despacho

Consiste en seleccionar los pedidos previamente ordenados por rutas para crear las olas de *picking*. Una vez creadas, el supervisor de carga las asigna a los auxiliares de reparto. En ese mismo instante el supervisor de transporte verifica la disponibilidad de unidades móviles y las asigna a una ruta determinada en base a los quintales a transportar.

Preparada la tarea de *picking* y ubicada en la rampa de despacho, el chequeador procede a revisar el producto contra la ola de *picking*, si todo coincide el chequeador autoriza la carga del vehículo y actualiza la información en el sistema para que en el encargado de facturación procedan a generar la factura.

Una vez aprobado por el chequeador se le indica al piloto la rampa asignada para cargar el camión. Al terminar de cargar el vehículo, el chequeador entrega al auxiliar de camión una contraseña para que pueda solicitar las facturas de los clientes en las oficinas administrativas.

c) Facturación y entrega de papelería

Luego de que el chequeador haya actualizado la información al sistema, se procede a cargar la información de rutas chequeadas del WMS al sistema JDEO. Una vez hecho esto, el facturador procede a generar e imprimir las facturas, el despacho y envíos de envase a consignación.

El revisor de documentos procede a verificar que el producto en ruta coincida con la facturas emitidas, si coincide se ordena la papelería y se entregada al piloto. El piloto revisa y firma la papelería dejando una copia en el área. Por último, solicita autorización en despacho para salir a ruta.

d) Distribución y entrega del producto al cliente

Al momento de tener la orden de despacho autorizada y las facturas para entregar el producto, el piloto debe anotar en el control manual la cantidad de quintales asignados. Luego procede a revisar la papelería para verificar las direcciones de entrega, prepara los documentos, revisa las condiciones del vehículo. Se traslada a garita para que le asignen un agente de seguridad y le autoricen salir del centro de distribución. El piloto, auxiliar de reparto y el agente de seguridad, proceden a salir a ruta asignada.

El piloto localiza al cliente y procede a entregar el producto, si la venta es al contado, procede al cobro por el total de la factura, si la venta es al crédito solicita firma de recibido en factura y se entrega copia.

e) Fletes falsos

Se dan cuando el cliente no recibe el pedido por no ser lo solicitado, el producto se encuentra en mal estado o no se encuentra al cliente en el negocio. Cuando esto sucede se debe proceder de la siguiente manera:

Una vez en el centro de distribución, el auxiliar de reparto descarga la unidad móvil y coloca el producto en rampa de producto no entregado. El chequeador procede a revisar el producto devuelto contra la factura. Si el producto coincide procede a registrar el flete falso en WMS y autoriza su ingreso, firmando la parte posterior de la factura validando que ha recibido el producto. Si el producto no está dañado, el auxiliar de reparto lo reubica en almacén, de lo contrario lo traslada a la bodega de reproceso.

f) Liquidación de documentos

Cuando la entrega de producto corresponde a una venta de contado, el piloto procede a depositar el cheque o efectivo en el banco más cercano. Luego ordena los documentos y entrega al auxiliar de oficina copias de factura, boletas de depósito y orden de despacho. Si la venta fue al crédito, entrega facturas originales firmadas de recibido y/o contraseña de pago.

El auxiliar de oficina revisa las facturas y las contraseñas contra lo especificado en la orden de despacho. Cuando se trata de una venta al contado, digita un reporte de liquidación y lo traslada a servicio al cliente. Si fue al crédito, digitaliza el reporte y lo traslada a la misma área. Finalizando con esto el proceso de distribución del producto terminado.

1.2.5. Descripción de puestos

Conforme al organigrama presentado en la figura 2, se procede a describir cada uno de los puestos que son claves en el proceso de distribución del producto terminado:

a) Gerente de logística

Es el encargado de dirigir, controlar y asignar los recursos para la ejecución de las operaciones del departamento. Además de velar porque se cumplan los objetivos de la organización.

b) Jefe centro de distribución Fraijanes

Su función es la de programar y elaborar rutas de despacho local y exportación. También administra el producto terminado en el centro de distribución Fraijanes, coordina la entrega de producto terminado a centros regionales y es el responsable de la administración y evaluación del desempeño del personal de bodega.

c) Asistente jefatura de centro de distribución Fraijanes

Su principal cometido es el de asistir en la elaboración de rutas de despacho local y exportación. Se encarga de coordinar la recolección de envases vacíos, elaborar las rutas de despacho a clientes y coordina el abastecimiento de producto terminado a centros de distribución regionales.

d) Supervisor de transporte

Persona responsable de la administración, supervisión, mantenimiento y control de las unidades de transporte y reparto. Es el responsable de mantener el rendimiento de los vehículos acorde a las especificaciones, además motiva, administra y supervisa a los pilotos de reparto.

e) Asistente de transporte

Es la persona encargada de la inducción y tramite de la papelería de nuevos pilotos. También se encarga del control de: bonificación por quintales despachados, viáticos a piloto, bonificación por eficiencia en uso de combustible por kilometro recorrido, horas extras de personal de reparto y el control de vehículos (reparación, documentación, contratación y trámite de facturas por renta de vehículos).

f) Piloto

Es responsable por el manejo de las unidades móviles de transporte o reparto. Administra la documentación de reparto: facturas, liquidaciones, cheques, etc. Se encarga de la limpieza y cuidado de las unidades. Además, es el responsable de los valores que se transportan en ella.

g) Supervisor de carga

Su función primordial es supervisar a los auxiliares de reparto. También se encarga de asignarles tareas de *picking*. Ayuda a los auxiliares de reparto en cualquier duda o problema que surja durante la preparación de los pedidos.

h) Auxiliares de reparto

Ejecutan las tareas de *picking*, cargan las unidades de reparto, asisten al piloto en el manejo de la papelería de entrega: facturas, despachos, etc. Además, se encarga de la entrega y colocación del producto en el punto designado por el cliente.

i) Supervisor de almacén

Se encarga de coordinar el traslado del producto terminado del área de envasado al almacén general del departamento. También vela por la limpieza y orden del almacén de producto terminado.

j) Chequeador

Es el responsable de verificar que las olas de *picking* coincidan en cantidad y tipo con el producto que se despacha. Se encarga de dar la autorización para que se cargue el vehículo de reparto y se generen las facturas respectivas. Otra función es la de verificar que el producto terminado que ingresa al almacén por concepto de fletes falsos, coincida con lo reportado.

1.2.6. Rutas de distribución

Una ruta de distribución se define como el camino habitual que se toma para que el producto llegue a su destino final. El centro de distribución estableció tres tipos de rutas, siendo estas:

1.2.6.1. Rutas internacionales

Son aquellos pedidos realizados para ser distribuidos fuera del país. La empresa cuenta con vínculos comerciales en Centroamérica y parte del Caribe.

1.2.6.2. Traslado a bodegas regionales

Estos son traslados internos de la empresa a otros centros de distribución colocados estratégicamente dentro del territorio nacional. Actualmente cuenta con tres centros, siendo estos: Quetzaltenango, Teculután y Retalhuleu.

1.2.6.3. Rutas locales

Esta área de reparto se encarga de suplir las necesidades de los clientes ubicados en todo el departamento de Guatemala y cada uno de sus municipios.

1.3. Logística

La real academia de la lengua española la define como: “El conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución”.

Es el área encargada de la planificación, operación y control del movimiento y almacenaje óptimo de mercaderías. Desde la fuente de la materia prima hasta el punto de venta del producto terminado, con el objetivo de satisfacer los requerimientos del cliente.

1.3.1. Orígenes

Se sabe que la logística moderna tiene sus orígenes en el campo militar, relacionado con: el movimiento de las tropas en campaña, su alojamiento, transporte y aprovisionamiento. Una vez concluida la segunda guerra mundial, las herramientas utilizadas para la gestión de la logística militar y los profesionales que las desarrollaron se incorporaron al mundo empresarial logrando una gran acogida, evolucionando de una manera muy rápida en el mundo empresarial.

1.3.2. Funciones

Se encarga de la gestión de los flujos físicos de materia prima, producto terminado y todos los recursos o bienes necesarios para su adecuada distribución, entiéndase: materia prima, producto terminado, mano de obra, combustibles, electricidad, herramientas, camiones, etc.

1.3.2.1. Logística de compras

Se encarga de la obtención de los insumos y factores productivos al menor costo posible dentro de los estándares de calidad y teniendo en cuenta aspectos tales como las mermas o deterioros a los que pueden estar sujetos los productos adquiridos.

1.3.2.2. Logística de distribución

La logística de distribución se encarga de la previsión de las actividades de los centros logísticos, el almacenamiento, el traslado de mercancías de un lugar a otro del almacén y la preparación de los pedidos. Algunas veces realiza pequeñas actividades de transformación del producto y principalmente la distribución del producto terminado hasta el cliente.

1.3.2.3. Logística inversa

Rogers y Tibben-Lembke la describen como: “El proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo efectivo de costos y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación”. Por eso la importancia de la implementación de esta función dentro de la logística ya que esta hace aun más eficiente el uso de los recursos.

1.4. Investigación de operaciones

Es una rama de la matemática consistente en el uso de modelos matemáticos, estadística y algoritmos con objeto de realizar un proceso de toma de decisiones. Frecuentemente, trata del estudio de complejos sistemas reales, con la finalidad de mejorar (optimizar) su funcionamiento. La investigación de operaciones permite el análisis de la toma de decisiones teniendo en cuenta la escasez de recursos, para determinar cómo se puede maximizar los beneficios o minimizar los costos.

1.4.1. Problema del transporte

Es un caso particular en el cual se debe minimizar el costo del abastecimiento a una serie de puntos de demanda a partir de uno o varios puntos de oferta, teniendo en cuenta los distintos precios de envío del punto de oferta a cada punto de demanda.

1.4.1.1. Programación lineal

Procedimiento matemático mediante el cual se resuelve un problema, formulado a través de ecuaciones lineales. La programación lineal consiste en optimizar una función lineal de tal forma que las variables de dicha función estén sujetas a una serie de restricciones que expresamos mediante un sistema de inecuaciones lineales.

1.4.1.2. Métodos heurísticos

Estos procedimientos son métodos aproximados que proporcionan una solución cercana al óptimo. Los métodos heurísticos se basan en procedimientos de naturaleza muy diversa, pero que dan soluciones aceptablemente buenas para ser puestas en marcha en casos reales de empresas concretas.

1.4.1.2.1. Método de los ahorros

Desarrollado por Clarke y Wright en 1963, se basa en una idea muy simple: si tengo que llevar una determinada mercancía desde la zona 1 de la ciudad capital a Mixco y otra desde la ciudad capital a Villa Nueva no se hará dos viajes diferentes, cada uno de ellos de ida y vuelta.

En su lugar se realizará un único viaje saliendo de la zona 1 pasando por Mixco, luego Villa Nueva regresando a la zona 1. Este concepto de ahorro de distancia, tiempo y costos, es precisamente en el que se basa el método de los ahorros. Es la aplicación del sentido común a la hora de construir rutas de transporte.

1.4.1.2.2. Método del vecino más cercano

En este caso las rutas se construyen secuencialmente, añadiendo en cada paso el cliente que se encuentre a menor distancia del último cliente insertado en la ruta.

1.4.1.2.3. Método del barrido

Consiste en ir "barriendo" la zona de clientes sobre un mapa mediante una línea imaginaria y formar una ruta con todos los clientes que hayan sido barridos en el proceso.

2. SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se pretende analizar la situación actual del centro de distribución; el método para planificar las rutas y las políticas usadas durante la distribución del producto terminado para evaluar a la empresa y el departamento de logística.

2.1. Red de distribución del área de reparto

La configuración de la red de distribución condiciona la planificación y organización del departamento de logística y la manera en que se transporta el producto terminado a su destino final. La empresa actualmente utiliza un método empírico que ha desarrollado luego de muchos años de experimentación. Este método se ha ido afinando a lo largo de los años hasta llegar al que se utiliza actualmente.

2.1.1. Método utilizado

La distribución actual que el área de reparto local posee es el resultado de un largo proceso de cambios y transformaciones. Estos cambios han sido efectuados tras años de experiencia adquiridos por jefes del área y las sugerencias y/o recomendaciones que los pilotos y auxiliares de reparto han hecho en las juntas con sus supervisores.

La política actual de distribución, se basa en agrupar las áreas de reparto por zonas. Estas zonas son próximas unas a otras. Ejemplo de ello puede ser la ruta 1 que está compuesta por las zonas 1, 2 y 3 de la ciudad capital. Como puede apreciar este método es muy parecido al método del barrido por lo que, a pesar que las políticas tomadas por el departamento son meramente empíricas no significa que la distribución actual no es la óptima o al menos se encuentra cerca de ella.

2.1.2. Croquis del área de reparto

Como parte del análisis y para sintetizar el método, se presenta en la figura 4 de forma gráfica, la ruta 6, como muestra de la manera en que se distribuyen las zonas y municipios que cubre el área de reparto local.

Figura 4. **Mapa del área correspondiente a la ruta 6 de distribución**



Fuente: <http://maps.google.com/map>. Mayo de 2011

Como se muestra en la figura anterior, la ruta 6 comprende las zonas 12, 13, 14 y 21 de la ciudad capital, así como el municipio de Santa Catarina Pínula.

2.2. Políticas para la programación de las rutas

Como parte integral y complementaria en el análisis de la empresa se debe entender no solo el método empleado en la distribución, sino además las políticas que intervienen para programar los recursos y la manera en que se utilizan en el proceso de llevar el producto al cliente. Para ello el departamento de logística toma en cuenta las siguientes políticas:

2.2.1. Características vehículos

Una de las principales políticas que se deben tener en cuenta para seleccionar el vehículo adecuado, según las características que este posee son básicamente dos: la función que cumple en el departamento y la capacidad del vehículo. Estas dos características son esenciales ya que determinarán la forma en que serán utilizados dentro del centro de distribución, por lo que se profundizará más sobre estos aspectos en los siguientes incisos.

2.2.1.1. Tipo

El centro de distribución clasifica los vehículos según el área a la cual pertenecen y la función para la cual fueron adquiridos. En ese sentido, el centro de distribución los clasifica en tres tipos distintos, siendo estos:

- a) Gerencial: este tipo de vehículo es utilizado por el gerente del departamento de logística y el jefe del centro de distribución. Es utilizado para cualquier eventualidad.
- b) Supervisión: es la utilizada por el supervisor de transporte para desplazarse dentro del casco urbano y supervisar a los pilotos y auxiliares de camión mientras éstos realizan las tareas asignadas.
- c) Distribución: este tipo de unidad es utilizada para realizar las tareas de distribución y entrega del producto terminado al cliente final.

2.2.1.2. Capacidad

La segunda gran característica y por la cual los vehículos utilizados directamente en la distribución son seleccionados para efectuar tareas es la capacidad que poseen para transportar el producto terminado, esta capacidad por lo general se mide en toneladas. Actualmente el departamento clasifica los vehículos de la siguiente manera:

- a) Pick-up: el peso máximo que soporta es de 1 tonelada, este tipo de vehículo es el que utiliza el gerente, el jefe del centro de distribución y el supervisor de transporte para evaluar el trabajo efectuado por los conductores y auxiliares de reparto.
- b) Paneles: la capacidad máxima es de 2 toneladas, es utilizado para realizar entregas a clientes específicos, que están cerca del centro de distribución y que sus pedidos no son muy voluminosos.

- c) Camión mediano: en el departamento se ubican en esta clasificación los vehículos que poseen una capacidad que va desde las 3 toneladas hasta un máximo de 6 toneladas. Son utilizados para distribuir exclusivamente en rutas locales y para aquellos clientes con un volumen medio.
- d) Camión grande: son los que poseen una capacidad máxima de 10 toneladas. Este tipo de vehículos se utilizan para clientes de rutas locales y traslado a bodegas regionales.
- e) Cabezales: se emplean para distribuir el producto terminado a bodegas regionales y en rutas internacionales, su capacidad máxima es de 22,5 toneladas.

2.2.2. Rotación de unidades

Para garantizar una adecuada y óptima rotación de las unidades, el departamento de logística utiliza la siguiente metodología:

- a) En segunda instancia el supervisor de transporte clasifica las rutas de reparto según la metodología de división geográfica y calcula el peso que cada ruta posee.
- b) Conociendo los pesos de cada ruta, el supervisor de transporte, procede a asignar los vehículos para cada ruta considerando únicamente la capacidad de los vehículos y el orden en el que aparecen en la lista, en la que los conductores previamente anotaron sus datos.

Una vez efectuada la distribución, el asistente de transporte coloca en la tabla I el listado de los vehículos utilizados en las tareas de distribución de ese día así como la ruta a la cual fueron asignados.

Tabla I. Asignación de rutas

		FECHA				
	CAMIÓN PEQUEÑO	PANELES	PLACAS		RENTADOS	
1				CAMIÓN GRANDE		
2				PILOTO	TRANSPORTE	RUTA
3						
4						
5						
6						
7						
8		TIRADOS				
9						
10						
11						
12		CABEZALES				
13					CABEZALES	
14				PILOTO	TRANSPORTE	RUTA
15						
16						
	TIRADOS					
1						
2						
3		TIRADOS				
	CAMIÓN GRANDE				PIPAS	
1				PILOTO	TRANSPORTE	RUTA
2						
3						
4						
5						
	2da. RUTA	TIPO DE VEHÍCULO/NOMBRE DEL PILOTO		NOTAS / RECORDATORIOS		
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fuente: área de transporte, departamento de logística.

2.2.2.1. Eficiencia

En el departamento se utilizan básicamente dos indicadores que muestran la eficiencia con que vehículos y sus responsables se desempeñan durante las labores cotidianas de distribución, siendo estos:

- a) kilometraje por galón: registra la cantidad de combustible empleada respecto a los kilómetros recorridos para completar la tarea de distribución. Esta dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Km/gal} = \frac{\text{Kilómetros recorridos}}{\text{galones de diesel consumidos}}$$

Para registrar diariamente esta razón el asistente de transporte se vale de la siguiente tabla:

Tabla II. **Control de rendimiento de combustible**

TIPO VEHÍCULO		CAPACIDAD		MODELO		MES			
No. VEHÍCULO		PLACAS		RENDIMIENTO STANDAR		PILOTO			
		KILOMETRAJE		DIESEL RENDIMIENTO		DATOS ACUMULADOS			
FECHA	SALIDA	ENTRADA	RECORRIDO	GALÓNES	KG / GALÓN	RECORRIDO	GALÓNES	KM / GLS	ROUTE

Fuente: área de transporte, departamento de logística.

b) Quintales despachados: este indicador refleja la cantidad, en quintales, que el conductor distribuye durante una jornada laboral.

Para registrar la cantidad despachada y en base a ella calcular la comisión que le correspondería al piloto de la unidad, se utiliza la siguiente tabla:

Tabla III. **Cantidad de quintales despachados**

No.	Código	Nombre piloto	Vehículo	#	combustible (galones)	quintales	Valor	Total

Fuente: área de transporte, departamento de logística.

Como puede apreciarse en la tabla se coloca el nombre del piloto, la cantidad de quintales despachados y el valor de la comisión que percibe por quintal despachado, actualmente es de Q0, 90 y por último la comisión neta que representa para el conductor.

2.2.3. Personal operativo

En incisos anteriores se habló de las políticas utilizadas para gestionar la principal herramienta de distribución, los vehículos. Ahora es el turno de hablar del personal responsable de administrar esas herramientas.

Para realizar la labor de reparto, se necesita de un piloto que conduzca la unidad y uno o varios auxiliares de reparto que auxilien al conductor para trasladar y entregar el producto terminado a donde es requerido por los clientes. Para asignar al piloto responsable, el auxiliar de reparto y la cantidad necesaria de estos últimos para realizar eficientemente las entregas, el centro se vale de las siguientes políticas:

2.2.3.1. Selección del piloto

Para seleccionar al piloto que se encargará de distribuir determinada ruta, el supervisor de transporte debe tener especial cuidado en evitar que los colaboradores piensen que se está favoreciendo a alguien en particular por lo que para asignar las rutas a los conductores el supervisor utiliza el siguiente método:

- a) Al momento de iniciar con esta metodología, el supervisor pidió a los conductores que anotaran su nombre según el tipo de camión que conducían y en el orden en que habían ingresado ese día en la lista que muestra la tabla IV.

Tabla IV. **Listado de pilotos**

No.	Camiones de 80 qq	No.	Camiones de 200 qq	No.	Cabezales 450 qq
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6				6	
7				7	
8		No.	Paneles de 40 qq		
9		1			
10		2			
11		3			
12		4			
13		5			
14		6			
15		7			
16					

Fuente: área de transporte, departamento de logística.

- b) Luego de anotar su nombre el supervisor procede a asignar rutas a cada conductor, considerando el tipo de camión necesario para transportar la carga.
- c) Una vez definido el tipo de camión, se les asigna las tareas según el orden de la lista y se les solicita cargar.
- d) Al momento de terminar con la entrega de los pedidos e ingresar al área de transporte proceden nuevamente a anotarse en la lista esperando para su próxima asignación.

- e) Si existe necesidad que salgan a ruta nuevamente, ese mismo día, se tomará en cuenta a los que ingresaron primero. Anotando nuevamente su nombre cuando regresen de esa segunda asignación, preparados para el siguiente día.

Al finalizar la labor ya se tiene el listado para seguir en ese orden la asignación del día siguiente. Evitando, así, las sospechas de favoritismo que podrían tener los conductores.

2.2.3.2. Cantidad de auxiliares por camión

La cantidad de auxiliares por camión depende en primera instancia de la cantidad de facturas a entregar y en menor importancia del peso que se transporta. Para determinar la cantidad mínima necesaria de auxiliares, por lo general el departamento sigue las siguientes políticas:

- a) Número de facturas

Por norma general se utilizan dos auxiliares de reparto cuando el número total de facturas excede las 16, con la intención de disminuir el tiempo empleado para desplazarse de un comercio a otro.

- b) Peso

Respecto al peso transportado, se considerará llevar dos auxiliares de reparto cuando el peso total sobrepase las 4 toneladas. Esto con el fin de reducir la fatiga que conlleva el trasladar esa gran cantidad de producto.

Ambas políticas, con la única restricción que el departamento tenga disponibilidad para asignar a más de un auxiliar por camión para la distribución.

2.2.4. Restricciones horarias

Como la primer y más importante restricción horaria se tiene aquella que limita la circulación de vehículos pesados en las principales arterias de la ciudad capital. Esta restricción se encuentra en el Acuerdo Municipal No. COM-005-07 “Modificación de horarios para el transporte pesado”, que reforma al Acuerdo No. COM-039-2003 modificando los horarios de circulación de la siguiente manera:

- a) la circulación de vehículos pesados y especiales de lunes a viernes, en el horario de 5:30 a.m. a 9:00 a.m. en las siguientes vías:
- Anillo Periférico: del Parque Morazán, a la 11 avenida zona 2.
 - Avenida Elena: del Anillo Periférico, a la Avenida Bolívar.
 - Avenida Hincapié: del Bulevar Liberación, a la entrada de la Colonia Santa Fe, zona 13.
 - Avenida las Américas: del Obelisco, al Monumento Eucarístico 23 calle, zona 13.
 - Avenida Petapa: del Trébol, a la 52 calle zona 12.
 - Bulevar Vista Hermosa: del Trébol de Vista Hermosa, a la 6a. avenida zona 10.
 - Calle Martí-Calzada Milla y Vidaurre CA-9 Norte: del Parque Morazán zona 2, al Kilómetro 10 Carretera al Atlántico.
 - Calle Montúfar (12 calle zona 9): del Bulevar Liberación, a la Avenida La Reforma.

- Calzada Aguilar Batres-Avenida Bolívar: de la 36 calle zona 12, a la 18 calle zona 1.
- Calzada Atanasio Tzul: de la 52 calle zona 12 a la 24 calle, zona 1.
- Calzada La Paz: de la rotonda de la Colonia Atlántida zona 18, a la intersección Lourdes-Austriaco-Prolongación 12 calle zona 5 (intersección Las Vacas).
- Calzada Roosevelt-Bulevar Los Próceres: de la 39 avenida, zona 7 al Trébol de Vista Hermosa zona 15.
- Calzada San Juan: del Trébol a la 39 avenida zona 7.
- Diagonal 14: del puente de la Asunción, a la 27 calle zona 5.
- Diagonal 17-10 Avenida zona 11: de la 13 calle, a la 35 calle zona 11.
- Paralela a San Juan zona 7: del Periférico, al límite municipal zona 7.
- 6a. y 7a. avenidas zona 1: del Parque Morazán-Calle Martí zona 2, al Bulevar Liberación zona 9.
- 8a. y 9a. calles zona 1: de la Avenida Elena, a la 12 avenida, zona 1.
- 10a. y 11 avenidas zona 1-10a. Avenida zona 4-Avenida La Reforma: de la Calle Martí zona 2 al Obelisco.
- 24 calle zona 1, 26 y 27 calles zona 5: de la Avenida Bolívar a la intersección Lourdes-Austriaco-Prolongación 27 calle zona 5 (Intersección Las Vacas).
- 15 avenida zona 6: de la Calle Martí, al Estadio La Pedrera zona 6.
- 20 calle zona 10: de la Diagonal 6, a la 27 avenida zona 10.
- 34 y 35 calle zona 11: de la Calzada Aguilar Batres, a la 11 avenida zona 11.

b) la circulación de vehículos pesados y especiales de lunes a viernes, en el horario de 16:30 a 20:30 hrs.

- Anillo Periférico-Calle Martí-Calzada José Milla y Vidaurre CA-9 Norte: 11 avenida zona 12, Anillo Periférico, Parque Morazán zona 2 al kilómetro 10 carretera al Atlántico.
- Calzada Roosevelt-Bulevar Liberación-Bulevar Los Próceres: de la 39 avenida zona 7 al Trébol de Vista Hermosa zona 15.
- Avenida Petapa: desde El Trébol, hasta la 52 calle zona 12.
- Calzada Aguilar Batres-Avenida Bolívar: de la 36 calle zona 12, a la 18 calle zona 1.
- Calzada San Juan: del Trébol a la 39 avenida zona 7.
- Bulevar Vista Hermosa: del Trébol de Vista Hermosa zona 15, a 6ª avenida zona 10.
- Calzada Atanasio Tzul: De la 52 calle zona 12, a la 24 calle, zona 1.
- Calzada La Paz: de la rotonda de la Colonia Atlántida zona 18, a la Intersección Lourdes-Austriaco-Prolongación 27 calle zona 5 (intersección Las Vacas).”

2.3. Rastreo de unidades por GPS

El rastreo de las unidades se realiza con la finalidad de garantizar la seguridad de los vehículos, así como observar que el piloto no se salga de la ruta asignada y evitar que permanezca demasiado tiempo en una misma posición, sin razón aparente.

Figura 5. Seguimiento de unidades por GPS



Fuente: supervisor de GPS, centro de distribución.

Para rastrear las unidades se utiliza el sistema AVL (Localización Automática de Vehículos), que sirve para determinar la posición de un vehículo según sus coordenadas de latitud y longitud. Para ello utiliza la tecnología de GPS (Sistema Global de Posicionamiento). Por lo general estas coordenadas son transmitidas a la base en tiempo real y recibidas por un equipo de cómputo con una interfaz de comunicación y un *software* que permite dibujar en un mapa digital la posición del vehículo, como se mostró en la figura 5.

3. PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS

En este capítulo se dan las pautas para lograr un aumento en el rendimiento, la eficiencia y productividad de los recursos utilizados en la distribución del producto terminado. Esto requiere de ideas, métodos y acciones inmediatas que deben ejecutarse para lograr el uso adecuado de los recursos, solventando de esta manera las deficiencias actuales.

3.1. Problema con la distribución actual

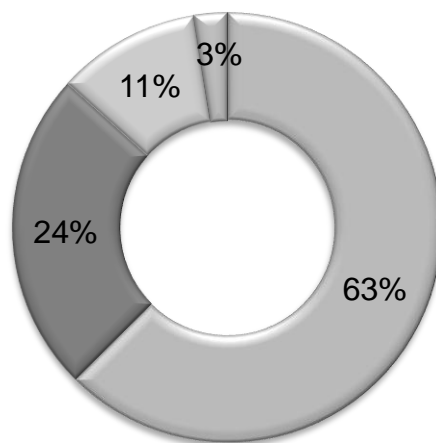
En cualquier empresa, la logística de distribución presenta inconvenientes e imprevistos durante sus operaciones. Por lo que resulta de suma importancia buscar, identificar y analizar los factores que los provocan y así encontrar una pronta solución. Como ninguna empresa está exenta de dichos problemas se decidió, para sintetizar su estudio, dividir y aislar las problemáticas que aquejan a la empresa de la siguiente manera:

3.1.1. Malas prácticas

Las malas prácticas son todas aquellas actividades que no siguen las prácticas estándar y que de una u otra manera afectan el normal funcionamiento del proceso de distribución.

Perjudicando su capacidad de distribución, dañando las herramientas utilizadas y disminuyendo la credibilidad de la empresa. En el centro de distribución se distinguieron las siguientes malas prácticas, según su porcentaje de incidencia:

Figura 6. **Distribución de malas prácticas**



■ Entregas tardías ■ Errores en pedidos ■ Distribución de pesos inadecuados ■ Otros

Fuente: centro de distribución.

Luego de conocer su clasificación, se procede a describir cada una de ellas.

a) Entregas tardías

Las entregas tardías tienen la mayor incidencia y son la principal causa que los clientes se sientan descontentos con el servicio brindado. Esto afecta la imagen de la empresa y son un factor clave en el aumento de los costos de distribución ya que muchas personas al ver que su producto llega con uno o dos días de atraso, deciden no recibirlo convirtiéndose en un traslado ineficiente.

Para evitar este inconveniente, se propone a la gerencia incorporar a la hoja de pedidos que el cliente llene la fecha en que prefiere recibir su mercadería y así dar especial importancia a las fechas más cercanas y con ello evitar inconvenientes y descontentos de los clientes.

b) Errores en pedidos

En ocasiones el pedido es registrado con el nombre del cliente, dirección, cantidad u otro dato de vital importancia, equivocado. En el mejor de los casos dificulta entregar el pedido. Pero en muchas otras ocasiones simplemente se devuelve a la fábrica aumentando la cantidad de fletes falsos. Como medida provisoria para evitar equívocos durante el proceso de distribución se deben seguir las siguientes directrices:

- En primera instancia el vendedor debe recolectar y trasladar la información actualizada de los clientes al menos cada 6 meses.
- Segundo, incorporar al personal administrativo del centro de distribución para que verifique la dirección proporcionada por el vendedor y de esta manera asegurarse que es la correcta.

c) Distribución de peso inadecuada

Se distinguen los siguientes tipos de distribución del peso en los vehículos:

- Sobrepeso

Esta práctica resulta de cargar el vehículo más allá de los límites recomendados por el fabricante. Esto ocasiona los siguientes problemas:

- ✓ Perjudica el adecuado funcionamiento de los vehículos
- ✓ Reduce la vida útil del vehículo
- ✓ Causa desperfectos en la unidad

- Por debajo del límite

Aunque este tipo de distribución de peso no ocasiona ningún problema en el vehículo, si repercute en la eficiencia de este. Las principales causas que provocan esta mala práctica son:

- ✓ Vehículos de menor capacidad no disponibles
- ✓ Urgencia para entregar el pedido
- ✓ Mala distribución de peso al asignar las rutas

A pesar que estos tipos de distribución son completamente opuestos uno del otro, ambas tienen la misma repercusión para la empresa: “Aumento en los costos de distribución”.

Para evitar sobrecargar las unidades, se debe colocar un folio con copia de cada hoja técnica de los vehículos en la cual se indique la capacidad máxima que la unidad puede transportar cercana al asistente del centro de distribución, quien se encarga de asignar la cantidad de rutas a distribuir, respecto a la capacidad recomendada.

También es necesario que el supervisor de transporte revise la distribución y asigne cada ruta según el peso de la unidad.

d) Otros

Aquí se encuentran las prácticas poco comunes, pero que afectan a la eficiencia y los costos de la distribución ejemplo de ello se tiene:

- Error en factura
- Vendedor ofreció otro precio
- No se recogieron cambios

Estos errores ocurren de forma irregular y en número pequeño de casos. Por lo que la solución más oportuna es capacitar al personal operativo de cada una de las áreas para disminuir y caer en prácticas inadecuadas que disminuyen la rentabilidad del área.

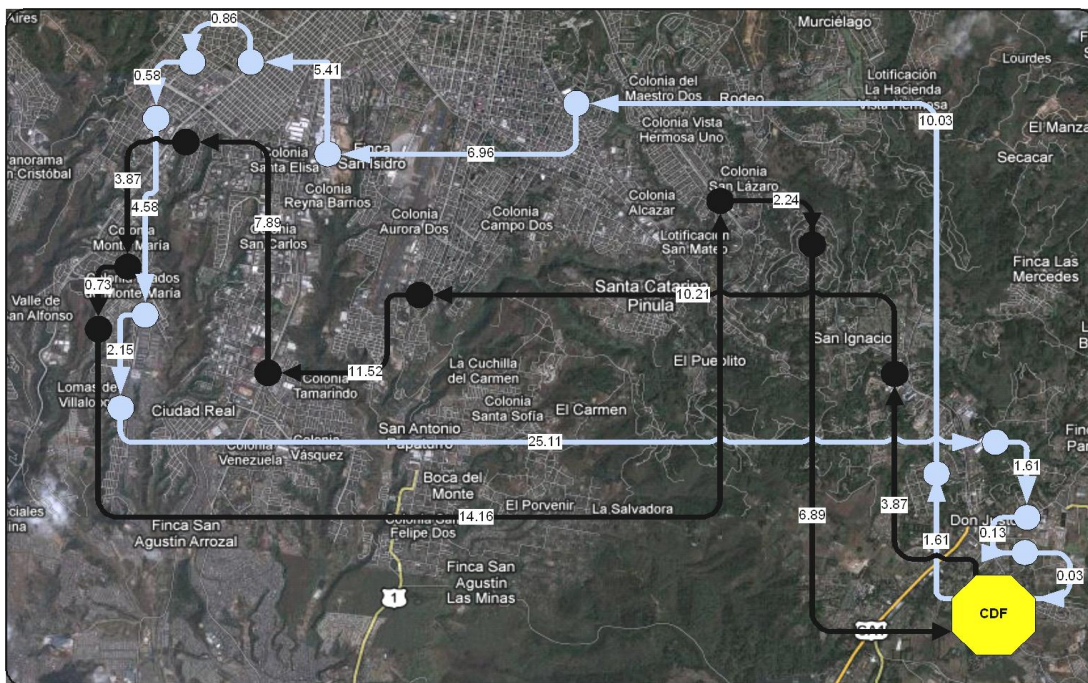
3.1.2. Retrasos evitables

A pesar del esfuerzo hecho por supervisores y personal operativo durante la jornada laboral siempre se observa que a lo largo del proceso se incurren en algunos retrasos, que aunque son pequeños contribuyen a obtener una eficiencia menor a la esperada. Por lo que para facilitar al departamento observar y erradicar los retrasos que pueden ser evitados, se presentan divididos de la siguiente manera:

a) Distribución del área de reparto

A pesar de que el departamento hace el esfuerzo por distribuir los clientes en zonas, minimizando la distancia recorrida, el tiempo y los costos de distribución. Se puede observar que en ocasiones no basta simplemente una distribución estática. Más bien es necesario una combinación entre distribución estática y dinámica, por ejemplo: en la figura 7 se muestra a dos diferentes camiones que tenían asignados varios clientes para la ruta de distribución No. 6 — zona 12, Villa Nueva y Santa Catarina Pínula — durante el día 12 de mayo de 2010.

Figura 7. Seguimiento de ruta



Fuente: elaboración propia.

Como puede apreciarse la distribución geográfica, en ningún momento representa garantía de realizar una distribución eficiente, por lo que en incisos posteriores se plantea una metodología a seguir y así evitar este tipo de inconvenientes.

b) Pedidos duplicados

Durante el proceso de ventas, en ocasiones, se registra dos veces el mismo pedido, creando tareas de *picking* duplicadas. En la mayor parte del tiempo el asistente del centro de distribución detecta los pedidos duplicados y los elimina de las asignaciones del día. Las que pasan el filtro del asistente son asignadas y realizadas.

Y es hasta que se genera la factura que se observa el pedido duplicado y se elimina. Provocando pérdida de tiempo en la preparación y descarga de ese pedido. En raras ocasiones sucede que el pedido sale a ruta y es hasta que el cliente informa que su pedido esta duplicado que se procede a recoger e informar al jefe del departamento lo sucedido, provocando un gasto innecesario en la distribución.

Para evitar este tipo inconveniente y consecuente pérdida de tiempo y esfuerzos se debe asignar al departamento de atención al cliente la tarea de confirmar con los clientes que el pedido registrado sea exactamente lo solicitado, disminuyendo la probabilidad de que suceda este tipo de retraso.

3.2. Restricciones

Como limitantes en el proceso de distribución, las restricciones son un factor determinante para un manejo adecuado de los recursos del departamento.

De esta cuenta se deben analizar cada una de estas y establecer guías que ayuden a manejarlas de manera adecuada. Disminuyendo los efectos que éstas generan consiguiendo un aumento en la eficiencia del sistema. Actualmente el centro de distribución cuenta con dos grandes restricciones que pueden limitar el adecuado funcionamiento de las unidades, siendo estas:

3.2.1. Horarios de circulación

A pesar de que el departamento conoce y se guía por la legislación del país debe poner mayor énfasis y evitar retrasos que obligan a esperas innecesarias que disminuyen el tiempo disponible para las entregas. Se debe buscar alternativas que minimicen el tiempo requerido para salir a ruta.

Por lo que es importante dar prioridad a aquellos vehículos que se dirigen a lugares más alejados del centro de distribución considerando el tiempo que les lleva trasladarse al lugar donde inicia la restricción.

Otro punto importante es utilizar los parámetros y restricciones que el resto de departamentos de Guatemala tienen, específicamente Villa Nueva, San Miguel Petapa, San José Pínula y Mixco.

3.2.2. Disponibilidad del cliente

Muchos de los clientes definen días y horas específicas de entrega del producto, pero no es sino hasta que llegan y encuentran el comercio cerrado o que es rechazado por el cliente, alegando que no es política del comercio recibir el producto en determinado día o luego de cierto horario, que el conductor se percata y reporta lo sucedido con el supervisor de transporte. Agregando, éste, la observación para próximos envíos. Esto ocasiona retrasos, crea fletes falsos y aumenta los costos de transporte.

Por lo que a manera de prevenir estos inconvenientes se debe incluir en la hoja de pedidos un campo que especifique un horario en el que el cliente desea ser atendido. Conociendo esta restricción, se debe informar al personal del departamento para programar los pedidos exactamente como lo solicita el cliente. Además se debe dar soporte al conductor del vehículo y al auxiliar de reparto colocando en las observaciones de la factura dicho parámetro y de esta manera prevenir olvidos de horario.

3.3. Nueva distribución del área de reparto

Las rutas de reparto en ningún momento son estáticas, ningún día y ninguna ruta es igual a la anterior. En cada jornada de trabajo se observa un conjunto de pedidos diferentes uno del otro, lo que implica; clientes, lugares y secuencias de distribución distintas. Es por eso que se debe proponer métodos que gestionen operaciones de forma rápida y eficiente para que la empresa y sus clientes experimenten los beneficios de forma integral e inmediata, pudiendo cumplir con cualquier cantidad de pedidos, sin importar sus especificaciones en un tiempo prudencial.

Por lo que a continuación se propone un método que mejorará en gran medida la eficiencia del sistema y, que ayudado de políticas, harán aun más eficiente el recurso utilizado.

3.3.1. Método de distribución propuesto

El objetivo fijado para iniciar con el desarrollo de esta propuesta es minimizar la distancia recorrida y obtener como resultado menor costo y tiempo utilizado en las labores diarias de distribución.

Para ello se debe implementar no uno sino varios métodos heurísticos que contribuyen a desarrollar una estrategia sencilla y al mismo tiempo completa para implementar una distribución de forma integral. A manera de facilitar el proceso, se propone una metodológica que divide el método de programación propuesto en dos fases, siendo estas:

a) Fase estática

Esta fase busca simplificar el proceso para seleccionar la secuencia a seguir durante la distribución del producto terminado. Su principal función es la de organizar a los clientes por zonas de forma eficiente. Para este modelo se utilizan dos métodos heurísticos, siendo estos:

- Método del barrido

Este método consiste en dividir el área geográfica de reparto por sectores o zonas. Como se mencionó, este método ha sido utilizado por la empresa de una manera empírica pero igualmente válida, desde hace mucho tiempo.

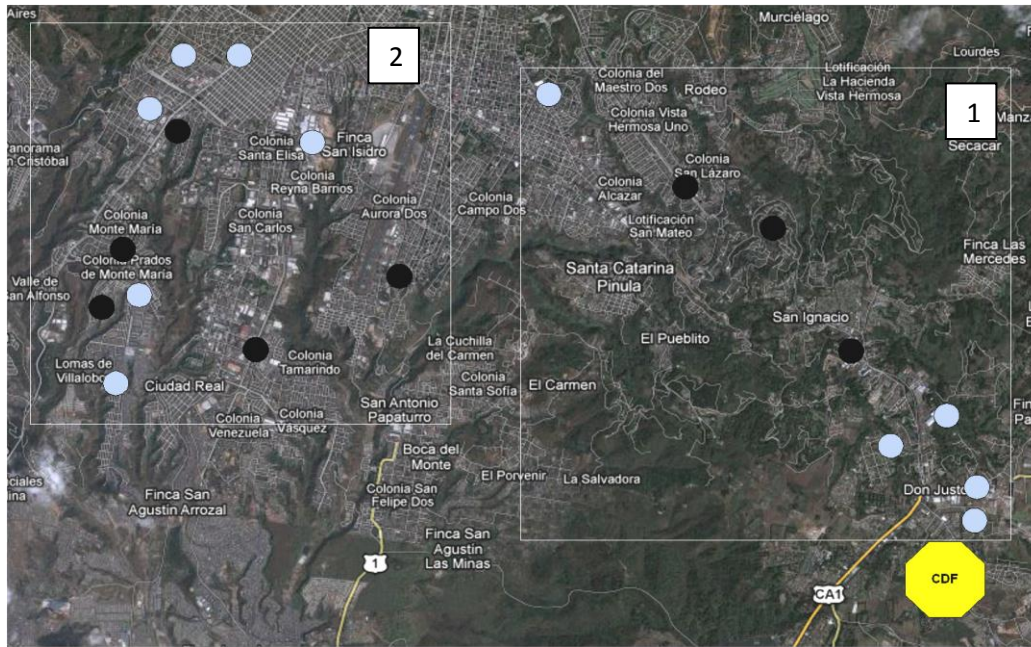
Por lo que no es algo nuevo sino más bien, el punto de partida para desarrollar la metodología de una distribución adecuada y eficiente. Para el estudio fue seleccionado el sector denominado “ruta 6”, ilustrada en la figura 7. Conformada por las zonas 12, 13, 14 y 21 de la ciudad capital, así como el municipio de Santa Catarina Pínula.

- Método del vecino más cercano

Para obtener un modelo más eficiente, se decidió integrar al método anterior el del vecino más cercano. El cual será utilizado cuando sea necesario, dividir en dos o más, uno de los sectores que integran el mapa geográfico de distribución. Cuando esto ocurra, se procederá con el nuevo método que consiste en asignar al primer piloto los clientes más cercanos a la fábrica, hasta llegar a la capacidad máxima de la unidad.

Los que no se asignen al primer piloto, se asignarán al siguiente, sin olvidar que éstos, deben ser los más próximos al centro de distribución, y así sucesivamente hasta satisfacer la demanda de ese día en la ruta programada. En el caso, objeto de estudio, se puede observar que evidentemente en la ruta 6 se registraron dos recorridos en ese mismo día. En la figura 8 se puede corroborar fácilmente que no es suficiente solo un método, por lo que debe implementarse el método heurístico del vecino más cercano para aumentar la eficiencia.

Figura 8. **Método del vecino más próximo**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 8 se puede observar cómo se complementa el método del barrido con el del vecino más cercano para lograr disminuir aun más la distancia total que las unidades deben recorrer para distribuir el producto terminado. Como resultado se ha dividido la ruta de manera lógica para evitar desplazamientos innecesarios, estableciendo dos nuevas rutas aun con mayor eficiencia que la utilizada por el departamento.

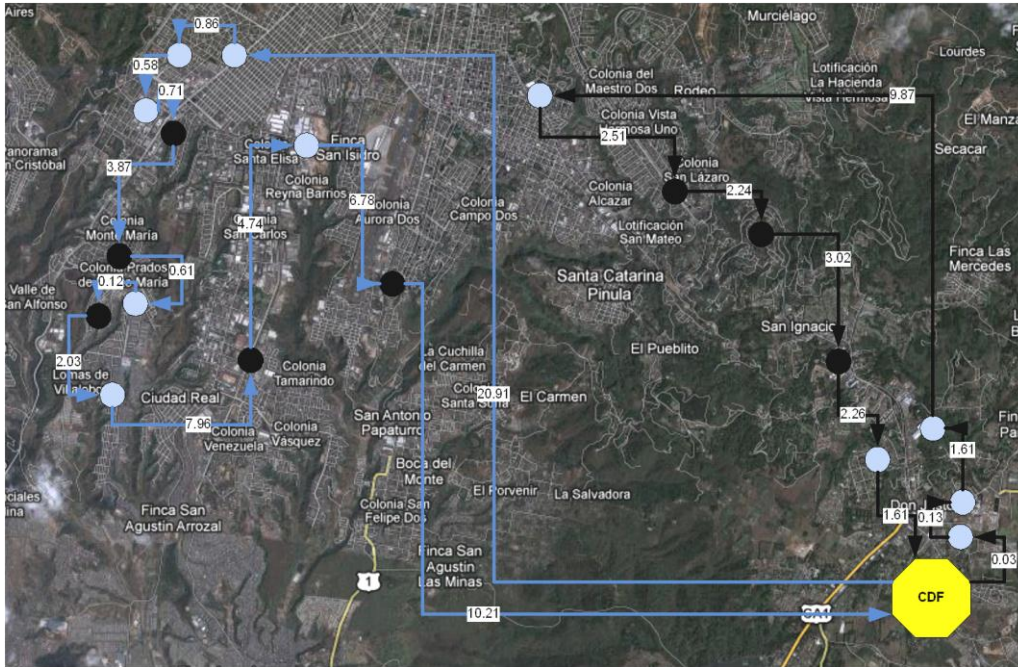
Para terminar y obtener una distribución óptima se debe complementar esta fase con la siguiente, siendo ésta:

b) Fase dinámica

Para esta segunda fase será necesario recurrir a otro método heurístico, el denominado de los ahorros. Este método busca de una manera práctica y sencilla ordenar la secuencia de las visitas a los clientes. Asegurándose que no se pase por dos clientes en más de una ocasión para evitar realizar movimientos innecesarios y repetitivos durante la distribución. Aunque pareciera ser un método simple resulta muy eficaz en el proceso de optimización del sistema y que gracias a su practicidad resulta muy conveniente para usarse diariamente.

En la figura 9 se puede observar el resultado de implementar dos fases complementarias una de la otra y que llevan a una distribución que minimiza la distancia recorrida, disminuye el tiempo utilizado y lo más importante, reduce significativamente los costos de distribución. Convirtiendo el proceso de eficaz a eficiente, siendo entonces una distribución óptima.

Figura 9. Método de los ahorros



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de implementar las dos fases en la ruta analizada se consiguió disminuir la distancia recorrida de 120,71 kilómetros a 82,66. Para obtener en términos porcentuales la disminución que se obtiene luego de implementar la propuesta, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Reducción kilómetros} = \frac{\text{Recorrido original} - \text{Recorrido propuesto}}{\text{Recorrido original}}$$

Obteniendo los siguientes resultados:

$$\% \text{ Reducción kilómetros} = \frac{120,71 \text{ km.} - 82,66 \text{ km.}}{120,71 \text{ km.}}$$

% Reducción kilómetros = 31.52%

Por lo que el aumento en la eficiencia de esta ruta es de 31,52% y lo mismo se espera para aquellas con características similares. Continuando con el análisis y considerando los valores históricos de las rutas creadas, se debe, utilizando la información en la tabla V, calcular el impacto real en el aumento de la eficiencia de todo el sistema.

Tabla V. Datos históricos de rutas locales de distribución

	Ruta 6		Total	
	Viajes hechos	Viajes hechos el mismo día	Rutas creadas por mes	Rutas creadas (con mismo comportamiento muestra)
ene-10	22	12	22	14
feb-10	19	10	18	10
mar-10	23	8	20	12
abr-10	22	8	19	13
may-10	19	10	21	12
jun-10	24	10	22	15
jul-10	25	12	22	10
ago-10	22	8	24	16
sep-10	21	8	19	12
oct-10	24	10	18	10
nov-10	24	10	21	14
dic-10	26	12	22	12
ene-11	21	8	19	11
feb-11	18	12	17	9
mar-11	21	8	22	12
abr-11	25	10	22	13
Total	356	156	328	195

Fuente: departamento de logística.

Con los datos históricos que se muestran en la tabla V se pudo establecer el impacto que la propuesta tendrá. Considerando el número de ocurrencias del fenómeno estudiado respecto al promedio de ocurrencias del total de rutas creadas y con similares características a la ruta analizada, se utilizó la siguiente razón:

$$\% \text{ Numero de rutas} = \frac{\Sigma \text{ Rutas creadas con mismo comportamiento muestra}}{\Sigma \text{ Total de rutas creadas por mes}}$$

Obteniendo los siguientes resultados:

$$\% \text{ Numero de rutas} = \frac{195 \text{ Rutas}}{328 \text{ Rutas}}$$

$$\% \text{ Numero de rutas} = 59.45\%$$

Para determinar el porcentaje de ocurrencias del fenómeno estudiado dada una ruta creada. Se utilizó la siguiente razón:

$$\% \text{ Viajes el mismo día} = \frac{\Sigma \text{ Viajes hechos en la ruta 6 el mismo día}}{\Sigma \text{ Total de viajes hechos en la ruta 6}}$$

Obteniendo los siguientes resultados:

$$\% \text{ Viajes el mismo día} = \frac{156 \text{ Viajes}}{356 \text{ Viajes}}$$

$$\% \text{ Viajes el mismo día} = 43.82\%$$

De los resultados obtenidos se estableció que la cantidad de rutas que realizan al menos dos viajes el mismo día representa el 59.45% del total que distribuyen el producto terminado y que de este segmento existe un 43.82% de probabilidad de que ocurra el suceso en estudio.

Por lo que si consideramos la reducción obtenida de aplicar la propuesta y los resultados de la tabla V, podemos determinar el aumento de eficiencia neto, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Reducción neta} = \% \text{ Reducción kilómetros} * \% \text{ Numero de rutas} * \% \text{ Viajes el mismo día}$$

Obteniendo los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \% \text{ Reducción neta} &= 31,52\% * 59.45\% * 43,82\% \\ \% \text{ Reducción neta} &= 8,21\% \end{aligned}$$

Al considerar dichas razones y la eficiencia bruta, se determino que al implementar la propuesta se obtendrá una reducción de la distancia recorrida total de 8,21 %. Este resultado representa un aumento real en la eficiencia al programar las rutas de distribución de la manera propuesta.

Debido a que la eficiencia obtenida al programar las rutas de la manera propuesta no afecta de igual manera a todos los costos por igual. Se realizo un análisis adicional que consideraron los costos implícitos en la distribución del producto terminado y se evalúan aquellos que son afectados por ese aumento de la eficiencia. Resultado de ello en la tabla VI se muestra un presupuesto con los principales costos del departamento y los esperados de ser utilizado el modelo propuesto.

Tabla VI. **Costos actuales y proyectados implícitos en la distribución**

	Método actual	Método propuesto	Diferencia
Consumo diesel	Q 66,081.17	Q 60,654.61	Q 5,426.56
Mano de obra	Q 37,056.40	Q 34,013.34	Q 3,043.06
Bono de productividad ¹	Q 31,926.27	Q 31,926.27	Q -
	<u>Q 135,063.84</u>	<u>Q 126,594.22</u>	<u>Q 8,469.61</u>
Gastos Administrativos ²	<u>Q 38,500.00</u>	<u>Q 40,430.00</u>	<u>Q (1,930.00)</u>
TOTAL	Q 173,563.84	Q 167,024.22	Q 6,539.61

Fuente: departamento de logística.

En la tabla VI se puede observar una disminución de los costos que va de Q173.563,84 con el sistema actual a Q167.024,22 luego de la implementación de la propuesta. Obteniendo como resultado una reducción de costos de Q 6.539,61 mensuales. Para obtener la reducción porcentual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Reducción costos} = \frac{\text{Costos originales} - \text{Costos propuesta}}{\text{Costos originales}}$$

¹ El bono de productividad se mantendrá igual debido a que varía únicamente en función de la demanda de quintales a despachar.

² Los gastos de administración aumentan debido a que se necesita un operario que maneje el software para programar rutas.

Con los valores anteriores y aplicando la formula se obtiene el siguiente resultado:

$$\% \text{ Reducción costos} = \frac{Q173.563,84 - Q167.024,22}{Q173.563,84}$$

$$\% \text{ Reducción costos} = 3,77\%$$

Por lo que la reducción de Q 6.539,61 al implementar la propuesta representa una reducción del 3,77%. Con estos resultados se puede corroborar que aunque el modelo reduce la distancia recorrida en 8.21% el impacto de dicha reducción afecta en menor medida a los costos de distribución.

Derivado de que los resultados se obtuvieron bajo un modelo idealizado y que además se deben considerarse otro tipo de variables tales como: horarios de circulación, capacidad de las unidades, requerimientos de los clientes y muchas otras restricciones que afectan el proceso de transporte. Se estima necesario utilizar un *software* que provea del potencial necesario para manejar e integrar ambas condiciones a la vez; optimizando el proceso de asignación, el tiempo utilizado para programar las rutas y por supuesto el tiempo empleado para la entrega del producto terminado.

3.3.2. Políticas propuestas para la programación de rutas

Como complemento a la propuesta y para dar valor agregado al modelo, se deben establecer políticas que ayuden a mantener al personal idóneo, las herramientas en buen estado y al cliente satisfecho. Para ello será necesario proponer directrices focalizadas que ayuden a cumplir los objetivos planteados, por lo que se centra en el siguiente eje.

3.3.2.1. Optimización

Para desarrollar las políticas que se implementarán y administrar adecuadamente los recursos del departamento, se utilizará un enfoque que resguarde y de valor agregado a los activos de la empresa. Por ello, se debe seguir el mismo planteamiento hecho al inicio de la propuesta para optimizar los recursos utilizados en la distribución. Considerando esta directriz se dará seguimiento a las políticas que aumenten la eficiencia, optimizando el sistema de manera integral.

Partiendo de este enfoque, se analizan dos de los más importantes factores que intervienen en el proceso y que juegan un papel importante para disminuir costos y aumentar la eficiencia del departamento, siendo estos:

3.3.2.1.1. Vehículos

Como la principal herramienta utilizada en el proceso de transporte, se debe enfocar políticas que ayuden a eliminar el uso inadecuado de las unidades, reduciendo los costos y gastos de mantenimiento. Por lo que para lograr optimizar este recurso, evitar desperdicios y utilizarlo de manera inadecuada se proponen las siguientes políticas:

3.3.2.1.1.1. Disponibilidad

Para evitar subcontratar vehículos innecesariamente se debe recabar información histórica para determinar la oferta de transporte disponible y apoyarse de información que genera el departamento de operaciones, específicamente los pronósticos de ventas futuras por sector.

Con la información unificada, se debe calcular la cantidad de unidades promedio disponibles versus las necesarias para hacer efectiva la distribución y evitar utilizar unidades de manera innecesaria.

Cuando, según lo pronosticado, no se cuente con los vehículos suficientes, entonces se deberá programar la contratación de unidades y personal externo que ayude a suplir el déficit ocasionado por una eventual sobredemanda.

3.3.2.1.1.2. Capacidad

Para evitar cargar inadecuadamente las unidades, el *software* a utilizar deberá tener la capacidad de programar las rutas considerando la capacidad de los vehículos asignados. También deberá conocer el espacio disponible de la unidad y considerar ambas variables para asignar las unidades correctas para la distribución, para mantener un proceso eficiente sin dañar a la unidad, ni al producto.

Se deben utilizar ambas características para evitar tener que cambiar de unidad los pedidos ya cargados a otra porque la carga sobrepasa su capacidad o simplemente no quepa en el vehículo, forzando a cambiar de unidad (desperdiciando el tiempo). La otra situación posible es utilizar otro vehículo que posiblemente no sea cargado a su capacidad recomendada (desperdicio de recursos). De esta manera, el departamento debe utilizar ambas especificaciones y utilizarlas para asignar las rutas a los vehículos y de esta cuenta evitar cualquiera de estas situaciones.

3.3.2.1.2. Perfil del recurso humano

Ni aún las mejores máquinas, los vehículos más modernos o los programas más avanzados funcionarían sin la intervención del factor humano para su manejo y utilización. Por lo que el recurso humano es el principal y más importante recurso dentro de cualquier empresa. Para el análisis y desarrollo de las políticas que se fijarán en este segundo, pero aun más importante segmento. Específicamente en los puestos que por ser los responsables directos durante la distribución, representan el mayor riesgo en la operación y por ende se debe cuidar del personal que se posee para realizar dichas labores, siendo estos puestos:

3.3.2.1.2.1. Pilotos

Esta persona es la responsable de trasladar el producto terminado a la ruta designada. Por lo que se deberá establecer seguimiento y control sobre su comportamiento mientras se encuentre utilizando las unidades. También se deberá crear pruebas cortas para catalogar la actitud del conductor al frente del volante. Con esta información se deberán crear capacitaciones que mantengan a los pilotos en constante retroalimentación para que puedan ejercer con facilidad su labor y evitar percances durante la distribución. Este colaborador deberá estar en capacidad de ejecutar la programación prevista y dar seguimiento exacto al orden de distribución propuesto para la ruta de trabajo.

Las capacitaciones deberán ser intensivas mientras se implementa el nuevo sistema, para crear una conciencia de cooperación, así también el adiestramiento necesario para utilizar el *software*.

3.3.2.1.2.2. Auxiliares de camión

Los auxiliares, al ser los encargados de manipular el producto durante todo el proceso de distribución y tener gran contacto con los clientes, deben ser capacitados constantemente sobre el buen trato al cliente. También se le deben dar capacitaciones que les ayuden a crear una conciencia de colaboración para evitar que el producto sea mal estibado en el vehículo o maltratado durante la entrega. Y para mantener una constante retroalimentación de su comportamiento se deberá realizar evaluaciones periódicas y monitoreo con los clientes para determinar el comportamiento de los auxiliares y así identificar a los que necesiten reforzar dichas capacitaciones.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Para llevar a cabo la propuesta se deben seguir pautas que faciliten y guíen a la institución a través de la implementación y transición hacia el nuevo sistema. Por tal motivo se debe considerar aquellos factores que restringen su implementación, los costos implícitos dentro del proyecto y los recursos necesarios para implementar la propuesta. En este capítulo se dan los principales lineamientos que conlleven a desarrollar la propuesta así como los factores que intervienen durante su ejecución.

4.1. Restricciones del sistema

Para realizar una fácil transición hacia el sistema propuesto, se debe conocer y entender las variables que restringen el universo de posibilidades que el nuevo proyecto representa. Al conocerlas será capaz de manejarlas, facilitando su implementación y aumentando la eficiencia esperada de la propuesta.

Como síntesis de esas restricciones se tienen las que generan costos adicionales que si no se controlan pueden llegar a convertirse en gastos al darles un mal manejo. Por ello se presentan los costos directos e indirectos que resultan de las restricciones que el sistema debe afrontar, siendo estas:

4.1.1. Costos de malas prácticas

Para enfatizar lo dicho en capítulos anteriores y lograr que los colaboradores reconozcan la importancia que tiene la implementación de este nuevo sistema se debe hacer del conocimiento de conductores y auxiliares de reparto los costos intrínsecos que representa no realizar las labores de acuerdo a las políticas fijadas por el departamento.

De esta cuenta se debe priorizar por medio del departamento de recursos humanos de capacitaciones constantes para ambos perfiles, donde se cree conciencia de los costos de las malas prácticas expuestas en numerales anteriores que reflejan no solo un aumento en los costos, sino un descuento del cliente y disminución de la credibilidad de la empresa.

4.1.2. Manejo de las restricciones horarias

Con ayuda del *software* no habrá que preocuparse por la limitante del tiempo, bastará simplemente con ingresar dicha restricción en el nuevo sistema y este automáticamente creará las rutas tomando en consideración dicha restricción. Además, esta herramienta deberá considerar la distancia total a desplazarse y el tiempo estimado de duración del recorrido dando prioridad para salir del centro de distribución a las unidades que necesiten mayor tiempo para completar las tareas asignas.

De esta cuenta el factor tiempo ya no será ninguna preocupación para los conductores y supervisores. Se evitarán multas y se disminuirán los costos implícitos ocasionados por tiempo ocioso mientras se espera la hora establecida para que el transporte pesado circule.

4.2. Programación para la distribución

Como se ha dicho con anterioridad; el escaso tiempo, la facilidad y la necesidad de mejora continua han hecho pensar en buscar tecnologías que se acoplen a la propuesta y que le den un valor agregado a ella. De ahí que se tomará la decisión de proponer un *software* que cumpla con los requisitos para que automatice las tareas de programación, facilitando y reduciendo el tiempo empleado en realizar esta labor.

Como se sabe existe una variedad significativa de este tipo de *software* y muchas más empresas que se dedican a desarrollarlos. Por tal motivo se ha decidido dar las pautas a considerar para seleccionar uno dentro de la gran variedad existe en el mercado.

4.2.1. Software a utilizar

Como se mencionó, en el mercado existen gran variedad de *software* que podrían ser de utilidad para desarrollar las tareas diarias de programación de la empresa por lo que se deben considerar todas las variables que existen, antes de contratar uno, para que se acople exactamente a las características y necesidades que el centro de distribución necesita.

Para dar mayor rentabilidad a la inversión y asegurarse de elegir el mejor de todos ellos, se estudio cuidadosamente las principales características a considerar para seleccionar el mejor programa dentro de la gama de opciones que el mercado ofrece. Considerando estos hechos, el *software* a utilizar debe llenar al menos las siguientes pautas:

- a) Flexibilidad: debe permitir modificar las rutas conforme varíen las necesidades de los clientes y la capacidad de la empresa, incluso diariamente.
- b) Adaptabilidad: capaz de adaptarse y representar la complejidad del sistema de distribución, manejando múltiples variables y restricciones a la vez
- c) Integración: debe integrarse de forma ininterrumpida con sistemas de pedidos y la computadora central existentes, permitiendo que la información ingrese de forma simple y sencilla.
- d) Soporte: contar con soporte adecuado, oportuno, de calidad y con acceso a las actualizaciones de las versiones que desarrolle a futuro.
- e) Análisis gerencial: debe ser capaz de generar informes para la gestión de cada faceta de las operaciones, desde la productividad hasta los costos y el uso de recursos de forma sencilla y fácil de interpretar.

De conformidad con las pautas antes descritas, se deberá evaluar y calificar todo aquel *software* que cubran dichas características. Esta evaluación se hará sobre una puntuación de 0 a 100, donde 0% es pésimo y 100% es excelente, según la magnitud en que cubran dichos requerimientos. Pero como es de comprender no todas las cualidades descritas poseen la misma importancia o peso al momento de tomar una decisión, es por eso que se realizaron consultas a empresas locales que utilizan estas herramientas y a los empleados responsables de la labor de distribución, a través de un *benchmarking* interno y con esa información se elaboró el cuadro que se presenta en la tabla VII.

Tabla VII. **Ponderación de criterios para seleccionar el *software***

CRITERIO	CALIFICACIÓN INICIAL	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN PONDERADA
Flexibilidad		25%	
Adaptabilidad		35%	
Integración		15%	
Soporte		10%	
Análisis gerencial		15%	

Fuente: departamento de logística, empresas del medio.

Una vez elegido el programa que se utilizará; corresponde evaluar a todas las empresas que podrían suministrarlo por lo que al igual que el método utilizado para seleccionar al *software* resulta necesario realizar una evaluación a las posibles empresas capaces de proveer el servicio.

Para seleccionar a la organización que proveerá el nuevo *software*, se decidió evaluar tres factores a calificar y de esta manera determinar cuál de todas ellas será la mejor opción. Las características a evaluar son:

- a) Respaldo: la compra debe hacerse en una compañía con trayectoria en el medio, de buen nombre y con una reputación sólida en el mercado de diseño y distribución de *software*.
- b) Asesoría: debe ser capaz de brindar capacitación al personal que utilizará el nuevo sistema en la empresa, debe proveer el personal que brindará asesorías ante cualquier inconveniente o duda del usuario dentro de la empresa.

- c) **Garantía:** la empresa a contratar debe ser capaz de ofrecer garantía por el producto brindado. Comprometida a corregir las incongruencias del sistema y los desperfectos de fábrica del *hardware* suministrado.

A estos factores se les debe calificar de cero a cien, donde 0 % es pésimo y 100% es excelente, según la magnitud en que cubran dichos requerimientos. Siguiendo la información obtenida de empresas similares y de especialistas en el tema, se decidió dar la siguiente ponderación a cada factor en función de su importancia. De esta decisión, se obtiene el cuadro que se muestra en la tabla VIII:

Tabla VIII. Ponderación de criterios para seleccionar la empresa distribuidora

CRITERIO	CALIFICACIÓN INICIAL	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN PONDERADA
Respaldo		25%	
Garantías		15%	
Soporte		35%	

Fuente: departamento de logística, empresas del medio.

Una vez seleccionado el *software* a utilizar y la empresa que proveerá ese servicio se ha finalizado con el primer filtro. Para continuar con el análisis, se deberá tomar en consideración todos los costos implícitos, necesarios para contratar a la empresa que suministrará e implementará el *software* dentro del centro de distribución.

4.2.1.1. Costos

Luego del análisis hecho para seleccionar el *software* y a la empresa responsable de suministrarlo, se debe comparar cual de las que pasan los filtros anteriores, generarán mayor beneficio respecto al costo implicado en la adquisición y mantenimiento del programa de computación. Dado que los costos de una inversión representan el mayor obstáculo para iniciar con la implementación de una idea y que al no realizar un análisis detallado y certero sobre dichos costos, existe una gran posibilidad de tomar decisiones equivocadas.

Para contar con información correcta sobre los costos implícitos de la implementación, puesta en marcha y mantenimiento del *software*. Luego del análisis e investigaciones recabadas se estableció que los costos intrínsecos de la implementación son: instalación, mantenimiento y capacitación de personal.

4.2.1.1.1. Instalación

Los costos de instalado son la principal y más costosa inversión que el centro de distribución deberá considerar para colocar el *software* en su lugar y tenerlo listo para iniciar operaciones de programación en el centro de distribución. Estos costos se pueden dividir de la siguiente manera:

- a) **Compra del *software*:** este rubro se refiere a los costos de adquisición de las licencias necesarias para tener derecho a utilizar el *software* que se ha seleccionado.

- b) Costo mano de obra: es el costo que representa el contratar a los técnicos que se encargaran de la instalación y asesoría para utilizarlo durante todo el proceso de implementación.
- c) Estadía de los técnicos: si la empresa a seleccionar está radicada en el extranjero, se debe considerar los costos que representa el traslado y la estadía de los expertos mientras se encuentren en el país para la instalación e implementación del *software*.
- d) Complementos para la instalación: en este inciso se consideran todos aquellos factores que indirectamente forman parte del nuevo sistema a implementar como por ejemplo; nuevo *hardware*, cables, papelería y útiles, maquinaria y equipo, etc.
- e) Capacitación a usuarios: en este rubro se debe pensar en el costo necesario para pagar tutorías y los gastos incurridos en las horas-hombre de producción pérdidas por los operarios mientras se encuentran en capacitación para aprenden a utilizar el *software*.

4.2.1.1.2. Mantenimiento

Como se sabe, luego de instalar la herramienta se convertirá en un activo de la empresa que tendrá costos intrínsecos de mantenimiento para asegurar que dicha inversión se encuentre en óptimas condiciones, garantizando el éxito y la sostenibilidad del proyecto. De no considerar cada uno de estos pequeños pero imprescindibles elementos, el cálculo del costo total de implementación no sería el correcto lo que provocaría tomar decisiones erradas. Es por ello que se hace un análisis minucioso a esos elementos y se divide de la siguiente manera:

- a) Energía eléctrica: de vital importancia es determinar el costo promedio mensual de consumo de energía eléctrica que requerirá el nuevo *software* a implementar. Si no se considera este rubro se estaría obviando parte de los costos permanentes que se tienen al utilizar la herramienta.
- b) Mantenimiento preventivo: este rubro está compuesto por la compra de parches y nuevas licencias del *software*. El otro factor que interviene aquí es la limpieza que deberá dársele al *hardware* instalado para hacer mantener en funcionamiento la propuesta.
- c) Costo mano de obra: aquí se deberá considerar el personal necesario para manejar diariamente la herramienta. No se debe olvidar que el gasto no es simplemente las horas laboradas del operario, también debe incluirse las prestaciones, bonos y cualquier otro beneficio que se le otorgue al trabajador.

4.2.1.1.3. Adiestramiento del personal

Como parte final de la implementación, solo queda hacer énfasis en los costos que son ocasionales y periódicos, pero que tienen gran peso e importancia ya que son necesarios para continuar con el proceso de mejora continua. El no tomarlos en cuenta puede conducirnos a cálculos erróneos, por lo que para síntesis de su análisis se divide de la siguiente manera:

- a) Retroalimentación del *software*: es necesario crear programas de capacitaciones que ayuden a los usuarios a reforzar las lecciones aprendidas con anterioridad y actualizar el conocimiento de las ya adquiridas con las nuevas actualizaciones del *software* que se ha adquirido. A pesar de ser periódicas y poco frecuentes se deben considerar al momento del cálculo total del costo de la inversión.

- b) Adiestramiento a nuevos usuarios: como parte del programa de implementación y mejora continua se debe contemplar capacitaciones para nuevos usuarios que deseen aprender o que podrían sustituir temporal o definitivamente a los trabajadores que se encuentran en el manejo de las actualizaciones. Estas capacitaciones serán impartidas por los usuarios antiguos para reducir costos pero aunque se reduzcan los gastos de capacitación, se deben considerar los costos indirectos ocasionados mientras se encuentran en capacitación, especialmente horas perdidas en la producción mientras los operarios se encuentren en dichas capacitaciones.

Luego de listar cada uno de los factores que intervienen en la ejecución, implementación y puesta en marcha del proyecto. Se realizó un presupuesto el cual considera cada uno de estos ítems y el costo que representara para el departamento de logística. En la tabla IX se describen cada uno de estos factores así como el costo que representan y la periodicidad estimada de cada desembolso con el fin de asegurar la continuidad del mismo.

Tabla IX. **Presupuesto para la implementación y puesta en marcha del nuevo *software***

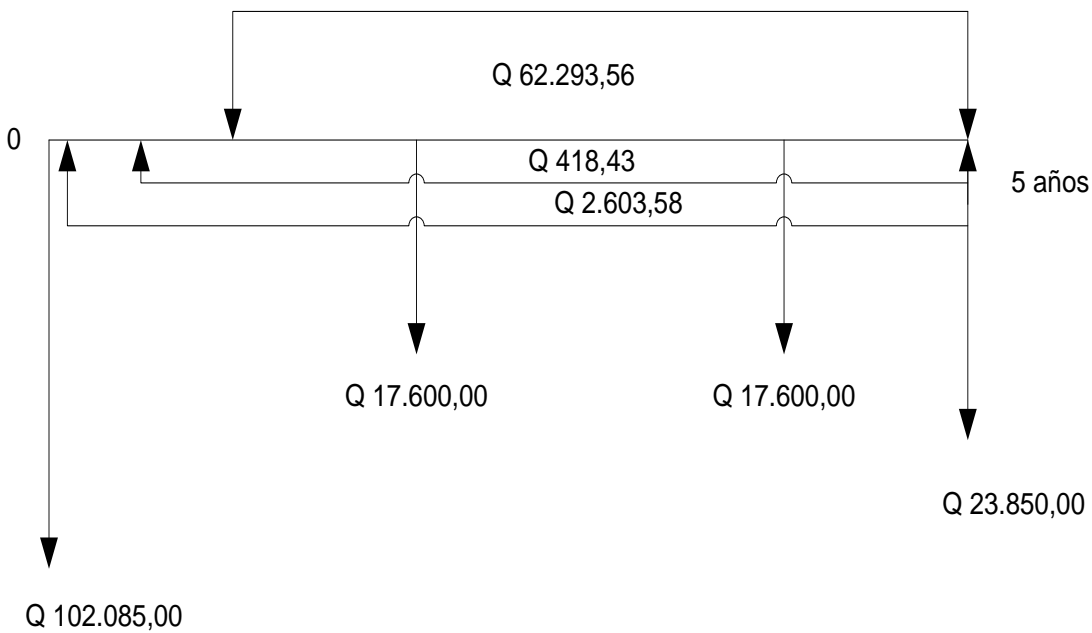
Descripción	Costo	Periodicidad
Compra de derechos	Q 58.425,00	Inversión Inicial
Asesoría durante implementación	Q 20.000,00	
Transporte para asesores	Q 11.200,00	
Hospedaje para asesores	Q 5.600,00	
Alimentación para asesores	Q 3.360,00	
Computadora para el área	Q 3.500,00	
Subtotal gastos Iniciales	Q 102.085,00	
Papelería y útiles	Q 200,00	mensual
Energía eléctrica	Q 35,00	
Operario del nuevo <i>software</i>	Q 2.368,58	
Subtotal gastos mensuales	Q 2.603,58	
Mantenimiento computadora	Q 300,00	cada 6 meses
Adiestramiento a terceros ¹	Q 118,43	
Subtotal gastos semestrales	Q 418,43	
Capacitaciones al operario del software	Q 8.000,00	cada 2 años
Actualizaciones al <i>software</i>	Q 9.600,00	
Subtotal gastos bianuales	Q 17.600,00	
Cables para la computadora	Q 350,00	Cada 5 años
Reemplazo de computadora	Q 3.500,00	
Renovación de licencia del <i>software</i>	Q 20.000,00	
Subtotal gastos renovación	Q 23.850,00	
Total implementación	Q 146.557,01	

Fuente: propia.

¹ Adiestramiento a terceros se refiere a capacitaciones que el operario del software dará a otros colaboradores para asegurar la continuidad del proyecto. El costo representa el tiempo invertido en dar la capacitación

Como parte del análisis se utilizó el flujo de la inversión presupuestada para la implementación del nuevo *software* y la disminución en los costos actuales del departamento respecto a los estimados al ejecutar la propuesta (beneficios). En la figura 10 se muestran los flujos esperados de los ingresos (disminución de costos del área) y la inversión necesaria para la implementación de la propuesta, con durante de 5 años. Tiempo estimado para lograr la madurez del proyecto.

Figura 10. **Diagrama de flujo de caja**



Fuente: Propia.

Considerando los flujos esperados mostrados en la figura 10 y debido a que la frecuencia de pagos es distinta para cada rubro se debe determinar, antes de iniciar con el análisis, la tasa equivalente para cada frecuencia de pagos. Tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla X. **Valores de tasas equivalentes**

Tasa efectiva ¹	Frecuencia	Factor	Tasa equivalente ²
7%	mensual	12	0.58%
7%	semestral	2	3.50%
7%	anual	1	7.00%

Fuente: propia.

Con las tasas equivalentes de la tabla anterior y los flujos esperados mostrados en la figura 10, se hizo un resumen de las variables a considerar para la evaluación, se tomaron y colocaron en la tabla XI.

Tabla XI. **Valores para el análisis económico**

Rubro	Valor	Descripción	Frecuencia	Pagos	Tasa equivalente
Beneficios	6,539.61	Anualidad	Mensual	60	0.58%
Costos	Q 102,085.00	Inversión inicial			
	Q 2,603.58	Anualidad	Mensual	60	0.58%
	Q 418.43	Anualidad	Semestral	10	3.5%
	Q 17,600.00	Valor futuro			7%
	Q 17,600.00	Valor futuro			7%
	Q 23,850.00	Valor futuro			7%

Fuente: propia.

¹ Tasa efectiva: Representa el costo hundido al invertir en el nuevo software y no en el sistema bancario

² Tasa equivalente = Tasa efectiva / Factor

Con los valores mostrados en la tabla XI se inicia con el primer indicador, siendo este el VAN. Para ello necesitamos obtener el VAB y el VAC. Los cuales se determinarán de la siguiente manera:

- Valor Actual de los beneficios:

$$\begin{aligned} \text{VAB} &= \text{VA}_{\text{flujos mensuales}} \\ \text{VAB} &= 6.539,61(\text{P/A}, 0,58\%, 60) \\ \text{VAB} &= \text{Q}330.263,59 \end{aligned}$$

- Valor Actual de los Costos

$$\begin{aligned} \text{VAC} &= \text{Inversión Inicial} + \text{VA}_{\text{flujos mensuales}} + \text{VA}_{\text{flujos semestrales}} \\ &+ \text{VA}_{\text{flujos bianuales}} + \text{VA}_{\text{flujos cada 5 años}} \\ \text{VAC} &= \text{Q}102.085,00 + \text{Q}2.603,58(\text{P/A}, 0,58\%, 60) + \\ &\text{Q}418,43(\text{P/A}, 3,5, 10) + \text{Q}17.600,00(\text{P/F}, 7\%, 2) + \\ &\text{Q}17.600,00(\text{P/F}, 7\%, 4) + \text{Q}23.850,00(\text{P/F}, 7\%, 5) \\ \text{VAC} &= \text{Q}102.085,00 + \text{Q}131.486,14 + \text{Q}3.479,91 + \\ &\text{Q}15.372,52 + \text{Q}13.426,96 + \text{Q}17.004,72 \\ \text{VAC} &= \text{Q}282.855,25 \end{aligned}$$

Con los resultados obtenidos del VAB y el VAC se procede a calcular el VAN, obteniendo el valor siguiente:

$$\begin{aligned} \text{VAN} &= \text{VAB} - \text{VAC} \\ \text{VAN} &= \text{Q}330.263,59 - \text{Q}282.855,25 \\ \text{VAN} &= \text{Q}47.408,34 \end{aligned}$$

Debido a que el resultado anterior dio un valor positivo se puede continuar con el análisis. El siguiente indicador a calcular es la TIR, el cual obtendremos de la siguiente manera:

$$TIR = i_0 + \frac{(i_1 - i_0) * (VAN_x - VAN_0)}{VAN_1 - VAN_0}$$

Donde:

- i_0 = Tasa que obtiene un VAN negativo
- VAN_0 = Valor actual Neto negativo
- i_1 = Tasa que obtiene un VAN positivo
- VAN_1 = Valor actual Neto Positivo
- VAN_x = Valor actual Neto cero

Tabla XII. **Tasas utilizadas para calcular la TIR**

Tasa efectiva anual	Valor Actual Neto
26.8%	56.66
TIR	0.00
26.9%	-125.06

Fuente: propia.

De esa fórmula y los datos que se muestran en la tabla XII se obtienen los siguientes resultados:

$$TIR = 26,9\% + \frac{(26,8\% - 26,9\%) * (0 - (-Q125,06))}{Q56,66 - (-Q125,06)}$$

$$TIR = 26.83\%$$

Resultado de la evaluación efectuada se determino que el proyecto tiene una TIR del 26,83%. El cual es mayor a la tasa efectiva anual del 7,0% que se estimo como el costo hundido al invertir en el nuevo *software* y no en el sistema bancario. Este resultado corrobora que el proyecto es factible.

Con los valores actuales de los beneficios y de los costos, se determinara un indicador adicional, la razón beneficio - costo (B/C). El resultado del indicador fue el siguiente:

$$\begin{aligned} B/C &= &= & VAB / VAC \\ B/C &= &= & Q330.263,59 / Q282.855,25 \\ B/C &= &= & 1.17 \end{aligned}$$

Con el resultado de este ultimo indicador y como parte final de la evaluación se demostró nuevamente que la inversión debe realizarse ya que se que por cada quetzal invertido se obtendrá un beneficio de Q 1,17.

4.3. Asignación de los recursos

Luego de la instalación del nuevo *software* el siguiente paso será asignar los recursos y herramienta de tal manera que se ajusten al nuevo sistema, consiguiendo acoplar y coordinar ambas con la finalidad de lograr un aumento en la eficiencia total del nuevo sistema. Como cada factor que interviene en la distribución se comporta distintamente uno del otro, se decidió realizar un análisis individual que lo sintetice, facilitando la transición y coordinación entre la propuesta y la nueva herramienta implementada.

Para asimilar el nuevo sistema se dividirán los principales recursos utilizados en el proceso de distribución en: vehículos y recurso humano. Una vez realizada la división, se establecerán las nuevas políticas que servirán para facilitar la transición durante la implementación y puesta en marcha de la propuesta.

4.3.1. Vehículos

Para iniciar con el proceso de transición se considerará, en primera instancia, los vehículos pues son la principal y más importante herramienta en el proceso de distribución. Por lo que es de vital importancia incluir las políticas para programar su uso dentro del nuevo sistema. Para asimilar la puesta en marcha de la propuesta se considera muy importante la manera en que las unidades serán distribuidas para evitar cargas de trabajo desequilibradas.

4.3.1.1. Rotación de unidades

Para evitar posibles cargas inadecuadas se deben seguir políticas que ayuden a rotar de forma equitativa las unidades. Entre las políticas a considerar para distribuir las cargas de trabajo se considerará, primero: utilizar los vehículos hasta cierta cantidad de quintales distribuido. Segundo: se utilizará nuevamente hasta que todos lleguen a la cantidad propuesta como meta o simplemente no exista ninguna otra unidad disponible en ese momento para la distribución.

Estos sencillos lineamientos serán de ayuda para garantizar una justa distribución del trabajo, también serán de gran ayuda para pronosticar y programarles mantenimientos preventivos a las unidades, disminuyendo los correctivos y maximizando el potencial de distribución de cada vehículos.

4.3.2. Recurso humano

Establecidos los lineamientos de los vehículos corresponde crear políticas que ayuden en la transición hacia el nuevo sistema, específicamente a conductores y auxiliares de reparto. Puesto que ellos son los responsables de administrar correctamente las herramientas y son los que tienen mayor interacción con los clientes de la organización. Ambos colaboradores se deben considerar de forma aislada y proponer políticas específicas para cada uno para que den valor agregado a sus labores diarias.

4.3.2.1. Conductores de vehículos

Los conductores por su parte son los administradores de las unidades y responsables directos de trasladar la mercancía a su destino a tiempo al menor costo posible. De tal manera que se debe, en primera instancia: programar capacitaciones constantes sobre la importancia de seguir la secuencia en las rutas de distribución programadas de forma ordenada y sistemática. Además, se debe considerar la asignación equitativa de las tareas de distribución manejando de forma equitativa la cantidad de rutas, el peso a transportar y la cantidad de distancia a recorrer; puesto que de estos tres factores depende la bonificación a recibir, la cual debe ser ecuánime para todos.

4.3.2.2. Auxiliares de reparto

Como parte medular en el proceso de preparación, manejo y entrega del producto terminado, se encuentran los auxiliares de reparto. De esta cuenta que sean tan importantes en el proceso de distribución. Para crear conciencia en ellos, se debe programar capacitaciones constantes donde se haga énfasis en su importancia durante todo el proceso de distribución.

Durante esas capacitaciones, también se deben dar lineamientos para el manejo adecuado del producto terminado. Debe considerarse además que dichas capacitaciones deben brindar herramientas para ayudar al colaborador en su interacción con el cliente siendo amigable y respetuoso mientras se encuentre en su labor de reparto.

Respecto al bono por productividad, se deben crear nuevos indicadores que ayuden a establecer una remuneración justa y equitativa para todos y cada uno de los colaboradores. Especialmente utilizar criterios distintos de los que utilizan para calcular el incentivo para los conductores.

5. MEJORA Y SEGUIMIENTO

Luego de iniciado el proceso de adquisición, puesta en marcha y utilización del *software* es necesario seguir de cerca los resultados obtenidos y compararlos con los esperados para determinar la efectividad en la implementación de la propuesta. Con ayuda de herramientas que se presentan en este capítulo se podrá dar seguimiento, adaptar y calibrar las políticas para adecuar el desempeño del recurso a los estándares ya establecidos.

5.1. Resultados esperados

Para iniciar con la evaluación se debe establecer, en primera instancia, los indicadores a utilizar para determinar los resultados esperados al implementar el *software* y las nuevas políticas que buscan optimizar los recursos ya existentes.

Para definir las variables a analizar, se debe considerar los objetivos fijados y expresarlos en metas que puedan ser fácilmente observadas, registradas, medidas y analizadas con el menor sesgo posible, para obtener resultados confiables. Por lo que para síntesis de la evaluación, se ha dividido dichas variables en dos, siendo estas:

a) Rendimiento de unidades

En este inciso están agrupados todos aquellos indicadores cuantitativos que serán los parámetros para determinar el avance o retroceso en la reducción de costos, aumento de eficiencia y optimización de todos los factores que intervienen en la distribución. Para medir los objetivos, el departamento utilizará las siguientes variables:

- **Kilometraje:** como resultado de la puesta en marcha del nuevo sistema, se estima reducir en hasta un 12% los kilómetros recorridos por quintal entregado.
- **Horas extraordinarias:** al reducir el tiempo de distribución, se debe observar una reducción de las horas extraordinarias empleadas para finalizar las labores del área.
- **Combustible:** al minimizar la distancia recorrida, la cantidad de combustible requerido para distribuir un quintal al cliente, también debe ser menor por lo que debe darse seguimiento a este indicador.
- **Alquiler de vehículos adicionales:** consecuencia de una adecuada distribución y reducción de la distancia a recorrer, se tendrá más tiempo para preparar mayor cantidad de pedidos con la misma cantidad de recursos por lo que arrendar vehículos será menos frecuente.

Todos estos factores serán registrados diariamente por el nuevo *software*, el cual guardará, procesará y mostrará de forma gráfica los datos históricos posteriores a la implementación. Con esa información y comparando con los resultados obtenidos en años anteriores a esta, se podrá saber que tan eficaz es el sistema para programar las rutas de distribución.

b) Aceptación de los clientes

En contraposición con los datos cuantitativos que se registran, según el inciso anterior, es también necesario determinar los parámetros cualitativos implícitos en la distribución. Estos indicadores ayudaran a determinar el clima de satisfacción que los clientes perciben del servicio brindado por la empresa. Para ayudar a estimar y valorar los avances obtenidos se utilizarán las encuestas. Con las encuestas se busca evaluar los siguientes aspectos:

- Calidad en el servicio brindado: con este punto, se establece cuál es la perspectiva que el cliente tiene sobre el servicio brindado.
- Puntualidad: un factor muy importante y que determina la satisfacción del cliente, es la puntualidad con la que sus pedidos llegan a sus manos. Por lo que debe ser medido.
- Producto correcto: como retroalimentación a los inconvenientes y costos innecesarios, generados por llevar productos incorrectos a los clientes, se debe analizar dicha variable.

- Calidad del producto: complemento del buen servicio lo debe ser la calidad del producto que la empresa vende, por lo que será necesario evaluar la satisfacción que los clientes tienen respecto a lo que han adquirido.

Para evaluar el desempeño del área, se debe utilizar ambos parámetros los cuales facilitarán y mostrarán de forma integral y complementaria los avances obtenidos durante la implementación. Con los resultados observados, se busca determinar si la decisión tomada cumple con las expectativas o si existe algún sesgo entre lo esperado y lo obtenido para retroalimentar al departamento y ayudar a tomar futuras decisiones.

5.1.1. Monitoreo de rutas

Para ayudar en la retroalimentación de conductores y auxiliares de reparto es necesario evaluarlos aleatoria y periódicamente. Con el fin de evaluar eficazmente pero evitando altos costos, demasiado tiempo y esfuerzo se proporcionan las siguientes directrices para evaluar a los colaboradores:

- a) El responsable de supervisar a los colaboradores es el supervisor de transporte o la persona que este designe para tal función.
- b) La evaluación se deberá hacer al menos una vez al mes
- c) Se estima necesario establecer una muestra aleatoria de 5 rutas
- d) Por lo menos una vez cada 6 meses el gerente del departamento deberá acompañar al supervisor de transporte en el monitoreo.

Respecto a la evaluación de la satisfacción del cliente, como una manera complementaria de evaluar el rendimiento de los operarios. Se deberá realizar encuestas periódicas a los clientes respecto al servicio brindado por el departamento. Con el fin de obtener datos reales en un tiempo prudencial, se establecen las siguientes directrices:

- a) Las encuestas deben realizarse personalmente por el supervisor de transporte o la persona que él designe.
- b) La periodicidad de las encuestas serán trimestralmente y se deben escoger una muestra aleatoria de al menos 15 clientes.
- c) Las encuestas se realizarán en el lugar que el cliente indica como lugar para entrega el producto terminado.

5.1.2. Análisis comparativo

Una vez implementada la propuesta y obtenido los primeros resultados corresponde realizar una comparación entre los datos reales obtenidos y los proyectados con base en la reducción esperada de costos indicada en incisos anteriores. Este análisis comparativo ayudará a visualizar y evidenciar los avances o retrocesos obtenidos luego de la implementación. Con estas medidas se deben adecuar y calibrar las políticas propuestas para que tengan mayor impacto en los resultados esperados.

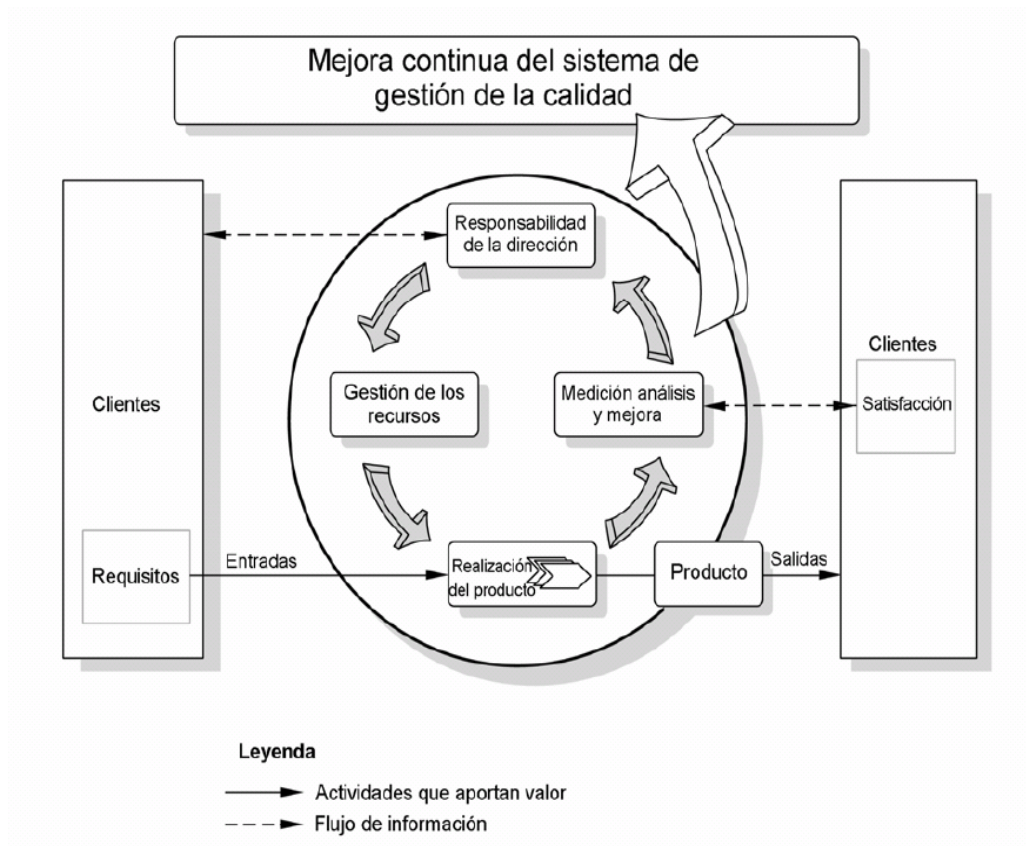
Como menciona la norma internacional ISO 9001:2008 el análisis comparativo con enfoque de mejora continua del sistema de gestión de calidad en los procesos: "puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA). PHVA puede describirse brevemente como:

- a) Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- b) Hacer: implementar los procesos
- c) Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.
- d) Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos."¹

De acuerdo a esta metodología, en la figura 11 se puede observar gráficamente la interrelación entre cada proceso y la forma en que agregan valor al sistema.

¹ Norma Internacional ISO 9001:2008, p. vii

Figura 11. Diagrama de mejora continua bajo la metodología PHVA



Fuente: Norma internacional ISO 9001:2008.

5.2. Rutas nuevas

No debe sorprender que dada la calidad y buen servicio ofrecido la cantidad de clientes y rutas aumenten de manera continua e ininterrumpida. Pero como se dijo con anterioridad las rutas nunca son estáticas sino por el contrario se encuentran en constante movimiento.

Este hecho facilita el pensar en nuevas rutas, ya que con ayuda del *software* de ruteo en ningún momento el diseño de las rutas será igual al anterior. Por lo que con la implementación de este *software* las rutas cambiarán constantemente y la realidad de un mayor número de rutas nuevas no será ninguna limitante.

5.2.1. Nuevos clientes

Uno de los principales objetivos fijados por la empresa es, sin lugar a duda, aumentar su participación dentro del mercado. Por lo que es muy importancia dar seguimiento al impacto que la implementación de las políticas y el *software* de distribución han tenido. Además de seguir de cerca el impacto que la propuesta tiene en el departamento de distribución, se debe tomar especial atención en la tasa de crecimiento y ser capaces de pronosticar la cantidad de clientes nuevos que se esperan tener con el pasar del tiempo.

5.2.2. Incorporación de clientes nuevos

El pronóstico será de vital importancia para tomar la mejor decisión entre adquirir nuevos vehículos, contratar más personal o simplemente arrendar y subcontratar personal. Esta decisión dependerá de la cantidad y frecuencia necesaria para suplir la demanda de la empresa. Para estimar esta proyección el jefe del centro de distribución auxiliado por el supervisor de transporte deberá avocarse con el gerente del departamento de operaciones, quien es el responsable de realizar el cálculo de la demanda futura por lo que este departamento es el responsable de proporcionar dicha información en el momento oportuno para la toma de decisiones.

5.2.3. Análisis para nuevas rutas

Con ayuda del nuevo *software* ninguna ruta será igual a la del día anterior. Por lo que las rutas nuevas serán rutinarias y sin importar la cantidad de clientes nuevos que se incorporen al sistema no existirá ninguna limitante ya que no será necesario realizar cálculos adicionales ni análisis exhaustivos para determinar la división y asignación de rutas a esos clientes potenciales. Solo será necesario entonces vigilar que los nuevos clientes y sus direcciones de entrega se encuentren correctamente para ingresarlas al sistema y que el *software* se encargue de la programación considerando estos nuevos clientes.

5.3. Estadísticas

Para presentar resultados precisos y confiables que revelen información importante para la toma de decisiones se debe de forma sistemática; observar la variable a estudiar, recolectar los datos necesarios para su análisis y finalmente presentarlos en forma gráfica para facilitar su comprensión. Como se mencionó, en incisos anteriores, las variables de estudio fueron divididas en cuantitativas y cualitativas de esta manera y con ayuda de las herramientas estadísticas, se presentan y agrupan los resultados obtenidos durante el análisis preliminar a la implementación. Para síntesis, los resultados se dividen de la siguiente manera:

5.3.1. Rendimiento de las unidades

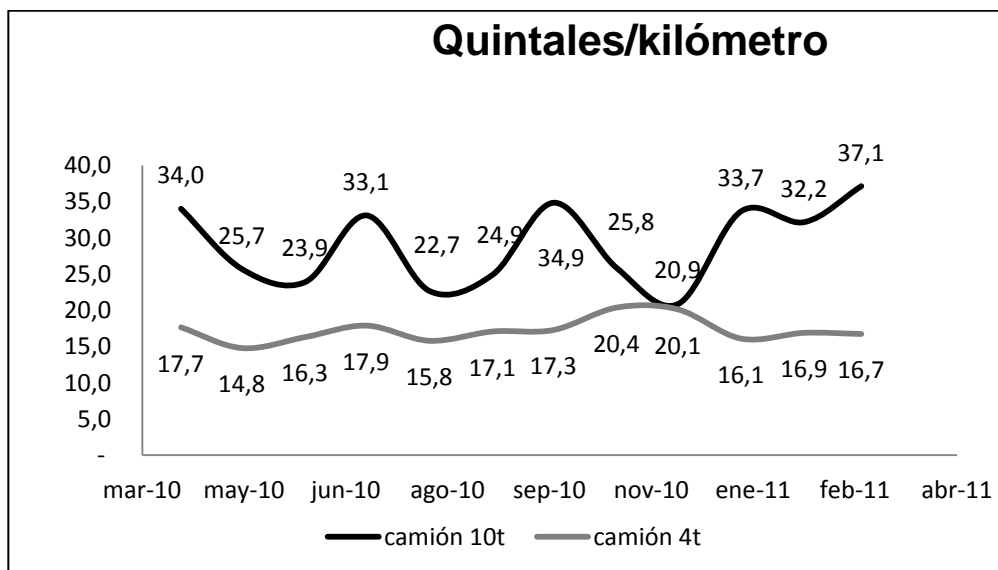
Para corroborar que las medidas tomadas han tenido el efecto deseado se deben utilizar indicadores que revelen la situación en la que se encuentra la empresa de forma clara y precisa.

También deben ser una herramienta de control que de indicios acerca de la manera en que los recursos son utilizados a lo largo del tiempo. Los indicadores deben servir para establecer nuevos estándares y medir la eficacia con que el departamento trabaja. En consecuencia de las propuestas planteadas se desarrollaron los siguientes criterios que ayudarán a establecer el buen funcionamiento del departamento, siendo estos:

a) Quintales repartidos por distancia recorrido

Este índice se enfoca en la cantidad de kilómetros promedio que se necesitan para transportar un quintal de producto terminado hasta el lugar que el cliente solicitó. Con este parámetro se determinará que tan eficientes se es para programar las rutas de acuerdo a la distancia a recorrer por cada unidad, pero especialmente la de todo el sistema.

Figura 12. **Distancia promedio recorrida por quintal entregado**



Fuente: datos históricos de la empresa.

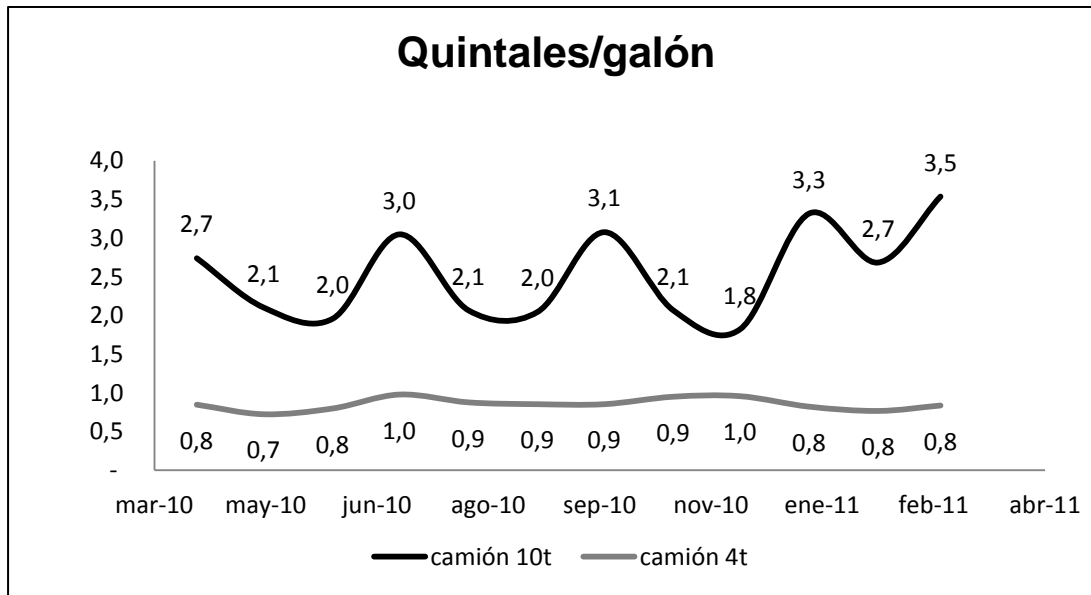
En la figura 12 se puede apreciar el comportamiento promedio actual del departamento respecto a la cantidad de kilómetros que debe recorrer para entregar un quintal de producto terminado. Como se puede apreciar, las unidades con capacidad de hasta 4 toneladas, mantiene un comportamiento estable respecto al del vehículo de 10 toneladas, esto indica que el uso de los vehículos no se encuentra adecuadamente distribuido. Como resultado de la implementación se espera no solo aumentar la cantidad de quintales distribuidos por kilometro recorrido, sino también utilizar uniformemente los recursos para mantener cargas de trabajo adecuadas.

b) Quintales repartidos por galón consumido

En un orden lógico, corresponde medir la cantidad de galones promedio que se requieren para surtir un quintal de producto terminado al cliente. Con este indicador se pretende corroborar que lo esperado, reducción de la distancia total recorrida, tiene un impacto importante en el consumo de combustible utilizado para transportar un quintal de producto terminado.

En la figura 13, se corrobora la forma en que los vehículos son utilizados para la distribución. Respecto al de 10 toneladas su uso no es para nada uniforme, mientras que los de 4 siguen mostrando un comportamiento sumamente estable. Con estas gráficas, se evidencian las variaciones pronunciadas con el fin de alertar sobre posibles desviaciones y tomar medidas correctivas inmediatas.

Figura 13. Consumo promedio por quintal entregado

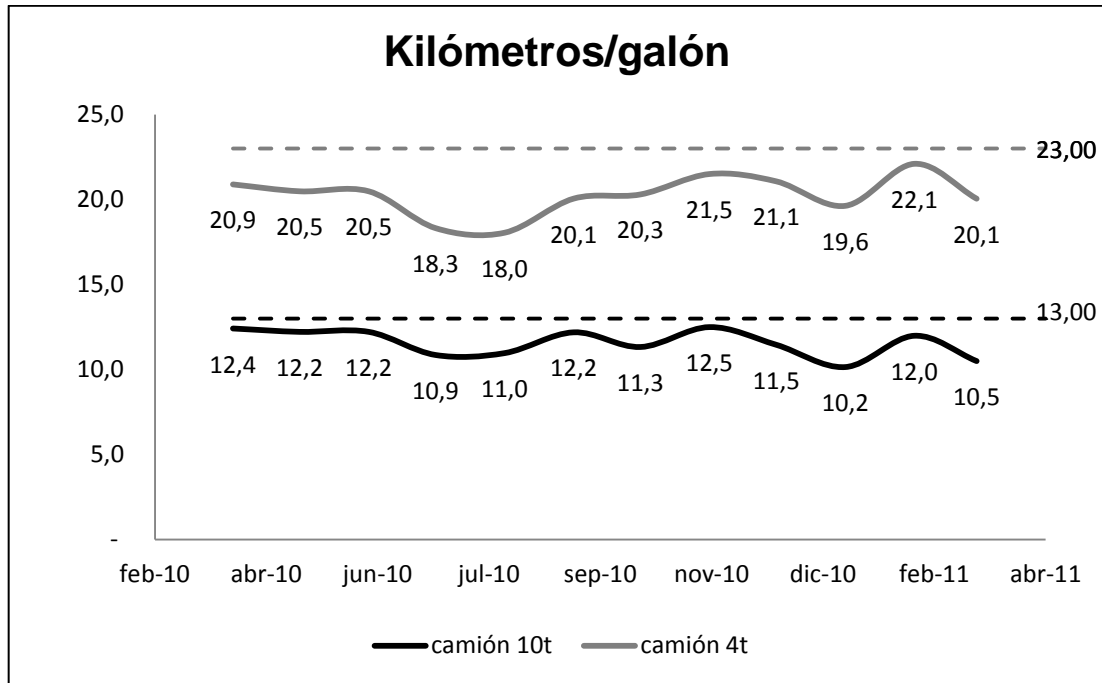


Fuente: datos históricos de la empresa.

c) Galones por kilómetro recorrido

Como complemento se dará seguimiento al consumo promedio de los galones por kilómetro recorrido, con ayuda de los estándares estimados por los proveedores, 23 km/gal para los vehículos de 4 toneladas y 13 km/gal para los de 10, se podrá determinar si se mantiene el estándar o si por el contrario es ineficiente. Evidenciando la posible necesidad de un mantenimiento preventivo, alertando el mal manejo de los recursos, entre otros. Por ello es importante mantener constante vigilancia de este indicador tal y como se muestra en la figura 14 para actuar inmediatamente y establecer las posibles causas que pudieran estar ocasionando dichas desviaciones.

Figura 14. Consumo por kilómetro recorrido



Fuente: datos históricos de la empresa.

Al mantener constantemente vigilados los indicadores, se podrá actuar de forma inmediata y corregir desviaciones que ocasionan deficiencias en el sistema y costos innecesarios. De allí la importancia de permanecer alerta ante posibles variaciones para evaluar el impacto de implementar esas nuevas políticas en el departamento.

5.3.2. Aceptación de los clientes

Como referencia inicial acerca de la perspectiva que los clientes tienen respecto al servicio brindado y con ayuda de la encuesta proporcionada al departamento de distribución, se realizó un sondeo a una muestra de 150 establecimientos.

La recolección de datos fue realizada antes de la implementación con el fin de establecer el nivel de satisfacción que los clientes poseen respecto al servicio ofrecido, la eficiencia y la puntualidad con que son atendidos por los colaboradores durante la distribución. Luego de realizar el proceso de recolección, tabulación y análisis de datos, estos fueron los resultados obtenidos:

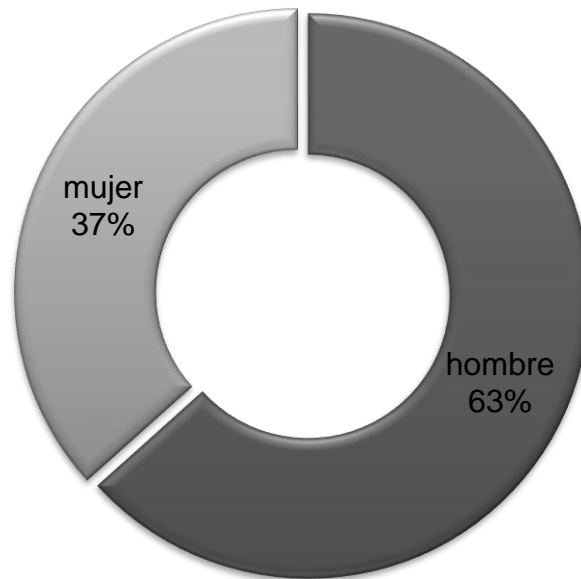
a) Datos personales

Antes de iniciar con la encuesta y con la finalidad de segmentar adecuadamente los esfuerzos de distribución se decidió complementar la encuesta. Para ello se solicita información acerca de las siguientes variables demográficas de la población:

- Género

Para iniciar, se debe establecer el enfoque que debe darse a las capacitaciones de los colaboradores, por lo que la segmentación de mercado es necesaria y para iniciar con ella. Se decidió hacerlo respecto al género del cliente.

Figura 15. **Porcentaje de la población estudiada, según su género**



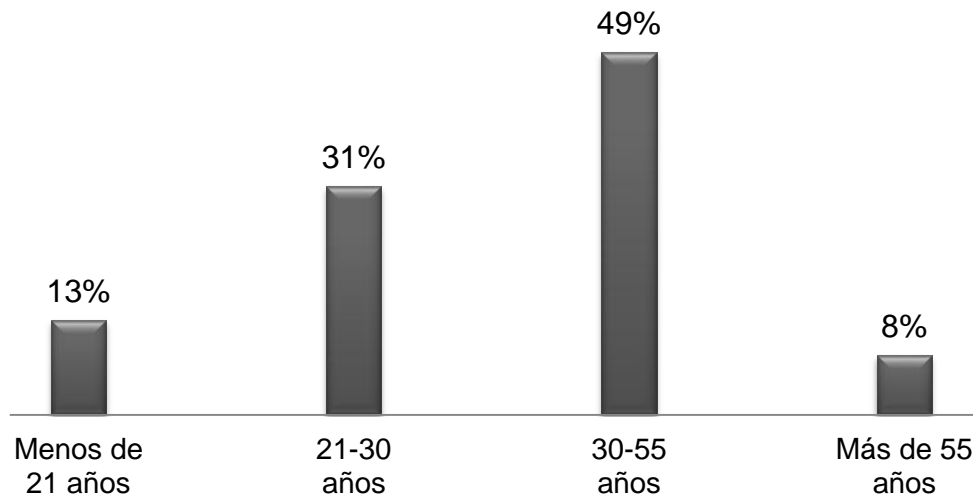
Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se puede apreciar como la mayor parte de los clientes, con un 63 % de participación, son hombres por lo que el enfoque de las capacitaciones debe ser hacia este segmento en particular.

- Edad

Como siguiente paso en la segmentación, resulta muy importante conocer la edad predominante de los clientes. Esto con la finalidad de enfocar sobre un sector más específico las estrategias de capacitación para conductores y auxiliares de reparto. En la figura 16 se puede observar con claridad que la mayor parte de los clientes con un 49 %, están en el rango de los 30 a 55 años.

Figura 16. **Rango de edades de la población en estudio**



Fuente: elaboración propia.

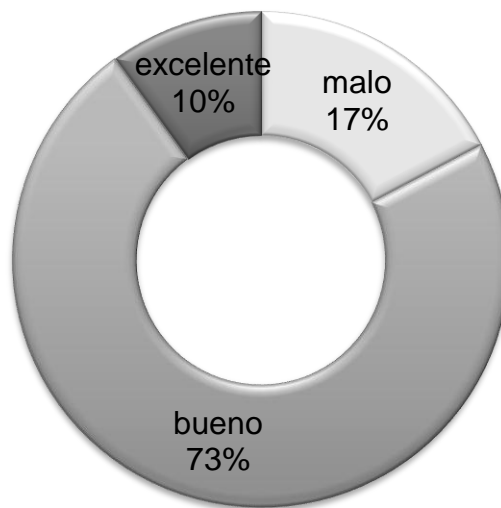
Con la información obtenida, se estableció que el enfoque de la capacitación deberá poner mayor énfasis en el trato a clientes, hombres, en un rango de edad de 30 a 55 años. Pues es allí donde tendrá mayor impacto los esfuerzos de capacitaciones por mejorar el servicio de entrega de producto terminado.

Luego de la segmentación inicial, se procede a buscar, identificar y determinar las deficiencias que la empresa pudiese tener respecto al servicio brindado. Para determinar dichas deficiencias se estableció una encuesta conformada por siete preguntas, obteniendo los siguientes resultados en cada una de ellas:

Como punto de partida para esta encuesta se debe determinar si los clientes consideran que el servicio brindado es bueno, por lo que surge la siguiente pregunta: ¿cómo califica el servicio brindado por la empresa?

De esta interrogante surgen los resultados observados en la figura 17 donde se puede apreciar que en general los clientes tienen una perspectiva buena de la gestión hecha hasta el momento. El trabajo entonces recaerá en mejorar los procesos e implementar las propuestas para migrar de un bueno a un excelente y reducir las opiniones negativas que ellos poseen de la organización.

Figura 17. **Perspectiva del servicio brindado**

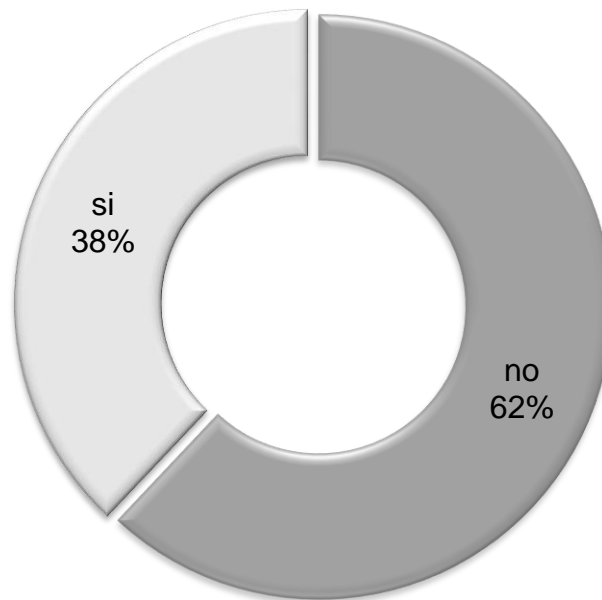


Fuente: elaboración propia.

Continuando con las interrogantes y para obtener información más específica y detallada se plantea la siguiente pregunta: ¿Los repartidores llevan su pedido en la fecha que usted solicitó? Con esta pregunta se pretende determinar si efectivamente existe un retraso significativo en el envío de la mercadería a los clientes.

Como puede apreciarse en la figura 18, efectivamente existe un alto índice de entregas tardías en los pedidos hechos, aproximadamente un 38%. Lo que demuestra que efectivamente existe una limitación en el servicio brindado.

Figura 18. **Tardanza en fechas de entrega**

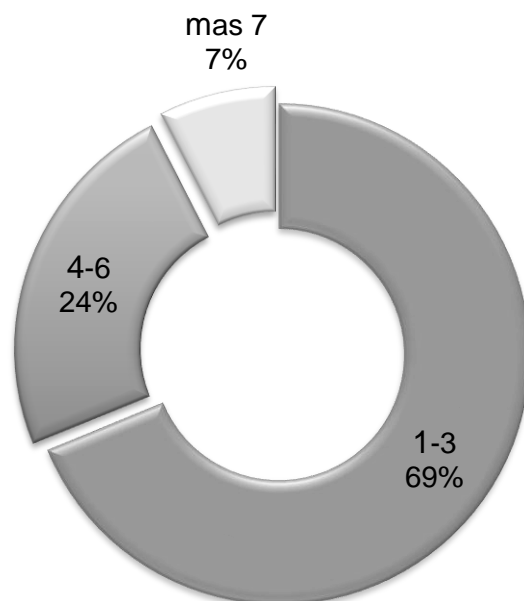


Fuente: elaboración propia.

Determinado una vez que existe un problema en la entrega a tiempo de los pedidos, se procede a estimar que tan prolongados son estos retrasos, de allí que la siguiente pregunta sea: ¿Con cuántos días de atraso llega su pedido?

En la figura 19 se demuestra que la mayor parte de estos atrasos son mínimos y representan entre uno y tres días de atraso con un 69 % del total de personas que reciben su pedido atrasado.

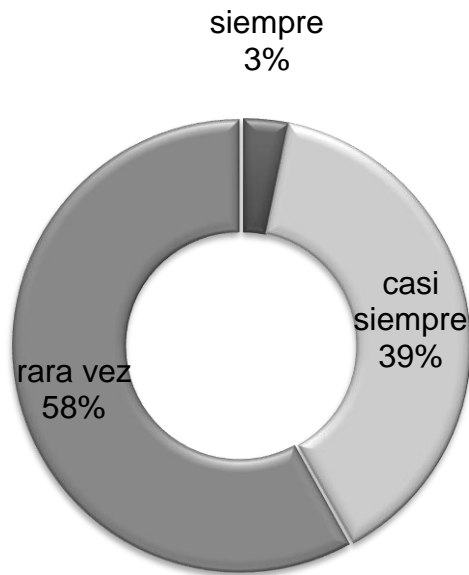
Figura 19. **Días de atraso de los pedidos hechos**



Fuente: elaboración propia.

Conocido el atraso promedio queda considerar la frecuencia con lo que esto sucede según la muestra estudiada, por lo que se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué tan frecuente su pedido llega atrasado? Como resultado obtenido en el sondeo, en la figura 20 se puede apreciar que del total de personas que reciben su pedido tarde, un 39% lo recibe casi siempre fuera de la fecha pactada.

Figura 20. **Frecuencia en los atrasos**

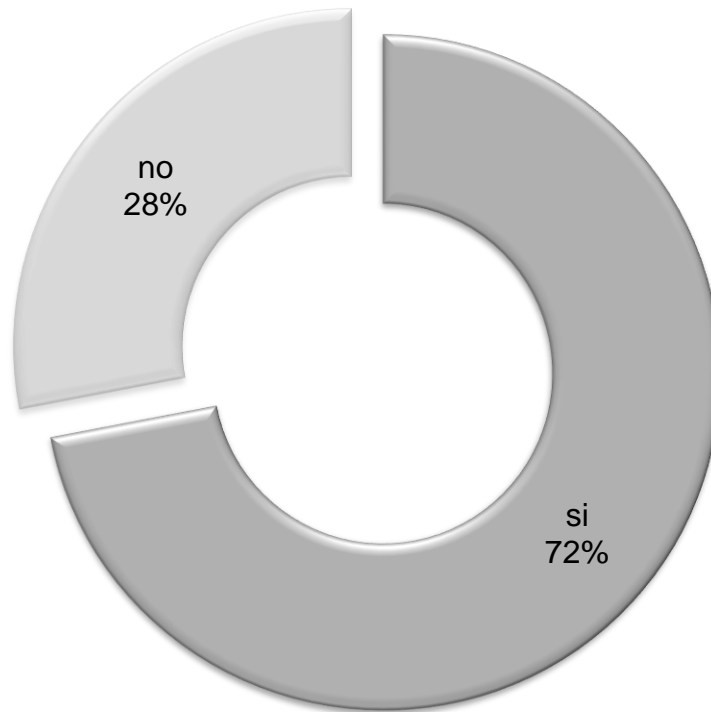


Fuente: elaboración propia.

Otro dato importante de conocer es la efectividad con que se genera, procesa y distribuye el producto terminado cuidando la cantidad y calidad de la mercancía distribuida, por lo que realizó el siguiente cuestionamiento: ¿Cuándo su pedido llega es exactamente lo que esperaba?

Como resultado de la pregunta anterior, en la figura 21 se puede apreciar que independientemente de que llegue o no el pedido a tiempo existe otra problemática y es que muchas veces el producto que se entrega al cliente no cumple con sus expectativas. De esa cuenta un 28% indica que lo solicitado no es lo esperado por lo que se debe indagar aun más acerca de las causas de estos inconvenientes y la frecuencia con que ocurren.

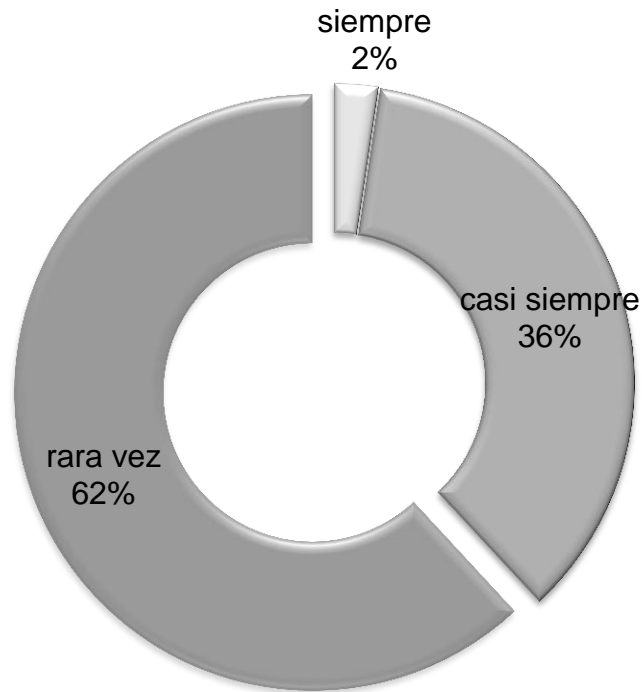
Figura 21. **Satisfacción con la orden entregada**



Fuente: elaboración propia.

Una vez establecida la población que no recibe lo que solicito corresponde descubrir con qué frecuencia ocurre por lo que la pregunta lógica será: ¿Con que frecuencia su producto no es lo que esperaba? A partir de este cuestionamiento se obtuvieron los resultados que se aprecian en la figura 22, la que muestra que existe un 36% de clientes que han experimentado este tipo de inconvenientes con una frecuencia considerable.

Figura 22. Frecuencia con que su pedido no es lo solicitado

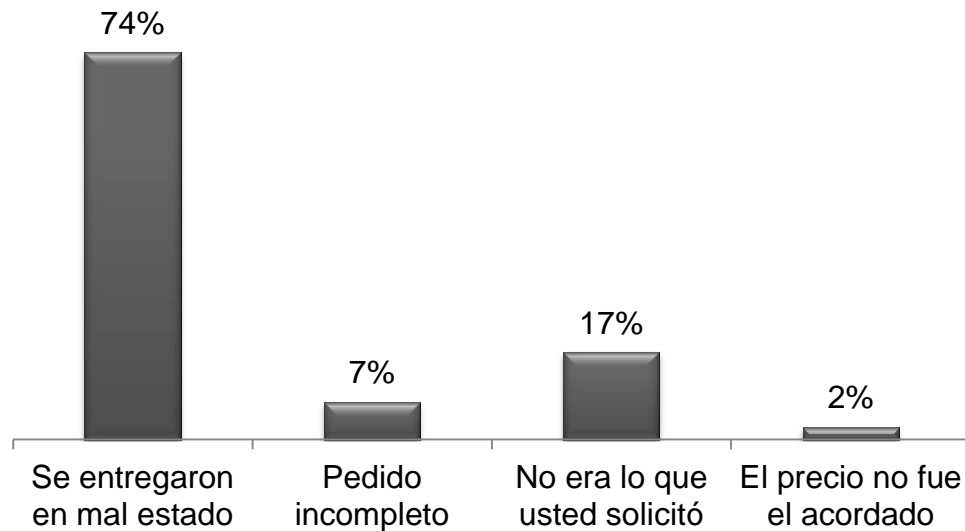


Fuente: elaboración propia.

Sabiendo que las personas que con frecuencia observan que su pedido no es lo solicitado son muchas, no queda otro cuestionamiento más que saber la razón por la cual consideran que su producto no es lo solicitado, de allí, que el último cuestionamiento sea el siguiente: ¿Por qué razón el producto que recibió no era lo que usted esperaba?

En la figura 23, se puede apreciar cuales son las razones que los clientes argumentan para indicar porque su producto no es el adecuado.

Figura 23. **Causas por la que los clientes rechazan el producto**



Fuente: elaboración propia.

Resulta interesante notar que la mayor cantidad de rechazos es por producto en mal estado. Esta alerta indica que es necesario iniciar nuevas capacitaciones para que tanto auxiliares de reparto como conductores comprendan la forma adecuada en la que se maneja la mercadería y la importancia que esto tiene para obtener la satisfacción del cliente.

La información recabada por las encuestas servirá como punto de partida para analizar la situación actual del departamento y medir el impacto que las nuevas propuestas tienen respecto a la opinión que los clientes tienen del servicio brindado. Por lo que esta herramienta será utilizada para ayudar en la medición y alcance de dichas metas.

En conjunto, con las otras herramientas, servirá para detectar desviaciones significativas en los resultados esperados y agilizar la respuesta ante dichas alertas, para calibrar y mejorar las políticas que se han propuesto y acoplarlas al entorno cambiante en el cual el departamento se desenvuelve.

CONCLUSIONES

1. El departamento de logística se encuentra en la capacidad de mejorar sus procesos para aprovechar y maximizar los beneficios en la preparación y distribución del producto terminado, para ello se propusieron cambios en las rutas de distribución.
2. A pesar de que los métodos empleados para administrar los recursos del departamento y establecer las rutas de distribución son empíricos, basados únicamente en la experimentación, no se alejan de las buenas prácticas por lo que se acercan a sus valores óptimos.
3. Se desarrolló una propuesta reduciendo los kilómetros recorridos, disminuyendo costos de operación. Basada en localizar cambios oportunos empleando métodos heurísticos en la programación de rutas, minimizando la distancia a recorrer.
4. Se espera que luego de implementar la propuesta se obtenga una disminución de al menos un 31,52% en la distancia recorrida. Logrando una reducción neta en el sistema de 8,21% derivado de la probabilidad de que una ruta presente las mismas características de la muestra y del porcentaje esperado de veces que se presente este comportamiento en un mes calendario. Además se espera una disminución en los costos de área de transporte de Q 6.539,61 mensuales, lo que representa una reducción de de 3,77%.

5. El departamento no cuenta con un *software* que facilite la programación diaria de rutas de distribución. Para adquirir la mejor opción que el mercado ofrezca se debe considerar factores como: la flexibilidad en su manejo, adaptabilidad al entorno, integración a la empresa, etc. Respecto al proveedor del sistema computarizado; debe contar con respaldo, ofrecer garantía y brindar soporte durante el proceso de implementación y puesta en marcha del proyecto.
6. Según los resultados obtenidos de la evaluación económica se determinó que con un VAN de Q 47.408,34, una TIR del 26,83% y una relación B/C de 1,17. Se demostró que la propuesta es factible por lo que se sugiere realizar la inversión e iniciar con la implementación del nuevo *software*.
7. Para dar seguimiento a las políticas fijadas y evaluar el avance obtenido luego de implementar la propuesta se establecieron los siguientes indicadores: Distancia promedio recorrida por quintal entregado, consumo promedio por quintal entregado, consumo por kilómetro recorrido, y la encuesta de satisfacción por el servicio. Estas serán indicadores que mostrarán el avance en los resultados esperados.

RECOMENDACIONES

1. Se debe implementar un *software* que optimice la asignación de recursos y disminuya el tiempo empleado para trasladar el producto terminado. Consiguiendo mayor eficiencia y disminución de costos en el área.
2. Se recomienda seguir con las políticas propuestas, dar seguimiento e implementar nuevas que ayuden a administrar adecuadamente los recursos de la empresa.
3. Monitorear constantemente los indicadores propuestos para evaluar los resultados y avances obtenidos luego de la implementación. Así también se debe continuar con la investigación de mercado para conocer las necesidades de los clientes y satisfacerlas de manera adecuada.
4. Programar capacitaciones permanentes para los colaboradores del área para concientizarlos de la importancia del adecuado manejo de tarimas, producto terminado, la maquinaria empleada para su transporte y especialmente cuidar de las relaciones que se tienen con los clientes.
5. Desarrollar un manual de funciones, procedimientos y un normativo para utilizar el equipo ya que muchas de las políticas del departamento no se encuentran escritas. Dichos manuales deberán ser proporcionados a los colaboradores del área para que conozcan la manera de utilizar adecuadamente los recursos del departamento.

6. La organización debe considerar los cambios que se presentan en el entorno para aprovechar las oportunidades que podrían presentarse.

BIBLIOGRAFÍA

1. AUDICANA, J. "Logística: área clave del negocio en la distribución comercial". *Editora AECOC España. Rev. Código 84*. 1993, núm. 37 (julio- agosto). p. 34-46.
2. BALLOU, Ronald H. *Logística: administración de la cadena de suministro*. Mendoza, Carlos (trad.). 5ª ed. México: Pearson Educación, 2004. 344 p. ISBN: 970-26-0540-7.
3. _____. *Logística empresarial: control y planificación*. Pérez, Ramón (trad.). España: Díaz de Santos, 1991. 655 p. ISBN: 848-71-8968-7.
4. BLANCO, Manolo E. *Planificación de distribución de bebidas hidratantes en el área metropolitana*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 83 p.
5. CASANOVAS, August; CUATRECASAS, Lluís. *Logística empresarial*. 2ª ed. España: Gestión 2000, 2003. 222 p. ISBN: 84-808-8947-0.
6. CHRISTOPHER, Martin. *Strategies for reducing costs and improving service*. 2ª ed. Inglaterra: Pearson Education India, 1992. 299 p. ISBN: 81-780-8031-1.

7. COYOY, HUGO R. *Gerencia y control de materiales en el área de suministros en Olmeca, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 82 p.
8. Guatemala. Modificación de horarios para el transporte pesado Acuerdo: COM-005-07. *Diario de Centro América*, 2 de abril de 2007, No. 52, p. 2.
9. ICONTEC. *Sistema de gestión de la calidad. NTC-ISO 9001*. Colombia: ICONTEC, 2008. 35 p.
10. MONZÓN, Rodolfo E. *Análisis de operaciones para el mejoramiento del proceso, en la línea de producción de aceite vegetal (900 ml, en olmeca, S.A., aplicando el estudio de tiempos y movimientos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 124 p.

APÉNCIDE I

Encuesta para valuar el servicio brindado al recibir su producto

Datos Personales

Genero

Hombre

Mujer

Edad

Menos de 21 años

21-30 años

30-55 años

Más de 55 años

1) ¿Cómo califica el servicio brindado por la empresa?

Malo

Bueno

Excelente

2) ¿Los repartidores llevan su pedido en la fecha que usted solicitó?

No

Si

* Si su respuesta fue no pase directamente a la pregunta 5 de lo contrario continúe con la 3

3) ¿Con cuántos días de atraso llega su pedido?

1-3 días

4-6 días

Más de 7 días

4) ¿Que tan frecuente su pedido llega atrasado?

Siempre

Casi siempre

Rara vez

5) ¿Cuando su pedido llega es exactamente lo que esperaba?

Si No

* Si su respuesta fue si, muchas gracias. De lo contrario continúe con siguiente pregunta

6) ¿Con que frecuencia su producto no es lo que esperaba?

Siempre Casi siempre Rara vez

7) ¿Por qué razón el producto que recibió no era lo que usted esperaba?

Se entregaron en mal estado

Pedido incompleto

No era lo que usted solicito

El precio no fue el acordado

APÉNCIDE II

Costos actuales y proyectados implícitos en la distribución por tipo de camión empleado.

		Método actual	Método propuesto	Diferencia
Camión 10T				
	Consumo diesel	Q 22.887,52	Q 21.008,01	Q 1.879,51
	Mano de obra	Q 10.742,00	Q 9.859,87	Q 882,13
	Bono de productividad ¹	Q 11.294,53	Q 11.294,53	Q 0,00
		Q 44.924,05	Q 42.162,41	Q 2.761,64
Camión 4T				
	Consumo diesel	Q 43.193,65	Q 39.646,60	Q 3.547,04
	Mano de obra	Q 26.314,40	Q 24.153,47	Q 2.160,93
	Bono de productividad	Q 20.631,74	Q 20.631,74	Q -
		Q 90.139,79	Q 84.431,81	Q 5.707,97
	Gastos Administrativos ²	Q 38.500,00	Q 40.430,00	Q (1.930,00)
	Total	Q 173.563,84	Q 167.024,22	Q 6.539,61

¹ El bono de productividad se mantendrá igual debido a que varía únicamente en función de la demanda de quintales a despachar.

² Los gastos de administración aumentan debido a que se necesita un operario que maneje el software para programar rutas.

ANEXO I

Optimización: Conceptos Fundamentales y Tendencias Actuales

Fausto García Márquez. Universidad de Castilla-La Mancha
Manuel Laguna. University of Colorado

En los problemas de decisión que normalmente se presentan en cualquier ámbito industrial, empresarial o en la misma vida cotidiana, partimos de una serie de recursos escasos, o bien de unos requisitos mínimos que hay que cumplir, los cuales condicionan la elección de la mejor solución a nuestra decisión. Por lo general, ésta ha de tomarse de forma óptima. Esto mismo expresado en términos matemáticos sería optimizar una función objetivo (la decisión), sujeta ésta a una serie de restricciones (los recursos escasos o requisitos mínimos).

Cuando tanto la función objetivo y las restricciones son lineales, este tipo de problema tiene resolución mediante la *programación lineal*. Dentro de esta disciplina cabe destacar el *algoritmo simplex*. En que las variables de decisión sean enteras y, por lo general, el espacio de soluciones esté formado por ordenaciones o subconjuntos de números naturales, surgen los denominados *problemas de optimización combinatoria*.

En el caso particular en que el número de variables que intervienen en el modelo sea muy elevado, el algoritmo simplex deja de ser eficiente, debido al tiempo necesario para encontrar la solución óptima del modelo. Estas ineficiencias dadas en los algoritmos para encontrar la solución óptima al problema dio origen a los algoritmos que tratan de encontrar de modo eficiente una solución factible (que satisfaga las restricciones del problema) cercana al óptimo. Este tipo de algoritmos se denominan *heurísticos* (del griego *heuriskein*). Estos pueden ser definidos como procedimientos simples, a menudo basados en el sentido común, que se supone ofrecerán una buena solución (aunque no necesariamente la óptima) a problemas difíciles, de un modo fácil y rápido (Zanakis y Evans, 1981).

Así pues, varios de los factores que pueden determinar la utilización de los algoritmos heurísticos para la resolución de un problema son: Cuando no existe un método exacto de resolución o éste requiere de mucho tiempo de cálculo o memoria, en el caso en que no se necesite la solución óptima o los datos sean pocos fiables, o bien como paso intermedio en la aplicación de otro algoritmo.

Existen diferentes tipos de heurísticas, las cuales algunas se emplean conjuntamente, tales como los métodos constructivos, de descomposición, de reducción, de manipulación del modelo, de búsquedas por entornos, etc.. Uno de los mayores inconvenientes con los que se enfrentan estos métodos es la existencia de óptimos locales que no sean absolutos, así como el conseguir hacerse independientes de la solución inicial de la que se parta.

La tendencia actual es desarrollar métodos generales para resolver clases o categorías de problemas, conocidos como procedimiento *metaheurísticos*. Estos algoritmos son una clase de métodos aproximados que están diseñados para resolver problemas difíciles de optimización combinatoria, en los que los heurísticos clásicos no son ni efectivos ni eficientes. Los metaheurísticos proporcionan un marco general para crear nuevos algoritmos híbridos combinando diferentes conceptos derivados de la inteligencia artificial, evolución biológica y mecanismos estadísticos (Osman y Kelly, 1996). A continuación se describirán los principales métodos metaheurísticos: Algoritmos Genéticos, Redes Neuronales, Búsqueda Tabú, GRASP y Recocido Simulado.

El *Algoritmo Genético* (AG) es una técnica de búsqueda basada en la mecánica de la selección natural y la genética (Holland 1975). Considerando el símil de su mecánica de funcionamiento con la evolución natural, los AG emplearían un cromosoma para representar las soluciones factibles (individuo), formados estos cromosomas por genes, los cuales representan valores de la variable de decisión. Mediante las operaciones de reproducción, sobrecruzamiento mutación sobre una población (conjunto de cromosomas), se les hace generar nuevos organismos de modo iterativo a lo largo de distintas generaciones. La probabilidad de sobrevivir y reproducirse de un individuo vendrá dado por su salud (valor de su función *fitness* o función objetivo). Así, al final del proceso tendremos a los mejores individuos, es decir, la mejores soluciones factibles. El tipo de método de búsqueda local que emplea procedimientos basados en el uso de una población, y la utilización de procesos de recombinación de ésta, han sido calificadas bajo la denominación común de *Algoritmos Meméticos*.

Las *Redes Neuronales* (RD) artificiales intentan representar el mecanismo de funcionamiento del cerebro humano, basándose en una intensa interconexión de unos sencillos nodos computacionales llamados

neuronas (Alexander y Morton, 1990). Así pues, el conocimiento se adquiriría mediante un proceso de aprendizaje, y la conexión interneuronal (pesos sinápticos) se utilizaría para el almacenamiento del conocimiento. Los tipos de enlaces en la red neuronal estará constituido por enlaces sinápticos y de activación. El modo en el que las neuronas se estructuran en la red determina su arquitectura. Una de las principales ventajas de las RD es su robustez.

La *Búsqueda Tabú* (BT) es una técnica basada en la inteligencia artificial, empleando el concepto de memoria e implementándolo mediante estructuras simples, con el objetivo de dirigir la búsqueda de la solución final en función de los resultados ya alcanzados (Glover, 1989). La BT considera dos tipos de memoria que interactúan entre sí, aunque en horizontes diferentes, una a corto y otra a largo plazo, pudiendo ser éstas del tipo de frecuencia o "recencia". Este tipo de datos darán lugar a estrategias de intensificación y/o diversificación, aplicadas dentro de un ámbito global o local. El objetivo es lograr el óptimo global, evitando con ello que el algoritmo se estanque en un óptimo local.

El *GRASP* (Greedy Randomized Adaptive Search Procedures) es un procedimiento iterativo en donde cada paso consiste en una fase de construcción y otra de mejora (Feo y Resende, 1989). En la fase de construcción se aplica un procedimiento heurístico constructivo para obtener una buena solución inicial, considerando una lista restringida de los mejores candidatos y seleccionando un elemento de forma aleatoria de dicha lista. Esta solución se mejora en la segunda fase mediante un algoritmo de búsqueda local. La mejor de todas las soluciones examinadas se guarda como resultado final.

El *Recocido Simulado* se basa en los conceptos descritos originalmente por la mecánica estadística que describe el proceso físico sufrido por un sólido al ser sometido a un baño térmico (Kirkpatrick y Gelatt, 1983). Este puede ser simulado por el algoritmo de *Metrópolis*, basado en la técnica de Monte Carlo. Así pues, los estados del sistema se corresponden con las soluciones del problema, la energía de los estados con los criterios de evaluación de la calidad de la solución, el estado fundamental con la solución óptima del problema, los estados metaestables serán los equivalentes a los óptimos locales, y la temperatura correspondería a una variable de control.

Con este artículo se ha querido presentar el concepto de la optimización, analizando las principales herramientas de las que se disponen para poder resolver los distintos tipos de problemas, en función del número de variables que lo componen y de su complejidad. Por último se presentan algunas de las últimas técnicas más relevantes para resolver problemas de optimización, siendo éstas tema principal de trabajo en numerosas líneas de investigación.

Referencias

- [1] Aleksander, I. and Morton, H., 1990. "An Introduction to Neural Computing", Chapman & Hall, London.
- [2] Díaz, A., Glover, F., Ghaziri, A. M., González, J. L., Laguna, M., Moscató P. y Tseng, F. T., 1996. "Optimización Heurística y Redes Neuronales en Dirección de Operaciones e Ingeniería", Editorial Paraninfo, Madrid (España).
- [3] Feo, T.A. and Resende, M.G.C., 1989. "A probabilistic Heuristic for a Computationally Difficult Set Covering Problem", *Operation Research Letters*, Vol. 8, pp. 67-71.
- [4] Glover, F., 1989. "Tabu Search-Part I", *ORSA Journal of Computing*, Vol. 1, pp. 190-206.
- [5] Holland, J.H., 1975. "Adaptation in Natural and Artificial Systems", University of Michigan Press, Ann Arbor.
- [6] Kirkpatrick, S., Gelatt, C.D. and Vecchi, M.P., 1983. "Optimization by Simulated Annealing", *Science*, Vol. 220, pp. 671-680.
- [7] Osman, I.H. and Kelly, J.P., 1996. "Meta-Heuristics: Theory and Applications", 39 Kluwer Academic Publishers.
- [8] Zanakis, S. H. and Evans, 1981. "Heuristic 'Optimization': Why, When, and How to Use It", *Interfaces*, Vol. 11, Num. 5.