



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

INGENIERÍA EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

TEMA

“Diseño de una metaheurística para la planificación semanal de distribución de una empresa siderúrgica en Guayaquil”

**INFORME DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN
(DENTRO DE UNA MATERIA DE LA MALLA)**

Previo a la obtención del título de:

Ingeniero en Logística y Transporte

Presentado por:

ALISSON MAURINNE GARCÍA HERRERA

ADELA DE LOURDES HIDALGO GÓMEZ

GUAYAQUIL-ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, por ser mi soporte, mi guía, y ejemplo de esfuerzo y dedicación. A mi abuelita por ser la persona que siempre me apoya y motiva para no declinar en mi camino. A mis hermanos por ser la compañía constante y una de las razones por querer ser mejor cada día. A mis amigos por su ayuda espiritual, moral y académica.

Alisson Maurinne García Herrera

Le agradezco a Dios por darme salud y permitirme culminar mi período universitario, a mis padres, a mi hermano y a mis tías por todo el apoyo que me han brindado durante toda mi etapa académica, al ingeniero Guillermo Baquerizo por sus revisiones que permitieron mejorar este proyecto, y al ingeniero Luis Mariño por sus consejos que sirvieron de guía en la realización de este trabajo.

Adela de Lourdes Hidalgo Gómez

DEDICATORIAS

Sin duda alguna no hubiera llegado a esta instancia sin la presencia de Dios Padre y la Virgen María; para ustedes va dedicado de una manera muy especial mi trabajo de grado. A mis padres, por no dudar ni un minuto que lo lograría, por su apoyo y fortaleza.

Alisson Maurinne García Herrera

A toda mi familia, en especial a mis padres y a mi hermano quienes fueron un pilar fundamental durante mi período universitario, por sus constantes consejos, por darme fuerza y motivación para seguir adelante, y por la confianza brindada en cada momento de mi vida.

Adela de Lourdes Hidalgo Gómez

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este informe del Proyecto de Graduación (dentro de una materia de la malla), nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Alisson Maurinne García Herrera

Adela de Lourdes Hidalgo Gómez

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Guillermo Alejandro Baquerizo Palma

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

Ing. Carlos Manuel Martin Barreiro

DELEGADO DE LA FCNM

RESUMEN

En este proyecto se realiza una planificación para la distribución semanal de los productos estrellas a los principales clientes de una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos de acero a nivel nacional. Para esto se hace uso de instrumentos para la tabulación de datos, modelo de costos de transporte, pronóstico de la demanda, clasificación ABC con respecto a las toneladas despachadas en el 2013, además de un análisis para la determinación de un tamaño aproximado para la flota vehicular. Esto se realiza de tal manera que le permita a la empresa en estudio realizar una comparación sobre su escenario del año 2013 con respecto a los costos de transporte e indicadores del servicio al cliente.

ABSTRACT

This project pretends to create a scheduling for the weekly distribution of star products to main customers of a company dedicated to the manufacture and marketing of steel products nationally. For this, it was used tools for data tabulation, transport cost model, demand forecasting, ABC classification with respect to the tons transported in 2013, and an analysis to determine an approximate size for the vehicle fleet. This project is done in such a way that allows the company to make a comparison on its stage in 2013 with about transportation costs and key performance indicators.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
GLOSARIO.....	VIII
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problemática.....	2
1.3 Hipótesis de trabajo.....	3
1.4 Justificación del problema.....	3
1.5 Objetivo general.....	4
1.6 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO 2.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Estado del arte	5
2.2 Marco conceptual.....	7
2.2.1 Introducción	7
2.2.2 Características del costo de transporte.....	7
2.2.3 Características del costo de transporte por modo	8
2.2.4 Canales de distribución.....	8
2.2.5 Estrategias y decisiones de transporte	12
2.2.6 Necesidad de un transportista privado	13
2.2.7 Diseño de sistemas de distribución	14
2.2.8 Sistema de clasificación ABC de los inventarios	15

2.2.9	Técnicas heurísticas	16
2.2.10	Recocido simulado	18
2.2.11	Problema de Ruteo de Vehículos con Inventarios (IRP)	19
CAPÍTULO 3.....		23
3.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	23
3.1	Diagrama de flujo	24
3.2	Calendario de actividades.....	25
3.3	Metodología a seguir	27
3.3.1	Recopilación de datos.....	27
3.3.2	Análisis	28
CAPÍTULO 4.....		29
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
4.1	Selección de flota.....	29
4.2	Aspectos económicos del vehículo	29
4.2.1	Aspectos técnicos del vehículo.....	30
4.2.2	Servicio post-venta	30
4.2.3	Requisitos reglamentarios	31
4.3	Pronóstico	31
4.4	Determinación del tamaño aproximado de vehículos	32
4.4.1	Modelo de costos de transporte.....	33
4.4.2	Nivel de servicio.....	36
4.5	Sistema de clasificación ABC.....	36
4.5.1	Problema de Ruteo de Vehículos con Inventarios (IRP).....	37
4.5.2	Planteamiento de la Metaheurística.....	37
4.6	Aplicación de la solución y análisis de resultados.....	40
4.6.1	Pronóstico.....	41
4.6.2	Clasificación ABC	43
4.6.3	Selección de clientes	44
4.6.4	Distancia de un punto a otro	50
4.6.5	Costos fijos	51

4.6.6 Costos Variables.....	52
4.6.7 Estudio del tamaño de flota vehicular	52
4.6.8 Presentación de la planificación	55
4.6.9 Análisis comparativo	68
CAPITULO 5.....	70
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
5.1 CONCLUSIONES	70
5.2 RECOMENDACIONES.....	72
ANEXOS.....	74
BIBLIOGRAFÍA	86

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Tabla de actividades del desarrollo del proyecto	26
--	----

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Resumen de la demanda anual pronosticada	42
Tabla 4.2 Resumen de la clasificación ABC	44
Tabla 4.3 Cuadro de los clientes y sus localidades	46
Tabla 4.4 Tiempos de carga y descarga	47
Tabla 4.5 Capacidades de la bodega de los clientes por cada producto en estudio	48
Tabla 4.6 Capacidades de la bodega de los clientes por cada producto en estudio	50
Tabla 4.7 Resumen de costos fijos de plataformas y trailers	51
Tabla 4.8 Resumen de costos variables de plataformas y trailers	52
Tabla 4.9 Determinación de la cantidad aproximada de plataformas para el año 2014	53
Tabla 4.10 Determinación de la cantidad aproximada de trailers para el año 2014	53
Tabla 4.11 Determinación de la cantidad aproximada de plataformas para el año 2015	53
Tabla 4.12 Determinación de la cantidad aproximada de trailers para el año 2015	54
Tabla 4.13 Determinación de la cantidad aproximada de plataformas para el año 2016	54
Tabla 4.14 Determinación de la cantidad aproximada de trailers para el año 2016	55
Tabla 4.15 Planificación de la distribución del primer día de la semana	57
Tabla 4.16 Planificación de la distribución del segundo día de la semana 46	59
Tabla 4.17 Planificación de la distribución del tercer día de la semana 46 - primer parte	61
Tabla 4.18 Planificación de la distribución del tercer día de la semana 46 - segunda parte	62
Tabla 4.19 Planificación de la distribución del cuarto día de la semana 46	64

Tabla 4.20 Planificación de la distribución del quinto día de la semana 46	66
.....	66
Tabla 4.21 Planificación de la distribución del sexto día de la semana 46	67
.....	67
Tabla 4.22 Costo de transportación de la semana 46 - 2013	69
Tabla 4.23 Resumen del costo anual de transportación y sus ahorros....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Productos que elabora y comercializa la empresa en estudio .. 1

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Diagrama de flujo del desarrollo del proyecto 24

Figura 3.2 Calendario de actividades..... 25

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Servicio Post-venta 31

Figura 4.2 Pronóstico de la demanda de los clientes despachados por
plataformas 41

Figura 4.3 Pronóstico de la demanda de los clientes despachados por
trailers 42

Figura 4.4 Mapa de coordenadas de los clientes..... 51

Figura 4.5 Grafo del ruteo del primer día de la semana 46..... 58

Figura 4.6 Grafo del ruteo del segundo día de la semana 46 60

Figura 4.7 Grafo del ruteo del tercer día de la semana 46..... 63

Figura 4.8 Grafo del ruteo del cuarto día de la semana 46 65

Figura 4.9 Grafo del ruteo del quinto día de la semana 46 67

Figura 4.10 Grafo del ruteo del sexto día de la semana 46 68

GLOSARIO

ALGORITMO

Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema. Un algoritmo constituye un método para resolver un problema mediante una secuencia de pasos a seguir. Dicha secuencia puede ser expresada en forma de diagrama de flujo con el fin de seguirlo de una forma más sencilla.

HEURÍSTICA

Procedimientos simples, a menudo basados en el sentido común, que se supone ofrecerán una buena solución (aunque no necesariamente la óptima) a problemas difíciles, de un modo fácil y rápido.

METAHEURÍSTICA

Algoritmo aproximado, cuya idea básica es combinar diferentes métodos heurísticos a un nivel más alto para conseguir una exploración del espacio de búsqueda de forma eficiente y efectiva.

PRONÓSTICO

Cálculo estimativo del nivel de la demanda de un producto o productos por un período de tiempo futuro mediante el empleo de ciertas técnicas, el cual genera un parámetro para tomar decisiones. El pronóstico tiene

varias visiones y variables en general como el tiempo, el espacio y el producto.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto trata de complementar el uso de técnicas logísticas a las actividades de una empresa que fabrica y distribuye materiales de acero. Estas técnicas ayudarán a la reducción de costos de distribución en base a una planificación semanal elaborada.

En el primer capítulo se detalla el giro del negocio de la siderúrgica en la actualidad. Se plantea la problemática, estableciendo las hipótesis, la justificación, el objetivo general y los objetivos específicos del presente proyecto.

El capítulo dos describe el marco teórico en el cual se hace referencia a investigaciones y estudios relacionados y de gran utilidad para este proyecto. Se presentan conceptos logísticos y matemáticos, además de los métodos empleados para la elaboración de una solución a la problemática en la organización.

En el tercer capítulo se define la metodología de trabajo a seguir para el desarrollo de este proyecto, representándose con un diagrama de flujo y un calendario de actividades. Se presenta en detalle el proceso de trabajo para la obtención de los resultados del proyecto y los departamentos involucrados con el estudio.

En el cuarto capítulo se enuncian las estrategias implementadas. El modelo tarifario, pronóstico de la demanda, clasificación ABC y modelo matemático. Se pretende adaptar una solución para minimizar los costos

de distribución, en base a una selección de los principales clientes y los productos con el más alto nivel de rotación.

Finalmente en el quinto capítulo se presentan las conclusiones a las que se pudieron llegar con este estudio. Se cumple con el objetivo general y específicos del proyecto de graduación y se enuncian las conclusiones del proyecto y recomendaciones a implementar realizando consideraciones adicionales en la planificación de la distribución.

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La empresa objetivo es una manufacturera y comercializadora de productos grandes de acero como perfiles, planchas, bobinas, flejes, etc., dirigidos al mercado de la construcción a nivel nacional.



Figura 1.1 Productos que elabora y comercializa la empresa en estudio
Fuente: Sitio web

La siderúrgica posee una planta laminadora en Guayaquil y dos centros de distribución tanto en Quito como en Guayaquil. La empresa domiciliada en Guayaquil se constituyó en 1954, como una solución a las necesidades de acero para la construcción que se encontraba en pleno desarrollo en Ecuador.

La empresa trabaja con agencias de transporte para la distribución de sus productos, dichos proveedores son seleccionados mediante concurso, quienes deben aceptar la tarifa propuesta por la empresa siderúrgica, la cual no cuenta con un estudio previo por ninguna de las dos partes. Esto ocasiona que no se analicen los indicadores económicos que influyen en el transporte y por ende, no tienen el control de los costos generados en el sistema integral logístico.

1.2 Problemática

Hoy en día las empresas confrontan retos para subsistir en un mercado cada vez más competitivo, llevando consigo a la reducción de sus recursos y costos de los procesos. Por ende, se dice que la logística es un pilar fundamental para mantener un alto grado de competitividad. Enfocándose en dicha perspectiva, la empresa presenta problemas en el rubro más importante dentro de los costos logísticos, la transportación.

Actualmente la empresa cuenta con aproximadamente 1000 clientes a nivel nacional, divididos entre distribuidores, construcciones y clientes directos, de los cuales 200 clientes son despachados desde su Centro de Distribución Guayaquil. El proceso de distribución de los productos de la siderúrgica inicia con la confirmación de un pedido de un cliente por parte de un vendedor al administrador de pedidos, quien debe asegurarse a través del coordinador de vehículos que exista un vehículo activo y disponible para realizar el envío al cliente. Una vez que la orden es cargada en el camión, el administrador de pedidos es el responsable

desde que el camión sale de planta hasta que llega a su destino. Las deficientes coordinaciones entre ambas partes traen consigo problemas localizados en el área logística, como son los casos de retrasos en las entregas debido a la falta de disponibilidad de los camiones, incumplimiento de tiempos ya establecidos en las políticas de la empresa siderúrgica, generando un bajo nivel de servicio.

1.3 Hipótesis de trabajo

Se plantean las siguientes hipótesis para este proyecto:

- Falta de disponibilidad de los vehículos para realizar la distribución como consecuencia de no contar con un estudio previo para determinar el tamaño aproximado vehicular que requiere la siderúrgica.
- Retraso en las entregas de los productos debido a la incorrecta coordinación de los vehículos existentes.

1.4 Justificación del problema

Además de contar con un estudio en el cual se proponga detalladamente una planificación ordenada de la distribución de los pedidos, también se cuentan los siguientes beneficios:

- Mejorar la estructura de las operaciones logísticas en el área de transporte de la empresa siderúrgica.

- Permitir a la empresa en estudio, determinar y utilizar indicadores de gestión del transporte mediante el análisis de la información proporcionada por este trabajo.
- Permitir a la empresa siderúrgica, conocer, considerar y analizar la posibilidad de adquirir vehículos propios para realizar la distribución de los productos.
- Continuo crecimiento en la logística de distribución que conlleva un mejor nivel de competitividad, productividad y eficacia a la empresa en estudio, permitiéndole mejorar su visión estratégica mediante una mejor utilización de sus recursos.
- Mejorar el nivel de servicio minimizando inconformidades de los clientes.

1.5 Objetivo general

Optimizar el número de vehículos para la transportación de carga y establecer una planificación semanal de distribución de una empresa que fabrica y comercializa acero, con el fin de mejorar el flujo de información entre el área de ventas y el área de distribución, minimizar los retrasos de pedidos y a su vez maximizar el nivel de servicio.

1.6 Objetivos específicos

- Pronosticar la demanda mensual de los productos de la empresa en estudio.

- Realizar un estudio que permita calcular el número aproximado de la flota vehicular para la distribución.
- Programar en un lenguaje computacional un algoritmo para la planificación semanal de distribución.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

- La investigación del año 2013, titulada “Distribución Urbana de Mercancías – Estrategias con Centros Logísticos”, España, define la distribución urbana de mercancías como un proceso crucial para el movimiento económico de una ciudad ya que influye directamente en la congestión vehicular, seguridad vial y ocupación del espacio urbano. Menciona las bases para el diseño de políticas públicas que permitan promover el equipamiento logístico de las ciudades, exponiendo tendencias logísticas para la distribución urbana de mercancías mediante la caracterización de la oferta y la demanda.
- La investigación del año 2011, titulada “Herramientas de soporte a la decisión para la distribución del canal de venta directa en una empresa de Supply Chain Management”, Perú, proporciona un modelo de planeación de transporte utilizando diversos modelos de

la investigación de operaciones con el cual se desarrolla una herramienta que permite evaluar escenarios óptimos logrando definir y aclarar estrategias en las operaciones de distribución y oportunidades de mejora.

- La investigación del año 2010, titulada “Diagnóstico al Sistema de Entrega de Pedidos desde el Centro de Distribución de la Empresa Pisos Alfa”, Colombia, identifica las fallas relacionadas con el proceso de entrega de pedidos dentro de una ciudad mediante un diagnóstico, que permite evaluar la eficiencia de un camión, considerar tiempos y movimientos incrementando la productividad de las entregas de pedidos y servicio al cliente mediante el uso de indicadores de gestión.
- La investigación del año 2010, titulada “Propuesta De Mejora Para La Gestión Logística De Empresas De Servicio”, Ecuador, busca definir un sistema de distribución que permita reducir el tiempo de entrega de productos de la empresa en estudio a nivel nacional, minimizando los costos operativos mediante mediciones, indicadores y análisis de costos logrando establecer un plan de acción más adecuado para la empresa.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Introducción

En esta sección se presentarán los conceptos que se analizarán durante el desarrollo del proyecto, los cuales permitirán cumplir con los objetivos planteados en el capítulo I:

- Características del costo de transporte
- Características del costo de transporte por modo
- Canales de distribución
- Estrategias y decisiones de transporte
- Diseño de sistemas de distribución
- Sistema de clasificación ABC de los inventarios
- Problema de Ruteo de Vehículos con Inventarios (IRP)

2.2.2 Características del costo de transporte

El análisis del nivel y la estructura de los costos de transporte de las empresas que realizan la distribución de los productos se basan en conocimientos de los costos operativos.

- **Costos fijos**

Costos fijos son aquellos que se mantienen inalterables independientemente de la distancia de la ruta o recorrido que el vehículo

efectúa; atribuibles a un día de operación por cada vehículo de transporte (Baquero, 2008).

- **Costos variables**

Se refiere costo variable a aquellos valores que varían directamente con la prestación del servicio, incluyen los costos de transporte de línea, como combustible, mano de obra, mantenimiento de equipos, entre otros (Orellana, 2009).

2.2.3 Características del costo de transporte por modo

Este valor está definido en función general de costos bajo la cual operan las empresas. Existen distintos modos de transporte como: carretera, ferroviaria, aérea, marítima (Orellana, 2009).

2.2.4 Canales de distribución

Un canal de distribución es un grupo de intermediarios relacionados entre sí, mediante los cuales llegan los productos a los consumidores finales. Se considera como la ruta que siguen los productos desde el fabricante hasta el consumidor (Orellana, 2009).

2.2.4.1 Tipos de canales de distribución

La clasificación de los canales de distribución parte de la premisa de que los productos de consumo masivo y los productos industriales requieren canales de distribución diferentes (Gómez, 2010).

2.2.4.1.1 Canal de distribución de bienes de consumo

Este tipo de canal se divide en los siguientes subtipos:

- **Canal directo**

Este canal consiste en hacer llegar los productos desde el fabricante hasta los consumidores finales sin ningún nivel de intermediarios, debido a esto, el productor desempeña las funciones de comercialización, transporte y almacenaje (Gómez, 2010).

- **Canal detallista**

Este tipo de canal consiste en un sólo nivel de intermediarios. Por lo que el fabricante cuenta con una fuerza de ventas por parte de los detallistas o minoristas quienes venden los productos a los consumidores finales (Gómez, 2010).

- **Canal mayorista**

Este tipo de canal contiene dos niveles de intermediarios, los mayoristas, quienes realizan ventas al por mayor de los productos a los minoristas; quienes venden los productos al consumidor final. Este canal de distribución se utiliza debido a que los fabricantes no tienen la capacidad de llegar a todo el mercado consumidor (Gómez, 2010).

- **Canal agente**

Este tipo de canal contiene tres niveles de intermediarios. El primero son los agentes intermediarios quienes son firmas comerciales que buscan

clientes y ayudan a las empresas a establecer acuerdos estratégicos; seguidos por los mayoristas y detallistas. Este canal se utiliza en mercados con pequeños fabricantes y muchos detallistas con pocos recursos por lo que les dificulta encontrarse unos con otros (Gómez, 2010).

2.2.4.1.2 Canal de distribución de bienes industriales

Los canales de distribución de bienes industriales se dividen en cuatro subtipos:

- **Canal directo**

Este tipo de canal es usado para los productos de uso industrial, los cuales son adquiridos directamente por otros fabricantes; dichos productos cuentan con especificaciones técnicas específicas (Gómez, 2010).

- **Distribuidor industrial**

Este tipo de canal contiene un nivel de intermediario y es utilizado con frecuencia por fabricantes que venden artículos estandarizados (Gómez, 2010).

- **Canal agente**

Este tipo de canal es de un nivel de intermediario, los agentes intermediarios buscan clientes y facilitan la venta de los productos a los

clientes industriales, estableciendo acuerdos comerciales entre ellos (Gómez, 2010).

- **Canal agente – distribuidor industrial**

Este tipo de canal consiste en tres niveles de información. El primero es el agente intermediario quien facilita la venta al distribuidor industrial quien almacena los productos y los vende al consumidor final (Gómez, 2010).

2.2.4.1.3 Criterios para selección de un canal de distribución

Las decisiones son tomadas por los expertos en distribución de las empresas en base a tres criterios:

- **Cobertura del mercado**

Para este criterio es importante considerar el tamaño de mercado que se desea abastecer. Además de las características de los clientes, tales como el número de los mismos, distribución geográfica, las cantidades que requieren en promedio y las frecuencias de compra (Gómez, 2010).

- **Control**

Se refiere al control adecuado del producto, ya que al salir de las manos del productor pasa a las manos del comprador o distribuidor, el cual puede hacer lo que sea con el producto, lo cual implica dejarlo en una bodega o exhibirlo en anaqueles. Para esto es esencial tener conocimiento de las características de los productos de tal manera que permita conocer el tipo manipulación que ellos requieren (Gómez, 2010).

- **Costos**

Este criterio es el más importante, ya que tiene como objetivo el percibir utilidades de un canal de distribución. Cuanto más económico parece ser un canal de distribución, menos posibilidades tiene de conflictos y rigidez (Gómez, 2010).

2.2.5 Estrategias y decisiones de transporte

El sistema de transporte está conformado por muchas piezas que trabajan juntas para transportar personas y bienes a través de un área. La planificación del transporte es el proceso de identificación de problemas de transporte y búsqueda de soluciones, evitando problemas a futuro.

- Alinear la estrategia de transporte con la estrategia competitiva. Históricamente, la función de transporte dentro de las empresas ha sido evaluada en base al grado en el que se puede disminuir los costos de transporte. Este enfoque conlleva a decisiones que disminuyen los costos de transporte y que a su vez reducen la capacidad de respuesta a los clientes e incrementan el costo total de la empresa. Debido a esto se busca que las compañías evalúen la función del transporte considerando la combinación del costo de transporte, el costo de inventario y el nivel de capacidad de respuesta lograda con los clientes (Chopra & Meindl, 2008).
- Considerar una combinación apropiada del transporte tanto interno como el subcontratado para cubrir las necesidades de la empresa. Esta decisión se basa en la habilidad de la empresa para manejar

el transporte de manera rentable considerando la importancia estratégica del transporte para el desarrollo de su éxito. Si el volumen de envío es alto puede resultar más económico poseer el servicio de transporte en lugar de rentarlo. Mas sin embargo, algunas compañías son forzadas a adquirir o contratar el transporte, incluso a mayores costos debido a que sus requerimientos especiales de servicio no pueden cubrirse adecuadamente mediante los servicios tradicionales de transporte (Chopra & Meindl, 2008).

- Usar tecnologías de información para mejorar el desempeño del transporte, de tal manera que sean utilizadas para reducir los costos y mejorar la capacidad de respuesta relacionada al transporte (Chopra & Meindl, 2008).

2.2.6 Necesidad de un transportista privado

Las principales razones por las cuales las empresas cuentan con transportistas privados son:

- ✓ Confiabilidad del servicio
- ✓ Capacidad y tiempos cortos de respuesta
- ✓ Mejor contacto con el cliente

El costo de operar un transporte privado es determinado en gran medida de la misma manera que con cualquier otro activo. A diferencia que el transportista subcontratado ha reunido todos los costos en detalle expresándolos como tarifas y asignándolas entre distintos transportes. El

propietario de transportación privada debe encargarse de esta tarea, de tal manera que le permita hacer una comparación entre servicios de transporte alternativos (Chopra & Meindl, 2008).

2.2.7 Diseño de sistemas de distribución

Para el diseño de sistemas de distribución es necesario considerar dos pasos:

- **Diseño a nivel táctico**

Implica como primer punto determinar la ubicación óptima de las infraestructuras, buscando la minimización de la suma de distancias hacia los puntos de venta. Además se recomienda calcular las dimensiones, flujos de productos, asignación de clientes; es decir, que centros de distribución atienden a un respectivo cliente (Pérez, 2011).

- **Diseño de nivel operacional**

Una vez que las infraestructuras se han instalado según su ubicación, se determina cómo realizar operacionalmente la distribución de producto requerida, dependiendo de las necesidades de la organización considerando el objetivo principal que es la reducción de costos. Se puede determinar la cantidad de flota, rutas óptimas de distribución, mejorar la utilización de flota, entre otras (Pérez, 2011).

2.2.8 Sistema de clasificación ABC de los inventarios

La filosofía del sistema ABC sugiere clasificar a los productos en función a sus principales características físicas, su importancia relativa y nivel de consumo o volumen de ventas (Castellanos, 2012).

Considerándose que la gestión de inventario pudiese ser más eficaz si se centran en los de mayor importancia. Los ítems se pueden clasificar en tres grupos:

- Artículos de clase A: Son los artículos de valor más alto, representando los porcentajes más altos en función del valor total del inventario. Generalmente un pequeño número de ítems pertenece a este grupo, requieren un adecuado sistema de pronóstico y medidas de control más exhaustivas debido a su costo de adquisición, costo por mantenerlo en inventario, y por su aporte directo a las utilidades. Además, los pedidos se realizan en cantidades exactas o con base a las solicitudes hechas por los clientes.
- Artículos de clase B: Son los artículos cuyo valor total en dólares es inferior comparado con el de primera clase, se recomienda un seguimiento moderado de este tipo de inventarios, normalmente puede conformar hasta el 60% de los ítems dentro de este rango.
- Artículos de clase C: Esta clasificación cuenta con el mayor número de unidades de inventario, debido a esto los expertos recomiendan tener un sistema de control diseñado pero de rutina para su

seguimiento. Este tipo de producto puede considerarse estratégico, es decir, que el cliente valore su disponibilidad.

La realización de una clasificación ABC, además de permitir diferenciar los productos que se tienen en inventario de manera cuantitativa; permite establecer políticas de inventario, definir niveles de servicio al cliente y concentrar los recursos en los productos en los cuales se tengan mejores retornos (Castellanos, 2012).

2.2.9 Técnicas heurísticas

Los factores que influyen en la utilización de algoritmos heurísticos para la resolución de un problema pueden ser:

- Cuando no existe un método exacto de resolución o este requiere mucho tiempo de cálculo
- Cuando no se necesita la solución óptima
- Cuando los datos son pocos fiables
- Cuando hay limitaciones de tiempo y espacio
- Como paso intermedio en la aplicación de otro algoritmo

Una importante ventaja que representa el uso de heurísticas respecto a las técnicas de solución exacta es que permiten una mayor flexibilidad para el manejo de las características del problema

Existen diferentes tipos de heurísticas según el modo en que buscan y construyen sus soluciones (Díaz, y otros, 1996).

2.2.9.1 Métodos constructivos

Consiste en ir pausadamente añadiendo componentes individuales a la solución hasta obtener una solución factible.

Siendo el algoritmo más conocido el Goloso o Devorador el cual construye paso a paso la solución buscando el máximo beneficio (Díaz, y otros, 1996).

2.2.9.2 Métodos de descomposición

Se trata en dividir el problema en sub-problemas pequeños, siendo el output de uno el input del subsiguiente, de forma que al resolverlos se obtenga una solución para el problema global (Díaz, y otros, 1996).

2.2.9.3 Métodos de reducción

Se trata de simplificar el problema identificando características que se presume deba poseer la solución óptima (Díaz, y otros, 1996).

2.2.9.4 Manipulación del modelo

Se modifica la estructura del modelo con el fin de hacerlo más sencillo de resolver deduciendo a partir de su solución la solución del problema original (Díaz, y otros, 1996).

2.2.9.5 Métodos de búsqueda por entornos

Es método parte de una solución factible inicial y mediante alteraciones de esa solución, van pasando de forma iterativa a otras factibles de su “entorno”, y mientras no se cumpla un determinado criterio de parada;

almacenando como optima la mejor de las soluciones visitadas (Díaz, y otros, 1996).

2.2.10 Recocido simulado

La idea original que dio lugar a esta metaheurística es el denominado el “Algoritmo de Metrópolis”, bien conocido en el mundo de la química-física.

El proceso físico del recocido primero reblandece el sólido mediante su calentamiento a una temperatura elevada, y luego lo va enfriando lentamente hasta que las partículas se van colocando por si mismas en el “estado fundamental” del sólido. Para cada temperatura durante el proceso del recocido, el sólido puede alcanzar el equilibrio térmico si el enfriamiento se produce muy lentamente.

La evolución de un sólido en el baño térmico puede ser simulada mediante el denominado Algoritmo de Metrópolis, basado en las técnicas Monte Carlo. En este algoritmo, el equilibrio térmico a una determinada temperatura se consigue mediante la generación de un elevado número de transacciones, utilizando la distribución de Boltzman para describir el equilibrio térmico. El algoritmo realiza el paso de un estado a otro según las siguientes reglas: si el estado generado posee una energía menor que el estado que actualmente se tiene, entonces se acepta el estado generado como el estado actual; en caso contrario, el estado generado se aceptará con una determinada probabilidad (basada en la distribución de Boltzman). Esta probabilidad de aceptación es función de la temperatura y de la diferencia entre los dos niveles de energía. Cuanto menor sea la

temperatura, menor será la probabilidad de transformación en un estado de mayor energía, y cuanto mayor sea la energía del nuevo estado, menor será la probabilidad de ser alcanzado, pero con diferente probabilidad a diferentes temperaturas (Díaz, y otros, 1996).

2.2.11 Problema de Ruteo de Vehículos con Inventarios (IRP)

El problema de inventario y enrutamiento que se remota hace 30 años, proporciona soluciones logísticas integradas que simultáneamente optimizan la administración del inventario, el ruteo de vehículos y la planificación de entregas.

Algunos algoritmos exactos y varias poderosas metaheurísticas han sido desarrolladas para esta clase de problemas en los últimos años.

El Problema de Ruteo de Vehículos con Inventarios (IRP por sus siglas en inglés: “Inventory Routing Problem”) modela una situación que apoya la toma de decisiones en el área de la administración del inventario y ruteo de vehículos. Se fundamenta en la información de la demanda y las políticas de inventario. Su objetivo es minimizar los costos asociados al mantenimiento del inventario y su distribución.

2.2.11.1 Definición del problema

El IRP típico considera que una compañía de distribución, opera desde un almacén central y abastece a un gran número de clientes, geográficamente distribuidos. El IRP consiste en la distribución de un solo

producto a un conjunto N de clientes en un plan de horizonte T (expresado en días). Los clientes i consumen el producto a una velocidad u_i (volumen por día) y tiene la capacidad de mantener un inventario local del producto hasta un máximo de c_i . El inventario del cliente i es I_i^0 en el instante 0. Una flota homogénea M de vehículos, con capacidad Q está disponible para la distribución del producto. El objetivo es minimizar el costo de distribución diario promedio durante un periodo de planificación sin causar stockouts a los clientes. Está permitido que los vehículos realicen múltiples viajes durante el día. Hay tres decisiones que se deberán establecer:

- ¿Cuándo abastecer al cliente?
- ¿Qué cantidad despachar al cliente?
- ¿Qué ruta escoger para la entrega?

2.2.11.2 Modelo Matemático

El sistema para la resolución del problema está dividido en dos fases. En la primera se determina que clientes reciben una entrega en cada día del periodo planificado y cuál es el tamaño de la entrega. En la segunda fase se determina las rutas de distribución y la planificación para cada día.

- Fase I:

$d_{i,r}^t$: Volumen de la entrega al cliente i en el día t y en la ruta r .

R : Conjunto de rutas de entrega.

T_r : Duración de la ruta r (como una fracción en el día).

c_r : Costo por utilizar la ruta r .

x_r^t : Variable binaria, 1 si la ruta r es utilizada en el día t .

F : Porcentaje del día requerido para repartir cada unidad del producto.

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T \sum_{r \in R} c_r x_r^t \quad (1)$$

$$L_i^t \leq \sum_{1 \geq s \leq t} \sum_{r \in R} d_{i_r}^s \leq U_i^t \quad \forall i \in N, t = 1, \dots, T, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in R} d_{i_r}^t \leq Q x_r^t \quad \forall r \in R, t = 1, \dots, T, \quad (3)$$

$$\sum_{r \in R} \left(T_r x_r^t + \sum_{r \in R} F d_{i_r}^t \right) \leq |M| \quad \forall t = 1, \dots, T, \quad (4)$$

$$x_r^t \in \{0, 1\} \quad \forall r \in R, t = 1, \dots, T, \quad (5)$$

$$d_{i_r}^t \geq 0 \quad \forall i \in N, t = 1, \dots, T, \quad (6)$$

En el modelo existen dos cantidades: $L_i^t = \max(0, tu_i - I_i^0)$, un límite inferior que tiene que ser entregado al cliente i al final del día t , y $U_i^t = tu_i + C_i - I_i^0$, un límite superior del total del volumen que puede ser entregado al cliente i al final del día t , en la restricción (2) se asegura que no ocurra stockout al cliente i y que no exceda la capacidad del inventario del cliente i .

Se estima la distancia requerida para visitar a los clientes por la longitud del tour óptimo del agente viajero. La restricción (3) asegura que no se exceda la capacidad del vehículo de cada ruta seleccionada.

El tiempo requerido para ejecutar una ruta seleccionada, el tiempo de parada fija y el tiempo de carga de cada vehículo requerido antes de iniciar cada ruta no excede el tiempo disponible; representado en la restricción (4).

- Fase II:

Para convertir la solución provista por el modelo anterior a rutas diarias de vehículos y un horario de planificación, se puede resolver un VRP con ventanas de tiempo a través de una metaheurística, lo que permitirá al algoritmo tener mejores oportunidades.

Considerando la entrega al cliente i en la ruta r . El predecesor de la ruta esta denotado por $p(i)$ y el sucesor de la ruta esta denotado por $s(i)$. El total del volumen a ser despachado al cliente i durante dos días dado por la solución de la fase I es d_i . Se considera un día como oscilación de tiempo de 0 a 1 por conveniencia. Las cantidades básicas que se establecen son:

➤ El mínimo volumen de entrega:

$$q_{ri}^{min} = d_i \quad (7)$$

➤ El tiempo más temprano que se puede hacer una entrega:

$$t_{ri}^{early} = \max\left(t_{rp(i)}^{early} + tt_{p(i),i}, \frac{q_{ri}^{min} - C_i + I_i}{u_i}\right) \quad (8)$$

➤ El tiempo más tardío que puede realizarse una entrega:

$$t_{ri}^{late} = \min \left(t_{r s(i)}^{late} - t t_{i,s(i)}, \frac{I_i}{u_i} \right) \quad (9)$$

➤ El máximo volumen de entrega:

$$q_{ri}^{max} = \min \left(Q - \sum_{j \neq i \in r} q_{rj}^{min}, C_i, d_i, C_i - I_i + u_i t_{ri}^{late} \right) \quad (10)$$

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para explicación del desarrollo del proyecto y realizar un análisis general de la estructura y línea de proceso de la empresa se utiliza diagramas de flujo, calendario de actividades y gráficos.

3.1 Diagrama de flujo

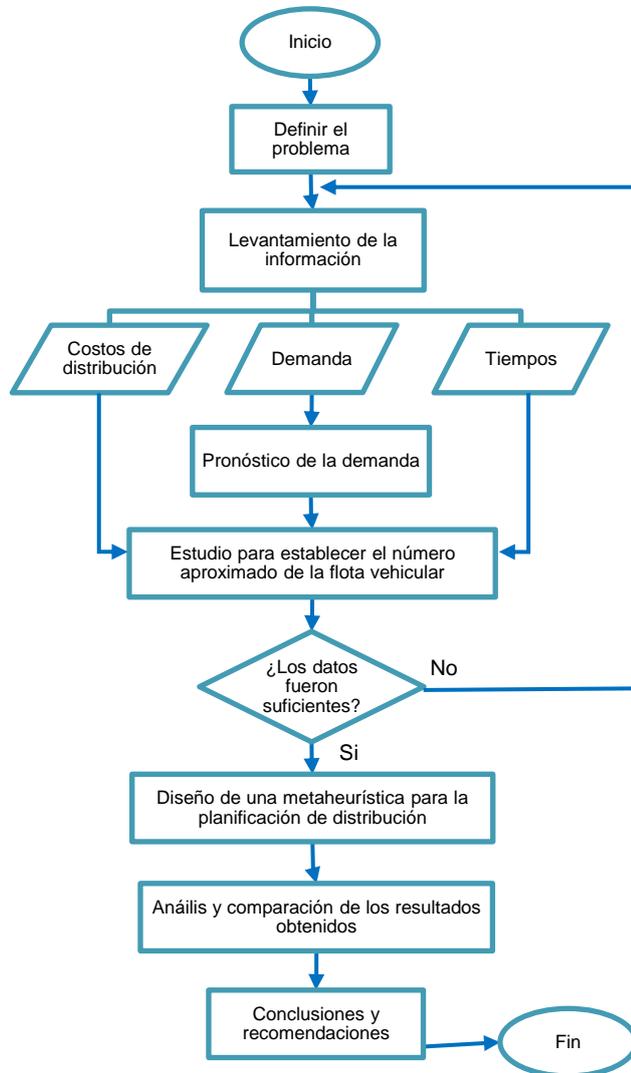


Figura 3.1 Diagrama de flujo del desarrollo del proyecto
Fuente: Elaborado por los autores

El diagrama de flujo muestra el procedimiento detallado a seguir para el avance del proyecto. Se define la problemática de la empresa y el alcance del proyecto. Se recopila información necesaria realizando una investigación de campo, para luego proceder a realizar un análisis minucioso de los datos y programación de la metaheurística. Se compara

los resultados obtenidos con la situación de distribución prevista del año 2013 presentando las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

3.2 Calendario de actividades

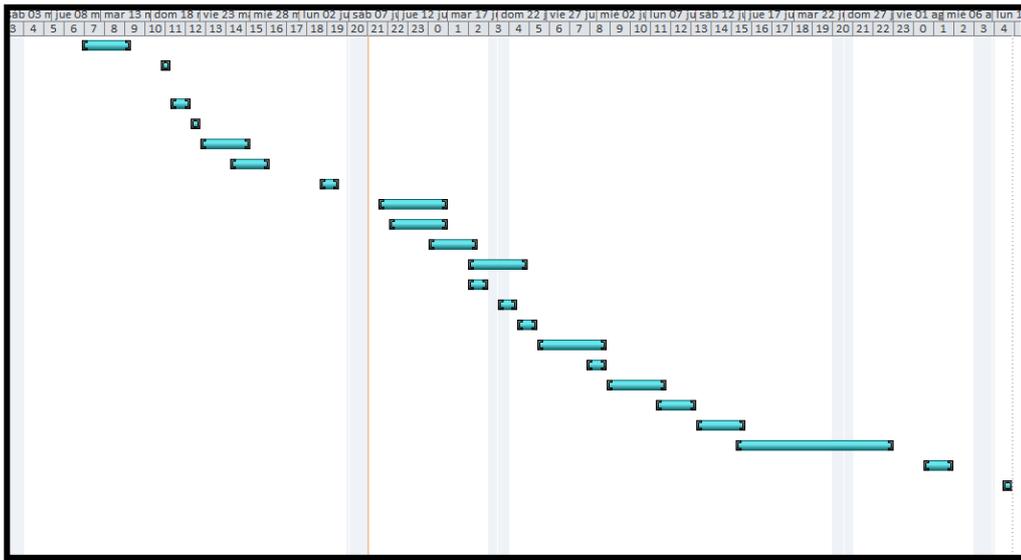


Figura 3.2 Calendario de actividades
Fuente: Elaborado por los autores

Se detalla la logística que los autores del proyecto determinan en cada etapa de desarrollo del proyecto a través de un cronograma de actividades presentado en la tabla 3.1.

Nombre de la actividad	Duración	Inicio	Fin
Búsqueda de empresa.	5 días	11/05/14	16/05/14
Identificación del problema	1 día	19/05/14	19/05/14
Análisis preliminar del problema	2 días	20/05/14	21/05/14
Entrevista con la Gerencia presentando la propuesta y alcance del proyecto	1 día	22/05/14	22/05/14
Investigación de proyectos relacionados en otras fuentes	3 días	23/05/14	25/05/14

Levantamiento de información para realizar un análisis general de la empresa	4 días	26/05/14	29/05/14
Entrevistas con expertos acerca de temas relacionados	2 días	04/06/14	05/06/14
Aprobación del tema propuesto	52 días	10/06/14	01/08/14
Recopilación de datos	4 días	11/06/14	14/06/14
Sistematización de la información	5 días	15/06/14	19/06/14
Pronóstico de la demanda	2 días	19/06/14	20/06/14
Análisis de factores que influyen en el costo del transporte	2 días	20/06/14	21/06/14
Elaboración de un estudio para el cálculo del número aproximado de la flota vehicular para el transporte de carga	2 días	22/06/14	23/06/14
Programación de una metaheurística para la planificación de la distribución	2 días	24/06/14	25/06/14
Implementación del algoritmo	5 días	26/06/14	30/06/14
Ajuste del algoritmo en base a observaciones.	2 días	01/07/14	02/07/14
Elaboración del informe	4 días	03/07/14	06/07/14
Comparación de resultados	4 días	08/07/14	11/07/14
Conclusiones y recomendaciones	4 días	12/07/14	15/07/14
Elaboración de informe completo	12 días	16/07/14	31/07/14
Presentación del proyecto.	1 día	12/08/14	12/08/14

Tabla 3.1 Tabla de actividades del desarrollo del proyecto
Fuente: Elaborado por los autores

3.3 Metodología a seguir

3.3.1 Recopilación de datos

La recopilación de datos consistió en una investigación de campo en la empresa en estudio. Se realizaron diversas entrevistas estructuradas al Técnico de Transporte para obtener un testimonio real del problema planteado. Los datos de la demanda de cinco años anteriores e información general de los clientes despachados desde el Centro de Distribución de Guayaquil fueron proporcionados por el Departamento de Ventas de la empresa siderúrgica según datos históricos provenientes de la base de datos de su Departamento de Sistemas Informáticos, entregados mediante archivos de Excel en los cuales constaban los detalles de los pedidos por ruta, cliente, mes y semana; además de los costos incurridos en el transporte durante el año 2013.

A través de visitas a las instalaciones de la empresa se pudieron conocer en detalle las operaciones de transporte mediante la observación y las especificaciones de los principales productos que se transportan. Además, llevando a cabo entrevistas específicas con el Coordinador de Transporte y personal relacionado se obtuvieron los costos generados en el área de distribución y datos de tiempo necesarios para la realización de este proyecto.

3.3.2 Análisis

Para alcanzar los objetivos propuestos se iniciará el proyecto realizando un diagnóstico de la demanda de los productos de la empresa siderúrgica para luego realizar pronósticos a tres años considerando los datos de la demanda desde el año 2009 al año 2013 los cuales serán divididos en dos partes según la consideración del tipo de vehículos relacionados a su masa máxima.

Se analizarán los costos fijos y variables que influyen en el transporte y junto a un estudio y cálculo matemático se establecerá un número aproximado de la flota vehicular y sus capacidades para la distribución en base a las proyecciones de la demanda.

La empresa en estudio fabrica y despacha alrededor de 228 productos, por lo que se realizará una clasificación ABC de todos los productos con respecto a las toneladas que se despacharon durante el año 2013 de tal forma que, una vez obtenidos los artículos de clase A se determinarán los clientes más frecuentes, con cuya información se procederá a programar una metaheurística para la planificación semanal de distribución teniendo en cuenta distancias aproximadas entre los diversos puntos de clientes, una carga de trabajo equilibrada para cada vehículo, respetando los tiempos de recorrido, tiempos de carga y descarga, y los intervalos de tiempo de visita a los clientes.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se realizará una adaptación de una solución de acuerdo a la situación presentada por la empresa en el año 2013.

4.1 Selección de flota

Se deberá considerar vehículos que posean características económicas, tácticas, servicio de post-venta y garantías, así como requisitos reglamentarios, las cuales van a ser explicadas a continuación.

Existen tres marcas líderes en vehículos pesados en nuestro medio:

- Hino
- Chevrolet
- Hyundai

4.2 Aspectos económicos del vehículo

Es el valor total correspondiente al pago inicial de cada vehículo de la respectiva flota, la empresa siderúrgica utiliza para la distribución de los productos, plataformas y trailers según se requiera con una capacidad entre 6 a 15 toneladas y entre 17 a 45 toneladas respectivamente.

Es preciso considerar un análisis de los costos fijos y variable, el rendimiento por kilómetro recorrido y el posible valor de reventa de los vehículos.

4.2.1 Aspectos técnicos del vehículo

Se tienen como aspectos técnicos a las consideraciones más relevantes del vehículo que definen su desempeño. Para esto, se realizaron visitas a concesionarias, obteniendo información sobre el desempeño vehicular según el modelo del vehículo.

Por lo tanto se tienen las siguientes consideraciones:

- Motor
- Chasis
- Transmisión
- Embrague
- Frenos (delanteros- traseros)
- Caja de cambios
- Medidas y capacidades
- Largo y alto (longitud total)
- Diámetro de giro

4.2.2 Servicio post-venta

En la figura 4.2.2.1 se muestran los aspectos post-venta que se deben considerar al momento de la compra de un vehículo.

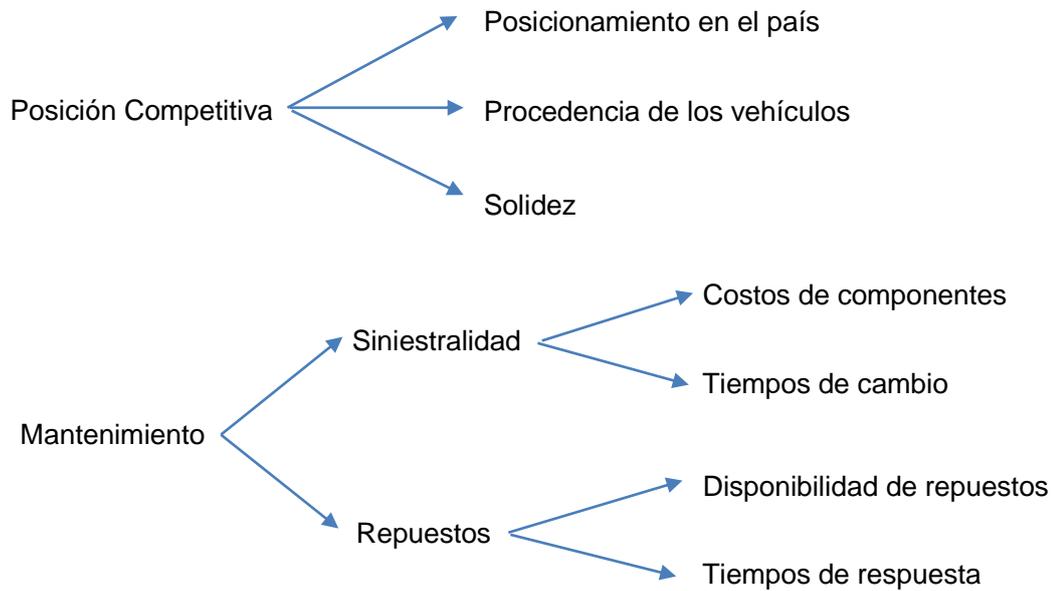


Figura 4.1 Servicio Post-venta
Fuente: Elaborado por los autores

4.2.3 Requisitos reglamentarios

Se trata de los diferentes textos legales y reglamentarios que regulan la circulación o la construcción de vehículos dentro de un país. Por lo general, su contenido ya está integrado por parte de las agencias de transporte y empresas que poseen flota propia en el medio.

4.3 Pronóstico

Para la elaboración de los pronósticos se seleccionó la opción de demanda por ruta y por mes, considerando un periodo a mediano plazo de tres años.

Se recomienda considerar los siguientes factores para realizar un pronóstico:

- Patrón de los datos:
 - ✓ Presencia de tendencia, ciclo, variación estacional, o alguna combinación de ellos.
 - ✓ Modelo de una variable vs. causal
- Costo del pronóstico:
 - ✓ Tipo de software requerido
- Exactitud deseada: 5%
- Disponibilidad de la información:
 - ✓ Datos históricos
 - ✓ Confiabilidad de los datos

La empresa dispone de datos históricos sistematizados a partir del 2009, por lo que se considera la relevancia y puntualidad de los mismos al momento de pronosticar, siendo extraídos de una base de datos existente por parte del Departamento de Sistemas Informáticos, por lo que se concluye una clara confiabilidad de los mismos.

4.4 Determinación del tamaño aproximado de vehículos

Para determinar un número aproximado de la flota vehicular de la empresa en estudio se analizará la proyección de la demanda de tres años futuros, considerando el nivel de servicio lo que permitirá comparar costos de transporte según el tamaño de flota obtenido.

4.4.1 Modelo de costos de transporte

El modelo de costos de transporte permitirá determinar una tarifa referencial de transporte con diferentes rutas y diferentes tipos de vehículos y seleccionar la alternativa menos costosa, con esto se logra determinar el valor de la tarifa a pagar por el transporte partiendo desde el Centro de Distribución situado en Guayaquil.

Siendo el costo por viaje de cada vehículo el resultado de la suma de los costos fijos más los costos variables por la distancia recorrida, descrito en la expresión (4.4.1).

$$\text{Costo por viaje (\$)} = CF(\$) + CV(\$) * \text{Distancia recorrida (Km)} \quad (4.4.1)$$

Para esto es necesario obtener las distancias entre los diferentes puntos de las regiones involucradas, y a su vez desde el Centro de Distribución de la empresa siderúrgica ubicada Guayaquil hacia los mismos.

4.4.1.1 Costos fijos

Para la elaboración del modelo de costos de transporte se definen los siguientes costos fijos:

- **Compra del vehículo**

Se considera el valor total por la compra del vehículo, el cual varía dependiendo del año, marca, modelo y tamaño de los vehículos.

- **Matrícula**

El costo de la matrícula se ve influido por el año, marca, modelo y precio del vehículo; y se paga anualmente de acuerdo a las leyes de tránsito

vigentes. Un valor aproximado de la matrícula es dado por las concesionarias de vehículos debido a que ellos poseen conocimientos sobre el negocio de venta de vehículos.

- **Seguro**

Se decidió usar el 4% correspondiente al valor del vehículo, debido a que este valor puede variar ampliamente entre un seguro u otro.

- **Baterías**

Para determinar el valor de uso de las baterías se conversó con los mecánicos de las agencias de transporte, por parte de quienes se pudo concluir que se necesitan un cambio de batería anual.

- **Sueldos de choferes**

Se realizó un promedio de los pagos de sueldo de los proveedores de transporte de la empresa siderúrgica, obteniendo un valor de seiscientos dólares americanos.

4.4.1.2 Costos variables

- **Consumo de combustible**

El costo del combustible está definido en dólares por kilómetro $\$/km$, considerando el precio de cada galón de combustible $\$/galón$, número de kilómetros recorridos por cada galón $km/galón$.

El cálculo consiste en dividir el precio de cada galón para el número de

$$\text{kilómetros recorridos por galón } \frac{\$}{km} (Diesel) = \left(\frac{\$}{Galón} \right) \left(\frac{1}{\frac{km}{Galón}} \right).$$

Además, se establecen tres escenarios:

- Terreno plano
- Terreno con gradiente mediana
- Terreno con gradiente pronunciada

Los valores fueron obtenidos por parte de las agencias de transporte, considerando un valor promedio $km/galón$ de rendimiento para cada uno de los escenarios planteados.

- **Consumo de llantas**

Se establecen dos escenarios: carreteras en buen estado y carreteras en mal estado. Además se debe seleccionar el tipo de llantas que proporcione un mejor rendimiento a un precio razonable $\$/llanta$, el valor

de consumo de combustible se lo define en dólares por kilómetro $\$/km$,

información brindada por las agencias de transporte de la empresa en estudio.

- **Consumo de lubricantes**

Se usan aceite para motor, aceite para la caja de cambio y aceite para la transmisión dicho valor es definido en dólares por kilómetro $\$/km$ y es otorgado por los proveedores de transporte de la siderúrgica.

- **Consumo de filtros**

Se usan filtros de aceite, filtros de combustible y filtros de aire. Los valores promedios fueron obtenidos por parte de las agencias de transporte, definidos en dólares por kilómetro $\$/km$.

4.4.2 Nivel de servicio

Es importante medir la efectividad del proceso de distribución, controlando el cumplimiento en los tiempos en las entrega, detectando y aminorando los daños y además, respaldando cada entrega con un documento válido. La empresa mantiene un nivel de servicio superior al 80% hacia sus clientes, ya que existen grandes competidores con el mismo giro de negocio; incrementando sus esfuerzos de manera activa para lograr la eficiencia al servicio.

4.5 Sistema de clasificación ABC

El análisis ABC aplicado a inventarios trata de clasificar los inventarios según la importancia relativa de los mismos, ya sea el nivel de consumo, o volumen de ventas, dividiéndose así en tres categorías: A, B y C.

La empresa siderúrgica posee 228 ítems en su inventario con diferentes especificaciones, con la clasificación en categorías se busca una mejor visualización de los principales artículos los cuales servirán para el desarrollo de la planificación propuesta.

Para la realización de esta clasificación se obtuvo un listado de todos los productos que fabrica y comercializa la empresa siderúrgica. En el anexo 1.3 se presenta dicha lista referente al 2013 con sus unidades vendidas, toneladas despachadas, y peso unitario.

4.5.1 Problema de Ruteo de Vehículos con Inventarios (IRP)

4.5.2 Planteamiento de la Metaheurística

Como anteriormente se indicó el sistema para la resolución del problema está dividido en dos fases. En la primera consiste en determinar que clientes reciben una entrega en cada día del periodo planificado y cuál es el tamaño de dicha entrega. Para luego en la segunda fase determinar las rutas de distribución y la planificación para cada día.

A continuación se presenta el pseudocódigo a utilizar en la primera fase:

Inv_{i,t}: Nivel de inventario almacenado por el cliente *i* en el día *t*

dem_{i,t}: Demanda del cliente *i* en el día *t*

Cap_i: Capacidad de almacenamiento del cliente *i*.

Q_{i,t}: Cantidad de producto a enviar al cliente *i* en el día *j*

Comienza (dem, Inv, Cap)
 n = Número de clientes
 m = Horizonte de planificación (días)
Para $i \leftarrow 1$ **Hasta** n **Hacer**
 Para $t \leftarrow 2$ **Hasta** m **Hacer**
 Si $Inv_{i,t} \geq dem_{i,t}$ **Entonces**
 $Q_{i,t} = 0$
 Sino
 $Q_{i,t} = \text{aleatorio}(0, Cap_i - Inv_{i,t-1})$
 Fin Si
 $Inv_{i,t} = Inv_{i,t-1} + Q_{i,t} - dem_{i,t}$
 Fin Para
Fin Para
 Print ($Q_{i,t}$)

Mientras que la solución de la fase I especifica los volúmenes a entregar a cada cliente para los siguientes k días. Este no especifica los tiempos de salida y la secuencia que deben seguir los diferentes vehículos. Por lo tanto para convertir la solución provista por el modelo anterior a rutas diarias de vehículos y un horario de planificación, se resolverá un VRP considerando las ventanas de tiempo y la capacidad de los vehículos. Esta planificación de rutas se basa en la metaheurística del recocido simulado. Se selecciona aleatoriamente la siguiente entrega a ser insertada, permitiendo al algoritmo tener opciones donde no parezca ser las mejores al momento, pero después puede proveer mejores oportunidades a través del método de mejora 2-OPT.

A continuación se presenta el pseudocódigo del algoritmo del VRP con ventanas de tiempo para la generación de rutas.

dist : Matriz de distancia entre clientes y el centro de distribución - cliente

CapV: Capacidad de los vehiculos

Comienza (*dist*, *CapV*)

nodo = 1

Mientras no se haya escogido todos los clientes **entonces**

Mientras la carga de la ruta no sobrepase *CapV* **entonces**

nodo1 = cliente con la mínima distancia al *nodo*

nodo = *nodo1*

ruta = *ruta* ∪ *nodo*

Fin Mientras

Fin Mientras

El siguiente pseudocódigo representa la generación de un vecino para una ruta $N(Sol_{act})$ desarrollando un algoritmo de mejora 2-OPT.

Comienza (Sol_{act})

Rutas = Sol_{act}

n = tamaño de *Rutas*

ruta = *Rutas* [aleatorio (1, *n*)]

k = tamaño de *ruta*

rdn_1 = aleatorio (1, *n*)

Fin Mientras

ruta_1 = *Rutas*[*rdn_1*]

ruta_2 = *ruta_1*

ruta2 = *Rutas*

m = tamaño de *ruta_1*

rdn_2 = aleatorio (2, *m*)

ruta_1[*rdn_2*] = *ruta_2*[*rdn_2* + 1]

ruta_1[*rdn_2* + 1] = *ruta_2*[*rdn_2*]

Print (Solución)

Se detalla a continuación la metaheurística del Recocido Simulado donde se genera nuevas y mejores soluciones.

```

Comienza ( $Sol_{act}$ )
Comienza ( $T_0, \alpha, L, T_f$ )
Conjunto_ visitadas =  $\emptyset$ 
 $T = T_0$ 
 $Sol_{act}$  = Solución inicial por TSP
Mientras  $T \geq T_0$  Hacer
    Para  $i \leftarrow 0$  Hasta  $L$  Hacer
         $Sol_{cand}$  = Genera una solución  $N(Sol_{act})$ 
         $\beta = Costo(Sol_{act}) - Costo(Sol_{cand})$ 
        Si  $U(0,1) < e^{\frac{\beta}{T}}$  Entonces
             $Sol_{act} = Sol_{cand}$ 
        Sino
            Si  $\beta < 0$  Entonces
                 $Sol_{act} = Sol_{cand}$ 
            Fin Si
        Fin Si
    Fin Para
    Conjunto_ visitadas = Conjunto_ visitadas +  $Sol_{act}$ 
     $T = \alpha * T$ 
Fin Mientras
Solución = Max [ Costo(Conjunto_ visitadas) ]
Print (solución)

```

4.6 Aplicación de la solución y análisis de resultados

Previo a realizar el estudio inicial del tamaño aproximado de la flota vehicular para la empresa siderúrgica, se dividió a los clientes en dos grupos según su ubicación, estableciendo a los clientes que se despachan usando plataformas y aquellos que son despachados usando trailers, ambos desde el Centro de Distribución de Guayaquil.

En el anexo 1.1 se observan las localidades internas y provincias alrededores de Guayaquil, las cuales son despachadas por plataformas debido al uso de su capacidad. Así también las provincias lejanas a Guayaquil las cuales son abastecidas mediante trailers, ver anexo 1.2.

4.6.1 Pronóstico

Utilizando la división de datos anterior, se procedió a realizar los pronósticos de la demanda para los años 2014, 2015 y 2016, tal como se observa en la figura 4.2 y 4.3.

En el modelo de plataformas se observa una tendencia variante con picos altos y bajos en meses, para esta frecuencia se eligió un modelo $SARIMA(0,0,2)$, con dos diferenciaciones ordinarias; información representado en la figura 4.2.

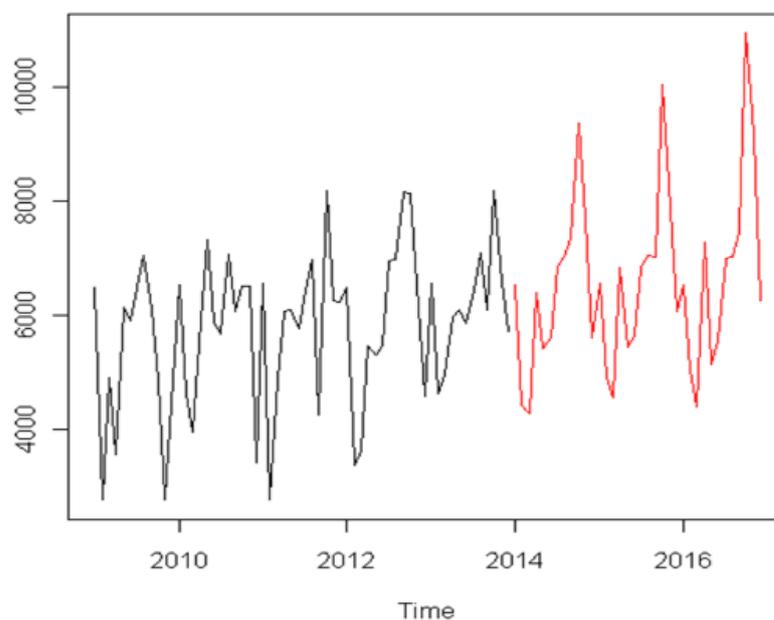


Figura 4.2 Pronóstico de la demanda de los clientes despachados por plataformas
Fuente: Elaborado por los autores

En la figura 4.3 se representa el modelo utilizado para la demanda despachada por los trailers en el cual se observa una tendencia variante con picos muy altos en meses, para esta frecuencia se consideró un modelo $SARIMA(0,0,1)$, con una diferenciación ordinaria.

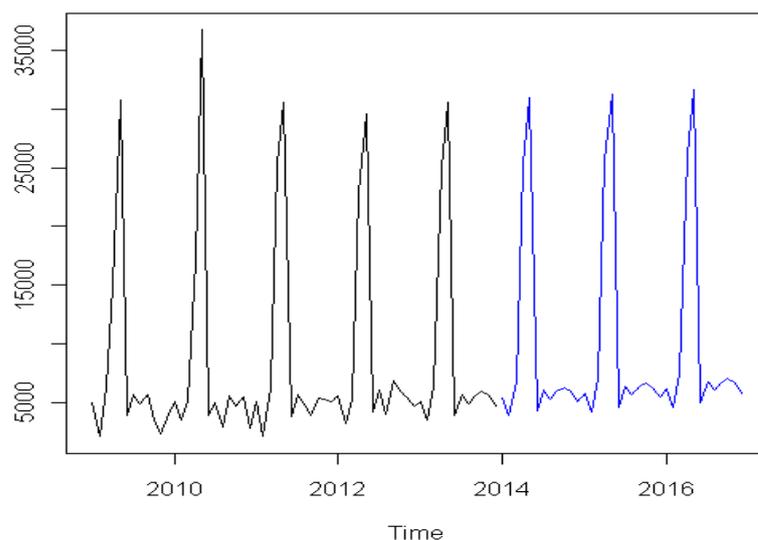


Figura 4.3 Pronóstico de la demanda de los clientes despachados por trailers
Fuente: Elaborado por los autores

	Demanda pronosticada para uso de plataformas (ton)			Demanda pronosticada para uso de trailers (ton)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Enero	6,530.26	6,548.96	6,548.58	5,414.36	5,781.03	6,147.69
Febrero	4,427.87	4,905.18	5,061.50	3,863.11	4,229.77	4,596.44
Marzo	4,294.28	4,562.92	4,399.35	6,713.75	7,080.42	7,447.08
Abril	6,391.24	6,847.49	7,287.46	25,283.78	25,650.45	26,017.11
Mayo	5,428.27	5,448.89	5,144.09	30,919.60	31,286.27	31,652.93
Junio	5,606.65	5,660.31	5,565.87	4,273.33	4,640.00	5,006.67
Julio	6,856.05	6,833.09	7,011.88	6,032.52	6,399.18	6,765.85
Agosto	7,025.68	7,049.63	7,035.51	5,288.89	5,655.55	6,022.22
Septiembre	7,342.39	7,035.95	7,459.10	5,973.43	6,340.09	6,706.76
Octubre	8,378.52	8,535.58	8,941.69	6,310.37	6,677.04	7,043.70
Noviembre	7,693.92	8,309.16	9,157.97	5,923.16	6,289.82	6,656.49
Diciembre	5,597.85	6,067.96	6,256.98	5,074.68	5,441.34	5,808.01
Total	75,572.97	77,805.14	79,870.00	111,070.97	115,470.96	119,870.94

Tabla 4.1 Resumen de la demanda anual pronosticada
Fuente: Elaborado por los autores

4.6.2 Clasificación ABC

Una vez recolectada la información se procedió a ordenar los artículos de mayor a menor según la cantidad de toneladas despachadas, calculados por el producto de las unidades vendidas y el peso unitario en toneladas. La cantidad total despachada en el año 2013 fue de 180,868.38 toneladas y las ventas obtenidas en dicho año fueron USD 142,262,905.88.

Enfocándose en el nivel de rotación de los productos se calculó el porcentaje que representa cada artículo en la valorización del inventario, con el fin de acumularlos para agruparlos por categoría. Se utiliza esta base debido a que un alto nivel de rotación de los productos se relaciona directamente con el costo de transportación de los mismos.

Por lo tanto, bajo el criterio de la clasificación ABC se obtuvo lo siguiente:

- En la clase A se tienen 6 ítems con el 85% de la rotación total de los 228 artículos, los cuales serán seleccionados para el estudio. Estos representan el 3% del inventario de la siderúrgica.
- Mientras que la clase B está representada por el 11% de artículos en inventario.
- Los productos clasificados como categoría C suman 198 artículos; los cuales en conjunto representan el 87% del inventario de la empresa siderúrgica.

En la tabla 4.3 se muestran cada uno de los valores mencionados con anterioridad junto con la rotación porcentual de los ítems.

CLASIFICACIÓN	N. ITEMS	PORCENTAJE
A	6	3%
B	24	11%
C	198	87%
TOTAL	228	100%

Tabla 4.2 Resumen de la clasificación ABC

Fuente: Elaborado por los autores

Los artículos que serán utilizados para realizar la planificación, pertenecientes a la categoría A de la clasificación, son en su totalidad las varillas denominadas de la siguiente manera:

- VAR. CORR SOLD. 12 mm X 12 MT.
- VAR. CORR SOLD. 08 mm X 12 MT.
- VAR. CORR SOLD. 10 mm X 12 MT.
- VAR. CORR SOLD. 14 mm X 12 MT.
- VAR. CORR SOLD. 16 mm X 12 MT.
- VAR. CORR SOLD. 18 mm X 12 MT.

4.6.3 Selección de clientes

El Centro de Distribución Guayaquil de la empresa en estudio despacha a aproximadamente 200 clientes ubicados en puntos diferentes. La información general de los mismos fue provista por el Departamento de Ventas en conjunto con el Departamento de Sistemas Informáticos de la siderúrgica.

Se llevó a cabo un análisis de los datos proporcionados en base al nivel de toneladas despachadas, índice de compra y nivel de inventario de cada cliente registrado en la base de datos de la empresa en estudio. De tal manera que fueron seleccionados 53 franquiciados que poseían una

mayor rotación de inventarios, ubicados en su mayoría dentro del perímetro urbano.

CLIENTES	LOCALIDAD
Cliente 1	Naranjal
Cliente 2	La Troncal
Cliente 3	Manta
Cliente 4	Guayaquil Norte
Cliente 5	Guayaquil Norte
Cliente 6	Santo Domingo
Cliente 7	Guayaquil Centro
Cliente 8	Guayaquil Norte
Cliente 9	Salinas
Cliente 10	Guayaquil Centro
Cliente 11	Guayaquil Centro
Cliente 12	Guayaquil Norte
Cliente 13	Guayaquil Centro
Cliente 14	Calceta
Cliente 15	Guayaquil Sur
Cliente 16	Manta
Cliente 17	Duran
Cliente 18	Naranjal
Cliente 19	Guayaquil Norte
Cliente 20	Guayaquil Sur
Cliente 21	La Troncal
Cliente 22	Guayaquil Norte
Cliente 23	Quevedo
Cliente 24	Pasaje
Cliente 25	Milagro
Cliente 26	Guayaquil Norte
Cliente 27	Guayaquil Norte
Cliente 28	Guayaquil Norte
Cliente 29	Guayaquil Centro
Cliente 30	Nobol
Cliente 31	Guayaquil Norte
Cliente 32	Guayaquil Centro
Cliente 33	Santo Domingo
Cliente 34	Milagro
Cliente 35	Balao
Cliente 36	Lomas de Sargentillo
Cliente 37	Salinas
Cliente 38	Pedro Carbo

Ciente 39	Guayaquil Norte
Ciente 40	Babahoyo
Ciente 41	Naranjito
Ciente 42	Pascuales
Ciente 43	Huaquillas
Ciente 44	Machala
Ciente 45	Playas
Ciente 46	Daule
Ciente 47	Pedro Carbo
Ciente 48	Guayaquil Norte
Ciente 49	San Vicente
Ciente 50	Babahoyo
Ciente 51	Samborondon
Ciente 52	Playas
Ciente 53	Babahoyo

Tabla 4.3 Cuadro de los clientes y sus localidades

Fuente: Elaborado por los autores

Se realizaron reuniones con varios de los clientes situados en Guayaquil con el objetivo de conocer las operaciones en sus instalaciones y obtener información relevante para la realización de la planificación tal como la toma de tiempos de descarga y la capacidad de la bodega destinada a cada producto en estudio. Además de corroborar la información proporcionada por la empresa siderúrgica sobre sus inventarios.

4.7.3.1 Tiempos de carga y descarga

La empresa siderúrgica maneja un tiempo estándar de carga dependiendo de la capacidad del camión contratado y del tipo de estiba. Mientras que los tiempos de descarga dependen de la compañía que recibe los productos. Por lo que se puede considerar que los vehículos se convierten en una serie de bodegas temporales hasta que se libera espacio en las bodegas, son pocas las compañías que tiene este tipo de problemas.

Los tiempos de carga y descarga promedio por cada producto estudiado que serán utilizados en la planificación de la distribución, son presentados a continuación:

Artículo	Tiempo de carga (min)	Tiempo de descarga (min)
VAR. CORR SOLD. 12 mm X 12 MT	40	50
VAR. CORR SOLD. 08 mm X 12 MT	40	50
VAR. CORR SOLD. 10 mm X 12 MT	40	50
VAR. CORR SOLD. 14 mm X 12 MT	40	50
VAR. CORR SOLD. 16 mm X 12 MT	45	65
VAR. CORR SOLD. 18 mm X 12 MT	45	65

Tabla 4.4 Tiempos de carga y descarga
Fuente: Elaborado por los autores

4.7.3.2 Capacidad de la bodega

En la tabla 4.6 se presentan la capacidad que cada cliente dispone en su bodega para cada tipo de producto estudiado, se puede resaltar que no sobrepasan las 10 toneladas.

	Capacidad máxima (ton)					
	VAR. CORR SOLD. 12 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 08 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 10 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 14 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 16 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 18 mm X 12 MT.
Cliente 1	8	9	6	7	4	4
Cliente 2	10	10	7	5	4	5
Cliente 3	9	9	5	6	3	3
Cliente 4	9	7	5	8	3	3
Cliente 5	10	7	5	6	4	3
Cliente 6	7	7	6	5	4	5
Cliente 7	7	9	7	5	5	4
Cliente 8	9	8	7	8	3	5
Cliente 9	8	8	6	5	4	4
Cliente 10	7	9	5	5	5	4
Cliente 11	8	8	8	5	4	4
Cliente 12	10	6	5	5	5	3

Cliente 13	10	7	6	6	5	4
Cliente 14	7	10	6	5	3	5
Cliente 15	8	10	7	8	4	4
Cliente 16	7	7	7	8	4	3
Cliente 17	9	10	8	8	4	3
Cliente 18	9	7	8	8	4	4
Cliente 19	7	8	8	8	5	3
Cliente 20	10	9	6	5	5	3
Cliente 21	7	7	6	5	5	3
Cliente 22	10	10	5	7	5	4
Cliente 23	8	9	7	8	4	4
Cliente 24	8	8	5	7	5	3
Cliente 25	7	8	5	6	5	3
Cliente 26	9	7	5	6	3	3
Cliente 27	8	9	7	8	4	4
Cliente 28	7	9	7	6	5	5
Cliente 29	9	7	5	5	5	5
Cliente 30	9	8	6	7	3	4
Cliente 31	10	9	8	7	3	4
Cliente 32	9	8	5	8	3	4
Cliente 33	10	7	7	8	4	5
Cliente 34	9	8	6	7	5	5
Cliente 35	9	7	6	5	5	3
Cliente 36	7	9	7	8	4	4
Cliente 37	8	6	7	7	4	3
Cliente 38	10	7	6	7	4	4
Cliente 39	9	8	7	6	3	4
Cliente 40	7	8	8	5	5	5
Cliente 41	10	9	7	6	3	5
Cliente 42	8	7	6	6	3	3
Cliente 43	7	9	6	5	3	3
Cliente 44	7	7	5	6	5	5
Cliente 45	9	8	5	8	4	5
Cliente 46	9	10	5	5	5	5
Cliente 47	10	8	5	5	4	5
Cliente 48	10	7	8	8	3	4
Cliente 49	10	7	8	5	4	3
Cliente 50	7	9	5	5	5	5
Cliente 51	8	7	5	8	3	4
Cliente 52	10	6	5	5	3	5
Cliente 53	9	6	5	5	3	3

Tabla 4.5 Capacidades de la bodega de los clientes por cada producto en estudio

Fuente: Elaborado por los autores

4.7.3.3 Inventario Inicial

Para la llevar a cabo una planificación de rutas en base al inventario de los clientes, es necesario conocer su inventario en el tiempo t_0 , por lo que se requiere la cantidad de artículos disponibles en bodega según el producto estudiado de cada cliente al finalizar el año 2012, esto es debido a que se realizará el escenario de distribución basado en el año 2013.

En la tabla 4.7 se presenta la información antes mencionada, en la cual se puede notar que varios clientes tienen un inventario inicial de cero.

	Inventario inicial (ton)					
	VAR. CORR SOLD. 12 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 08 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 10 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 14 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 16 mm X 12 MT.	VAR. CORR SOLD. 18 mm X 12 MT.
Cliente 1	0.12	0.03	0.15	0.03	0.11	0.00
Cliente 2	0.03	0.15	0.09	0.14	0.06	0.06
Cliente 3	0.09	0.02	0.06	0.01	0.10	0.00
Cliente 4	0.11	0.15	0.14	0.04	0.03	0.07
Cliente 5	0.01	0.11	0.01	0.01	0.02	0.03
Cliente 6	0.02	0.14	0.15	0.15	0.04	0.07
Cliente 7	0.02	0.12	0.00	0.11	0.08	0.10
Cliente 8	0.04	0.11	0.02	0.02	0.11	0.08
Cliente 9	0	0.15	0.05	0.09	0.15	0.06
Cliente 10	0.04	0.12	0	0.06	0.15	0.12
Cliente 11	0.07	0.04	0.08	0.13	0.09	0.12
Cliente 12	0.06	0.06	0.08	0.01	0.1	0.11
Cliente 13	0.05	0.12	0.11	0	0.12	0.07
Cliente 14	0.14	0.06	0.01	0	0.07	0.04
Cliente 15	0.06	0.11	0.14	0.08	0.02	0.02
Cliente 16	0.01	0.01	0.04	0.1	0.08	0
Cliente 17	0.04	0.01	0.08	0.08	0.09	0.12
Cliente 18	0.13	0	0.12	0	0.13	0.04
Cliente 19	0.08	0.04	0.03	0.02	0.15	0.03
Cliente 20	0.11	0.06	0.1	0.01	0.11	0.06
Cliente 21	0.11	0.11	0.03	0.1	0.06	0.01
Cliente 22	0.14	0.13	0.04	0.12	0.15	0.06
Cliente 23	0.1	0.13	0.14	0.07	0.14	0
Cliente 24	0.02	0.12	0.02	0.01	0.12	0.03

Cliente 25	0.08	0.1	0.03	0.11	0.03	0.02
Cliente 26	0.12	0.11	0.02	0.09	0.04	0.09
Cliente 27	0.05	0.06	0.13	0.1	0.07	0.02
Cliente 28	0.14	0.08	0.01	0.11	0.09	0.02
Cliente 29	0.09	0.01	0.05	0.1	0.08	0.07
Cliente 30	0.1	0.05	0.12	0.08	0.08	0.06
Cliente 31	0.15	0.14	0.02	0.12	0.1	0
Cliente 32	0.04	0.07	0.14	0.02	0.04	0.03
Cliente 33	0.1	0.09	0	0.05	0	0.07
Cliente 34	0.12	0.07	0.04	0.09	0	0
Cliente 35	0.13	0.13	0.14	0.13	0	0.01
Cliente 36	0.07	0.11	0.01	0	0.04	0.04
Cliente 37	0.08	0.1	0.14	0.06	0.04	0.1
Cliente 38	0.06	0.15	0.07	0.15	0.15	0.03
Cliente 39	0.02	0.08	0.04	0.14	0.03	0
Cliente 40	0.09	0.03	0.1	0.08	0.11	0.05
Cliente 41	0.15	0.03	0	0.12	0.14	0.11
Cliente 42	0.07	0.14	0.08	0.06	0	0.06
Cliente 43	0.14	0.08	0.1	0	0.06	0.1
Cliente 44	0.02	0.12	0.06	0.12	0.09	0
Cliente 45	0.08	0.01	0.07	0.01	0.12	0.01
Cliente 46	0.09	0	0.04	0.04	0	0.11
Cliente 47	0.06	0.15	0.07	0.1	0.13	0.09
Cliente 48	0.12	0.12	0.12	0.13	0.14	0.05
Cliente 49	0.1	0.04	0.02	0	0.13	0.1
Cliente 50	0.06	0.07	0.05	0.06	0.01	0.1
Cliente 51	0.03	0.1	0.05	0.03	0.14	0
Cliente 52	0.05	0.12	0.14	0.1	0.13	0.05
Cliente 53	0.09	0.02	0.11	0.05	0.13	0

Tabla 4.6 Capacidades de la bodega de los clientes por cada producto en estudio

Fuente: Elaborado por los autores

4.6.4 Distancia de un punto a otro

Las distancias entre el Centro Distribución de la siderúrgica situado en Guayaquil y las ubicaciones de los distintos clientes, así como las distancias entre clientes fueron tomadas mediante la aplicación de Google-Earth, ubicando las diferentes coordenadas en el mapa.

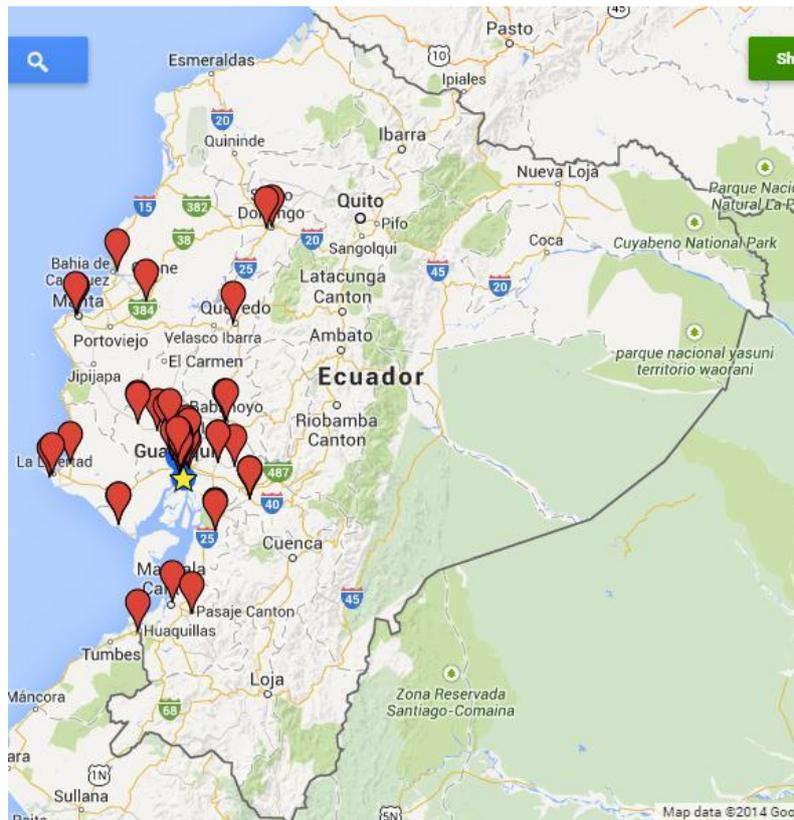


Figura 4.4 Mapa de coordenadas de los clientes
Fuente: Elaborado por los autores

4.6.5 Costos fijos

Una vez realizadas las investigaciones y entrevistas con expertos en el área del transporte, junto con un análisis de los principales costos diarios incurridos al momento de realizar la transportación, tales como el valor de la matrícula anual, el seguro considerando un 4% del valor del chasis, la compra de baterías, los sueldos directos e indirectos; se obtuvo que el costo fijo por uso de las plataformas es de USD 113.86. Mientras que el costo fijo por el uso de trailers para la distribución es de USD 161.40.

COSTOS FIJOS	
Plataformas - 12 ton (\$)	Trailers - 40 ton (\$)
113.86	161.40

Tabla 4.7 Resumen de costos fijos de plataformas y trailers
Fuente: Elaborado por los autores

4.6.6 Costos Variables

Se analizaron los costos que influyen en el transporte por cada vehículo y kilómetro recorrido, tales como el consumo de combustible, llantas, lubricantes, aceites y filtros. Además del tipo de terreno y estado de la carretera. En la tabla 4.4 se observa que el costo variable utilizado para el uso de las plataformas con una capacidad de 12 toneladas es de USD 0.14; y USD 0.15 para los trailers de 40 toneladas.

COSTOS VARIABLES	
Plataformas - 12 ton (\$)	Trailers - 40 ton (\$)
0.14	0.15

Tabla 4.8 Resumen de costos variables de plataformas y trailers

Fuente: Elaborado por los autores

4.6.7 Estudio del tamaño de flota vehicular

Para el análisis y la determinación del tamaño de flota vehicular, se plantearon tres escenarios según su año de referencia partiendo del año 2014, hasta el año 2016 realizando una comparación entre el porcentaje de utilización de los vehículos y la cantidad de vehículos a utilizar, a fin de que sirva para la toma de decisiones la cual se obtendrá por parte de la empresa siderúrgica.

➤ Año 2014

Para cumplir con la demanda pronosticada para el año 2014 se necesita una cantidad de 21 plataformas de 12 toneladas, traduciéndose a tener un porcentaje de utilización del 96% de dichos vehículos. El costo total de transportación para este año es de USD 181,466.54.

Volumen ton anual	Nº camiones	Capacidad de camiones (ton)	% Utilización del vehículo	Km recorrido en promedio	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$/km)	Costo total (\$)
75,572.97	23	12	87%	1,279,110.56	113.86	0.14	181,694.26
75,572.97	22	12	91%	1,279,110.56	113.86	0.14	181,580.40
75,572.97	21	12	96%	1,279,110.56	113.86	0.14	181,466.54
75,572.97	20	12	101%	1,279,110.56	113.86	0.14	181,352.68

Tabla 4.9 Determinación de la cantidad aproximada de plataformas para el año 2014

Fuente: Elaborado por los autores

Se puede observar en la tabla 4.11 que la cantidad aproximada de trailers que necesita la empresa siderúrgica para cumplir con la demanda pronosticada del año 2014 es de 9 vehículos con una capacidad de 40 toneladas obteniendo un porcentaje de utilización del 99%, teniendo un costo total de transportación de USD 263,771.41.

Volumen ton anual	Nº camiones	Capacidad de camiones (ton)	% Utilización del vehículo	Km recorrido en promedio	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$/km)	Costo total (\$)
111,070.97	10	40	89%	1,748,792.04	161.40	0.15	263,932.81
111,070.97	9	40	99%	1,748,792.04	161.40	0.15	263,771.41
111,070.97	8	40	111%	1,748,792.04	161.40	0.15	263,610.01

Tabla 4.10 Determinación de la cantidad aproximada de trailers para el año 2014

Fuente: Elaborado por los autores

➤ Año 2015

En la tabla 4.12 se observa que para satisfacer la demanda pronosticada para el año 2015, la empresa en estudio requiere 21 plataformas, con una capacidad de 12 toneladas, obteniendo un 99% de utilización. El costo total del transporte para este año se proyecta en USD 271,001.42.

Volumen ton anual	Nº camiones	Capacidad de camiones (ton)	% Utilización del vehículo	Km recorrido en promedio	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$/km)	Costo total (\$)
77,805.14	23	12	90%	1,918,665.83	113.86	0.14	271,232.00
77,805.14	22	12	94%	1,918,665.83	113.86	0.14	271,118.14
77,805.14	21	12	99%	1,918,665.83	113.86	0.14	271,004.28
77,805.14	20	12	104%	1,918,665.83	113.86	0.14	270,890.42

Tabla 4.11 Determinación de la cantidad aproximada de plataformas para el año 2015

Fuente: Elaborado por los autores

Se tiene que la cantidad aproximada de trailers que se requieren para satisfacer la demanda pronosticada del año 2015 es de 10 vehículos con una capacidad de 40 toneladas, una unidad superior a la cantidad proyecta para el año 2014, con un porcentaje de utilización del 92%; y se obtiene un costo total de transportación de USD 355,744.39.

Volumen ton anual	Nº camiones	Capacidad de camiones (ton)	% Utilización del vehículo	Km recorrido en promedio	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$/km)	Costo total (\$)
115,470.96	11	40	84%	2,360,869.25	161.40	0.15	355,905.79
115,470.96	10	40	92%	2,360,869.25	161.40	0.15	355,744.39
115,470.96	9	40	102%	2,360,869.25	161.40	0.15	355,582.99

Tabla 4.12 Determinación de la cantidad aproximada de trailers para el año 2015

Fuente: Elaborado por los autores

➤ Año 2016

Se observa en la tabla 4.14 que para cumplir la demanda pronosticada de todo el año 2016, la siderúrgica necesita 22 plataformas, una unidad superior a la cantidad requerida para el 2014 y 2015, con una capacidad de 12 toneladas, lo que permite tener un porcentaje de utilización del 97%. Además se tiene un costo de transporte de USD 378,563.42 para dicho año.

Volumen ton anual	Nº camiones	Capacidad de camiones (ton)	% Utilización del vehículo	Km recorrido en promedio	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$/km)	Costo total (\$)
79,870.00	23	12	92%	2,686,132.17	113.86	0.14	378,677.28
79,870.00	22	12	97%	2,686,132.17	113.86	0.14	378,563.42
79,870.00	21	12	101%	2,686,132.17	113.86	0.14	378,449.56

Tabla 4.13 Determinación de la cantidad aproximada de plataformas para el año 2016

Fuente: Elaborado por los autores

Se puede notar en la tabla 4.15 que al realizar la distribución con trailers, a las localidades correspondientes, se requieren 10 unidades de 40

toneladas logrando una utilización del 96%. El costo de transporte que se proyecta para el año 2016 haciendo uso de la cantidad de trailers mencionada es de USD 465,524.81.

Volumen ton anual	Nº camiones	Capacidad de camiones (ton)	% Utilización del vehículo	Km recorrido en promedio	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$/km)	Costo total (\$)
119,870.94	11	40	87%	3,092,738.72	161.40	0.15	465,686.21
119,870.94	10	40	96%	3,092,738.72	161.40	0.15	465,524.81
119,870.94	9	40	106%	3,092,738.72	161.40	0.15	465,363.41

Tabla 4.14 Determinación de la cantidad aproximada de trailers para el año 2016

Fuente: Elaborado por los autores

4.6.8 Presentación de la planificación

Se disponen de los datos necesarios para llevar a cabo la planificación propuesta:

- Clientes
 - Cantidad de clientes
 - Tiempos de descarga
 - Ventanas horarias
 - Inventario inicial por producto
 - Demanda semanal por producto
 - Capacidad de la bodega por producto
 - Distancias entre los diferentes puntos
- Transportación
 - Cantidad de vehículos
 - Capacidad de los vehículos
 - Costo fijo
 - Costo variable

Para la programación de la planificación se utilizó el software Wolfram Mathematica, en el cual se importaron todos los datos requeridos desde distintos archivos Excel.

De la tabla 4.16 a la 4.22 se presenta el escenario 2013 de la planificación de la distribución para la semana 46 despachando el artículo VAR. CORR SOLD. 12 mm X 12 MT, se resalta que dichas tablas fueron arrojadas directamente por el programa.

➤ **Primer día:**

Ruta	Cliente	Tiempo Llegada	Ton a despachar	Tiempo de Salida
1	1	07:00:00	0	07:00:00
1	18	07:22:00	2.44061	08:37:00
1	33	08:50:00	0.228071	10:05:00
1	30	10:06:00	6.26881	11:21:00
1	16	11:24:00	1.92099	12:39:00
1	1	12:48:00	0	12:48:00
2	1	07:00:00	0	07:00:00
2	52	07:40:00	2.37471	08:55:00
2	47	09:17:00	2.9303	10:32:00
2	54	11:35:00	4.24514	12:50:00
2	1	14:09:00	0	14:09:00
3	1	07:00:00	0	07:00:00
3	45	09:47:00	1.69399	11:02:00
3	8	12:54:00	2.05888	14:09:00
3	42	15:03:00	5.308	16:18:00

3	1	17:32:00	0	17:32:00
4	1	07:00:00	0	07:00:00
4	38	08:58:00	2.22185	10:13:00
4	44	15:16:00	3.0502	16:31:00
4	1	20:01:00	0	20:01:00

Tabla 4.15 Planificación de la distribución del primer día de la semana 46

Fuente: Elaborado por los autores

La distribución se realizaría de la siguiente manera:

- Cuatro clientes visitados en la ruta 1: cliente 18 - cliente 33 - cliente 30 - Cliente 16, el vehículo transportará 10.858481 toneladas.
- Tres clientes visitados en la ruta 2: cliente 52 - cliente 47 – cliente 54, siendo transportadas 9.55015 toneladas de producto.
- Tres clientes visitados en la ruta 3: cliente 45 - cliente 8 – cliente 42 siendo transportadas 9.06087 toneladas de producto.
- Dos clientes visitados en la ruta 4: cliente 38 - cliente 44 transportándose 5.27205 toneladas.

En la figura 4.5 se representa gráficamente el ruteo que deberán seguir los camiones durante el primer día de la semana 46:

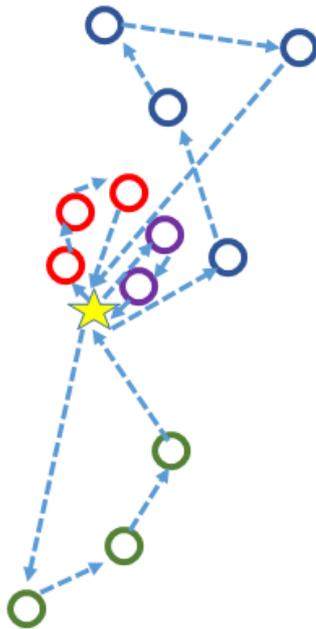


Figura 4.5 Grafo del ruteo del primer día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

Por lo que se tiene que durante el primer día de la semana 46 se deberá despachar a 12 clientes, con una cantidad aproximada de 34.741551 toneladas de producto cumpliendo los tiempos establecidos tanto de los clientes como de la siderúrgica. Se deberán utilizar cuatro vehículos para realizar las cuatro rutas planificadas debido a que estas inician en una misma hora.

➤ **Segundo día**

Ruta	Cliente	Tiempo Llegada	Ton a despachar	Tiempo de Salida
1	1	07:00:00	0	07:00:00
1	40	07:17:00	0.869892	08:32:00
1	33	08:38:00	9.47639	09:53:00
1	1	10:04:00	0	10:04:00
2	1	07:00:00	0	07:00:00
2	53	08:18:00	0.212088	09:33:00
2	45	13:10:00	2.96356	14:25:00
2	27	17:07:00	1.99658	18:22:00
2	37	18:55:00	0.0474253	20:10:00
2	31	20:20:00	4.79709	21:35:00
2	1	22:28:00	0	22:28:00
3	1	07:00:00	0	07:00:00
3	25	09:45:00	2.13944	11:00:00
3	44	12:04:00	5.16559	13:19:00
3	1	16:49:00	0	16:49:00

Tabla 4.16 Planificación de la distribución del segundo día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

En el segundo día se realizarán tres recorridos, con un total de 27.6680553 toneladas despachadas a 8 clientes, de la siguiente manera:

- Dos clientes visitados en la ruta 1: cliente 40 - cliente 33, el vehículo tendrá que transportar 10.346282 toneladas en total.

- Cuatro clientes deberán ser visitados en la ruta 2: cliente 53 – cliente 45 – cliente 27 – cliente 37 y el camión transportará 10.0167433 toneladas.
- Dos clientes visitados en la ruta 3: cliente 25 - Cliente 44 siendo transportadas 7.30503 toneladas de producto.

A continuación se representa mediante un grafo el ruteo que deberán seguir los camiones durante el segundo día de la semana 46:

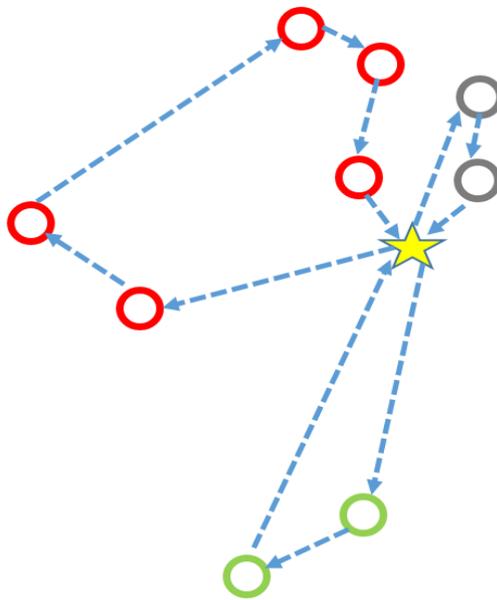


Figura 4.6 Grafo del ruteo del segundo día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

En el segundo día de la semana 46 se deberá abastecer a 9 clientes, con cuatro rutas planificadas cumpliendo con los requerimientos de horario de atención de los clientes.

➤ Tercer día

Ruta	Cliente	Tiempo Llegada	Ton a despachar	Tiempo de Salida
1	1	07:00:00	0	07:00:00
1	16	07:09:00	6.4228	08:24:00
1	6	08:34:00	1.62742	09:49:00
1	40	09:51:00	0.717836	11:06:00
1	29	11:11:00	0.503164	12:26:00
1	1	12:45:00	0	12:45:00
2	1	07:00:00	0	07:00:00
2	18	07:31:00	2.24296	08:46:00
2	43	08:51:00	4.58905	10:06:00
2	52	10:29:00	3.16072	11:44:00
2	1	12:24:00	0	12:24:00
3	1	07:00:00	0	07:00:00
3	10	08:51:00	0.97199	10:06:00
3	53	11:16:00	5.39738	12:31:00
3	1	13:49:00	0	13:49:00
4	1	07:00:00	0	07:00:00
4	42	08:14:00	4.83224	09:29:00
4	51	10:24:00	2.32105	11:39:00
4	1	12:59:00	0	12:59:00
5	1	07:00:00	0	07:00:00
5	48	08:16:00	6.18079	09:31:00
5	3	11:26:00	3.77784	12:41:00
5	1	14:03:00	0	14:03:00

Tabla 4.17 Planificación de la distribución del tercer día de la semana 46 - primer parte
Fuente: Elaborado por los autores

Ruta	Cliente	Tiempo Llegada	Ton a despachar	Tiempo de Salida
6	1	07:00:00	0	07:00:00
6	8	08:22:00	1.56815	09:37:00
6	25	11:28:00	3.14488	12:43:00
6	2	13:56:00	4.36665	15:11:00
6	1	16:45:00	0	16:45:00
7	1	07:00:00	0	07:00:00
7	7	11:29:00	7.91918	12:44:00
7	1	17:13:00	0	17:13:00

Tabla 4.18 Planificación de la distribución del tercer día de la semana 46 - segunda parte
Fuente: Elaborado por los autores

En las tablas 4.17 y 4.18 se detallan la planificación para el tercer día de la semana 46, en la cual se transportarán 59.744103 toneladas en total a 17 clientes de la siguiente manera:

- Cuatro clientes en la ruta 1: cliente 16 - cliente 6 – cliente 40 – cliente 29, el vehículo transportará 9.271223 toneladas en total.
- Tres clientes se visitarán en la ruta 2: cliente 18 – cliente 43 – cliente 52 y el vehículo transportaría 9.99273 toneladas de producto.
- Dos clientes visitados en la ruta 3: cliente 10 - Cliente 53 siendo transportadas 6.36937 toneladas de producto.
- Dos clientes visitados en la ruta 4: cliente 42 - Cliente 51 transportándose 7.15329 toneladas.

- Dos clientes durante el trayecto de la ruta 5: cliente 48 - Cliente 3 siendo transportadas 9.95863 toneladas.
- En la ruta 6 se deberían visitar dos clientes: cliente 8 - Cliente 25 – cliente 2 siendo transportadas 9.07968 toneladas.
- Solo un cliente se visitará en la ruta 7: cliente 7 y el vehículo transportará 7.91918 toneladas.

En la figura 4.7 se representa mediante un grafo el ruteo que deberán seguir los camiones durante el tercer día de la semana 46:

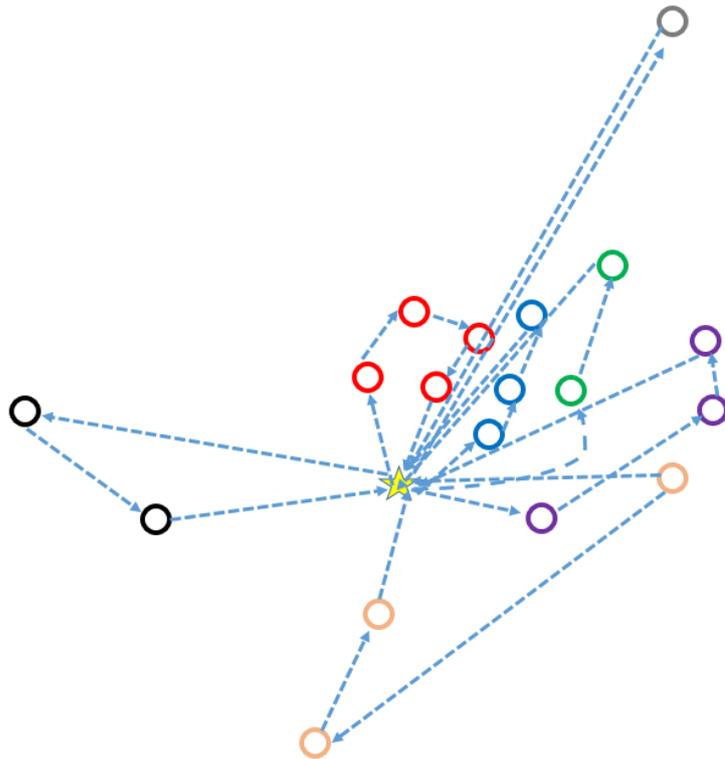


Figura 4.7 Grafo del ruteo del tercer día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

➤ **Cuarto día**

Ruta	Cliente	Tiempo Llegada	Ton a despachar	Tiempo de Salida
1	1	07:00:00	0	07:00:00
1	40	07:17:00	7.19083	08:32:00
1	9	08:34:00	2.99583	09:49:00
1	30	09:56:00	0.539698	11:11:00
1	1	11:21:00	0	11:21:00
2	1	07:00:00	0	07:00:00
2	27	07:36:00	0.144371	08:51:00
2	29	09:10:00	1.62984	10:25:00
2	6	10:32:00	5.54898	11:47:00
2	1	12:14:00	0	12:14:00
3	1	07:00:00	0	07:00:00
3	3	08:22:00	0.13614	09:37:00
3	51	11:02:00	8.51556	12:17:00
3	1	13:37:00	0	13:37:00
4	1	07:00:00	0	07:00:00
4	8	08:22:00	4.87106	09:37:00
4	1	10:59:00	0	10:59:00

Tabla 4.19 Planificación de la distribución del cuarto día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

De acuerdo a la planificación, durante el cuarto de la semana día se despacha 31.572309 toneladas de producto y se debería realizar la distribución de la siguiente manera:

- Tres clientes deberían ser visitados en la ruta 1: cliente 40 - cliente 9 – cliente 30, por lo que el vehículo transportaría 10.726358 toneladas en total.

- Tres clientes se visitarán en la ruta 2: cliente 27 – cliente 29 – cliente 6 y el vehículo transportaría 7.323191 toneladas de producto.
- Dos clientes visitados en la ruta 3: cliente 3 - Cliente 51 siendo transportadas 8.6517 toneladas.
- Sólo un cliente se visitará en la ruta 4: cliente 7 y el vehículo transportará 4.87106 toneladas.

A continuación la representación gráfica del ruteo del cuarto día:

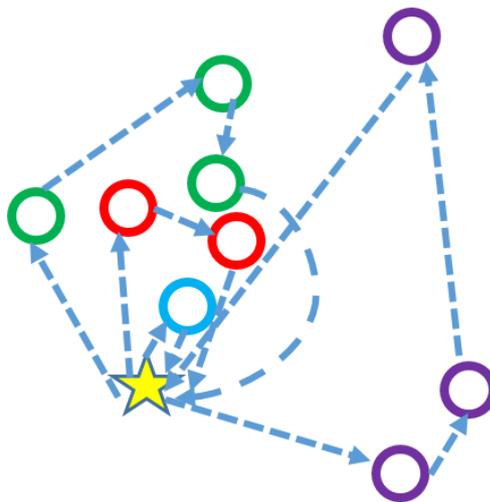


Figura 4.8 Grafo del ruteo del cuarto día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

Esta planificación cumple con los tiempos establecidos tanto de los clientes como de la siderúrgica. Se deberán utilizar cuatro vehículos para realizar las cuatro rutas planificadas debido a que estas inician en una misma hora.

➤ **Quinto día**

Ruta	Cliente	Tiempo Llegada	Ton a despachar	Tiempo de Salida
1	1	07:00:00	0	07:00:00
1	29	07:19:00	5.86891	08:34:00
1	30	08:42:00	1.92285	09:57:00
1	1	10:07:00	0	10:07:00
2	1	07:00:00	0	07:00:00
2	54	08:19:00	3.52629	09:34:00
2	27	10:47:00	5.47537	12:02:00
2	1	12:38:00	0	12:38:00
3	1	07:00:00	0	07:00:00
3	3	08:22:00	3.10169	09:37:00
3	1	10:59:00	0	10:59:00

Tabla 4.20 Planificación de la distribución del quinto día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

En la tabla 4.21 se observa que para la distribución de los productos en el quinto día se requieren tres vehículos, para transportar 19.89511 toneladas a 5 clientes, que deberán seguir lo siguiente:

- Dos clientes en la ruta 1: cliente 29 - cliente 30 y el vehículo transportaría 7.79176 toneladas en total.
- Dos clientes se deberían visitar en la ruta 2: cliente 54 - cliente 27, por lo que el vehículo transportaría 9.00166 toneladas de producto.
- Un cliente se visitará en la ruta 3: cliente 7 transportándose 3.10169 toneladas.

En la figura 4.9 se tiene la representación gráfica del ruteo en el quinto día:

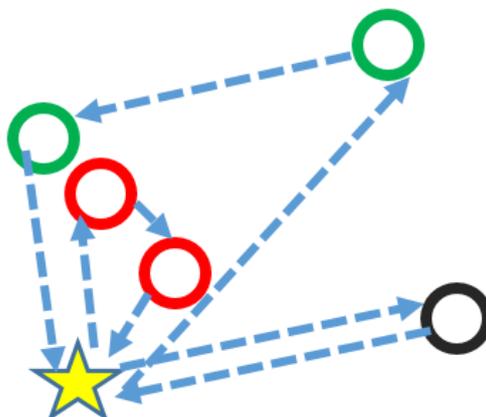


Figura 4.9 Grafo del ruteo del quinto día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

➤ **Sexto día**

Ruta	Cliente	Tiempo Llegada	Ton a despachar	Tiempo de Salida
1	1	07:00:00	0	07:00:00
1	16	07:09:00	1.05794	08:24:00
1	47	09:10:00	4.7519	10:25:00
1	18	11:17:00	2.58713	12:32:00
1	1	12:54:00	0	12:54:00
2	1	07:00:00	0	07:00:00
2	41	08:21:00	8.20343	09:36:00
2	1	10:57:00	0	10:57:00

Tabla 4.21 Planificación de la distribución del sexto día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

En la tabla 4.22 se puede notar que para la distribución en el sexto día, se requieren dos vehículos para satisfacer una demanda de 16.8704 toneladas por parte 4 clientes. La ruta que deberán seguir es:

- Tres clientes visitados en la ruta 1: cliente 16 - cliente 47 – cliente 18 transportándose 8.66697 toneladas de producto.
- Un sólo cliente se visitará en la ruta 2: cliente 41; y se transportará 8.20343 toneladas.

En la figura 4.10 se tiene la representación gráfica del ruteo en el sexto día:

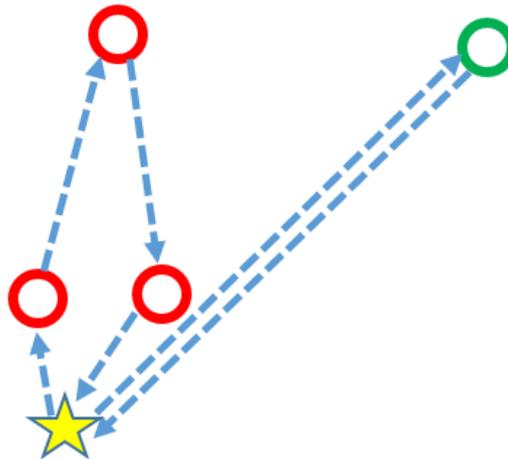


Figura 4.10 Grafo del ruteo del sexto día de la semana 46
Fuente: Elaborado por los autores

Finalmente se puede decir que todos los clientes fueron visitados durante la semana presentada, cumpliendo los tiempos establecidos y la demanda de cada uno.

4.6.9 Análisis comparativo

En esta sección se realiza la comparación de los resultados obtenidos en la empresa vs. los obtenidos en este proyecto, con el objetivo de resaltar

la mejora que existe en el proceso de distribución y el ahorro de dinero de la empresa siderúrgica.

El costo de transportación resultante de este proyecto durante la semana 46 del producto VAR. CORR. SOLD. 12 mm x 12 MT fue de USD 4,701.01; comparando este valor con el costo presentado por la siderúrgica, se tiene que un ahorro del 8 % en dicha semana.

Costo de transportación	
Siderúrgica	\$5,130.54
Proyecto	\$4,701.01

Tabla 4.22 Costo de transportación de la semana 46 - 2013
Fuente: Elaborado por los autores

En la tabla 4.23 se presenta el costo anual de transportación, en el cual se puede observar que se tiene ahorros considerables en el transporte de cada tipo de producto desde un 8% en el caso de las VAR. CORR. SOLD. 08 mm x 12 MT hasta un 14% en el caso de las VAR. CORR. SOLD. 12 mm x 12 MT.

Escenario	VAR. CORR SOLD. 12 mm X 12 MT	VAR. CORR SOLD. 08 mm X 12 MT	VAR. CORR SOLD. 10 mm X 12 MT	VAR. CORR SOLD. 14 mm X 12 MT	VAR. CORR SOLD. 16 mm X 12 MT	VAR. CORR SOLD. 18 mm X 12 MT
Siderúrgica	\$ 266.446,19	\$ 140.130,55	\$ 115.107,54	\$ 47.620,28	\$ 20.958,62	\$ 6.867,26
Proyecto	\$ 229.143,72	\$ 127.518,80	\$ 102.445,71	\$ 41.905,85	\$ 19.072,34	\$ 6.317,88
% Ahorro	14%	9%	11%	12%	9%	8%

Tabla 4.23 Resumen del costo anual de transportación y sus ahorros
Fuente: Elaborado por los autores

CAPITULO 5

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 CONCLUSIONES

El análisis de la situación del año 2013 se realizó con el respectivo seguimiento e investigación de los procesos operativos involucrados en la distribución, realización de un modelo tarifario, pronóstico de la demanda en distintos periodos de tiempo, clasificación ABC en base a toneladas despachadas y todo esto, para la ejecución final de un IRP.

Conclusiones del proyecto:

- Se puede concluir que se tiene en promedio un ahorro del 11% en el costo de transportación comparando el escenario del año 2013 de la siderúrgica con respecto al presentado en este proyecto.
- La planificación presentada en este proyecto cubre la demanda semanal de cada uno de los clientes, respetando su ventana horaria y considerando los tiempos de descarga promedio de cada producto en las instalaciones de los mismos.
- La cantidad de toneladas transportadas por cada vehículo no sobrepasa la capacidad total de los mismos dentro de la planificación resultante en el proyecto.

- De acuerdo al estudio para la determinación de la cantidad aproximada de flota vehicular, la empresa siderúrgica puede adquirir 21 plataformas con una capacidad de 12 toneladas y 9 trailers de 40 toneladas considerando un plazo de tres años para su distribución, esto le permitiría satisfacer la demanda de sus clientes sin tener inconvenientes de falta de disponibilidad de vehículos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Los futuros proyectos, que se asocien con el presente trabajo y que tengan por objetivo mejorar sus resultados, deberán usar el Algoritmo GRASP, debido que esta metaheurística amplía el espacio de búsqueda, y además de que disminuye el tiempo de ejecución.
- Si una vez ejecutada la programación, la necesidad de demanda de cualquier cliente no es satisfecha en su totalidad, se recomienda volver a correr el mismo por una segunda ocasión con la respectiva actualización de los datos obteniendo una nueva planificación semanal.
- Con el fin de obtener mejores resultados, sería conveniente considerar la transportación de carga de varios tipos de productos.
- Para complementar el estudio desarrollado, se deberá realizar una zonificación de los clientes a través de un modelo matemático obteniendo un algoritmo con mayor eficiencia.
- Por el crecimiento de la demanda, es recomendable medir el grado de eficiencia de los empleados considerando que en un futuro se requieran más trabajadores relacionados al proceso de la distribución, lo que obligará a la contratación adicional de personal humano para mejorar el servicio prestado.

- Para las semanas que tengan días festivos, en los cuales no se labora, se deberá realizar la ejecución al programa con una cantidad inferior de días laborables.

ANEXOS

Rutas	Suma de ton despachadas	Suma de venta (\$)	Suma de flete (\$)
ANCON-SELE	118.51	128,332.95	1,835.03
ARENILLAS-ELO	572.57	623,762.62	11,758.90
AYANGUE-SELE	0.75	860.40	11.66
BABAHOYO-LOSR	3,389.42	3,671,503.72	47,451.89
BABA-LOSR	182.00	197,235.48	2,818.10
BALSAS-ELO	422.88	456,677.55	8,684.66
BARBONES-ELO	16.07	17,351.81	337.63
BUENA FE-LOSR	284.16	307,509.39	4,773.86
CATARAMA-LOSR	15.34	16,566.87	249.12
EL GUABO-ELO	791.07	856,945.06	13,978.25
GQUIL CENTRO SUR-GUA	14,309.01	14,830,983.40	503,560.66
GQUIL NORTE-GUA	26,695.77	28,057,030.43	177,828.99
GUAYAQUIL-GUA	736.78	775,294.90	14,028.35
GUAYAQUIL-GUA	112.83	113,938.84	2,148.35
HUAQUILLAS-ELO	1,565.60	1,695,874.97	32,152.58
LA LIBERTAD-SELE	1,310.67	1,412,675.66	20,294.95
LOS ANGELES-LOSR	19.61	19,219.37	402.43
MACHALA-ELO	7,260.79	7,754,131.86	134,179.34
MOCACHE-LOSR	154.91	169,242.46	3,181.38
MONTALVO-LOSR	204.83	222,422.45	3,211.66
OLON-SELE	9.70	10,475.89	168.73
PIÑAS-ELO	2,089.59	2,273,494.01	58,508.49
PORTOVELO-ELO	29.39	30,071.82	822.83
PUEBLO NUEVO-MAN	66.69	72,282.17	1,032.66
PUEBLO VIEJO-LOSR	56.69	61,270.08	877.74
PUERTO BOLIVAR-ELO	83.47	79,292.15	1,544.11
PUERTO BOLIVAR-ELO	183.80	175,629.18	3,400.27
QUEVEDO-LOSR	3,060.65	3,308,951.55	53,255.29
QUINSALOMA-LOSR	135.30	147,260.24	2,547.34
RICARTE-LOSR	8.78	9,528.16	135.90
SALINAS-SELE	8.41	130.30	130.17
SALINAS-SELE	2,588.30	2,721,853.86	40,078.37
SAMBORONDON-GUA	647.21	687,031.07	5,466.37
SAN CARLOS-LOSR	162.79	177,371.95	3,064.92
SAN JUAN-LOSR	20.38	22,301.89	315.60
SAN PABLO-SELE	852.11	918,457.22	13,194.40
SAN PEDRO-SELE	284.59	309,781.03	4,406.74
SANTA ELENA-SELE	1,731.03	1,861,531.48	26,803.98
SANTA ROSA-ELO	1,883.38	2,041,126.12	35,859.50
VALENCIA-LOSR	148.32	160,325.58	3,046.03

VENTANAS-LOSR	911.78	995,337.56	17,166.70
VINCES-LOSR	611.11	665,283.07	11,505.84
ZARUMA-ELO	460.39	498,391.23	12,890.79
Total general	74,197.40	78,554,737.80	1,279,110.56

Anexo 1.1 Cuadro de localidades interiores y provincias cercanas a Guayaquil
Fuente: Empresa siderúrgica

Rutas	Suma de ton despachadas	Suma de venta (\$)	Suma de flete (\$)
24 DE MAYO-MAN	65.91	71,514.03	1,126.62
ALAMOR-LOJ	33.31	36,091.68	1,172.41
ALAUSI-CHI	98.51	106,853.30	1,796.81
ALLURIQUIN-SDO	47,132.72	432,732.00	791,829.73
AMBATO-TUN	166.79	179,839.09	3,349.80
ATACAMES-ESM	563.89	610,496.42	11,849.94
ATUNTAQUI-IMB	264.86	286,252.22	6,356.75
AZOGUES-CAÑ	5.36	5,787.93	103.73
BAHIA DE CARAQUEZ-MAN	238.71	259,479.79	4,596.36
BALAO-GUA	742.16	806,461.21	11,491.92
BALZAPAMBA-BOL	2.45	2,642.87	44.66
BALZAR-GUA	384.37	416,341.13	5,295.07
BAÑOS-TUN	46.61	50,333.53	979.55
BORBON-ESM	271.75	294,056.21	7,138.31
BUCAY-GUA	21.25	23,051.00	356.85
CALCETA-MAN	598.58	652,858.33	11,525.56
CALDERON-MAN	152.72	164,934.74	2,611.47
CALUMA-BOL	469.96	510,918.50	7,632.10
CAMILO PONCE-AZU	24.96	27,019.94	447.37
CANOA-MAN	10.80	11,667.78	251.72
CARIAMANGA-LOJ	36.77	39,882.83	1,293.94
CATAMAYO-LOJ	41.32	44,624.84	1,454.10
CELICA-LOJ	105.45	110,778.13	3,711.11
CHAGUARPAMBA-LOJ	4.15	4,486.10	115.89
CHANDUY-SELE	133.62	147,889.21	1,776.75
CHARAPOTO-MAN	31.60	34,123.78	540.08
CHONE-MAN	424.94	448,156.22	8,182.20
CHONGON-GUA	4.50	5,590.25	37.96
CHUNCHI-CHI	130.33	141,458.52	2,378.46
COCHANCAJ-CAÑ	22.21	24,380.62	335.83
COJIMÍES-MAN	8.24	8,967.56	225.90

COLIMES-GUA	69.13	74,737.22	919.29
CUENCA-AZU	10.28	11,249.72	199.50
CUMANDA-CHI	336.99	362,845.21	5,661.45
CUMBAYA-PICH	63.40	58,201.20	1,332.32
DAULE-GUA	1,530.91	1,654,003.02	12,930.15
DURAN PAN -GUA	6,029.51	6,496,306.09	29,706.53
DURAN PUENTE -GUA	24.33	26,278.54	119.88
ECHEANDIA-BOL	35.27	38,099.76	643.70
EL CARMEN-MAN	474.65	517,332.93	9,139.29
EL COCA-ORE	8.43	7,839.80	359.96
EL EMPALME-GUA	261.29	283,254.31	4,045.91
EL TRIUNFO-GUA	477.08	516,443.89	6,251.69
ESMERALDAS-ESM	3,374.44	3,645,989.65	70,912.40
FLAVIO ALFARO-MAN	13.26	14,321.12	362.80
GUARANDA-BOL	48.47	52,344.24	922.81
IBARRA-IMB	129.61	134,338.78	3,108.18
JAMA-MAN	293.20	279,853.94	8,021.88
JARAMIJO-MAN	168.76	182,376.24	2,884.67
JIPIJAPA-MAN	883.87	958,114.78	12,264.33
JUJAN-GUA	180.04	195,398.43	2,394.13
JUNIN-MAN	123.38	133,759.77	2,381.32
KM 26 VIA EL TRIUNFO-GUA	40.03	39,366.85	524.50
LA CONCORDIA-ESM	126.94	137,649.04	2,203.67
LA MANA-COT	497.75	534,469.27	10,222.35
LA TRONCAL-CAÑ	2,324.35	2,438,547.66	35,144.18
LA UNION-ESM	6.13	6,615.97	106.35
LAGO AGRIO-SUC	45.11	41,854.18	2,268.06
LATACUNGA-COT	1,009.86	1,079,653.98	18,429.42
LAUREL-GUA	176.00	191,847.77	1,486.52
LOJA-LOJ	1,004.95	984,050.94	35,366.14
LOMAS DE SARGENTILLO-GUA	476.44	519,013.03	4,024.01
LOS ANGELES-GUA	30.73	32,182.68	409.88
LOS SACHAS-ORE	43.96	41,825.29	1,878.39
MACARA-LOJ	13.62	14,704.74	479.15
MACAS-MOR	10.19	11,003.57	409.77
MANGLARALTO-SELE	701.55	750,440.17	10,863.03
MANTA-MAN	4,773.04	5,170,380.59	81,586.52
MARCELINO MARIDUEÑA-GUA	146.57	159,930.48	2,549.50
MILAGRO-GUA	25.06	28,779.15	333.29
MILAGRO-GUA	3,262.24	3,491,096.57	43,379.67
MOLLETURO-AZU	36.77	33,832.54	639.88
MONTAÑITA-SELE	47.10	50,902.97	730.07

MONTECRISTI-MAN	213.29	224,626.57	3,645.77
MUISNE-ESM	27.48	29,729.74	577.51
NARANJAL-GUA	2,076.60	2,066,893.84	32,154.97
NARANJITO-GUA	1,256.59	1,373,130.53	16,709.52
NOBOL-GUA	254.97	277,945.51	2,153.45
P.V.MALDONADO-PICH	179.35	193,946.37	3,113.47
PAJAN-MAN	179.61	194,169.75	2,492.17
PALENQUE-LOSR	105.48	115,594.80	1,633.27
PALESTINA-GUA	109.73	118,922.37	1,463.59
PALLATANGA-CHI	34.23	37,132.26	624.75
PASAJE-ELO	1,272.35	1,375,383.59	23,513.04
PASCUALES-GUA	267.82	289,884.35	1,784.00
PATRICIA PILAR-LOSR	116.99	126,755.57	1,965.48
PAUTE-AZU	16.24	17,803.97	314.35
PEDERNALES-MAN	597.84	607,443.84	16,356.81
PEDRO CARBO-GUA	611.56	654,503.89	8,132.18
PICHINCHA-MAN	97.55	106,667.02	1,667.42
PLAYAS-GUA	8.85	117.73	117.71
PLAYAS-GUA	1,583.66	1,711,829.11	21,058.77
PORTOVIEJO-MAN	3,385.49	3,653,349.15	57,868.74
POSORJA-GUA	0.10	127.66	1.52
POSORJA-GUA	393.05	427,893.84	6,086.15
PUERTO INCA-GUA	235.95	248,527.82	3,374.11
PUERTO LOPEZ-MAN	345.99	376,297.42	5,914.10
PUERTO QUITO-PICH	80.67	87,959.42	1,695.27
PUJILI-COT	61.53	66,450.46	1,122.86
QUININDE-ESM	651.57	704,637.65	11,311.28
QUITO NORTE-PICH	359.90	383,628.81	6,946.16
QUITO SUR-PICH	75.77	73,511.40	1,462.28
QUITO-PICH	797.71	350,856.19	16,751.90
RIOBAMBA-CHI	15.24	16,463.73	278.20
ROCAFUERTE-MAN	218.78	236,227.71	3,739.72
SALITRE-GUA	2.74	22.98	23.11
SALITRE-GUA	320.43	350,439.74	2,706.38
SAN JOSE DE CHIMBO-BOL	4.82	5,206.57	131.90
SAN LORENZO-ESM	405.75	440,545.29	10,658.45
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS-PICH	44.72	48,296.26	776.32
SAN MIGUEL-BOL	256.85	278,438.83	4,890.48
SAN VICENTE-MAN	492.00	519,559.57	9,473.50
SANTA ANA-MAN	195.01	211,093.85	3,334.71
SANTA ISABEL-AZU	63.95	69,065.46	1,312.24

SANTA LUCIA-GUA	350.69	381,199.08	4,595.49
SANTO DOMINGO-SDO	5,549.44	6,002,581.06	104,329.39
SAQUISILI-COT	58.06	55,161.67	1,059.65
SIGCHOS-COT	69.83	71,947.58	1,270.86
SIMON BOLIVAR-GUA	114.60	125,401.88	1,523.84
SUA-ESM	1.06	1,249.50	22.31
TONSUPA-ESM	126.04	136,664.74	2,648.68
TOSAGUA-MAN	392.99	430,178.03	7,567.06
TRES POSTES-GUA	9.73	10,506.77	129.36
TULCAN-CAR	30.05	23,739.42	789.36
VALLE DE YUNGUILLA-AZU	20.81	19,245.74	426.53
VENTA PUBLICA	517.28	543,223.59	8,491.64
VICHE-ESM	81.10	87,643.97	1,704.32
YAGUACHI-GUA	242.49	263,143.99	3,224.52
ZAMORA-ZAM	24.37	26,315.59	873.29
ZAPOTILLO-LOJ	90.72	97,979.01	3,192.65
Total general	106,670.98	63,708,168.08	1,748,792.04

Anexo 1.2 Cuadro de zonas lejanas a Guayaquil
Fuente: Empresa siderúrgica

N	Items	Unidad	Ton despachadas	Peso X Un (Ton)
1	VAR. CORR SOLD. 12 mm X 12 MT.	4,383,495.00	46,710.65	0.01
2	VAR. CORR SOLD. 08 mm X 12 MT.	5,302,588.00	25,134.27	0.00
3	VAR. CORR SOLD. 10 mm X 12 MT.	3,144,052.00	23,278.44	0.01
4	VAR. CORR SOLD. 14 mm X 12 MT.	623,028.00	9,031.39	0.01
5	VAR. CORR SOLD. 16 mm X 12 MT.	242,026.00	4,583.01	0.02
6	VAR. CORR SOLD. 18 mm X 12 MT.	86,892.00	2,083.32	0.02
7	VAR. CORR SOLD. 20 mm X 12 MT.	72,916.00	2,157.73	0.03
8	VAR. CORR SOLD. 25 mm X 12 MT.	33,752.00	1,560.56	0.05
9	VAR. CORR SOLD. 22 mm X 12 MT.	41,705.00	1,493.37	0.04
10	VAR. CUADRADA 11mm X 6M CONST.	197,717.00	1,126.80	0.01
11	ELECT 5,5 MM 15X15 CM GRAF	20,220.00	757.24	0.04
12	VAR. GRAFIL 5,5 mm x 5,90 m	589,948.00	650.72	0.00
13	ELECT 8,0 MM 15X15 CM GRAF.	8,004.00	634.16	0.08
14	VAR. CORR SOLD. 32 mm X 12 MT.	8,522.00	645.59	0.07
15	DOWEL 32,0 MM LISO	12,788.00	518.51	0.04
16	VAR. CORR SOLD. 20 mm X 9 MT.	26,345.00	584.70	0.02
17	ELECT 5,0 MM 15X15 CM GRAF	15,406.00	476.82	0.03

18	VAR. CORR SOLD. 22 mm X 9 MT.	19,886.00	534.06	0.03
19	ROLLO CORR EXT. CONST 08.0 mm.	465.00	468.77	1.01
20	ELECT 6,0 MM 10X10 CM GRAF	5,547.00	367.88	0.07
21	ROLLO CORR EXT. CONST 10.0 mm.	400.00	403.96	1.00
22	VAR. CORR SOLD. 25 mm X 09 MT.	12,128.00	420.56	0.03
23	EMA 8,0 MM 15X15 CM P-A	8,111.00	314.67	0.04
24	ELECT 6,0 MM 15X15 CM GRAF	7,363.00	328.15	0.04
25	VAR. CORR SOLD. 16 mm X 9 MT.	24,451.00	347.25	0.01
26	VAR. CORR SOLD. 12 mm X 9 MT.	47,810.00	382.10	0.01
27	VAR.CORR SOLD.32mm X 12M. 1029	4,036.00	305.75	0.08
28	VAR. CORR SOLD. 18 mm X 9 MT.	17,256.00	310.30	0.02
29	ELECT 4,5 MM 15X15 CM GRAF.	10,359.00	259.70	0.03
30	DOWEL 25,0 MM LISO	9,583.00	254.95	0.03
31	VAR.CORR SOLD.28mm X 12M. 1029	4,869.00	282.44	0.06
32	VAR. CORR SOLD. 12 mm X 6 MT.	66,572.00	354.70	0.01
33	VAR. GRAFIL 6,0 mm x 5,90 m	171,096.00	224.09	0.00
34	VAR. CORR SOLD. 28 mm X 12 MT.	4,616.00	267.71	0.06
35	ELECT 6,0 MM 15X15 CM P-A	5,124.00	211.71	0.04
36	ELECT 4,0 MM 15X15 CM GRAF	9,600.00	190.16	0.02
37	VAR. GRAFIL 5,0 mm x 5,90 m	179,708.00	163.39	0.00
38	VAR. CORR SOLD. 10 mm X 09 MT.	32,237.00	179.01	0.01
39	ELECT 7,0 MM 15X15 CM GRAF	2,494.00	151.29	0.06
40	VAR. CORR SOLD. 14 mm X 9 MT.	14,966.00	162.71	0.01
41	EST 12,0 MM CUADRADO	166,460.00	147.78	0.00
42	PALANQUILLA VTA	279.00	277.27	0.96
43	VAR.LISO 5.5 MM X 5.90 M	106,120.00	117.05	0.00
44	ALAMBRON 5.5 mm SAE 1008	129.00	129.35	21.35
45	ELECT 5,0 MM 10X10 CM GRAF	2,504.00	115.32	0.05
46	ALAMBRON 5.5 mm SAE 1006	107.00	109.27	28.41
47	VAR. CUADRADA 15mm X 6M CONST.	8,508.00	90.15	0.01
48	GRAFIL 1006 - 8,0 mm ROLLO	84.00	81.71	0.96
49	VARILLA 32,0 MM CORTE ESPECIAL	14,338.00	90.52	0.01
50	ELECT 3,5 MM 15X15 CM GRAF	5,336.00	80.92	0.02
51	ELECT 4,5 MM 30X30 CM GRAF.	6,267.00	78.56	0.01
52	PERFIL G 100X50X15X3MMX6MT	73,536.00	2,184.00	0.03
53	VAR. CORR SOLD. 28 mm X 09 MT.	2,136.00	92.93	0.04
54	VAR.CORR SOLD.28mm X 9 M. 1029	2,022.00	87.97	0.04
55	ELECT 8,0 MM 10X10 CM GRAF	604.00	71.21	0.12
56	VAR. CORR SOLD. 10 mm X 06 MT.	22,691.00	84.00	0.00
57	ELECT 6,0 MM 20X20 CM GRAF	2,078.00	68.91	0.03
58	VARILLA 12,0 MM CORTE ESPECIAL	82,504.00	73.26	0.00
59	ELECT 8,0 MM 20X20 CM GRAF.	1,153.00	67.97	0.06

60	BARRA REDONDA 25 X 12 MT.	1,708.00	78.97	0.05
61	VAR. CORR SOLD. 8 mm X 06 MT.	30,307.00	71.83	0.00
62	EMA 8,0 MM 15X15 CM P-C	1,775.00	63.52	0.04
63	ELECT 10,0 MM 20X20 CM GRAF.	676.00	62.27	0.09
64	ESTRIBO 8,0 MM RECTANGULO CORR	149,471.00	58.98	0.00
65	KIT05 COLUMNA 3	8,163.00	52.74	0.01
66	ELECT 10,0 MM 15X15 CM GRAF	521.00	61.08	0.12
67	ROLLO CORR EXT. CONST 12.0 mm.	64.00	64.02	0.96
68	EMA 12,0MM P-ARM 15X15X650	650.00	56.52	0.09
69	VAR. CORR SOLD.32mm X 9M. 1029	1,063.00	60.40	0.06
70	ESTRIBO 10,0 MM ABIERTO CORR	101,972.00	62.81	0.00
71	VAR. CUADRADA 9 mm X 6M CONST.	12,540.00	47.85	0.00
72	VAR. CORR SOLD. 32 mm X 09 MT.	1,100.00	62.50	0.06
73	ESTRIBO 8,0 MM CUADR CORR	117,822.00	46.49	0.00
74	VAR. CORR SOLD. 32 mm X 07 MT.	1,357.00	59.97	0.04
75	ARMAD AS 12,0 mm X 15X15cm	1,616.00	46.84	0.03
76	ARMAD GRAFIL 8,8 mm X 15X15cm	2,569.00	44.63	0.02
77	ELECT 5,5 MM 10X10 CM GRAF	801.00	44.64	0.06
78	VAR. CORR SOLD. 08 mm X 09 MT.	13,877.00	49.33	0.00
79	ESTRIBO 10,0 MM RECTANGUL CORR	70,978.00	43.72	0.00
80	EMA 8,8MM P-ARM 15X15X650 CM	740.00	38.57	0.05
81	EMA 8,0 MM 15X15 CM P-B	800.00	39.90	0.05
82	CUBIERTA 3.90M X 0.40MM X 1M	987,000.00	987.00	0.00
83	VARILLA 25,0 MM CORTE ESPECIAL	10,874.00	41.90	0.00
84	KIT05 RIOSTRA	7,917.00	32.55	0.00
85	DOWEL 28,0 MM LISO	731.00	29.59	0.04
86	KIT REFUERZOS 8,0 MM	82,305.00	32.48	0.00
87	PERFIL C 80X40X3MMX6MT	54,378.00	1,155.00	0.02
88	VAR. CORR SOLDABLE 25 X 18 M	520.00	36.06	0.07
89	ESTRIBO 10,0 MM CUADR CORR	56,577.00	34.85	0.00
90	ESTRIBO 16,0 MM ABIERTO CORR	22,231.00	35.09	0.00
91	KIT05 COLUMNA 4	3,405.00	26.16	0.01
92	VAR CORR EXTR 36 mm X 18 m	220.00	31.64	0.14
93	ALAMBRE GALV.# 18	705,000.00	#¡VALOR!	0.00
94	VAR.TREFIL 4.2 MM X 5.90 M	39,386.00	25.53	0.00
95	BARRA REDONDA 20 mm X 6 MT.	2,254.00	33.35	0.01
96	PERFIL G 150X50X15X3MMX6MT	17,591.00	647.00	0.04
97	ELECT. PARA TUBO 72 PULG	200.00	23.38	0.12
98	CUBIERTA 2.80M X 0.40MM X 1M	750,000.00	750.00	0.00
99	ESTRIBO 18,0 MM ABIERTO CORR	11,957.00	23.89	0.00
100	ELECT.PARA TUBO 21 PULG	2,170.00	20.62	0.01
101	ESTRIBO 14,0 MM ABIERTO CORR	18,861.00	22.78	0.00

102	ELECT 4,0 MM 10X10 CM GRAF	666.00	19.63	0.03
103	ELECT 5,0 MM 20X20 CM GRAF	800.00	18.42	0.02
104	EST 12,0 MM ABIE	23,334.00	20.72	0.00
105	KIT05 VIGA CUBIERTA 2	6,992.00	16.35	0.00
106	KIT05 PLINTO 3	9,648.00	15.17	0.00
107	PANEL METALICO 0.45X5.70MT	312,000.00	312.00	0.00
108	ALAMBRO 8.0 mm	21.00	20.68	0.98
109	PANEL METALICO 0.45X5.50MT	312,000.00	312.00	0.00
110	ESTRIBO 14,0 MM ESPIRAL CORR	12,000.00	14.50	0.00
111	VARILLA 22,0 MM CORTE ESPECIAL	5,640.00	16.81	0.00
112	ELECT. PARA TUBO 80 PULG	100.00	14.48	0.14
113	ELECT.PARA TUBO 24 PULG	888.00	14.10	0.02
114	ELECT 10,0 MM 15X15 CM AS	140.00	13.62	0.10
115	ARMAD GRAFIL 8,8 mm X 10X15cm	778.00	12.97	0.02
116	VAR. LISO SOLD. 32 X 12 MT.	190.00	14.39	0.08
117	EMA 7,0MM P-ARM 15X15X650 CM	390.00	12.57	0.03
118	ELECT.PARA TUBO 36 PULG.	333.00	12.35	0.04
119	PANEL AR2000 GALVANIZADO	233,000.00	233.00	0.00
120	VAR.TREFIL 4,0 MM X 6,00 M	25,900.00	15.33	0.00
121	ELECT 4,0 MM 20X20 CM GRAF.	782.00	11.53	0.01
122	ESTRIBO 12,0 MM RECTANGUL CORR	13,704.00	12.17	0.00
123	BARRA REDONDA 14 mm X 12 MT.	1,007.00	14.60	0.01
124	ANGULO HIERRO 30X30X3MMX6MT	168,199.00	1,354.00	0.01
125	VAR. GRAFIL 4,2 mm x 5,90 m	16,382.00	10.62	0.00
126	ELECT 4,0 MM 30X30 CM GRAF	1,110.00	10.99	0.01
127	ALAMBRE RECOCIDO # 18	411,000.00	411.00	0.00
128	KIT05 VIGA CUBIERTA 1	930.00	9.28	0.01
129	KIT05 VIGA LOSA 1	1,232.00	9.69	0.01
130	ARMAD GRAFIL 7,0 mm X 15X15cm	918.00	9.61	0.01
131	ELECT. PARA TUBO 66 PULG	100.00	9.70	0.10
132	PERFIL G 200X50X15X3MMX6MT	4,720.00	207.00	0.04
133	ELECT 4,5 MM 10X10 CM GRAF.	252.00	9.40	0.04
134	CUBIERTA 3M X 0.30MM X 1MT	260,000.00	260.00	0.00
135	PERFIL C 200X50X3MMX6MT	4,734.00	194.00	0.04
136	ELECT 5,5 MM 20X20 CM GRAF	293.00	8.16	0.03
137	ESTRIBO 8,0 MM ABIERTO CORR	19,874.00	7.84	0.00
138	ELECT. PARA TUBO 40 PULG	300.00	7.86	0.03
139	ARMAD GRAFIL 7,0 mm X 10X15cm	739.00	7.50	0.01
140	ELECT 7,0 MM 10X10 CM GRAF	100.00	9.03	0.09
141	TAPA DE HIERRO DE 600 MM	37,000.00	37.00	0.00
142	VAR. CORR SOLD. 10 mm X 03 MT.	5,960.00	11.02	0.00
143	KIT05 PILARETE	3,608.00	6.44	0.00

144	ESTRIBO 12,0 MM ABIERTO CORR	8,976.00	7.97	0.00
145	PERFIL G 80 X40x15x3MM X6 MT	9,476.00	228.00	0.02
146	VAR CORR EXTR 12 mm X 12 MQ	883.00	9.41	0.01
147	CUBIERTA 3.65M X 0.40MM X 1M	176,000.00	176.00	0.00
148	BARRA REDONDA 12 mm X 12 MT.	741.00	7.90	0.01
149	VAR. CORR SOLD. 25 mm X 14 MT.	142.00	7.66	0.05
150	PERFIL T 30X30X3MMX6MT	63,679.00	540.00	0.01
151	CUBIERTA 6.20M X 0.30MM X 1MT	80,000.00	80.00	0.00
152	VARILLA 16,0 MM CORTE ESPECIAL	3,849.00	6.08	0.00
153	PLANCHA HIERRO 1220X2440X8MM	32,000.00	32.00	0.00
154	VAR. CORR SOLD. 8 mm X 03 MT.	7,330.00	8.68	0.00
155	CUMBRERO 0.40MMX610MMX3M	377,000.00	377.00	0.00
156	ELECT 4,5 MM 20X20 CM GRAF.	306.00	5.71	0.02
157	VARILLA 20,0 MM CORTE ESPECIAL	2,262.00	5.58	0.00
158	PLANCHA HIERRO 1220X2440X6MM	34,000.00	34.00	0.00
159	TUBO CUADRADO 3"X3MM X6MTR	65,000.00	65.00	0.00
160	VAR. LISA SOLD. 32 X 09 MT.	76.00	4.32	0.06
161	PERFIL G 125X50X15X3MMX6MT	3,369.00	112.00	0.03
162	BARRA REDONDA 16 mm X 6 MT	528.00	5.00	0.01
163	BARRA REDONDA 18mm X 6MT.	417.00	5.00	0.01
164	PANEL METAL 045 MM X1MT	383,000.00	383.00	0.00
165	ARMAD GR 7,0 mm 10X10X650cm	361.00	3.51	0.01
166	ELECT.PARA TUBO 27 PULG.	134.00	3.58	0.03
167	CANALON TOL DE 0.9MM	312,000.00	312.00	0.00
168	KIT05 PLINTO 4	1,192.00	3.23	0.00
169	PEZCADOR COLADA CONTINUA	13,232.00	3.23	0.00
170	ELECT. PARA TUBO 48 PULG	120.00	4.37	0.04
171	ANGULO DE HIERRO 40X40X3MMX6MT	27,182.00	302.00	0.02
172	ELECT.PARA TUBO DE 33 PULG	100.00	3.35	0.03
173	PERFIL C 100X50X3MMX6MT	4,092.00	110.00	0.03
174	RETAZOS	4.00	4.54	0.35
175	VARILLA 18,0 MM CORTE ESPECIAL	1,768.00	3.53	0.00
176	ESTRIBO 22,0 MM ABIERTO CORR	1,168.00	3.49	0.00
177	VARILLA 10,0 MM CORTE ESPECIAL	5,663.00	3.49	0.00
178	VAR.TREFIL 5,0 MM X 5,90 M	2,714.00	2.47	0.00
179	CASCARILLA-TREN	23.00	22.78	1.00
180	ESTRIBO 20,0 MM ABIERTO CORR	1,088.00	2.68	0.00
181	VAR. CORR SOLD. 25 mm X 16 MT.	42.00	2.59	0.06
182	VAR. CORR SOLD. 20 mm X 6 MT.	182.00	2.69	0.01
183	SERVICIO CARGA Y TRANSP. PESAD	203.00	202.93	0.99
184	VAR CORR EXTR 36 mm X 6 m	34.00	1.63	0.05

185	EST 10,0 MM ABIE	2,701.00	1.67	0.00
186	PANEL METAL 0.70MM X1MTX5.60M	24,000.00	24.00	0.00
187	PLANCHA HIERRO 1/8"X2.40X1.20M	19,000.00	19.00	0.00
188	VAR. CORR SOLD. 22 mm X 6 MT.	59.00	1.59	0.03
189	KIT05 VIGA LOSA 2	112.00	1.17	0.01
190	KIT05 COLUMNA 1	246.00	1.16	0.00
191	PERNO AUTOPERFORANTE 1 1/2X10	14,205,000.00	14,205.00	0.00
192	ESTRIBO 25,0 MM ABIERTO CORR	355.00	1.37	0.00
193	VAR. CORR SOLD. 16 mm X 6 MT.	158.00	1.50	0.01
194	PLANCHA HIERRO 1220X2440X12MM	4,000.00	4.00	0.00
195	VAR. LISO SOLD. 28 mm X 12 MT.	23.00	1.33	0.06
196	VAR. CORR SOLD. 25 mm X 10.3MT	31.00	1.23	0.04
197	VARILLA 28,0 MM CORTE ESPECIAL	245.00	1.18	0.00
198	CUMBRERO DE 0.45 X 3M	53,000.00	53.00	0.00
199	VARILLA LISA 19MM X 6MT	5,175.00	62.00	0.01
200	ANGULO DE HIERRO 50X50X3MMX6MT	4,167.00	56.00	0.01
201	VARILLA 14,0 MM CORTE ESPECIAL	661.00	0.80	0.00
202	ESTRIBO 14,0 MM RECTANGUL CORR	704.00	0.85	0.00
203	KIT05 COLUMNA 2	123.00	0.69	0.01
204	PANEL METALICO 0.45X3.20MT	24,000.00	24.00	0.00
205	VARILLA 8,0 MM CORTE ESPECIAL	1,977.00	0.78	0.00
206	SUMIDERO	18,000.00	18.00	0.00
207	VAR. CORR SOLD. 14 mm X 6 MT	96.00	0.70	0.00
208	PERNO AUTOROSCABLE 5/16"X1"	7,600,000.00	7,600.00	0.00
209	BARRA REDONDA 25 X 09 MT.	16.00	0.55	0.03
210	PANEL METALICO 0.65 X1MTX4.80M	10,000.00	10.00	0.00
211	PLATINA 50X3MMX6MT	38,000.00	38.00	0.00
212	PLANCHA HIERRO 1220X2440X3MM	6,000.00	6.00	0.00
213	ALAMBRO 6.35 mm SAE 1008	1.00	0.50	0.50
214	GRAFIL 1006 - 6,0 mm ROLLO	0.00	0.44	0.00
215	PERNO GALVANIZADO 1/2X 1 1/2	2,580,000.00	2,580.00	0.00
216	VARILLA LISA 16MM X 6MT	3,597.00	30.00	0.01
217	PERNO AVELLANADO 6MMX1"	9,500,000.00	9,500.00	0.00
218	ESTRIBO 6,35 MM RECTANGUL GRAF	1,300.00	0.23	0.00
219	GRAFIL 1006 - 8,8 mm x 6,50 m	65.00	0.20	0.00
220	PERFIL C 150X50X3MMX6MT	118.00	4.00	0.03
221	PERNO NIQUELADO 1/2"X1/2"	760,000.00	760.00	0.00
222	KIT06 COLUMNA 1	12.00	0.14	0.01
223	TUERCA GALVANIZADA 3/4	736,000.00	736.00	0.00
224	PLANCHA HIERRO 1220X2440X4MM	1,000.00	1.00	0.00
225	ESTRIBO 28,0 MM ABIERTO CORR	22.00	0.11	0.00

226	VARILLA LISA 12MM X 6MT	2,251.00	12.00	0.01
227	ESTRIBO 8,0 MM ESPIRAL CORR	97.00	0.04	0.00
228	GRAFIL 1006 - 3,5 mm x 5,90 m	15.00	0.01	0.00

Anexo 1.3 Lista de ítems de la empresa siderúrgica

Fuente: Empresa siderúrgica

Bibliografía

- Antún, J. P. (2013). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Recuperado el Junio de 2014, de http://www.congreso.gob.pe/dgp/didp/boletines/02_2013/imagenes/competitividad/10.Distribuci%C3%B3n_urbana_mercancias_Estartegias.pdf
- Baquero, N. (2008). *Diseño de un Modelo de Costos y Tarifas del Transporte Terrestre y un Observatorio de Costos y Tarifas en Republica Dominicana para la Oficina de Reordenamiento de Transporte (OPRET)*. Recuperado el Junio de 2014, de <http://cnc.gov.do/cnc/wp-content/uploads/2009/04/estructura-de-fijacion-de-tarifas-y-costos-del-sector-de-transporte-terrestre-en-la-republica-dominicana.pdf>
- Barros Vacas, D. A. (2010). *Propuesta De Mejora Para La Gestión Logística De Empresas De Servicio*. Recuperado el Junio de 2014, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11918>
- Castellanos, A. (2012). *Diseño de un Sistema Logístico de Planificación de Inventarios para aprovisionamiento en empresas de distribución del sector de productos de consumo masivo*. San Salvador.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, Planeación y Operación*. México: Pearson.
- Díaz, A., Glover, F., Ghaziri, M., J, G., Laguna, M., & Tseng, F. (1996). *Optimización Heurística y Redes Neuronales*. Paraninfo.
- Gómez, A. M. (2010). *Canales de Distribución*. Recuperado el Junio de 2014, de http://www.icesi.edu.co/ingenieria_industrial/cognos/images/stories/programacion_2010_1/canales%20de%20distribucion%20cognos.pdf
- Herrera Sánchez, E. P. (2011). *Herramientas de soporte a la decision para la distribucion del canal de venta directa en una empresa de Supply Chain Managment*. Recuperado el Junio de 2014, de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1647/1/herrera_se.pdf
- Pérez, F. J. (2011). *Determinación de Estructuras de Flota para la Distribución*. Alemania: Academica Española.
- Tobón Jiménez, M. F. (2010). *Diagnóstico al Sistema de Entrega de Pedidos desde el Centro de Distribución de la Empresa Pisos Alfa*. Recuperado el Junio de 2014, de <http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/695/milton%20tob%C3%B3n.pdf?sequence=1>