

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE CON MENCIÓN EN  
MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

**TEMA:**

PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTROS DE UNA EMPRESA DE PROYECTOS Y DISTRIBUIDORA DE MATERIALES ELÉCTRICOS EN LA CIUDAD DE DURÁN.

**AUTOR:**

ING. CAROL LISETTE HENK SUBIA

Guayaquil – Ecuador

2018

## **DEDICATORIA**

Para mi pequeño Erick Nicolás, el motor principal de mi vida.  
A mi esposo Omar, por inspirar mi vida desde el día que lo conocí.  
A mis padres, Carol y Pipo, por ser mis pilares y mi apoyo siempre.  
A mis hermanos, luchan siempre por alcanzar todos sus sueños.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitir culminar con mucho esfuerzo esta etapa de mi vida.

A mi familia por soñar conmigo y alentarme a luchar hasta el final por mis objetivos.

El límite es el cielo, nada menos.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



---

Carol Lisette Henk Subia

Autora

## TRIBUNAL DE TITULACIÓN



Kléber Barcia Villacreces, Ph.D.  
Presidente



Mgtr. Pedro Ramos de Santis  
Director



Sandra García Bustos, Ph.D.  
Vocal 1



Mgtr. Wendy Plata Alarcón  
Vocal 2

## AUTOR DEL PROYECTO



---

Carol Lisette Henk Subia  
Autora

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
AUTOR DEL PROYECTO.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ABREVIATURAS O SIGLAS.....	x
PRESENTACIÓN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1. CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5 ALCANCE.....	4
2. CAPÍTULO 2.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS .....	5
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1.1 HISTORIA DE LAS NORMAS ISO.....	5
2.1.2 PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE CALIDAD .....	6
2.1.3. PROCESO .....	7
2.1.3. PROCEDIMIENTO.....	9
2.1.4 CADENA DE SUMINISTROS .....	10
2.1.5 HISTORIA DE LA DOCUMENTACIÓN.....	14
2.1.6 DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCESOS.....	15
2.1.7 BENEFICIOS .....	16
2.1.8. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....	17
2.1.9. MATRIZ FODA.....	20
3. CAPÍTULO 3 .....	21
METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA .....	21
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO.....	21
3.1.1 Los clientes.....	21
3.1.2 Distribución.....	21
3.1.3 Almacenamiento.....	23
3.1.4 Aprovisionamiento .....	23
3.1.5 Infraestructura .....	24
3.1.6 Gestión Humana .....	25
3.1.7 Gestión Financiera .....	26

3.2 FODA.....	26
4. CAPÍTULO 4 .....	30
DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	30
4.1 DOCUMENTACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN .....	30
4.1.1 Documentación del proceso de venta a un cliente. ....	30
4.1.2 Documentación del proceso de devolución de venta.....	31
4.1.3 Documentación del proceso de Compra.....	32
4.1.4 Documentación del proceso de devolución de compra .....	33
4.2 DISEÑO DE LA RUTA LOGÍSTICA ÓPTIMA UTILIZANDO EL MODELO VRPTW.....	34
4.2.1 Costos logísticos.....	35
4.3 UNA FORMULACIÓN UNIFICADA PARA EL VRP Y EL ALGORITMO DE SOLUCIÓN .....	38
4.3.1 Una formulación unificada para el VRP .....	38
4.3.1.1 VRP Spreadsheet Solver como herramienta de optimización.....	44
4.3.1.2 Estructura de VRP Spreadsheet Solver .....	44
CAPÍTULO 5 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
5.1 CONCLUSIONES .....	55
5.2 RECOMENDACIONES.....	56
6. BIBLIOGRAFÍA .....	58
ANEXO A .....	59
ANEXO B .....	60
ANEXO C.....	61
ANEXO D.....	63
ANEXO E .....	64

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1 - Principios de la norma ISO 9001 .....</b>	<b>7</b>
<b>Ilustración 2 Curva crítica del servicio al cliente. ....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 3 Símbolos de un Diagrama de Proceso .....</b>	<b>18</b>
<b>Ilustración 4 Mapa de la Provincia del Guayas.....</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 5 Mapa de la localización de la empresa.....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 6 Organigrama de la empresa .....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 7 Proceso de Ventas .....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 8 Proceso de Devolución de Ventas.....</b>	<b>32</b>
<b>Ilustración 9 Proceso de Compra .....</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 10 Proceso de devolución de venta .....</b>	<b>34</b>
<b>Ilustración 11 Distribución geográfica de los clientes. ....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 12 Estructura de hoja de cálculo de VRP Spreadsheet Solver. .....</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 13 Paso 1- Consola de VRPTW solver.....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 14 Paso 2- Ubicación y restricciones de los clientes .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 15 Paso 3- Distancia y tiempo de un punto a otro. ....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 16 Paso 4- Restricciones de transporte .....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 17 Formato de Reclamo de Productos en Garantía (Anverso) 61</b>	
<b>Ilustración 18 Formato de Reclamo de Productos en Garantía (Reverso) 61</b>	
<b>Ilustración 19 Tabla de Clientes con mercadería a entregar a domicilio ..</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Actividades de la logística en la cadena de suministros inmediata de una empresa.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2 Tipos de Diagrama.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3 Análisis FODA de la empresa .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 4 Análisis cruzado FODA .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 5 Resumen de costos logísticos .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 6 Cronograma de entrega de mercadería a los clientes.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 7 Optimización de rutas. Lunes.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 8 Optimización de rutas. Martes.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 9 Optimización de rutas. Miércoles .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 10 Optimización de rutas. Jueves .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 11 Optimización de rutas. Viernes .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 12 Optimización de rutas. Día: sábado .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 13 Resumen de la maximización de beneficio semanal .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 14 Perfil de Capacidad Interna.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 15 Perfil de Oportunidades y Amenazas.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 16 Costos logísticos de la empresa .....</b>	<b>63</b>

## ABREVIATURAS O SIGLAS

**Cadena de abastecimiento o de suministro:** Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente. (Meindl, 2008)

**Cliente:** “Persona que utiliza con asiduidad los servicios de un profesional o empresa” (Real Academia de la Lengua, 2001)

**Asiduidad:** “Frecuencia, puntualidad o aplicación constante a algo” (Real Academia de la Lengua, 2001)

**Distribución:** “Reparto de un producto a los locales en que debe comercializarse” (Real Academia de la Lengua, 2001)

**Operación:** “Ejecución de algo” (Real Academia de la Lengua, 2001).

**Aprovisionamiento:** “El aprovisionamiento es un conjunto de procesos que se requieren para comprar bienes y servicios” (Meindl, 2008)

**Logística:** La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (Ballou, 2004)

**Domicilio:** “Casa en que alguien habita o se hospeda” (Real Academia de la Lengua, 2001)

**Estandarización:** “Es la acción de realizar un documento que proporcione requisitos, especificaciones, directrices o características que pueden ser utilizadas conscientemente para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicio son adecuados para su propósito” (ISO, 2015)

**WhatsApp:** es una aplicación de mensajería multiplataforma que te permite enviar y recibir mensajes sin pagar por SMS. “WhatsApp Messenger” está disponible para iPhone, BlackBerry, Windows Phone, Android y Nokia, y todos esos dispositivos pueden comunicarse del uno al otro. Debido a que “WhatsApp Messenger” usa el plan de datos que ya tienes para email e internet, no hay un coste adicional para enviar mensajes y mantenerte en contacto con tus amigos. (WhatsApp, 2014).

**Waze:** “es la app de navegación y tráfico más grande del mundo. Únete a otros conductores en tu área que comparten información de tráfico y calles en tiempo real, ahorrando a todos tiempo y dinero de combustible en su trayecto diario.” (WAZE, 2014)

## PRESENTACIÓN

El mercado ecuatoriano cada día es más competitivo, y estrategias de precios y de publicidad no son suficientes para diferenciarse hoy en día.

Reducir costos y optimizar en la cadena de abastecimiento se convierte en una oportunidad muy importante y que permite realizar mejoras continuas en varios eslabones de la cadena.

Por ello, este trabajo propone una estrategia de optimización en varios puntos de la cadena como lo son: los procedimientos de compra y venta, la programación de las rutas de transporte y los diagramas de flujos, que permite la mejora continua en la empresa a través de modelos estadísticos y de programación logística.

**Palabras claves:** Estrategias, logística, cadena, abastecimiento, compras, transporte, programación.

## **ABSTRACT**

The Ecuadorian market is becoming more competitive every day, and pricing and advertising strategies are not enough to differentiate themselves today. Reduce costs and optimize the supply chain becomes a very important opportunity and allows continuous improvements in several links of the chain.

Therefore, this presentation proposes an optimization strategy in several points of the chain such as: the purchase and sale procedures, the programming of the transport routes and the flow diagrams, which allows continuous improvement in the company through of statistical models and logistics programming.

**Keywords:** Strategies, logistics, chain, supply, purchasing, transport, programming.

# **1. CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

En el año 2014 se constituye de una de sus filiales, una empresa dedicada al área industrial mecánica, como una empresa de servicios al área eléctrica Industrial del Litoral ecuatoriano. Se especializó en el segmento de alimento balanceado para animales y gracias al crecimiento de esta industria, la misma ha tenido un crecimiento interesante año a año. En abril del 2016, consolidada el área de proyectos eléctricos de la empresa, se decide complementar el negocio de manera vertical y por ello se apertura la división comercial de la misma, distribución de materiales eléctricos, automatización e iluminación con dos grandes aliados. Desde ese entonces se ha convertido en Integrador Autorizado y Distribuidor Autorizado de grandes marcas en el país dedicadas al segmento eléctrico, de automatismo y de iluminación.

Con esta nueva propuesta, del año 2015 al 2016 la empresa creció un 300% en ventas, y con ello la operación de la misma también creció considerablemente.

Al tener este crecimiento un tanto brusco y acelerado se hizo la contratación de un sistema ERP a finales del 2016 para tener un mayor control de toda la operación.

En abril del 2017 se empezó la implementación del mismo y durante todo el año se han ido implantando procedimientos y funciones definidas lo que dio un resultado de un crecimiento en facturación del 100%.

En el 2018, se espera consolidar el sistema y la cadena de abastecimiento para optimizar recursos y mejorar el flujo de comunicación.

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En Ecuador, según un estudio, el 90% de empresas son de tipo familiar (Diario El Comercio, 2017), y de estas están ubicadas en micro, pequeñas, medianas e incluso grandes empresas y corporaciones. (Diario El Comercio, 2017)

La empresa que se está analizando, al ser una empresa familiar, se encuentra en este gran grupo del país, que a su vez debe enfrentar ciertas dificultades propias de este tiempo de organizaciones. Uno de ellos, es cómo afrontar los crecimientos abruptos y mantenerse. Por otro lado, no solo crecer en facturación sino también rentabilidad.

Uno de los medios para crecer en rentabilidad es reducir los costos de operación en la cadena de suministros y por ello es importante desarrollar este punto en este proyecto.

Además, con la llegada de la implementación del sistema ERP en la empresa, surgieron problemas con la definición de procesos y responsabilidades por área de trabajo. Existe la problemática de que hay algunas formas de hacer el mismo fin y al no haber una establecido, cada persona en la organización usa el que cree conveniente o le resulta más sencillo.

Adicionalmente, se produce confusión en las vías formales de comunicación para dar los avisos de la compañía y no generar conflictos entre departamentos o colaboradores.

Por ello es importante establecer un flujo de operación que permita que sea claro y óptimo el manejo de la cadena de abastecimiento.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Estructurar los procesos de la cadena de abastecimiento de la compañía para tener un mejor flujo de información a través de herramientas tecnológicas.

### **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico con la herramienta FODA enfocado al sistema logístico con el fin de identificar los principales problemas logísticos que afectan el actual crecimiento de la empresa.
- Analizar cambios en los procesos, en cada eslabón de la cadena de abastecimiento, con el fin de estandarizar el sistema logístico de la empresa mediante la herramienta de diagrama de flujo.
- Generar procesos claros y estandarizados para un mejor funcionamiento de cada eslabón de la cadena de abastecimiento.
- Rediseñar las rutas logísticas para optimizar costos y tiempos de reacción de la cadena mediante el modelo *Vehicle Routing Problem* (VRP).
- Evaluar el impacto de los costos logísticos de la empresa a través de la cadena de abastecimiento.

## **1.5 ALCANCE**

Este proyecto se llevará a cabo en una empresa ubicada en la ciudad de Duran, Guayas.

El Horizonte de tiempo de la implementación completa es de 6 meses calendario ininterrumpido.

En este proyecto se abordarán los siguientes temas con sus respectivos alcances:

1. Presentar de los antecedentes de la empresa; se revisará el estado de esta, con sus fortalezas y oportunidades en el mercado nacional.
2. Proponer un diagrama de flujo de los procedimientos de la cadena de suministros que se busca mejorar en la empresa.
3. Rediseñar las rutas logísticas para optimizar costos y tiempos de reacción.
4. Emitir las conclusiones y recomendaciones para la cadena de abastecimiento.

## **2. CAPÍTULO 2**

### **REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS**

#### **2.1 REVISIÓN DE LITERATURA**

A continuación, se encuentran los conceptos necesarios utilizados como fundamento para el desarrollo del presente proyecto.

##### **2.1.1 HISTORIA DE LAS NORMAS ISO**

La normalización internacional comenzó en el campo electromagnético: la Comisión Electromagnética Internacional (IEC) fue establecida en 1906. El trabajo pionero entre otros campos fue efectuado por la Federación Internacional De Las De Las Asociaciones Nacionales De Normalización (ISA) que fue establecida en 1926. Dentro de ISA, se le dio gran importancia a la ingeniería mecánica. Las actividades de ISA llegaron a su fin en 1942, a raíz de la segunda Guerra Mundial. En 1946, se reunieron en Londres delegados de 25 países y decidieron crear una nueva organización internacional, cuyo objetivo sería “facilitar la coordinación y unificación internacional de las normas industriales”. La nueva organización denominada Organización Internacional para la Normalización (ISO) (Internacional Organization for Standardization), palabra derivada del vocablo griego isos, cuyo significado es “igual” y que es la raíz del prefijo “iso”, comenzó oficialmente sus actividades el 23 de febrero de 1947. (Arango Vieira, 1999)

En 1963 se creó el Comité Técnico 176, el cual trabajo en el área de gestión de calidad, y publicó la serie de normas sobre el tema, que se conocen internacionalmente por “Normas ISO de la serie 9000”. Este comité Técnico lo formaron asociaciones de países participantes de la ISO: AFNOR (Asociación Francaise de Normalisation), ANSI (American National Standards Institute), BSI (British Standard Institute), NNI (Netherland Normalisatie Institute) y SSC

(Standard Council of Canadá). Los demás países miembros son representantes también por sus respectivas asociaciones.

En 1979 se desarrolló el primer sistema para la administración de la estandarización comercial conocido como BS 5750. Con este antecedente, ISO creó en 1987 la serie de estandarización ISO 9000:1987 adoptando la mayor parte de los elementos de la norma británica BS 5750. Para entonces, por supuesto, el Reino Unido ya había hecho el trabajo pionero con su BS 5750.

De acuerdo con los procedimientos de ISO todos los estándares ISO, incluyendo las normas ISO 9000, deberían de ser revisadas por lo menos cada cinco años. La revisión de las normas originales ISO 9000 y sus componentes: ISO 9000, 9001, 9002, 9003 y 9004 publicadas en 1987 fue programada para 1992/1993, fecha en la que se creó el “Vocabulario de la Calidad” (estándar ISO 8402), el cual contiene terminología relevante y definiciones. Desde ese entonces se han modificado las normas ISO 9000 (ISO 1011-1, 1011-2 y 1011-3). Criterios para auditoría y administración de programas de auditoría. Se utilizó una nueva versión en 1994 y hoy en día tenemos la ISO 9000:2000, incorporando las últimas revisiones; se eliminaron los requerimientos demasiado rígidos de documentación y se incluyeron en forma explícita conceptos como la mejora continua y el monitoreo y seguimiento de la satisfacción del cliente. (El Prisma, 2011)

### **2.1.2 PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE CALIDAD**

Los principios pueden ser utilizados por la alta dirección como un marco para guiar a sus organizaciones hacia un mejor desempeño. Los principios se derivan de la experiencia colectiva y el conocimiento de los expertos internacionales que participan en el Comité Técnico ISO de gestión de calidad. ISO / TC 176, y la garantía de calidad, que es responsable de desarrollar y mantener las normas ISO 9000. Los ocho principios de gestión de calidad se definen como:

### **Ilustración 1 - Principios de la norma ISO 9001**



*Fuente: Norma ISO 9001:2015 (2015)*

#### **2.1.3. PROCESO**

Se han utilizado diferentes definiciones para referirse al significado de un proceso, tales como:

- “Secuencia de acciones o conjunto de actividades encadenadas que transforman en productos o resultados con características definidas unos insumos o recursos variables, agregándoles valor con un sentido específico para el cliente”.
- “Sistema de actividades que utiliza recursos para transformar entradas en salidas”.
- “Una o más actividades, sujetas a control, que usan recursos para transformar entradas en salidas”.
- “Es un ordenamiento específico de actividades en lugar y tiempo, que tiene un principio y un fin, con insumos o entradas y productos o resultados claramente especificados para un determinado cliente o mercado”.

Pero la que más se acerca y sea esta una sugerencia es:

“Sistema interrelacionado de causas que entregan salidas, resultados, bienes o servicios a unos clientes que lo demandan, transformando entradas o insumos por unos proveedores y agregando valor a la transformación”.

No obstante, en las bondades de la normalización no existe una definición única y correcta de lo que es un proceso. Se puede utilizar cualquiera de las utilizadas anteriormente o aun diferentes. Lo importante es entender el concepto y aplicarlo. Es importante tener claro que, al realizar un proceso, se está desarrollando una transformación que *agrega valor*.

En la gerencia de cualquier proceso, el punto de partida es determinar claramente quienes son los clientes y cuáles son sus necesidades y expectativas, requerimientos del cliente que deberán ser entregados por las salidas que produce el proceso, los proveedores son parte intrínseca del proceso, pueden ser externos a una organización o estar en su interior, en cualquier caso los proveedores entregan suministros, materia prima, insumos, personas, información, etc., que se denominan de manera general entradas del proceso.

A continuación, se presentan algunas de las definiciones de términos más utilizadas en la gerencia de procesos.

**Procedimiento o protocolo.** Es un proceso normalizado. Es decir, cuando el proceso ha sido mejorado, viene la etapa de control. Por tanto, el procedimiento es el conjunto de actividades normalizadas que deben cumplirse en todas y cada una de las etapas de un proceso.

El procedimiento puede estar documentado o no. En el primer caso, se utiliza con frecuencia el término procedimiento escrito o procedimiento documentado.

**Capacidad de proceso.** Aptitud de un proceso para obtener un producto que cumple con los requisitos para ese producto. El concepto de capacidad se aplica también a una organización o a un sistema.

**Producto:** Es la salida de un proceso. Tal salida puede ser un bien tangible como el caso de un automóvil o un informe escrito o tangible como la entrega de conocimiento en una universidad.

**Cliente:** Organización o persona que recibe un producto. Algunos sinónimos utilizados son: consumidor, usuario final, beneficiario, comprador, ciudadano. El cliente puede ser interno y externo a la organización.

**Entrada:** Las entradas de un proceso son por lo general salidas de otros procesos. Las materias primas, los materiales, la información, las personas, los insumos, el dinero, entre otros son ejemplos de entradas a un proceso.

**Proveedor:** Organización o persona que suministra un producto. Otros sinónimos con frecuencia utilizados son: suministrador, productor, distribuidor, minorista, vendedor, prestador de un servicio. Cuando el proveedor tiene una relación contractual con el cliente, usualmente se denomina contratista.

**Indicadores o medidores:** Conjunto de mediciones realizadas al proceso para medir tanto las actividades como los resultados del proceso. Los indicadores suelen enfocarse en los aspectos de eficacia y eficiencia. (Mariño Navarrete, 2001)

La norma ISO 9000:2000 define un proceso como:

“Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. (Norma Técnica Colombiana NTC, 2012)

### **2.1.3. PROCEDIMIENTO**

Es el conjunto o sucesión de pasos, ampliamente vinculados y cronológicamente dispuestos, realizados y dirigidos a precisar la forma de hacer algo, incluyendo el que, como y a quien corresponde el desarrollo de la tarea. Un procedimiento es la manera específica de efectuar una actividad, unas acciones o trabajos concretos que componen un proceso y la secuencia que debemos seguir en la ejecución. (INVEMAR, 2012)

#### **2.1.4 CADENA DE SUMINISTROS**

Logística y cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo; mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado.

La dirección de la logística de los negocios se conoce ahora popularmente como Dirección De La Cadena De Suministros. Se usan otros términos como redes de valor, corrientes de valor y logística ágil para describir un alcance y un propósito parecidos.

Aunque es fácil pensar en la logística como la dirección del flujo de productos desde los puntos de la adquisición de materias primas hasta los consumidores finales, para muchas empresas existe un canal inverso de la logística que también debe ser dirigido.

La vida del producto, desde el punto de vista de la logística, no termina con su entrega al cliente. Los productos se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su eliminación o reparación. Los materiales empacados pueden ser devueltos a quien los expide debido a regulaciones ambientales o porque tiene sentido económico rehusarlos. El canal inverso de la logística puede utilizar todo o una parte del canal directo de la misma o puede requerir un diseño por separado. La cadena de suministros termina con la eliminación final de un producto.

En el siguiente cuadro se encuentra un resumen de la lista de actividades clave y actividades de apoyo junto con algunas de las decisiones asociadas con cada una de ellas. (ver Tabla 1)

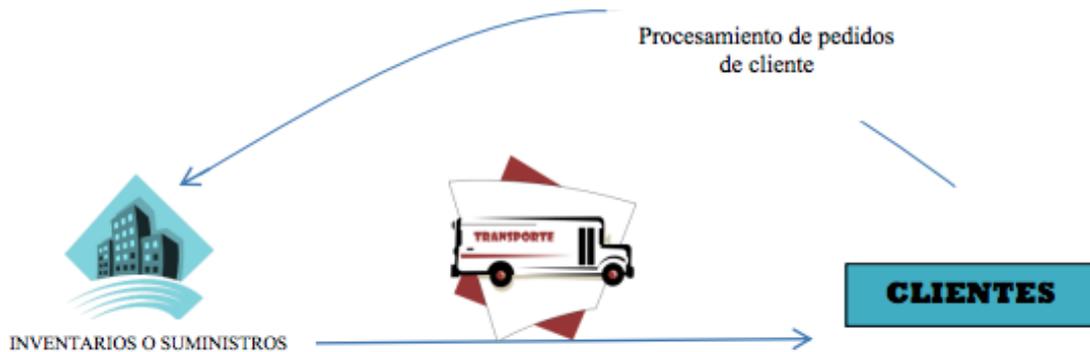
**Tabla 1 Actividades de la logística en la cadena de suministros inmediata de una empresa.**

ACTIVIDADES CLAVE			
Marketing	Transporte	Manejo de Inventarios	Flujos De Información y Procesamiento De Pedidos.
Determinar las necesidades y requerimientos del cliente para la logística del servicio al cliente, la respuesta del cliente al servicio y fijar los niveles de servicio al cliente.	Selección del modo y servicio de transporte, Consolidación del flete y Rutas del transportador, Programación de vehículos y Selección de equipo, Procesamiento de quejas y Auditorías de tarifa.	Políticas de almacenamiento de materias primas y bienes terminados, estimación de ventas a corto plazo, mezcla de productos en los centros de aprovisionamiento y Determinación de número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento.	Procedimientos de la interfaz pedidos de venta-inventarios, métodos de transmisión de información de pedidos y reglas de pedido.
ACTIVIDADES DE APOYO			
almacenamiento	Manejo de Materiales	Compras	Mantenimiento de Información
Determinación de espacios, distribución de las existencias y diseño de los puntos de descarga, configuración del almacén, colocación de las existencias.	Selección de equipo, políticas de remplazo de equipos, procedimientos de levantamiento de pedidos, almacenamiento y recuperación de existencias.	Selección de la fuente de suministros, Momento correcto para comprar, Cantidades para comprar.	Recopilación, almacenamiento y manipulación de la información, análisis de datos, procedimientos de control.
	Cooperación Producción y Operaciones	Embalaje y Protección	
	Especificar cantidades adicionales, secuencia y rendimiento del tiempo de producción, programación de	Manejo, almacenamiento, protección por pérdida y daños.	

Fuente: Autor: Basado en: *BALLOU, Ronald. Logística: Administración de la cadena de suministros, 5 ed. México: PEARSON EDUCACION, 2004. P 10 – 11*

Las actividades clave y de apoyo están separadas porque algunas en general tendrán lugar en todos los canales de la logística, en tanto que otras ocurrirán dentro de una empresa en particular, dependiendo de las circunstancias. Las actividades claves están en la curva “crítica” dentro del canal de distribución física inmediata de una empresa, según se muestra en la ilustración 2. Son las que más contribuyen al costo total de la logística o son esenciales para la coordinación efectiva y para completar la tarea.

## Ilustración 2 Curva crítica del servicio al cliente.



*Fuente: Darwin Youset Avendano, 2013*

Los estándares de servicio al cliente fijan el nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder el sistema de logística. Los costos de logística se incrementan en proporción al nivel suministrado de servicio al cliente, de manera que la fijación de los estándares de servicio también afecta los costos de logística que apoyan ese nivel de servicio. Requerimientos de servicio muy altos pueden forzar los costos de la logística hasta llegar a niveles extraordinariamente elevados.

El transporte y el mantenimiento de inventarios son las actividades logísticas que principalmente absorben costos. La experiencia ha demostrado que cada una de ellas representará 50 a 66 % de los costos logísticos totales. El transporte añade valor de lugar a los productos y servicios, en tanto que el mantenimiento de inventarios les añade valor de tiempo.

El transporte es esencial porque ninguna empresa moderna puede operar sin el movimiento de sus materias primas o de sus productos terminados. Los inventarios también son esenciales para la dirección logística porque normalmente no es posible, o no es práctico, suministrar producción instantánea o asegurar tiempos de entrega a los clientes. Sirven como amortiguadores entre la oferta y la demanda, de manera que se pueda mantener la disponibilidad del producto necesitado para el cliente, a la vez que haya flexibilidad de producción y logística en la búsqueda de métodos eficientes de fabricación y distribución del producto.

El procesamiento de pedidos es la actividad clave final: sus costos por lo general son menores comparados con los del transporte o con los del mantenimiento de inventarios. Sin embargo, el procesamiento de pedidos es un elemento importante en el tiempo total que se requiere para que un cliente reciba los bienes y servicios. Es la actividad que desencadena el movimiento del producto y la entrega del servicio.

Aunque las actividades de apoyo pueden ser importantes como las actividades clave en algunas circunstancias en particular, aquí se consideran como una contribución a la misión de la logística.

El embalaje de protección es una actividad de apoyo al transporte y al mantenimiento de inventarios, así como al almacenamiento y al manejo de materiales, porque contribuye a la eficiencia con la que se llevan a cabo estas actividades. La compra y programación del producto a menudo puede considerarse más un asunto de producción que de logística. Sin embargo, también afectan al esfuerzo general de la logística, y en especial a la eficiencia del transporte y la dirección de inventarios. Por último, el mantenimiento de información apoya a todas las actividades de la logística, ya que suministra la información necesaria para la planeación y el control.

La cadena extendida de suministros se refiere a aquellos miembros del canal de suministros más allá de los proveedores o de los clientes inmediatos de una empresa. Pueden ser los proveedores de los proveedores inmediatos o los clientes de los clientes inmediatos y así hasta llegar a los puntos de origen de la materia prima o a los consumidores finales. Es importante planear y controlar las actividades comentadas con anterioridad y los flujos de información si afectan a la logística del servicio que pueda suministrarse al cliente, así como a los costos de suministro de este servicio. La dirección de la cadena extendida de suministros tiene el potencial de mejorar el desempeño logístico más allá de solo dirigir las actividades dentro de la cadena inmediata de suministros. (Ballou R. , 2004)

### **2.1.5 HISTORIA DE LA DOCUMENTACIÓN**

En 1934, el belga Paul Otlet, publicó su obra titulada "Tratado de la Documentación", enunció las bases de lo que posteriormente se constituiría en una ciencia integradora. El término documentación designaba la actividad específica de recolectar, conservar, buscar y diseminar documentos. Otlet fue la figura central en el desarrollo de la Documentación. Durante años, trabajó, desde el punto de vista técnico, teórico y organizacional, en aquellos aspectos concernientes a uno de los problemas fundamentales de la sociedad.

La década del treinta vino, acompañada por la irrupción de un nuevo soporte: el uso de las microcopias para almacenar información sería el primer gran salto cualitativo que se introdujo en el manejo y uso de los documentos. La aplicación de esta tecnología al campo de la información hizo más eficaz el proceso de almacenamiento y recuperación de la información. Nuevas teorías, conceptos y tecnologías vinculados al uso y recuperación de la información surgirían: el empleo de los microfilms generó una nueva dimensión para la recuperación de la información; se crearon las máquinas selectoras que permitían el análisis documental con tarjetas perforadas sobre equipos IBM en 1935, el inglés Charles Babbage diseñó la primera computadora digital, conocida como "máquina analítica".

De gran trascendencia fueron también, los trabajos publicados por Vannevar Bush en los que proponía la creación de sistemas de organización y recuperación de la información con estructuras menos artificiales, capaces de simular el carácter asociativo del pensamiento humano y que pudiesen hacer frente a la enorme acumulación del saber científico.

Todo lo anteriormente expresado, de algún modo, confirma que la Ciencia de la Información surgió ante la avalancha de un gran volumen de información y la necesidad de utilizar métodos y herramientas nuevos, que permitieran la consulta de aquella información que tuviera un carácter verdaderamente relevante.

Como característica principal de esta ciencia, y común a todas las escuelas o vertientes, siempre sobresale su carácter multidisciplinario, hecho que le sirvió para erigirse como ciencia capaz de interrelacionarse y emplear conocimientos

provenientes de otras áreas del saber humano como la lingüística, la lógica, la gestión, la economía, la computación, el diseño, la psicología y la bibliotecología

### **2.1.6 DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCESOS**

La documentación es la disciplina científica que trata de recopilar, almacenar, analizar y difundir información contenida en documentos de distinto tipo para hacerla accesible a cualquier persona que pueda necesitarla. Además, es una disciplina instrumental, ya que sirve a todas las demás ciencias para localizar la información necesaria para el avance del conocimiento. (INFOMED , 2011)

Los elementos que forman parte del de la documentación de procesos son:

- *Identificación y documentación.* Lo habitual en las organizaciones es que los procesos no estén identificados y, por consiguiente, no se documenten ni se delimiten. Los procesos fluyen a través de distintos departamentos y puestos de la organización funcional, que no suele percibirlos en su totalidad y como conjuntos diferenciados y en muchos casos, interrelacionados.
- *Definición de objetivos.* La descripción y definición operativa de los objetivos es una actividad propia de la documentación. Esto permitirá orientar los procesos hacia la Calidad, es decir hacia la satisfacción de necesidades y expectativas.
- *Identificación de responsables de los procesos.* Al estar, por lo común, distribuidas las actividades de un proceso entre diferentes áreas funcionales, lo habitual es que nadie se responsabilice del mismo, ni de sus resultados finales. El encargado del proceso puede delegar este liderazgo en un equipo o en otra persona que tenga un conocimiento importante sobre el proceso, pero es vital que, este primero esté informado de las acciones y decisiones que afectan al proceso, ya que la responsabilidad no se delega por lo tanto debe tener control sobre el mismo desde el principio hasta el final.

- *Reducción de etapas y tiempos.* Generalmente existe una sustancial diferencia entre los tiempos de proceso y de ciclo. La documentación de procesos permite conocer los pasos que incluye un proceso, esto genera una reducción de las etapas, de manera que el tiempo total del proceso disminuya.
- *Simplificación.* Con esta se intenta reducir el número de personas y departamentos implicados en un proceso o ciclo.
- *Reducción y eliminación de actividades sin valor añadido.* Es frecuente encontrar que buena parte de las actividades de un proceso no aportan nada al resultado final. La documentación de procesos cuestiona estas actividades dejando perdurar las estrictamente necesarias, como aquellas de evaluación imprescindibles para controlar el proceso o las que deban realizarse por cumplimiento de la legalidad y normatividad vigente.
- *Reducción de la burocracia*
- *Inclusión de actividades de valor añadido que incrementen la satisfacción del cliente*
- *Ampliación de las funciones y responsabilidades del personal.* Con frecuencia es necesario dotar de más funciones y de mayor responsabilidad al personal que interviene en el proceso, como medio para reducir etapas y acortar tiempos de ciclo, siempre procurando actuar cuidadosamente para no llegar a generar conflictos. (Universidad Veracruzana, 2003)

### **2.1.7 BENEFICIOS**

Los beneficios que resultan de una documentación de procesos son:

- Incrementar la eficacia.
- Reducir costos.
- Mejorar la calidad.
- Acortar los tiempos y reducir, así, los ciclos de entrega del servicio.

Una buena documentación, es la que resuelve todas las dudas del lector final, ya sea personal técnico o empírico, puede producir importantes beneficios ya que permite reducir costos de mantenimiento y fabricación y previene la fuga de capital intelectual; con la globalización, la necesidad de elaborar productos con calidad hace de la documentación un requerimiento ineludible.

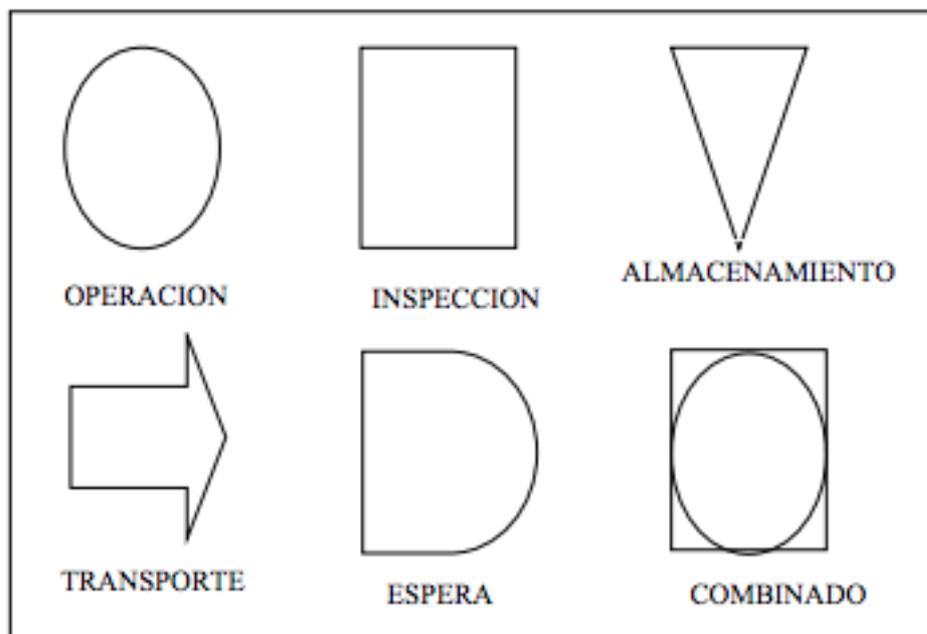
### **2.1.8. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**

El término tiene su origen en 1920. En 1921, el ingeniero industrial y experto en rendimiento, Frank Gilbreth Sr., presentó el "diagrama de flujo de procesos" en la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME – American Society of Mechanical Engineers). Durante muchas décadas siguientes, el concepto se difundió en la ingeniería industrial, el área de la manufacturación e incluso en los negocios, en forma de Diagramas de procesos de negocios, y en el procesamiento de información, en forma de Diagramas de flujo de datos y otros tipos de diagramas.

- a) Objetivos de los diagramas de proceso.** Los diagramas o gráficos de procesos proveen una descripción sistemática de un proceso o ciclo de trabajo con suficiente detalle para desarrollar mejoras de métodos. Cada miembro de la familia de los diagramas de proceso está diseñado para permitir que el analista vea claramente el proceso actual. Un formato normalizado da un lenguaje común para que varias personas puedan visualizar los problemas conjuntamente. Esto estimula un intercambio o creación conjunta de ideas. La mayor parte de los diagramas combinan escritos, gráficos y representaciones visuales, lo que promueve la participación completa de cada uno de los interesados. Finalmente, los diagramas son excelentes instrumentos para la presentación de propuestas para mejoras de métodos a todos los niveles de la dirección.
- b) Actividades de diagrama de flujo de proceso.** tiene su origen en 1920. En 1921, el ingeniero industrial y experto en rendimiento, Frank Gilbreth Sr., presentó el "diagrama de flujo de procesos" en la Sociedad

Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME – American Society of Mechanical Engineers). Durante muchas décadas siguientes, el concepto se difundió en la ingeniería industrial, el área de la manufacturación e incluso en los negocios, en forma de Diagramas de procesos de negocios, y en el procesamiento de información, en forma de Diagramas de flujo de datos y otros tipos de diagramas.

**Ilustración 3 Símbolos de un Diagrama de Proceso**



Fuente: Autor. Basado en Maynard, H.B. *Manual de Ingeniería y organización Industrial: Diagrama de Proceso*, 3era Ed. Bogotá: REVERTE COLOMBIANA S.A., 1991.

- **Operación.** Una operación tiene lugar cuando un objeto es modificado intencionalmente en sus características físicas o químicas, es acoplado o separado de otro objeto o es ordenado a dispuesto para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento. También se realiza una operación cuando se da o recibe información o cuando tiene lugar una planificación o cálculo.
- **Trasporte.** Tiene lugar un trasporte cuando un objeto es movido de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos son parte de una

operación o son causados por el operario en el puesto de trabajo durante una operación o una inspección.

- **Inspección.** Una inspección tiene lugar cuando un objeto es examinado para su identificación o es verificado en su cantidad o en la calidad de alguna de sus características.
- **Espera.** Una espera tiene lugar para un objeto cuando las condiciones, excepto aquellas que intencionadamente cambian las características físicas o químicas del objeto, no permiten o no requieren la inmediata realización de la siguiente acción planeada.
- **Almacenamiento.** Un almacenamiento tiene lugar cuando un objeto es mantenido y protegido contra movimientos no autorizados.
- **Actividades combinadas.** Cuando son realizadas dos actividades simultáneamente o en el mismo puesto de trabajo, los símbolos pueden ser combinados el grafico nos muestra una combinación de operación e inspección.

**c) Papel del diagrama de proceso en la solución de problemas.**

El modelo de métodos de estudio en cinco etapas para resolver problemas es:

- Etapa 1. Seleccionar y definir el problema.
- Etapa 2. Descomponerlo y visualizarlo en detalle.
- Etapa 3. Cuestionar con mentalidad abierta.
- Etapa 4. Desarrollar una propuesta de mejora.
- Etapa 5. Aplicar la propuesta.

El diagrama de proceso es usado para ayudar a desarrollar la Etapa 2. Los diagramas de flujo más modernos tienen impresos los símbolos e incluyen la parte de preguntas de la Etapa 3. Algunos tienen espacio

previsto para la parte de ideas de la Etapa 4, los tipos de diagramas de proceso más comúnmente usados son (Maynard, 1991):

- Diagrama de Operación
- Diagrama de Flujo

**Tabla 2 Tipos de Diagrama**

<b>Diagrama</b>	<b>Diseño para visualizar</b>
Diagrama de operación	Proceso completo o conjunto con todos los componentes
Diagrama de flujo	Una persona o componente a través del proceso

*Fuente: Autor. Basado en Maynard, H.B. Manual de Ingeniería y organización Industrial: Diagrama de Proceso, 3era Ed. Bogotá: REVERTE COLOMBIANA S.A., 1991.*

### **2.1.9. MATRIZ FODA**

La matriz FODA, es una herramienta básica, de gran utilidad en el análisis estratégico. Permite resumir los resultados del análisis externo e interno y sirve de base para la formulación de la estrategia.

- *Oportunidades y amenazas*, son factores externos que afectan favorable o adversamente a la empresa y a la industria a la que esta pertenece. Las oportunidades representan tendencias o situaciones externas que favorecen el logro de la visión de la empresa. De igual manera, las amenazas se refieren a tendencias o situaciones externas que dificultan alcanzar esta visión.
- *Fortalezas y debilidades*, las fortalezas son aquellas características de la empresa que pueden ser utilizadas para aprovechar las oportunidades o contrarrestar las amenazas. Las debilidades, por su parte, son características de la empresa que dificultan o impiden aprovechar las oportunidades o contrarrestar las amenazas.

## **3. CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA**

A partir de los antecedentes antes mencionados, a continuación, se describen algunos puntos importantes a tener en cuenta para el desarrollo de estandarización de procesos que se propone en este trabajo.

Se han desarrollado varias entrevistas a personas claves de la empresa y hemos podido extraer la siguiente información.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO**

##### **3.1.1 Los clientes**

Los clientes de la empresa son mayormente corporativos. Según información extraída del sistema que maneja la misma el 80% son clientes corporativos y el 20% personas naturales.

La forma como realizan los pedidos/requerimientos son vía correo electrónico, vía celular o vía *WhatsApp*.

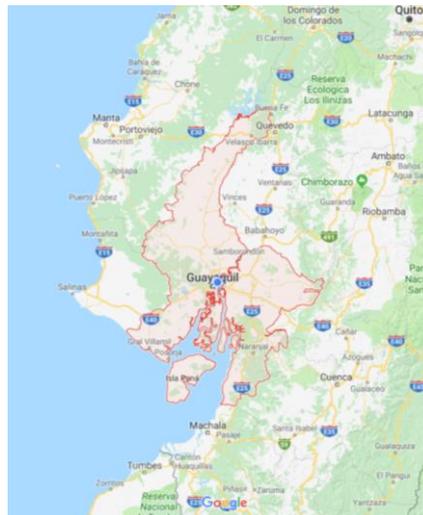
La forma de pago es pago de contado, crédito directo 30 días o tarjeta de crédito o débito.

##### **3.1.2 Distribución**

Para describir la distribución se presentará en cinco términos: cobertura, horarios de entrega, pedido, despacho y efectividad en la entrega.

**COBERTURA:** La flota propia que consiste en 2 camiones de 1,5 toneladas y una camioneta 1 cabina, las cuales cubren la zona de Guayas, y el resto del país mediante empresas de envíos externas. <sup>1</sup>

#### **Ilustración 4 Mapa de la Provincia del Guayas**



*Fuente: Google Maps*

**HORARIOS DE ENTREGA:** EL horario de distribución es de lunes a viernes desde las 8am hasta las 6pm y los sábados de 9am a 2pm. <sup>2</sup>

**PEDIDO Y DESPACHO:** Los pedidos los reciben los vendedores y llegan vía correo electrónico, *WhatsApp* o llamada telefónica; en cualquiera de estos casos se pacta una fecha de entrega y se procede con el despacho.

**EFFECTIVIDAD EN LA ENTREGA:** según el jefe de logística los pedidos que son recibidos en el transcurso de la mañana (entre las 8am y 12pm) son entregados en el transcurso de la tarde hasta las 6pm. Y los pedidos recibidos en el transcurso de la tarde (1pm a

---

<sup>1</sup> Entrevista a Nelson Paute, Jefe de Logística de la empresa (*Entrevistadora: Carol Henk Subía*)

<sup>2</sup> Entrevista a Carlos Aguirre, Asistente de bodega de la empresa (*Entrevistador: Carol Henk Subía*)

6pm) son entregados en el transcurso de la mañana del siguiente día. Cabe recalcar que existen pedidos de emergencia que son resueltos entre 1 o 2 horas (con un recargo adicional por la gestión que se realiza).<sup>3</sup>

### **3.1.3 Almacenamiento<sup>4</sup>**

El proceso de almacenamiento empieza en recibir los productos de los proveedores, se verifica con la guía de remisión, se ingresan en sistema. Se guardan físicamente en la bodega de acuerdo a su categoría.

Dentro del inventario poseen más de 500 referencias agrupadas en categorías como: motores, motorreductores, pernos, cables, tomas, etc.

Se maneja un modelo FIFO de inventario. Pero más allá de eso, los modelos no están estudiados ni documentados.

### **3.1.4 Aprovisionamiento<sup>5</sup>**

Actualmente la empresa cuenta con 80 proveedores, de los cuales 55 están relacionados directamente con productos de stock, 15 con servicios, y los demás a temas administrativos.

Las formas de comprar autorizada actualmente en la empresa son:

Correo Electrónico, pidiendo cotización al proveedor, se recibe cotización, se analiza entre 2 o más cotizaciones cuales son las mejores condiciones, se selecciona la mejor oferta, se confirma el pedido con la fecha de entrega. Se recibe en día acordado de entrega. Puede demorar un día o dos días en hacer el pedido y para

---

<sup>3</sup> Entrevista a Nelson Paute, Jefe de Logística de la empresa (*Entrevistador: Carol Henk Subía*)

<sup>4</sup> Entrevista a Carlos Aguirre, Asistente de bodega de la empresa (*Entrevistador: Carol Henk Subía*)

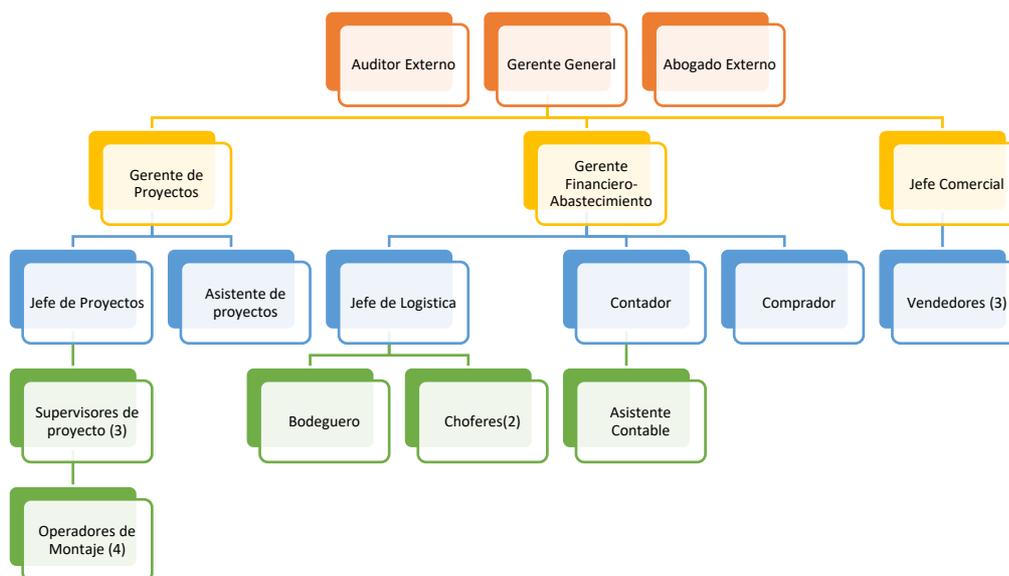
<sup>5</sup> Entrevista a Darwin Zambrano, Comprador (*Entrevistadora: Carol Henk Subía*)



### 3.1.6 Gestión Humana

Actualmente la empresa cuenta con tres gerentes; el general, el de proyectos y el Administrativo-Financiero; de los cuales, el Gerente General es el fundador de la compañía. Tiene 2 personas encargadas en la distribución y transporte, nombradas por la empresa. Actualmente son 20 empleados aproximadamente, de los cuales el 25% es del departamento Comercial, el 25% del área Administrativa-financiera y el 50% del área de Proyectos. Dentro de su organigrama también cuentan con un contador y un abogado. A continuación, se representa el organigrama de la empresa.

Ilustración 6 Organigrama de la empresa



Fuente: Autor. Tello, O. (28 de Julio de 2018). Entrevista Gerente General. (C.L. Henk, Entrevistadora)

### **3.1.7 Gestión Financiera**

Actualmente la empresa maneja desde el sistema ERP BITT toda la parte financiera, desde la facturación, estados financieros, hasta stock de inventario. Esa información al final del mes se la cuadra con los documentos físicos y se proceden a realizar las declaraciones respectivas al Servicio de Rentas Internas (SRI).

### **3.2 FODA**

Se eligió la herramienta de diagnóstico FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), ya que al analizarla le permite a nivel interno definir estrategias para aprovechar las fortalezas que tiene la empresa, conocer las debilidades para prevenir el efecto que puedan tener en un futuro y a nivel externo prepararse para aprovechar las oportunidades y prevenir el efecto que las amenazas puedan traer en un futuro. Luego de haber analizado la misión, visión, y como opera la cadena de abastecimiento se realizó un Perfil de capacidad interna de la compañía (PCI) y un Perfil de Oportunidades y Amenazas en el Medio (POAM), con el fin de conocer y medir el impacto de las fortalezas y debilidades de la empresa junto con sus oportunidades y amenazas. Encontrados en los apéndices A y B. A partir de estos dos perfiles se procedió a hacer el FODA presentado a continuación.

**Tabla 3 Análisis FODA de la empresa**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
Equipo de Profesionales con capacidad de resolución de problemas.	No existe tratamiento de logística inversa en la empresa (0%)
Amplia cobertura. Especialmente Durán y Guayaquil.	La compra en inventario es menor a \$ 10000 por proveedor por lo cual no se puede tener acceso a negociaciones para obtener beneficios de economía de escala con algunos proveedores.
Ser distribuidor directo de 2 grandes marcas en el mercado, con precios altamente competitivos.	El tiempo de entrega de la mercadería es mínimo de 5 horas.
Atención regular los sábados y atención personalizada en emergencias.	El servicio por mostrador es lento.
El servicio Post venta a los clientes y soporte técnico.	No se puede responder con un tiempo de

<p>Se cuenta con un sistema de información que guarda la información de los clientes y genera reportes específicos.</p> <p>El domicilio no tiene ningún costo para el cliente dentro de la ciudad.</p> <p>Los productos y servicios que se ofrecen tienen garantía.</p> <p>La ubicación de la empresa tiene acceso a vías rápidas.</p> <p>Se encuentra en una zona segura.</p>	<p>entrega inferior a 3 horas si salen más de tres pedidos simultáneos.</p> <p>No se tiene planeación en el transporte.</p> <p>El inventario que tiene en el sistema de la página web no está actualizado en su totalidad, ya que no refleja al 100% el stock en bodega.</p> <p>No se tiene presupuesto para ventas y publicidad.</p> <p>La planeación financiera no es clara después del primer año de operación.</p>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<p>El 41% de las industrias del país se desarrollan en la provincia del Guayas.<sup>7</sup></p> <p>Los cantones principales de provincia costera aparte de Guayaquil, en donde más aumentó la industria fueron Daule con el 21,4% de crecimiento y 332 empresas; Durán, con el 12,8% y 667 empresas; y Samborondón que creció el 12,4% y tiene 1.370 compañías. (Diario El Telégrafo, 2018)</p> <p>Las ramas de más crecimiento actual son las vinculadas a la elaboración de productos alimenticios, seguidas por reparación e instalación de maquinarias y equipos. (Diario El Telégrafo, 2018)</p>	<p>La inestabilidad política que afecta directamente a la economía del país</p> <p>El entorno contractual languidece frente a los retos que impone el avanzar en temas de propiedad intelectual, los cuales otorguen certeza a los procesos innovadores en las organizaciones.</p> <p>Las empresas jóvenes enfrentan un déficit en el acceso al crédito, aunque los avances son notables en toda la región.</p> <p>Para el organismo internacional México y Colombia son excepciones en este análisis: "hay un déficit notable" (EKOS Negocios, 2018)</p>

Fuente: Elaborada por el autor

A partir del FODA se realizó un análisis cruzado, con el fin de formular estrategias para mejorar el desempeño de la empresa.

**Tabla 4 Análisis cruzado FODA**

<sup>7</sup> Diario El Telégrafo (28 de mayo del 2018)

	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p align="center"><b>Análisis Cruzado</b></p>	<p>El 41% de las industrias del país se desarrollan en la provincia del Guayas.<sup>8</sup></p> <p>Los cantones principales de provincia costera aparte de Guayaquil- en donde más aumentó la industria fueron Daule con el 21,4% de crecimiento y 332 empresas; Durán, con el 12,8% y 667 empresas; y Samborondón que creció el 12,4% y tiene 1.370 compañías. (Diario El Telégrafo, 2018)</p> <p>Las ramas de más crecimiento actual son las vinculadas a la elaboración de productos alimenticios, seguidas por reparación e instalación de maquinarias y equipos. (Diario El Telégrafo, 2018)</p>	<p>La inestabilidad política que afecta directamente a la economía del país</p> <p>El entono contractual languidece frente a los retos que impone el avanzar en temas de propiedad intelectual, los cuales otorguen certeza a los procesos innovadores en las organizaciones.</p> <p>Las empresas jóvenes enfrentan un déficit en el acceso al crédito, aunque los avances son notables en toda la región.</p> <p>Para el organismo internacional México y Colombia son excepciones en este análisis: "hay un déficit notable" (EKOS Negocios, 2018)</p>
<p align="center"><b>Fortalezas</b></p>		
<p>Ser distribuidor directo de 2 grandes marcas en el mercado, con precios altamente competitivos.</p> <p>Atención regular los sábados y atención personalizada en emergencias.</p> <p>El servicio Post venta a los clientes y soporte técnico.</p> <p>Se cuenta con un sistema de información que guarda la información de los clientes y genera reportes específicos.</p> <p>Los productos y servicios que se ofrecen tienen garantía.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar indicadores de gestión para controlar, analizar, tomar decisiones y planificar el crecimiento de la empresa.</li> <li>2. Realizar una estrategia de mercadeo para captar más clientes</li> <li>3. Fomentar en los clientes el consumo de las marcas que se tiene la distribución directa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer uso del sistema de información de la empresa para promocionar los equipos y servicios de la empresa</li> <li>2. Hacer una estrategia de mercadeo en donde los clientes conozcan los valores agregados de la empresa y que los diferencian de la competencia.</li> <li>3. Plantear una solución de distribución para las entregas de los pedidos en los horarios pico</li> </ol>
<p align="center"><b>Debilidades</b></p>		
<p>No se puede tener acceso a negociaciones para obtener beneficios de economía de escala con algunos proveedores.</p> <p>Los tiempos de entrega de la mercadería son mínimo de 5 horas.</p> <p>El servicio por mostrador es lento.</p> <p>No se puede responder con un tiempo de entrega inferior a 3 horas si salen más de tres pedidos simultáneos</p> <p>No se tiene planeación en el transporte.</p> <p>El inventario que tiene en el sistema de la página web no está actualizado en su totalidad, ya que</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Documentar y estandarizar los procesos de toma de pedidos, recepción de pedidos de proveedores, recolección de información de pedidos entregados. Hacer un modelo de inventario y diseñar estrategias para reducir el inventario.</li> <li>2. Realizar un mejor ruteo del transporte para poder optimizar las rutas diarias.</li> <li>3. Revisar la planeación financiera con el fin de destinaran dinero a publicidad y promoción de la página web y sus referidos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer un análisis de los productos que se tienen en el inventario para ver si son realmente necesarios.</li> <li>2. Revisar la planeación financiera buscando la opción de destinar dinero a publicidad para aumentar las ventas.</li> </ol>

<sup>8</sup> Diario El Telégrafo (28 de mayo del 2018)

no refleja al 100% el stock en bodega.  No se dispone de presupuesto para ventas y publicidad.		
--	--	--

A partir del análisis del FODA se determinaron 7 estrategias para resolver las debilidades y amenazas encontradas en el análisis precedente.

1. Los procesos no están documentados ni estandarizados por lo cual se tiene demoras en entregas y no se guarda información útil que puede servir para hacer proyecciones y análisis a nivel logístico. Documentar y estandarizar los procesos de compra y venta de inventario. Así como los procesos de devolución de compra y venta de mercadería.
2. Realizar un rediseño del ruteo del transporte de la empresa para la gestión de entregar y retirar stock de producto terminado.
3. Revisar la planeación financiera buscando la opción de destinar dinero a publicidad para aumentar las ventas.
4. Fomentar en los clientes el consumo de las marcas que se tiene para distribución directa.
5. Hacer uso del sistema de información de la empresa para promocionar los equipos y servicios de la empresa.
6. Desarrollar una estrategia de mercadeo para que los clientes conozcan los valores agregados de la empresa y que los diferencian de la competencia.

## **4. CAPÍTULO 4**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

De acuerdo con el análisis realizado en el capítulo anterior, se desarrollará la propuesta planteada.

#### **4.1 DOCUMENTACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN**

A partir del objetivo planteado de analizar y proponer cambios en los procesos, en cada eslabón de la cadena de abastecimiento, con el fin de estandarizar el sistema logístico de la empresa, se presentan los resultados con los diagramas de flujo de procesos correspondientes y tiempos estándares tomados en cada proceso documentado.

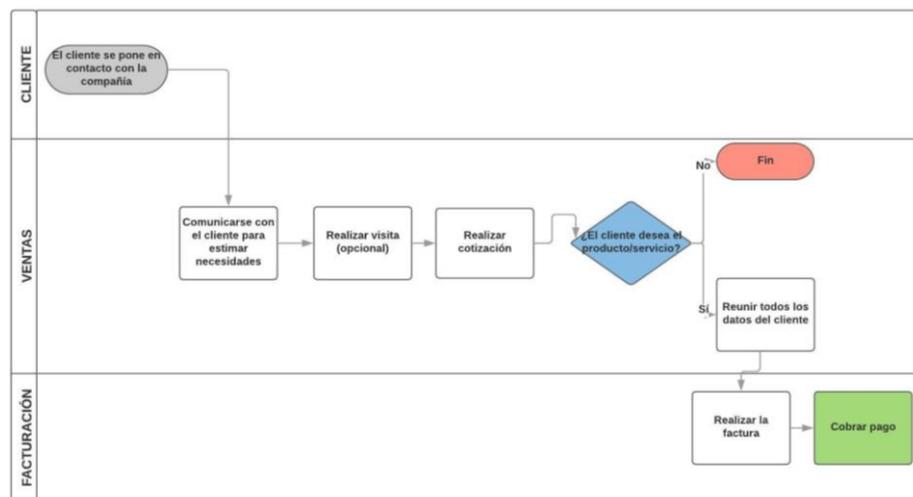
##### **4.1.1 Documentación del proceso de venta a un cliente.**

El proceso de venta es esencial e indispensable en la empresa. Que este proceso este claramente definido proporciona una mayor agilidad en el momento de respuesta al cliente. Los pasos definidos son:

1. El cliente se pone en contacto con la compañía para realizar una consulta o requerimiento a los ejecutivos de venta.
2. El ejecutivo de venta se comunica con el cliente para atender su requerimiento.
3. Se realiza una visita al lugar (oficina o lugar donde se requieren los equipos). Este paso es opcional, solo si el cliente lo requiere y/o el ejecutivo de venta lo cree pertinente.
4. Se realiza la cotización del producto o servicio.
5. El cliente responde si desea el producto o servicio. En esta instancia se dan negociaciones y se mejoran las condiciones de la cotización que el cliente requiera.

6. En el caso que el cliente acepte la propuesta, se solicitan los datos completos y documentación como RUC<sup>9</sup>, certificado de Representante Legal y copia de cédula. Caso contrario, el proceso termina en este paso.
7. Se realiza la guía de remisión para salida de los equipos y se realiza la factura correspondiente.
8. Se realiza la cobranza respectiva.

Ilustración 7 Proceso de Ventas



Fuente: Realizado por la autora

#### 4.1.2 Documentación del proceso de devolución de venta.

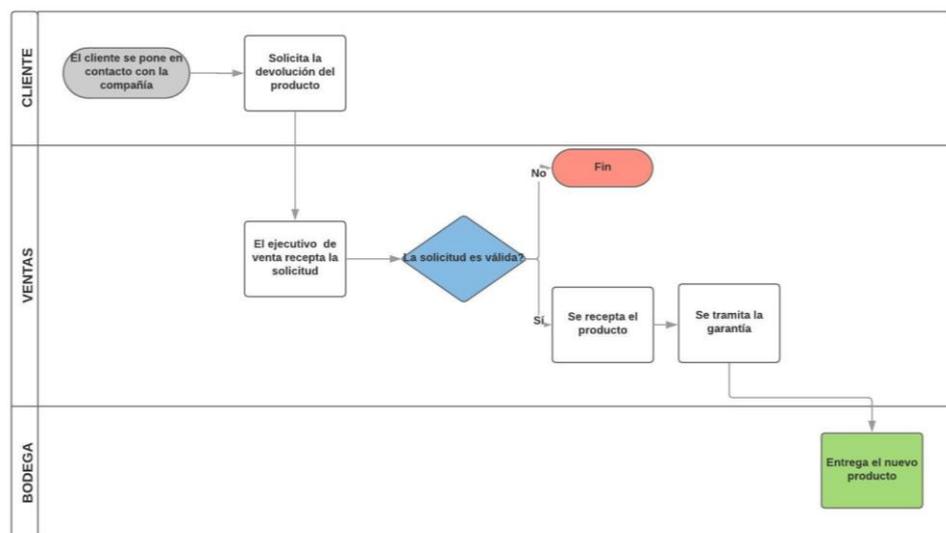
El proceso de devolución de venta es complementario al proceso de venta. Este proceso se genera en el momento que el cliente realiza devolución del equipo por defectuoso o porque no cumple con las características técnicas que se solicitaron. No se aceptan devoluciones por ningún otro motivo y debe estar aprobado por la jefatura de ventas. Los pasos definidos son:

1. El cliente se pone en contacto con la compañía para realizar la consulta sobre la devolución a los ejecutivos de venta.

<sup>9</sup> Registro Único de Contribuyentes

2. El ejecutivo de venta acepta la solicitud y verifica si es válida o no lo es.
3. Si la devolución es válida, la aprueba el jefe de ventas y se procede a aceptar el producto defectuoso y/o incorrecto.
4. Se tramita la garantía del producto con el documento interno. (Ver anexo C)
5. La bodega entrega el producto sustituto de la devolución al cliente con su respectiva guía de remisión.

**Ilustración 8 Proceso de Devolución de Ventas**



Fuente: Realizado por la autora

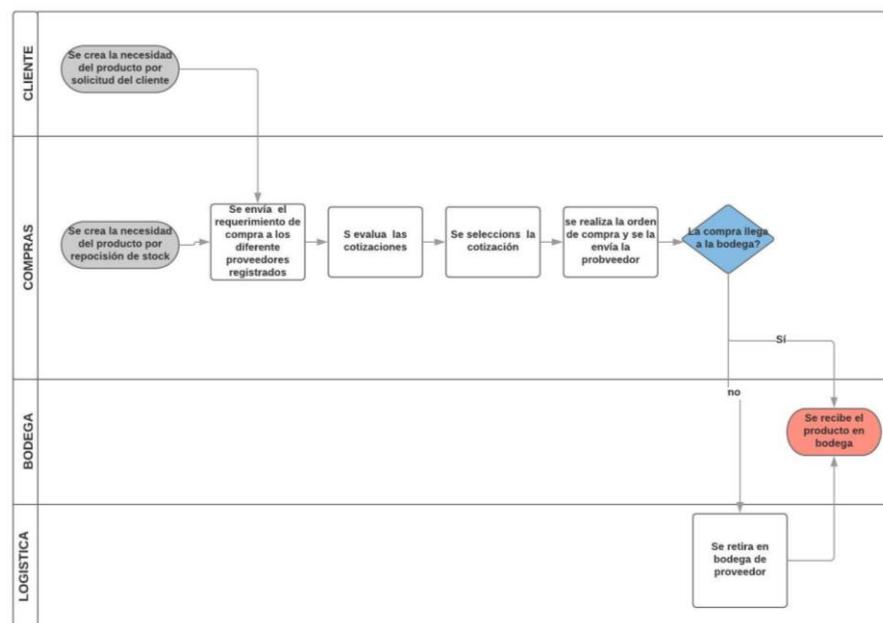
#### 4.1.3 Documentación del proceso de Compra

El proceso de compra es esencial e indispensable en la empresa. Este proceso permite tener el stock suficiente en bodega para atender los requerimientos de los clientes. Los pasos definidos son:

1. Se crea la necesidad del producto por solicitud del cliente o por reposición de *stock*.
2. Se envía el requerimiento de compra al banco de proveedores a fines a los productos que se están solicitando. (mínimo 2 proveedores)

3. Se receiptan las cotizaciones y se las evalúa en diferentes aspectos: Precio, Condiciones de pago, Condiciones de entrega, etc.
4. Se selecciona la cotización que resulte más factible por parte del departamento de compras.
5. Si la compra no llega directamente a bodega se la programa en la ruta logística para retirarla.
6. Se receipta la mercadería comprada en la bodega y la persona responsable de la bodega verifica que la mercadería que llega coincida con la guía de remisión.

**Ilustración 9 Proceso de Compra**



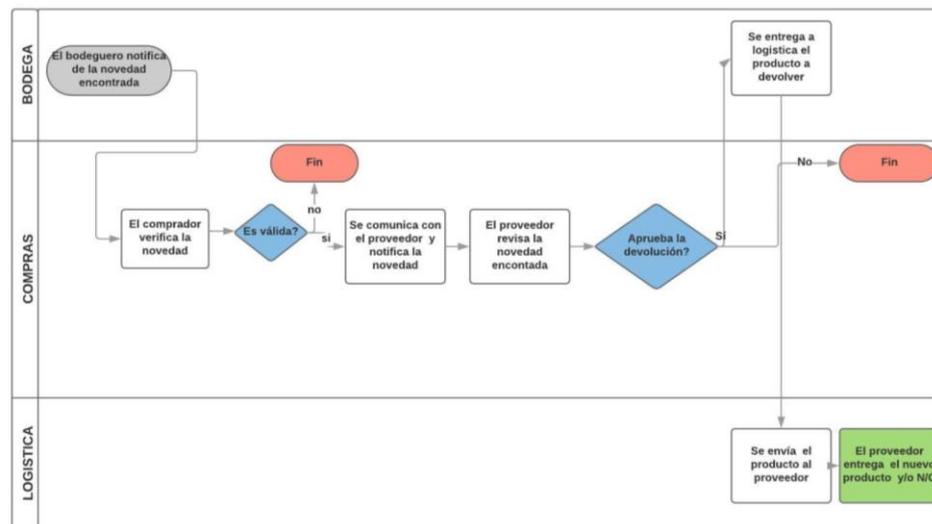
Fuente: Realizado por la autora

#### **4.1.4 Documentación del proceso de devolución de compra**

El proceso de devolución de compra es complementario al proceso de compra. Este proceso se genera en el momento que se genera una incongruencia en la negociación pactada entre lo solicitado por el departamento de compras y lo recibido por el departamento de bodega. Los pasos definidos son:

1. El responsable de bodega notifica la novedad encontrada al comprador.
2. El comprador revisa la novedad y la valida.
3. Si es afirmativa se pone en contacto con el proveedor vía correo electrónico y comunica la novedad. Caso contrario, ahí termina el proceso.
4. El proveedor revisa la novedad y si aprueba la devolución, se envía el producto para el respectivo trámite. Caso contrario, ahí termina el proceso.
5. El proveedor hace la entrega del producto sustituto o la nota de crédito.

**Ilustración 10 Proceso de devolución de venta**



Fuente: Realizado por la autora

## 4.2 DISEÑO DE LA RUTA LOGÍSTICA ÓPTIMA UTILIZANDO EL MODELO VRPTW.

El modelo clásico del problema de ruteo vehicular conocido como VRP (vehicle route problem), describe el diseño de rutas donde a partir de un depósito del que sale cada vehículo y al que tiene que regresar, luego de visitar una sola vez a los clientes para

satisfacer su demanda conocida, sin violar las restricciones de capacidad de carga de los vehículos, distancia máxima recorrida por éstos, y respetando el horario de trabajo: todo ello con el fin de buscar el costo mínimo. (UNION SOLUTIONS , 2016)

Las aplicaciones informáticas o software para el diseño de rutas se derivan de modelos VRP que atienden diferentes necesidades, e incluyen diversas restricciones o condiciones operativas impuestas por la dinámica de los mercados. Esto ha dado como resultado la modelación de diferentes variantes del problema clásico de ruteo (VRP), de las cuales se utilizará el siguiente:

#### **VRP con ventanas de tiempo (VRPTW).**

Plantea que cada cliente tiene que ser atendido de manera obligada dentro de un cierto horario o “ventana de tiempo” específico.

De acuerdo con el problema de ruteo que presenta la empresa, se ha determinado que este modelo VRPTW es el mejor para modelar la situación actual y optimizar la rutas que se deben realizar.

Para ello el primer paso es determinar los costos logísticos de la flota que tiene actualmente la empresa.

#### **4.2.1 Costos logísticos**

Los costos logísticos están compuestos por los costos fijos más los costos variables.

En el caso de la empresa tiene una flota de 3 camiones de 1,5 toneladas para realizar sus rutas.

En la tabla se detalla que el costo fijo total diario por cada unidad en un horario de lunes a sábado es \$48, mientras que si estuviera de lunes a viernes el costo fijo total diario es de \$58.

En este rubro está incluido el sueldo del chofer, la depreciación del vehículo, la matrícula, el valor del seguro y el mantenimiento predictivo. (Ver Anexo D)

Como la empresa atiende de lunes a sábado, se tomará como referencia el costo total diario de \$48.

Por otro lado, el costo variable por cada unidad es de \$0,096 USD/km. En el cual está incluido el combustible, las baterías, las llantas y los mantenimientos que se realizan según el kilometraje del camión. (Ver Anexo D)

**Tabla 5 Resumen de costos logísticos**

Rubro	Und.	Camión 1.5 TM
<b>FIJO</b>		
Costo total diario	USD (L-S)	\$ 48
Costo total diario	USD (L-V)	\$ 58
<b>VARIABLE</b>		
Total Costo Variable	USD/Km	0,096

*Fuente: Realizado por la autora*

#### **4.2.2 Modelo VRPTW**

En este modelo se plantea la optimización de rutas para distribuir la mercadería a los clientes finales.

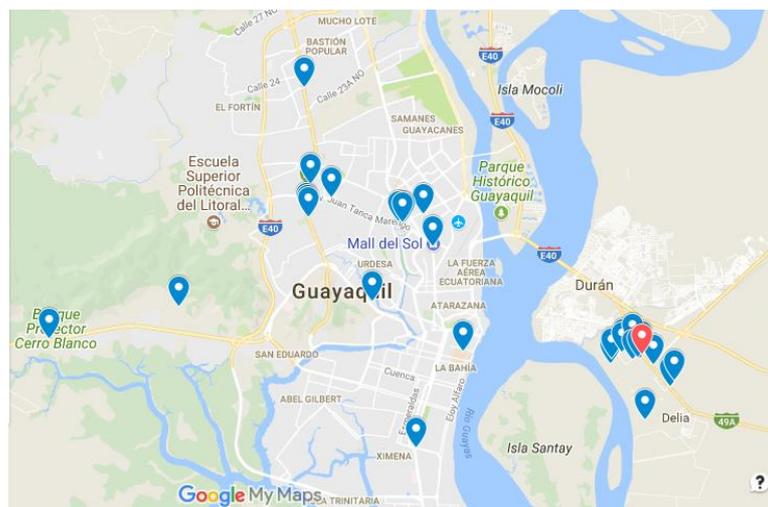
Actualmente la empresa realiza una planificación empírica y no cuentan con programación alguna.

La propuesta que se plantea es realizar un cronograma de entregas de toda la semana dirigiéndose a los puntos y con la finalidad de optimizar tiempo y recursos.

Las restricciones con las que cuenta la empresa son las siguientes:

- Horario de trabajo: De lunes a viernes de 8:00 a 17:00. Sábados de 8:00 a 12:00.
- La empresa posee 2 camiones de 1,5 toneladas, de los cuales, uno está destinado a las actividades de servicio en los proyectos y uno para entregar productos a los clientes.
- Durante la semana se deben visitar a todos los clientes para entregar mercadería al menos una vez. (ver Anexo E)
- Se tienen dos rutas por día: una de 8:00 a 12:00 y otra de 13:00 a 17:00.
- La capacidad máxima de carga es de 3 toneladas diarias. (1,5 toneladas en cada recorrido).
- El mapa de la ubicación geográfica de los clientes se puede visualizar en la *ilustración 11*.

**Ilustración 11 Distribución geográfica de los clientes.**



*Fuente: Realizado por la autora con la herramienta Google Maps*

Se puede notar una concentración acentuada de los clientes en el área de Durán; no obstante, se tienen clientes importantes en la ciudad de Guayaquil con una dispersión notable.

### **4.3 UNA FORMULACIÓN UNIFICADA PARA EL VRP Y EL ALGORITMO DE SOLUCIÓN**

El campo de la investigación de VRP es maduro y se han desarrollado muchos algoritmos de solución. El algoritmo heurístico más conocido es posiblemente el algoritmo de ahorro (Clarke y Wright, 1964). Se han propuesto muchos algoritmos metaheurísticos en la última década, siendo los más exitosos la Búsqueda adaptativa de barrios grandes (Pisinger y Ropke, 2007), Búsqueda local iterada (Subramanian et al., 2010) y Algoritmos genéticos (Vidal et al., 2014). En el resto de esta sección proporcionamos una formulación unificada para el VRP que abarca todas las variantes del VRP que VRP Spreadsheet Solver puede manejar, el pseudocódigo del algoritmo de solución metaheurística implementado con VRP Spreadsheet Solver, los detalles de cómo se manejan las soluciones no factibles y los resultados computacionales de nuestro algoritmo en instancias de referencia.

#### **4.3.1 Una formulación unificada para el VRP**

Primero proporcionamos la notación que usaremos para establecer la formulación. Vamos a definir el conjunto de vértice  $V_D$  para contener el depósito (s),  $V_C$  para contener a los clientes,  $V = V_D \cup V_C$ . Además, definimos  $V_M \subseteq V_C$  como el conjunto de clientes que deben visitarse. Dejar  $G = (V, A)$  ser la red dirigida completa en la cual resolveremos el VRP. Definimos el beneficio de dar servicio a un cliente  $i \in V_C$  como  $p_i$ , la cantidad de servicio de transporte para el cliente como  $q_i$ , la cantidad servicio de entrega como  $\hat{q}_i$ , y el tiempo de servicio requerido por el cliente como  $s_i$ . Además, definimos el intervalo de tiempo para el cliente

como  $[a_i, b_i]$ . Tenga en cuenta que también hay un intervalo de tiempo para cada vértice de depósito.

Vamos a denotar el conjunto de vehículos como  $K$ , y definir para cada vehículo  $k \in K$  el depósito de origen del vehículo como  $o^k \in V_D$ , el tiempo de inicio de trabajo del vehículo como  $\tau^k$ , el costo fijo de usar el vehículo como  $f^k$  la capacidad del vehículo como  $Q^k$ , el límite de distancia como  $D^k$ , el límite de tiempo de conducción como  $\widehat{D}^k$ , el límite de tiempo de trabajo como  $W^k$ , y el depósito de retorno del vehículo como  $r^k$ . Asociado con cada arco  $(i, j) \in A$ , existe una distancia  $d_{ij}$  y duración de conducción  $\hat{d}_{ij}$ . Además, para cada vehículo  $k \in K$ , hay un costo de viaje  $c_{ij}^k$  en arco  $(i, j)$ .

A continuación, presentamos los parámetros relacionados con las restricciones operacionales. Definamos que  $\Omega$  es igual a 1 si los vehículos tienen que regresar a sus depósitos de retorno especificados y 0 en caso contrario. De manera similar, definamos que  $\beta$  sea 1 si hay una restricción de *backhaul*, y 0 en caso contrario. Además, definimos que  $\Theta$  es igual a 1 si las ventanas de tiempo se pueden violar a costa de una penalización  $\Gamma$  por unidad de tiempo, y 0 en caso contrario.

Ahora estamos listos para definir las variables de decisión. Dejar  $x_{ij}^k$  igual a 1 si el vehículo  $k$  atraviesa el arco  $(i, j)$  y 0 en caso contrario. Además, deja  $y_i^k$  igual a 1 si el vehículo  $k$  visita y sirve el vértice  $i$ , y 0 en caso contrario. La cantidad del artículo de recogida y el producto de entrega transportado por el vehículo  $k$  en el arco  $(i, j)$  se define como  $w_{ij}^k$  y  $z_{ij}^k$ , respectivamente. Nosotros también definimos  $t_i^k$  como el momento en que el vehículo  $k$  llega al vértice  $i$ , y  $v_i$  como la cantidad de violación de la ventana de tiempo del vértice  $i$ . La formulación para el VRP unificado es entonces:

$$\text{Maximizar} \quad \sum_{i \in V_C} \sum_{k \in K} p_i y_i^k - \sum_{(i,j) \in A} \sum_{k \in K} c_{ij}^k x_{ij}^k - \sum_{j \in V_C} \sum_{k \in K} f^k x_{o^k,j}^k - \Pi \sum_{i \in V} v_i \quad (1)$$

$$\text{Sujeta a:} \quad \sum_{k \in K} y_i^k = 1 \quad \forall i \in V_M, \quad (2)$$

$$\sum_{k \in K} y_i^k \leq 1 \quad \forall i \in V_C \setminus V_M, \quad (3)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} x_{ij}^k \leq \sum_{j \in V \setminus \{i\}} x_{ji}^k \quad \forall j \in V_C, k \in K, \quad (4)$$

$$\sum_{p \in S, q \in V \setminus S} x_{pq}^k \geq y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K, S \subset V : o^k \in S, i \in V \setminus S, \quad (5)$$

$$\sum_{p \in S, q \in V \setminus S} x_{pq}^k \geq \Omega y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K, S \subset V : i \in S, r^k \in V \setminus S, \quad (6)$$

$$\sum_{j \in V_C} x_{o^k,j}^k \leq 1 \quad \forall k \in K, \quad (7)$$

$$\sum_{k \in K} x_{ij}^k \leq 1 - \beta \quad \forall (i,j) \in A : q_i > 0 \text{ and } \hat{q}_j > 0 \quad (8)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} w_{ij}^k - \sum_{j \in V \setminus \{i\}} w_{ji}^k = q_i y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K, \quad (9)$$

$$\sum_{i \in V_C} w_{i,r^k}^k = \sum_{j \in V_C} q_j y_j^k \quad \forall k \in K, \quad (10)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} z_{ji}^k - \sum_{j \in V \setminus \{i\}} z_{ij}^k = \hat{q}_i y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K, \quad (11)$$

$$\sum_{i \in V_C} z_{o^k,j}^k = \sum_{i \in V_C} \hat{q}_i y_i^k \quad \forall k \in K, \quad (12)$$

$$t_i^k + (\hat{d}_{ij} + s_i) x_{ij}^k - W^k (1 - x_{ij}^k) \leq t_j^k \\ \forall (i, j) \in A : j \in V_C, k \in K, \quad (13)$$

$$a_i \leq t_i^k \leq b_i - s_i + v_i \quad \forall i \in V_C, k \in K, \quad (14)$$

$$v_i \leq M \cdot \Theta \quad \forall i \in V_C, \quad (15)$$

$$t_{o^k}^k = \tau^k \quad \forall k \in K, \quad (16)$$

$$t_i^k + (s_i + \hat{d}_{ij}) x_{i,r^k}^k \leq b_{r^k} + v_{r^k} + M(1 - \Omega) \\ \forall (i, j) \in A : i \in V_C, k \in K, \quad (17)$$

$$w_{ij}^k + z_{ij}^k \leq Q^k x_{ij}^k \quad \forall (i, j) \in A, k \in K, \quad (18)$$

$$\sum_{(i,j) \in A} d_{ij} x_{ij}^k \leq D^k \quad \forall (i, j) \in A, k \in K, \quad (19)$$

$$\sum_{(i,j) \in A} \hat{d}_{ij} x_{ij}^k \leq \widehat{D}^k \quad \forall (i,j) \in A, k \in K, \quad (20)$$

$$\sum_{i \in V_C} s_i y_i^k + \sum_{(i,j) \in A} \hat{d}_{ij} x_{ij}^k \leq W^k \quad \forall (i,j) \in A, k \in K, \quad (21)$$

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\} \quad \forall (i,j) \in A, k \in K, \quad (22)$$

$$y_i^k \in \{0, 1\} \quad \forall i \in V_C, k \in K, \quad (23)$$

$$v_i \geq 0 \quad \forall i \in V_C, \quad (24)$$

$$w_{ij}^k \geq 0 \quad \forall (i,j) \in A, k \in K, \quad (25)$$

$$z_{ij}^k \geq 0 \quad \forall (i,j) \in A, k \in K. \quad (26)$$

La función objetivo (1) maximiza la ganancia total recaudada menos el costo de viaje de los vehículos, el costo fijo de uso de vehículos y la multa por violar las ventanas de tiempo. Primero establecemos las restricciones que establecen las reglas de visita para los clientes por parte de los vehículos. Restricción (3) impone una visita a los clientes que deben visitarse, y la restricción (2) garantiza que cada cliente sea visitado como máximo una vez. El conjunto de restricciones (4) es una forma débil de las restricciones de conservación de flujo bien conocidas, que requieren un flujo de entrada si hay un flujo de salida, y acomoda las variantes de VRP en las que el vehículo no

tiene que regresar a su depósito. Las restricciones (5) proporcionan la conectividad entre el depósito de origen del vehículo  $k$  y los clientes visitados por este vehículo, y las restricciones (6) dictan que el vehículo regrese a su depósito si es necesario. Las restricciones (7) establecen que cada vehículo se puede usar a lo sumo una vez, mientras que la restricción de retroceso se impone mediante la restricción (8) .

A continuación, presentamos las restricciones que establecen los requisitos del cliente. La conservación del flujo para el producto de recolección es proporcionada por las restricciones (9) y (10) . De manera similar, la conservación del flujo para el producto de entrega es proporcionada por las restricciones (11) y (12) . La restricción (13) está formulada en base a las restricciones de eliminación de las sutilezas Miller-Tucker-Zemlin ( Miller et al., 1960 ) y proporcionan el marco para las ventanas de tiempo. Los límites inferior y superior de la ventana de tiempo para cada cliente, y la variable para dar cuenta de la violación se establecen en las restricciones (14) y (15) .

El conjunto final de restricciones establece las restricciones relacionadas con los vehículos. Las restricciones (16) y (17) establecen el inicio del tiempo de trabajo para el vehículo  $k$  y aseguran que el vehículo regrese a su depósito a tiempo si es necesario. Restricción (18) prohíbe la violación de las capacidades del vehículo. Las Restricciones (19) - (21) establecen los límites de distancia, tiempo de conducción y tiempo de trabajo para cada vehículo, respectivamente. Finalmente, las restricciones (22) - (26) son restricciones de integralidad y no negatividad.

Hasta el momento, no ha habido ningún intento de formular un VRP con todas las restricciones indicadas anteriormente. Aunque la formulación se puede resolver de manera óptima solo para casos pequeños, define el problema con precisión, demuestra su

complejidad y servirá como una formulación de referencia para los estudios futuros sobre el VRP.

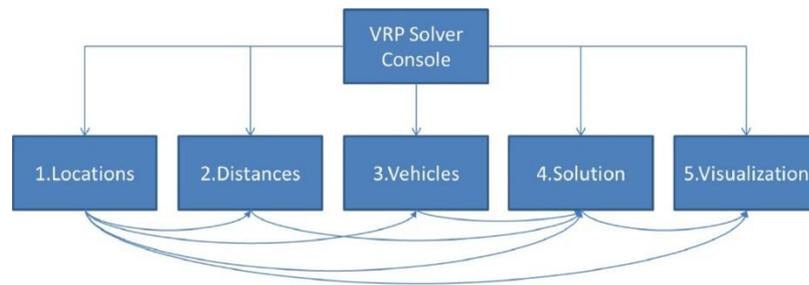
#### **4.3.1.1 VRP Spreadsheet Solver como herramienta de optimización.**

VRP Spreadsheet Solver puede resolver más de 64 variantes del VRP, basado en características relacionadas con visitas selectivas a clientes, recogidas y entregas simultáneas, ventanas de tiempo, composición de la flota, restricción de distancia y el destino final de los vehículos. Algunas de estas variantes son relevantes en la práctica, pero no han sido formalmente estudiadas. VRP Spreadsheet Solver puede por lo tanto proporcionar un punto de partida y un resultado de referencia para futuros estudios sobre tales problemas. (Science Direct, 2017)

#### **4.3.1.2 Estructura de VRP Spreadsheet Solver**

VRP Spreadsheet Solver mantiene los datos sobre los elementos de un VRP en hojas de trabajo separadas y adopta un flujo incremental de información. Inicialmente, el libro solo contiene la hoja de trabajo llamada VRP Solver Console. Las hojas de trabajo restantes, *1.Locations*, *2.Distances*, *3.Vehicles*, *4.Solution* y *5.Visualization*, se generan en la secuencia indicada por sus índices. La *ilustración 12* representa el flujo de información entre las hojas de cálculo, donde las flechas indican la dependencia de una hoja de trabajo en otra hoja de trabajo.

**Ilustración 12 Estructura de hoja de cálculo de VRP Spreadsheet Solver.**



*Fuente: Science Direct, 2017*

Para guiar al usuario sobre las celdas de una hoja de cálculo para trabajar, se ha adoptado el siguiente esquema de colores. Las celdas con un fondo negro son establecidas por las hojas de trabajo y no deben modificarse. Las celdas con fondo verde son parámetros o decisiones que debe establecer el usuario. Las celdas con un fondo amarillo deben ser calculadas por las hojas de cálculo, pero el usuario puede editarlas para el análisis. Las celdas con un fondo naranja indican una advertencia, por ejemplo, un vehículo que llega antes del comienzo de la ventana de tiempo de un cliente. Las celdas con un fondo rojo indican un error, por ejemplo, un vehículo que viola la restricción de capacidad. Las hojas de trabajo que se describen a continuación utilizan este esquema de color.

A continuación, se presenta el modelo VSPTW detallado en el siguiente procedimiento a través de la herramienta *VRP Spreadsheet Solver* en cinco pasos:

### **Paso 1: Consola**

Esta hoja de trabajo almacena y proporciona información al resto de las hojas de trabajo. Contiene varios parámetros relacionados con el tamaño de la instancia que se está resolviendo y sus características, que incluyen la cantidad de depósitos y clientes, el número de tipos de vehículos y el ancho de las ventanas de tiempo. Además, el usuario puede establecer las opciones sobre

la recuperación de datos GIS, y el tiempo que el usuario le permite al solucionador trabajar en el problema.

Se debe colocar información como: el número de depósitos que hay (bodega principal), el número de cliente, la forma de medir las distancias entre los lugares (con tráfico, en tiempo real), el tipo de vehículos que en este caso colocamos 2 debido a que tiene 2 rutas (en la mañana y en la tarde), condiciones adicionales como, por ejemplo: si los vehículos retornan a la bodega principal luego del recorrido. Adicionalmente, las opciones para ejecución y visualización del modelo.

**Ilustración 13 Paso 1- Consola de VRPTW solver**

Sequence	Parameter	Value	Remarks
0.Optional - GIS License	Bing Maps Key	AlliD4ObjxApqt1nRRMCy1G5Ce	You can get a free key at <a href="https://www.bingmapsportal.com/">https://www.bingmapsportal.com/</a>
1.Locations	Number of depots	1	[1,20]
	Number of customers	9	[5,200]
2.Distances	Distance / duration computation	Bing Maps driving distances (km)	Recommendation: use postcodes for addresses
	Bing Maps route type	Fastest - Real Time Traffic	Recommendation: use Fastest
	Average vehicle speed		Not used for the 'Bing Maps driving distances' options
3.Vehicles	Number of vehicle types	2	Heterogeneous VRP if greater than 1
4.Solution	Vehicles must return to the depo	Yes	Open VRP if no return
	Time window type	Hard	
	Backhauls?	No	If activated, delivery locations must be visited before pickup location
5.Optional - Visualization	Visualization background	Bing Maps	
	Location labels	Location IDs	
6.Solver	Warm start?	Yes	
	Show progress on the status bar?	Yes	May slow down the optimization algorithm
	CPU time limit (seconds)	10	Recommendation: At least 60 seconds

Fuente: Realizado por la autora

## Paso 2: Localizaciones

Los detalles sobre las ubicaciones, incluidos sus nombres, direcciones, coordenadas, ventanas de tiempo y los requisitos del servicio de recogida y entrega, se guardan en esta hoja de trabajo. Las coordenadas pueden ingresarse manualmente, o copiarse y pegarse desde una fuente externa, o rellenarse utilizando el servicio web GIS en función de las direcciones ingresadas por el usuario. Es una buena práctica proporcionar un

código postal con cada dirección, ya que las direcciones imprecisas pueden corresponder a puntos inalcanzables, por ejemplo, la dirección de un parque se resuelve en medio de un lago. Es posible prohibir que los vehículos visiten a ciertos clientes utilizando las opciones de esta hoja de trabajo, para un análisis rápido de "y si" sin modificación de datos.

Se colocan los parámetros de las ubicaciones del depósito y los clientes (coordenadas). Además, se colocan las restricciones de estos como horario, montos promedio de envío en peso y si deben ser visitados estrictamente en la semana.

**Ilustración 14 Paso 2- Ubicación y restricciones de los clientes**

Loc Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end	Must be visited?	Service time	Pickup	Delivery	Profit
0 Depot		-2,1918590	-79,8241990	08:00	17:00	Starting location	0:20	0	0,0	0
1 Jorchu		-2,1935900	-79,8274710	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,5	13,4
2 Rodetti		-2,1930750	-79,8256250	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,2	4,3
3 Agripac		-2,1934610	-79,8343270	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,4	11,0
4 Inprosa		-2,1913600	-79,8307970	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,4	9,6
5 Inmetsur		-2,1953480	-79,8205940	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,3	6,5
6 Senefelder		-2,1886480	-79,8273850	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,2	3,8
7 Procarsa		-2,2026410	-79,8149220	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,3	8,3
8 Gisis 4,5		-2,1949300	-79,8344340	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,2	4,4
9 Gisis 6,5		-2,2134760	-79,8231010	8:00:00	17:00:00	Must be visited	0:20	0	0,3	8,3

Fuente: Realizado por la autora

### Paso 3: Distancias

Esta hoja de trabajo contiene las distancias y duraciones de viaje entre cada dos puntos que se especifican en la hoja de trabajo 1.Locations. Al momento de escribir estas líneas, usar el servicio web GIS para poblar las distancias y las distancias de conducción toma aproximadamente 5 minutos para 50 ubicaciones y 45 minutos para 150 ubicaciones. La cantidad de ubicaciones para las que se puede calcular la matriz de distancia está limitada por el servicio web GIS y el tipo de acceso que el usuario tiene para él. *VRP Spreadsheet Solver* proporciona una estimación del

tiempo requerido para este paso simplemente multiplicando el número de entradas en la matriz de distancia por un factor de 0.1 s.

El parámetro sobre el tipo de ruta (más corto o más rápido) es crucial. La elección de la ruta más corta generalmente encuentra rutas que pasan por los centros de las ciudades, que están sujetos a estrictos límites de velocidad y tráfico pesado. Por lo tanto, usar la ruta más rápida suele ser una mejor opción para operaciones de entrega a larga distancia. Por otro lado, las rutas más rápidas pueden terminar usando carreteras periféricas de la ciudad con demasiada frecuencia, en consecuencia, las rutas más cortas pueden ser más adecuadas para las empresas que realizan operaciones de entrega dentro de la ciudad. También es posible recuperar duraciones de conducción en tiempo real basadas en el tráfico, que se calcula y proporciona por el servicio web GIS. El usuario puede prohibir que los vehículos viajen entre dos ubicaciones determinadas al establecer manualmente la distancia relevante a un valor alto.

Se ejecuta esta parte del modelo y como resultado te muestra las distancias de un punto a otro y el tiempo promedio de movilizarte de una ubicación a otra en las vías de acceso predeterminadas en las ciudades.

**Ilustración 15 Paso 3- Distancia y tiempo de un punto a otro.**

From	To	Distance	Duration
Depot	Depot	0,00	0:00
Depot	Jorchu	0,48	0:03
Depot	Rodetti	0,29	0:02
Depot	Agripac	1,52	0:06
Depot	Inprosa	1,07	0:04
Depot	Inmetsur	0,50	0:00
Depot	Senefelder	0,59	0:01
Depot	Procarsa	1,58	0:01
Depot	Gisis 4,5	1,67	0:07
Depot	Gisis 6,5	4,08	0:13

*Fuente: Realizado por la autora*

### **Paso 4: Vehículos**

Los datos sobre los tipos de vehículos se guardan en esta hoja de trabajo. El usuario puede establecer la cantidad de vehículos de cada tipo que se guardan en cada depósito. Los datos incluyen parámetros de costos tales como el costo por unidad de distancia y el costo por viaje, así como los parámetros operacionales, por ejemplo, el depósito, la capacidad, el límite de tiempo de conducción y el límite de distancia del vehículo. Solo existe un parámetro de capacidad, que puede corresponder a la capacidad de peso de los camiones en el caso de una operación de excavación, la capacidad volumétrica de los camiones cisterna en el caso del transporte de petróleo o el número máximo de pasajeros en el caso del enrutamiento del autobús escolar.

**Ilustración 16 Paso 4- Restricciones de transporte**

Starting Depot	Vehicle type	Capacity	Fixed cost per trip	Cost per unit distance	Distance limit	Work start time	Driving time limit	Working time limit	Return depot	Number of vehicles
T1		1,5	24,00	0,10	560,00	08:00	4:00	12:00	Depot	1
T2		1,5	24,00	0,10	560,00	13:00	4:00	17:00	Depot	1

*Fuente: Realizado por la autora*

### **Paso 5: Solución**

Esta hoja de trabajo se genera para contener la lista de paradas para cada vehículo especificado en 3. Vehículos, y usa la información en 1. Ubicaciones para conocer los tiempos de servicio y los montos de recolección / entrega, así como también la distancia y duración en 2. *Distancias* para calcule los tiempos de salida / llegada del costo de viajar entre clientes. La hoja de trabajo calcula la ganancia neta en lugar del costo, para acomodar variantes del VRP que acumula ganancias cuando los clientes son visitados selectivamente. Esta hoja de trabajo contiene una serie de características de formato condicional que están diseñadas para identificar visualmente soluciones no factibles y facilitar la construcción manual de soluciones. Por

ejemplo, un vehículo que excede su capacidad o límite de distancia, o un cliente que se visita fuera de su ventana de tiempo se resaltan en rojo. También es posible copiar y pegar listas de clientes entre rutas de vehículos con el fin de modificar manualmente las rutas.

Se ejecuta el modelo completo y muestra las soluciones propuestas por la macro. Con estos datos se puede analizar el contexto y emitir conclusiones y recomendaciones.

Por ello, luego de ejecutar el modelo definido en la herramienta anterior se obtienen los siguientes resultados:

Se define el siguiente cronograma de entregas validado con la herramienta VRSTW y consensuado con los clientes previamente.

**Tabla 6 Cronograma de entrega de mercadería a los clientes.**

LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Depot	Depot	Depot	Depot	Depot	Depot
Sylvania	Jorchu	Calcareos	Cedal	Jorchu	Sumelec
Inselec	Rodetti	Balnova	Plaza Sai Bab	Rodetti	Kitton
Maquinarias Henriquez	Agripac	Songa	Mexichem	Agripac	JNG
Precision	Inprosa	Sumelec	Carvajal	Inprosa	Gisis 4,5
Electroleg Via a Daule	Inmetsur	Kitton	Imbalnor	Inmetsur	Gisis 6,5
La casa del cable	Senefelder	Evergreen		Senefelder	Agripac
Sumelec	Procarsa	Electroleg		Procarsa	Inprosa
Kitton	Gisis 4,5	JNG		Gisis 4,5	
Evergreen	Gisis 6,5	Plaza Garzota		Gisis 6,5	
Electroleg				Alimentsa	
JNG					
Plaza Garzota					

*Fuente: Realizada por la autora*

De acuerdo con el cronograma (tabla 6), se definen los clientes que se visitarán en los días establecidos con la mercadería solicitada.

Se ha definido un beneficio económico de la optimización de estas rutas en comparación a lo que se venía generando en costos actualmente mediante la maximización de beneficio semanal. A continuación, los resultados de los reportes.

**Tabla 7 Optimización de rutas. Lunes.**

Total net profit: **47,72**

Vehicle:	V1 (T1)	Stops:	8	Net profit:	23,45			
Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		08:00	0:00	0	1,48
1	Plaza Garzota	12,10	0:15	08:15	08:35	0:35	3,784508572	1,37
2	Sumelec	13,10	0:18	08:38	08:58	0:58	18,18754128	0,96
3	JNG	13,17	0:18	08:58	09:18	1:18	21,56353201	0,87
4	Electroleg	15,96	0:22	09:22	09:42	1:42	27,51353201	0,7
5	Sylvania	17,30	0:24	09:44	10:04	2:04	35,41046941	0,47
6	Electroleg Via a Daule	21,47	0:31	10:11	10:31	2:31	43,81046941	0,23
7	Precision	31,41	0:48	10:48	11:08	3:08	51,86046941	0
8	Depot	45,89	1:08	11:28		3:28	51,86046941	0

Vehicle: V2 (T2) Stops: 6 Net profit: 24,27

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		13:00	0:00	0	1,49
1	Evergreen	14,70	0:20	13:20	13:40	0:40	2,968114406	1,41
2	Inselec	19,79	0:30	13:50	14:10	1:10	19,04294713	0,95
3	Maquinarias He	19,90	0:30	14:10	14:30	1:30	34,79294713	0,5
4	Kitton	24,32	0:40	14:40	15:00	2:00	51,04492253	0,04
5	La casa del cabl	28,59	0:49	15:09	15:29	2:29	52,30116136	0
6	Depot	42,01	1:05	15:45		2:45	52,30116136	0

Fuente: Realizado por la autora.

**Tabla 8 Optimización de rutas. Martes**

Total net profit: **20,24**

Vehicle:	V1 (T1)	Stops:	6	Net profit:	8,67			
Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		08:00	0:00	0	1,32
1	Rodetti	0,29	0:02	08:02	08:22	0:22	4,25	1,15
2	Gisis 4,5	1,59	0:08	08:28	08:48	0:48	8,626433573	0,97
3	Agripac	1,73	0:09	08:49	09:09	1:09	19,62643357	0,53
4	Inprosa	2,18	0:11	09:11	09:31	1:31	29,23209565	0,15
5	Senefelder	2,66	0:13	09:33	09:53	1:53	32,98209565	0
6	Depot	3,25	0:14	09:54		1:54	32,98209565	0

Vehicle: V2 (T2) Stops: 5 Net profit: 11,57

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		13:00	0:00	0	1,46
1	Inmetsur	0,50	0:00	13:00	13:20	0:20	6,504876755	1,2
2	Procarsa	1,53	0:01	13:21	13:41	0:41	14,75487675	0,87
3	Gisis 6,5	4,02	0:13	13:53	14:13	1:13	23,00487675	0,54
4	Jorchu	8,55	0:30	14:30	14:50	1:50	36,43198311	0
5	Depot	9,03	0:32	14:52		1:52	36,43198311	0

Fuente: Realizado por la autora.

**Tabla 9 Optimización de rutas. Miércoles**

Total net profit: **-4,28**

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
Vehicle: V1 (T1) Stops: 5 Net profit: 0,91								
0	Depot	0,00	0:00		08:00	0:00	0	1,35
1	Kitton	16,13	0:18	08:18	08:38	0:38	11,60855386	0,88
2	Calcareos	27,82	0:35	08:55	09:15	1:15	16,519492	0,69
3	Balnova	33,52	0:41	09:21	09:41	1:41	33,019492	0,03
4	Songa	65,03	1:26	10:26	10:46	2:46	33,72566148	0
5	Depot	91,82	2:06	11:26		3:26	33,72566148	0

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
Vehicle: V2 (T2) Stops: 6 Net profit: -5,19								
0	Depot	0,00	0:00		13:00	0:00	0	0,88
1	Plaza Garzota	12,10	0:15	13:15	13:35	0:35	2,703220409	0,77
2	Sumelec	13,10	0:18	13:38	13:58	0:58	12,95322041	0,36
3	JNG	13,17	0:18	13:58	14:18	1:18	15,56464236	0,25
4	Electroleg	15,96	0:22	14:22	14:42	1:42	19,81464236	0,08
5	Evergreen	19,09	0:27	14:47	15:07	2:07	21,93472407	0
6	Depot	32,52	0:46	15:26		2:26	21,93472407	0

Fuente: Realizado por la autora.

**Tabla 10 Optimización de rutas. Jueves**

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
Total net profit: 0,60								
Vehicle: V1 (T1) Stops: 5 Net profit: 5,41								
0	Depot	0,00	0:00		08:00	0:00	0	1,18
1	Plaza Sai Baba	0,13	0:01	08:01	08:21	0:21	3,981685292	1,02
2	Carvajal	0,23	0:01	08:21	08:41	0:41	9,345369779	0,81
3	Cedal	0,96	0:05	08:45	09:05	1:05	13,34536978	0,65
4	Mexichem	1,87	0:08	09:08	09:28	1:28	29,59536978	0
5	Depot	1,96	0:08	09:28		1:28	29,59536978	0

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
Vehicle: V2 (T2) Stops: 2 Net profit: -4,81								
0	Depot	0,00	0:00		13:00	0:00	0	0,96
1	Imbalnor	24,88	0:21	13:21	13:41	0:41	24	0
2	Depot	50,10	0:42	14:02		1:02	24	0

Fuente: Realizado por la autora.

**Tabla 11 Optimización de rutas. Viernes**

Total net profit: 26,14

Warning: Last solution returned by the solver does not satisfy all constraints.

Vehicle: V1 (T1) Stops: 5 Net profit: 13,99

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		08:00	0:00	0	1,53
1	Jorchu	0,48	0:03	08:03	08:23	0:23	13,42710635	0,99
2	Agripac	1,52	0:08	08:28	08:48	0:48	24,42710635	0,55
3	Inprosa	1,97	0:10	08:50	09:10	1:10	34,03276843	0,17
4	Rodetti	2,75	0:14	09:14	09:34	1:34	38,28276843	0
5	Depot	3,03	0:15	09:35		1:35	38,28276843	0

Vehicle: V2 (T2) Stops: 7 Net profit: 12,15

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		13:00	0:00	0	1,49
1	Inmetsur	0,50	0:00	13:00	13:20	0:20	6,504876755	1,23
2	Gisis 6,5	4,03	0:12	13:32	13:52	0:52	14,50487675	0,91
3	Alimentsa	6,84	0:26	14:06	14:26	1:26	20,93964037	0,66
4	Procarsa	7,21	0:28	14:28	14:48	1:48	29,18964037	0,33
5	Gisis 4,5	10,46	0:36	14:56	15:16	2:16	33,56607394	0,15
6	Senefelder	11,53	0:41	15:21	15:41	2:41	37,31607394	0
7	Depot	12,12	0:42	15:42		2:42	37,31607394	0

Fuente: Realizado por la autora.

Tabla 12 Optimización de rutas. Día: sábado

Total net profit: 26,65

Warning: Last solution returned by the solver does not satisfy all constraints.

Vehicle: V1 Stops: 8 Net profit: 26,65

Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Depot	0,00	0:00		08:00	0:00	0	2,3
1	Kitton	16,13	0:18	08:18	08:38	0:38	11,60855386	1,83
2	Agripac	32,58	0:42	09:02	09:22	1:22	22,60855386	1,39
3	Sumelec	47,07	1:04	09:44	10:04	2:04	32,85855386	0,98
4	JNG	47,15	1:04	10:04	10:24	2:24	35,46997581	0,88
5	Gisis 4,5	61,10	1:28	10:48	11:08	3:08	39,84640938	0,7
6	Inprosa	61,69	1:31	11:11	11:31	3:31	49,45207146	0,32
7	Gisis 6,5	66,84	1:47	11:47	12:07	4:07	57,45207146	0
8	Depot	70,89	2:01	12:21		4:21	57,45207146	0

Fuente: Realizado por la autora.

En los reportes que emite la herramienta *VRP Spreadsheet Solver* se puede analizar que los días de la semana están divididos en dos jornadas; y aunque algunas jornadas tienen beneficio negativo, en el panorama global de la semana, esos son los resultados óptimos.

A su vez, se debe tomar en cuenta que en la primera jornada del viernes y el sábado la restricción de intervalos de 20 minutos, que se consideró para efectos de carga y descarga, se deben acortar a 10 minutos para poder cumplir en el tiempo programado.

El beneficio logístico total por semana es de: \$90,42. Y si lo consideramos anual es de \$ 4701,84. (Ver tabla 13)

**Tabla 13 Resumen de la maximización de beneficio semanal**

<b>Días</b>	<b>Beneficio (\$)</b>
Lunes	\$ 42,72
Martes	\$ 20,24
Miércoles	\$ -4,28
Jueves	\$ 0,60
Viernes	\$ 26,14
Sábado	\$ 26,65
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 90,42</b>

*Fuente: Realizado por la autora.*

## **5. CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se han estructurado los procesos principales de la cadena de abastecimiento como lo son: las compras, devoluciones de compra, las ventas y las devoluciones de venta; mediante los diagramas de flujo.
- Se logró realizar el diagnóstico de la empresa con la herramienta FODA y se pudo detectar las debilidades de la empresa en el área logística y de procesos como falta de claridad en los procesos de compra y venta y, falta de organización de la ruta de transporte para retirar y entregar mercadería.
- El ordenamiento y claridad de los procesos de la cadena de abastecimiento, se traduce en optimización de tiempo y recursos económicos para la empresa. Además, contribuyen a un mejor clima laboral ya que no existen dudas en los alcances de cada procedimiento y las responsabilidades del personal.
- Se logró plasmar con la herramienta de diagrama de flujo de procesos, los eslabones básicos de la cadena de abastecimiento y así generar un estándar en el sistema logístico de la empresa.
- Mediante el modelo VRPTW con la herramienta *VRP Spreadsheet Solver*, se pudo diseñar el sistema de ruteo para la empresa y así optimizar el tiempo y los recursos económicos.

- Se logró evaluar el impacto de los costos logísticos a partir de los resultados generados por el modelo VRPTW y la matriz de costos logísticos del *anexo D*.
- Entre los beneficios económicos para la compañía, se logró realizar un cronograma de entregas semanales sin incurrir en horas extras del chofer. Se logró un beneficio económico semanal global de \$90,42, que al cabo de un año representan \$4.701,84.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Socializar los procedimientos realizados con todo el personal de la empresa a fin de que se conozca el correcto procedimiento para compras, ventas, devolución de compras y devolución de ventas. Se recomienda que se coloquen los diagramas de flujo en los puestos de trabajo de las personas involucradas.
- Georreferenciar todas las ubicaciones que tiene que visitar el equipo de transporte con el fin de tener ubicados todos los puntos a los que se podrían dirigir los choferes. Se recomienda colocar en la oficina logística un mapa del país con las georreferencias correspondientes.
- Implementar las rutas de transporte que se generaron a partir del modelo VRPTW con la herramienta *VRP Spreadsheet Solver* con el fin de optimizar las rutas y obtener los beneficios que genera la herramienta.
- Realizar cada seis meses una evaluación de su cadena de abastecimiento y con el equipo involucrado buscar mejoras para los procesos de la empresa.

- Se recomienda realizar fichas de procesos y desarrollo de indicadores.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- Arango Vieira, N. (1999). Organismos Internacionales de Normalización. En N. Arango Vieira, *Gestión de la Calidad* (págs. 88-91). Bogotá: ICONTEC.
- Ballou, R. (2004). Administración de la cadena de suministros. En R. Ballou, *Logística* (págs. 1-13). México: Pearson Educación.
- Ballou. (2004).
- Diario El Comercio. (21 de Noviembre de 2017). *El Comercio*. Obtenido de Actualidad-Negocios: <http://www.elcomercio.com/actualidad/empresas-ecuador-familia-manufactura-agricultura.html>
- Diario El Telégrafo. (28 de Mayo de 2018). El 41% de las industrias del país se desarrolla en Guayas. *Diario El Telégrafo*.
- EKOS Negocios. (14 de agosto de 2018). *Ekos*. Obtenido de Noticias empresariales: <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=4442>
- El Prisma. (29 de Octubre de 2011). *El Prisma*. Obtenido de El Prisma: [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/iso9000](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/iso9000)
- INFOMED . (28 de octubre de 2011). *PORTAL DE SALUD DE CUBA*. Obtenido de Origen y desarrollo de la ciencia e información : <http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci>
- INVEMAR. (27 de marzo de 2012). *INVEMAR*. Obtenido de INVEMAR: <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invernar>
- ISO. (2015). *Normas ISO 9001*.
- Mariño Navarrete, H. (2001). Concepto de procesos. En H. Mariño Navarrete, *Gerencia de Procesos* (pág. 12). Bogotá: AlfaOmega.
- Maynard, H. (1991). Diagrama de Procesos. En H. Maynard, *Manual de Ingeniería y organización industrial* (págs. 94-95). Bogotá: REVERTE COLOMBIANA S.A.
- Meindl, C. &. (2008).
- Norma Técnica Colombiana NTC. (2012). *ISO 9001 2000*. Bogotá: ICONTEC.
- Real Academia de la Lengua. (2001). *Diccionario*.
- Science Direct. (22 de Agosto de 2017). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054817300552>
- UNION SOLUTIONS . (22 de 08 de 2016). *UNIONSOLUTIONS NEWS*. Obtenido de UNIONSOLUTIONS NEWS: <https://unisolutionsnews.wordpress.com/2016/08/22/que-es-el-vrp-y-cuales-son-sus-variantes/>
- Universidad Veracruzana. (2003). Documentación de Procesos. En U. Veracruzana, *Manual de procesos* (págs. 1-10). Veracruz: USBI VER.

## ANEXO A

Tabla 14 Perfil de Capacidad Interna

PERFIL DE CAPACIDAD INTERNA PCI									
Factores	Fortalezas			Debilidades			Impacto		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B
<b>Capacidad técnica o tecnológica</b>									
No existe tratamiento de logística inversa dentro de la compañía						X			X
No se puede responder a un tiempo de entrega inferior a 2 horas si salen 3 pedidos simultáneos				X			X		
No se tiene planeación futura en el transporte					X			X	
El inventario que se muestra en la página web (internamente) no está actualizado.				X			X		
Sistema de información que guarda los datos de los clientes y proveedores	X						X		
Atención regular los sábados y atención personalizada en emergencias	X						X		
Ubicación de la empresa. Fácil acceso a vías rápidas	X						X		
No se guarda la información de los pedidos (zona de entrega, tiempo de entrega, cliente)				X			X		
El servicio por mostrador es lento.					X			X	
<b>Capacidad Financiera</b>									
No se tiene presupuesto para ventas y publicidad				X			X		
La planeación financiera no es clara desde el primer año de operación					X		X		
El domicilio no tiene ningún costo para el cliente dentro de la ciudad.	X						X		
El valor del inventario es de \$100000					X			X	
<b>Capacidad competitiva</b>									
De los clientes registrados en la página sólo el 20% realizaron compras en el mes de enero y 36% en el mes de diciembre					X			X	
Ser distribuidor directo de 2 grandes marcas en el mercado, con precios altamente competitivos.	X						X		
<b>Capacidad Directiva</b>									
Comunicación entre los colaboradores de la empresa		X						X	
Planeación en responsabilidad social						X		X	
Equipo de Profesionales con capacidad de resolución de problemas	X						X		

Fuente: Tabla realizada por la autora

## ANEXO B

Tabla 15 Perfil de Oportunidades y Amenazas

PERFIL DE OPORTUNIDADES Y AMENAZAS (POAM)									
Factores	Oportunidades			Amenazas			Impacto		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B
<b>Políticos</b>									
Los incentivos tributarios por crear empresas en lugares que no son las 3 ciudades mas importantes (Guayaquil, Quito y Cuenca)	X						X		
<b>Sociales</b>									
El crecimiento del 12,8% de las industrias en Durán	X						X		
Clientes insatisfechos con los tiempos de entrega in-situ		X						X	
El 41% de las industrias del país se desarrollan en la provincia del Guayas	X						X		
<b>Geográficos</b>									
Hora pico entre las 16:30 y las 19:00					X			X	
<b>Competitivos</b>									
Ser distribuidor directo de 2 grandes marcas en el mercado, con precios altamente competitivos.	X						X		

Fuente: Tabla realizada por la autora.

## ANEXO C

### Ilustración 17 Formato de Reclamo de Productos en Garantía (Anverso)

Anverso	
<b>RECEPCIÓN DE MATERIAL EN RECLAMO (RMR)</b>	
Comercial <input type="checkbox"/>	Proyectos <input type="checkbox"/>
Orden de Revisión N° <input type="text"/>	Responsable Revisión: _____
<b>Estimado Cliente!</b> <i>Para poder atender cualquier reclamo en un tiempo prudente necesitamos su colaboración. Favor llene esta hoja con los datos requeridos. Esto nos ayuda para poder determinar la falla y a la vez reclamar más acertado al fabricante.</i>	
Cliente : _____	Cliente final : _____
Fecha Compra a SIEMEN : _____	Fecha de Reclamo : _____
N° de Factura : _____	Teléfono Cliente Final : _____
Teléfono : _____	Fax Cliente Final : _____
Fax : _____	Persona de Contacto : _____
Dirección : _____	Dirección Cliente Final : _____
Persona de Contacto : _____	_____
Producto : _____	_____
N° de Serie : _____	_____
Primera puesta en marcha del equipo: Fecha: _____	
Existe protocolo: <input type="checkbox"/> (enviar copia)	NO <input type="checkbox"/>
1) ¿Cuándo se descubrió el problema?	
al recibir el material <input type="checkbox"/>	durante instalación <input type="checkbox"/>
durante ensayo/ensamble <input type="checkbox"/>	otras (por favor especificar): <input type="checkbox"/>
durante operación, <input type="checkbox"/>	_____
después de ___ 11 días de la instalación	_____
	_____
Descripción del problema o falla:	
_____	
_____	
_____	
2) Condiciones de funcionamiento: (Favor llenar los datos que vienen al caso!)	
¿Cuáles fueron los parámetros de funcionamiento?	
<input type="checkbox"/> Voltaje Fuerza _440VAC_	<input type="checkbox"/> Frecuencia _60Hz
<input type="checkbox"/> Voltaje Control ___24VDC___	<input type="checkbox"/> Temperatura Ambiente 18°C
<input type="checkbox"/> Gases, vibración, alta humedad.....etc.	<input type="checkbox"/> Temperatura del Aparato 25°C
<input type="checkbox"/> otras (por favor especificar): _____	<input type="checkbox"/> Corriente _____
Tipo de Arrancador: (Directo, EstrellaTriángulo, Variador, etc)	
_____	
Protección utilizada, modo de operación:	
_____	

Fuente: Realizada por la autora.

### Ilustración 18 Formato de Reclamo de Productos en Garantía (Reverso)



## ANEXO D

Tabla 16 Costos logísticos de la empresa

Rubro	Unidad	Camión 1,5 TM
<b>FIJO</b>		
<b>Chasis + Furgón</b>	<b>USD (compra)</b>	<b>\$ 13.000</b>
(a) Chasis	al año (vida util 5 años)	\$ 2.600
(b) Matrícula	al año (2,8% compra)	\$ 364
(c) Seguro	al año (4% compra)	\$ 520
<b>Baterías</b>	<b>USD (costo unit.)</b>	<b>\$ 120</b>
(d) Baterías	al año (vida util 1 año)	\$ 240
(e) Sueldo Chofer	al año	\$ 10.140
(f) Ayudante	al año	\$ -
(g) Lavado	al año	\$ 780
(h) Mant. Predictivo	al año (4% compra)	\$ 520
<b>Costo total anual</b>	<b>USD</b>	<b>\$ 15.164</b>
<b>Costo total diario</b>	<b>USD (L-S)</b>	<b>\$ 48</b>
<b>Costo total diario</b>	<b>USD (L-V)</b>	<b>\$ 58</b>

### VARIABLE

Diesel	USD/galón	1,04
Rendimiento	Km/galón	30
<b>(i) Costo Combustible</b>	<b>USD/Km</b>	<b>0,035</b>
Llantas (6 und)	USD/llanta	500
Rendimiento	Km/llanta	60000
<b>(j) Costo Llantas</b>	<b>USD/Km</b>	<b>0,050</b>
Cambio Aceite y Filtro	USD/cambio	50
Rendimiento	Km/cambio	5000
<b>(k) Costo Aceite y Filtro</b>	<b>USD/Km</b>	<b>0,010</b>
Resto de Mantenim.	1% compra	130
Rendimiento	Cada 120K	120000
<b>(l) Costo Resto Manten.</b>	<b>USD/Km</b>	<b>0,001</b>
<b>Total Costo Variable</b>	<b>USD/Km</b>	<b>0,096</b>

<b>Costo</b>	\$	141,79
20% <b>Gasto</b>	\$	28,36
Costo+Gasto	\$	170,14
35% <b>Margen</b>	\$	59,55
<b>Tarifa</b>	<b>\$</b>	<b>229,69</b>

Fuente: Tabla realizada por la autora.

## **ANEXO E**

**Ilustración 19 Tabla de Clientes con mercadería a entregar a domicilio**

<b>Empresa</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Depot	-2.191.859	-79.824.199
Unicol	-2.145.186	-79.934.494
Tecmocruz	-2.222.965	-79.898.302
Feylo Sylvania	-2.135.538	-79.933.042
Inselec	-2.145.786	-79.934.236
Maquinarias Henríquez	-2.146.676	-79.933.839
Precision	-2.156.353	-79.892.866
Sumelec	-2.148.522	-79.902.081
Kitton	-2.174.575	-79.912.762
Jorchu	-2.193.590	-79.827.471
Rodetti	-2.193.075	-79.825.625
Evergreen	-2.147.996	-79.904.206
Electroleg	-2.140.288	-79.926.189
JNG	-2.148.310	-79.902.738
Procarsa	-2.202.641	-79.814.922
Cedal	-2.190.202	-79.830.518
Plaza Sai Baba	-2.192.089	-79.824.671
Mexichem	-2.190.931	-79.824.338
Carvajal	-2.193.300	-79.824.810
Balnova	-2.186.927	-80.018.976
Imbalnor	-2.212.423	-79.633.580
Gisis 4,5	-2.194.930	-79.834.434
Gisis 6,5	-2.213.476	-79.823.101
Alimentsa	-2.200.486	-79.813.677
Agripac	-2.193.461	-79.834.327
Inprosa	-2.191.360	-79.830.797
Songa	-2.286.961	-79.858.968
Inmetsur	-2.195.348	-79.820.594
Senefelder	-2.188.648	-79.827.385
Plaza Garzota	-2.145.562	-79.896.058
Electroleg Via a Daule	-2.103.733	-79.935.117
La Casa del cable	-2.190.890	-79.882.885
Calvareos	-2.176.309	-79.976.399