¨DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO DE RUTEO DE TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN CANAL DE DISTRIBUCIÓN TRADICIONAL (TIENDA A TIENDA)¨

KATERINE MORENO VIDAL
CARLOS ANDRÉS PARRA LOZADA
LUIS EDUARDO ULABARRY QUINTERO

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA CALI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2012

¨DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN MODELO DE RUTEO DE TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN CANAL DE DISTRIBUCIÓN TRADICIONAL (TIENDA A TIENDA)¨

KATERINE MORENO VIDAL
CARLOS ANDRÉS PARRA LOZADA
LUIS EDUARDO ULABARRY QUINTERO

Proyecto de grado para optar al título de profesional en Ingeniería Industrial

Asesor
Dra. ILEANA PÉREZ
Docente Académica

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA CALI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2012

TABLA DE CONTENIDO

		Pág.
	RESUMEN	10
	INTRODUCCIÓN	11
	METODOLOGÍA	13
	ESTRUCTURA DEL TRABAJO	14
	OBJETIVOS	15
	OBJETIVO GENERAL	14
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
	CAPÍTULO 1. SITUACIÓN ACTUAL Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1	SITUACIÓN ACTUAL	16
1.2	Canal tradicional en la ciudad de Palmira y forma actual de distribución	16
1.2.1	Características de los clientes del canal tradicional	19
1.2.2	Características de los pedidos	19
1.2.3	Características de los vehículos	19
1.2.4	Separación o picking	20
1.2.5	Planeación, programación y asignación de rutas	20
1.2.6	Entrega de mercancía	21
1.2.7	Frecuencia de entrega ciudad de Palmira Canal tradicional	21
1.3	DIAGNÓSTICO DE LA RUTA OBJETO DE ESTUDIO	22
1.3.1	Resultados de los acompañamientos	23
1.3.2	Reasignación de clientes al vehículo de grandes cadenas	27
1.3.3	Sobrecostos vehículo Canal tradicional Palmira	28
1.3.4	Características del modelo actual de ruteo	28
1.4	ÁRBOL DE PROBLEMAS	29
1.5	ÁRBOL DE OBJETIVOS	30
	CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL	32
2.1	MARCO CONTEXTUAL	32
2.1.1	Razón social	33
2.1.2	Historia	34
2.1.3	Visión	34
2.1.4	Misión	34
2.1.5	Objetivos estratégicos	35
2.1.6	Razón económica de la empresa	35
2.1.7	Portafolio de productos	35
2.1.8	Tecnología Utilizada	37
2.1.9	Instalaciones Centro de Distribución Nacional Cali	37
2.1.10	Canales de Distribución	37
2.2	MARCO TEÓRICO	39
2.2.1	Problema de Ruteo de Vehículos (VRP)	39
2.2.2	Problemas con origen y destino coincidentes	40
2.2.2.1	El Problema del viajero de negocios (TSP)	40

2.2.2.2	El problema del cartero chino (algunas versiones)	42
2.2.2.3	El problema del ruteo de vehículos (VRP)	42
2.2.3	Métodos heurísticos para el VRP	43
2.2.3.1	2.2.3.1 Heurística del barrido o sweep	43
2.2.3.2	Algoritmo de Ahorros (Algoritmo de Ahorros de Clark & Wrigth	44
2.2.4	El problema de los m agentes viajeros (m-TSP)	44
2.3	RESEÑA DEL SOFTWARE DISPONIBLE EN COLOMBIA PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN Y SERVICIOS	45
2.3.1	Software VRP Solver 1.3	45
	CAPÍTULO 3. DISEÑO Y ESTRUCTURACION DEL MODELO DE RUTEO DE TRANSPORTE PARA LA RUTA DEL CANAL TRADICIONAL	46
3.1	SEPARACIÓN DE PEDIDOS EN LA FUENTE	46
3.2	MAPEO DE CLIENTES	48
3.3	MODELO BARRIDO O SWEEP.	51
3.3.1	Asignación de clientes a clústeres	51
3.3.2	Ruta Frecuencia Lunes - Jueves	52
3.3.3	Ruta Frecuencia Martes - Viernes	52
3.3.4	Ruta Frecuencia Miércoles - Sábado	53
3.4	MÉTODO DE LOS AHORROS	54
3.4.1	Construcción de la data de procesamiento	54
3.4.2	Procesamiento de Datos en la Herramienta Informática	55
3.5	SELECCIÓN DEL MODELO DE RUTEO	58
3.5.1	Comparación de Resultados	58
3.5.2	Impacto de la solución ruteo actual Vs. Propuesta	61
	CAPITULO 4. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL MODELO DE RUTEO	63
4.1	ETAPA INCIAL DE LA PROPUESTA	63
4.2	ACTIVIDADES PREVIAS A LA IMPLEMENTACION	64
4.2.1	Clientes	64
4.2.2	Proceso de separación	64
4.2.3	Capacitación embajadores de servicio	64
4.3	SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE RUTEO FRECUENCIA LUNES-JUEVES	65
4.4	SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE RUTEO FRECUENCIA MARTES – VIERNES	67
4.5	SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE RUTEO FRECUENCIA MIÉRCOLES – SÁBADO	68
4.6	EVALUACION DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN CALI	70
4.6.1	Impacto en los indicadores de gestión:	70
4.6.2	Costo - Beneficio	75
4.6.2.1	Costo del proyecto	75
4.6.2.2	Descripción de Beneficios	76
4.6.2.3	Relación Beneficio/Costo = Ahorro/Costos	76
5.	CONCLUSIONES	77
6.	RECOMENDACIONES	79

BIBLOGRAFÍA 81
ANEXOS 84

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Participación en ventas de la ciudad de Palmira para la Agencia Cali	16
Tabla 2.	Contribución de las ventas en la ciudad de Palmira por canal de distribución	16
Tabla 3.	Distribución de clientes por canal de ventas en Palmira-Valle del Cauca	17
Tabla 4.	Participación de las ventas por canal para la ciudad de Palmira	18
Tabla 5.	Cumplimiento de indicadores de gestión vehículo canal tradicional Palmira	18
Tabla 6.	Característica del vehículo del canal tradicional para la ciudad de Palmira	20
Tabla 7.	Frecuencia de entrega canal tradicional Palmira	21
Tabla 8.	Datos muestreo realizado en el acompañamiento	22
Tabla 9.	Consolidado de resultados en promedio de los tiempos frecuencia Lunes – Jueves	24
Tabla 10.	Consolidado de resultados en promedio de los tiempos frecuencia Martes – Viernes	24
Tabla 11.	Consolidado de resultados en promedio de los tiempos frecuencia Miércoles – Sábado	24
Tabla 12.	Cantidad de devoluciones generadas durante acompañamientos	25
Tabla 13.	Devoluciones frecuencia Lunes – Jueves	26
Tabla 14.	Devoluciones frecuencia Martes – Viernes	26
Tabla 15.	Devoluciones frecuencia Miércoles – Sábados	27
Tabla 16.	Costos generados por el vehículo de grandes cadenas en promedio mensual	28
Tabla 17.	Sobrecostos vehículo canal tradicional Palmira en promedio mensual	28
Tabla 18.	Tabla 18: División en el territorio colombiano de la empresa ASA S.A.S.	33
Tabla 19.	Canales y tipología de clientes	38
Tabla 20.	Consolidado Simulaciones Frecuencia Lunes - Jueves	52
Tabla 21.	Consolidado Simulaciones Frecuencia Martes – Viernes	52
Tabla 22.	Consolidado Simulaciones Frecuencia Miércoles – Sábado	53
Tabla 23.	Clientes con mayor volumen en ventas promedio pedido	54
Tabla 24.	Tabla 24. Resultados simulaciones de la variable distancia de recorrido	56
Tabla 25.	Resultado simulaciones Variables Peso y % Utilización	57
Tabla 26.	Simulación Seleccionada Método de Ahorros	58
Tabla 27.	Tabla de Comparación métodos VRP	58
Tabla 28.	Método actual de ruteo	61

Tabla 29.	Comparativo de Método Actual Vs. Método Propuesto (Método de Barrido)	61
Tabla 30.	Consolidación de tiempos de entrega global frecuencia Lunes – Jueves	66
Tabla 31.	Comparación resultados modelo propuesto Vs ruteo empírico frecuencia Lunes – Jueves	66
Tabla 32.	Consolidación de tiempos de entrega global frecuencia Martes – Viernes	67
Tabla 33.	Comparación resultados modelo propuesto Vs ruteo empírico frecuencia Martes – Viernes	67
Tabla 34.	Consolidado de tiempos promedio entrega por cliente frecuencia Miércoles – Sábado	68
Tabla 35.	Comparación resultados modelo propuesto Vs ruteo empírico frecuencia Miércoles – Sábado	68
Tabla 36.	Pago de horas extra embajadores de servicio y escolta	74
Tabla 37.	Costos de la implementación	75
Tabla 38.	Ahorro generado por la implementación	76

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico	1.	Concentración de los clientes en la ciudad de Palmira por canal de ventas atendidos por la empresa ASA S.A.S	17
Gráfico	2.	Participación por tipología de clientes del canal tradicional en Palmira	18
Gráfico	3.	Enrutamiento actual del canal tradicional en la ciudad de Palmira	25
Gráfico	4.	Impacto negativo en los indicadores de gestion logistico	29
Gráfico	5.	Árbol de objetivos	30
Gráfico	6.	Participación de la empresa ASA S.A.S en volumen para el periodo Junio-Julio 2012 en Colombia	32
Gráfico	7.	Participación de la empresa ASA S.A.S en valor para el periodo Junio-Julio 2012 en Colombia	33
Gráfico	8.	Formulación Matemática TPS	41
Gráfico	9.	Gráfico TSP Ponderado Completo en 4 Nodos	41
Gráfico	10.	El problema de ruteo de vehículos	42
Gráfico	11.	Proceso de separación de pedidos por cliente	47
Gráfico	12.	Mapeo de Clientes en Palmira (Valle del Cauca	49
Gráfico	13.	Asignación de Clientes a los Clústeres	51
Gráfico	14.	Archivo Plano de Coordenadas	55
Gráfico	15.	Mapeo Método Ahorros	60
Gráfico	16.	Mapeo Método Barrido	60
Gráfico	17.	Disminución Tiempo Total de Ruta	69
Gráfico	18.	Disminución Tiempo Total de Entrega	69
Gráfico	19.	Mejora del porcentaje de efectividad	70
Gráfico	20.	Impacto al costo kilo transportado	71
Gráfico	21.	Impacto del Flete Sobre la Venta	72
Gráfico	22.	Incremento de la Utilización de la Capacidad del Vehículo	72
Gráfico	23.	Devoluciones en pesos en el canal tradicional en la ciudad de Palmira	73
Gráfico	24.	Disminución es cantidad de pedidos devueltos	74

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1.	Formato de toma de tiempos de entrega	85
Anexo 2.	Clientes con tiempos de entrega altos frecuencia Lunes – Jueves	86
Anexo 3.	Clientes con tiempos de entrega altos frecuencia Martes – Viernes	87
Anexo 4.	Clientes con tiempos de entregas altos frecuencia Miércoles – Sábado	88
Anexo 5.	Coordenadas de clientes del canal tradicional	89
Anexo 6.	Orden de entrega Modelo Propuesto	94

RESUMEN

El diseño de rutas de vehículos es una de las funciones operativas más críticas del transporte[1]; Una de las decisiones operativas que debe tomarse frecuentemente en la gestión del transporte es el diseño de rutas con las cuales se atiende la demanda de los clientes finales[2].

Dentro de la empresa seleccionada el enrutamiento de los vehículos se realiza de manera empírica creando así rutas sin un orden lógico, desplazamientos extensos, tiempos muertos en la separación de los pedidos dentro de la ruta, subutilización de la capacidad de los vehículos, incumplimientos en los horarios de entrega e incumplimiento en los indicadores de gestión y en la ejecución del presupuesto asignado para este fin.

El propósito de este proyecto es contribuir a la solución de una problemática en una empresa del sector de la industria de alimentos colombiana, tomando como apoyo para esto la aplicación de conceptos de ingeniería industrial, como métodos de ruteo heurísticos para el problema de enrutamiento de vehículos (VRP) y de una herramienta informática para la simulación de ruteo de vehiculos (VRP Solver 1.3), que contribuyan con la mejora del proceso de distribución en una ruta del canal tradicional (Tienda a Tienda) de la empresa seleccionada, teniendo en cuenta las variables que afectan el proceso de distribución entre los clientes de este canal; a su vez, reestructurar uno de los procesos logísticos de la operación bajo techo buscando de esta manera retomar buenas prácticas logísticas ya implementadas en la actualidad por la empresa, que genera grandes oportunidades en los tiempos de ejecución de la ruta y sobrecostos que impactan el presupuesto logístico.

Por otra parte se busca la integración de actividades de trabajo entre las áreas que están en contacto directo con los clientes (Ventas y Logística de distribución) con el fin de lograr un acercamiento hacia estos en busca de mejorar el flujo del proceso de entrega que se ve afectado por procedimientos de los clientes y generan insatisfacción en el servicio prestado por la empresa reflejándose en incumplimientos de entrega y devoluciones que impactan de manera negativa los indicadores de gestión logísticos.

Con la aplicación de este proyecto se puede concluir que el uso de las herramientas de la ingeniería industrial, realizan aportes significativos a la mejora de los procesos dentro de las empresas que le permiten controlar de manera más eficiente los recursos asignados para la ejecución de estos.

[1] Revista Universidad EAFIT; Vol. 43 N° 145; Medellín, Colombia, Enero-Marzo, 2007; Pag. 60

[2] Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia N° 45 Septiembre, 2008; Pag. 173

[3] Revista Facultad de Ingeniería U. de A., Vol. 45, pp. 172-180, Septiembre, 2008, (Carlos, 2008, Pag. 173) Diseño de rutas

INTRODUCCIÓN

El correcto funcionamiento del sistema logístico depende de su adecuada planificación y puede significar considerables ahorros en tiempo y dinero. Los ahorros potenciales mencionados justifican la utilización de técnicas de investigación operativa, logística y de distribución; según (Toth & Vigo, 2000) se estima que los costos del transporte representan entre el 10% y el 20% del costo final de los bienes.

El diseño de rutas de distribución juega un papel fundamental en la gestión logística, por esta razón se han realizado grandes estudios y propuestas que buscan resolver los problemas de ruteo de vehículos (VRP), ejemplo de esto lo planteado por (Dantzig, Ramser, 1959), en la formulación de un problema de aplicación para la distribución de combustible, a partir de ese momento tomó más fuerza este tema y ésta área ha crecido hasta encontrar métodos exactos, heurísticos y metaheurísticos que integran cada vez más características reales de los problemas, y proponiendo algoritmos que permitan resolverlos eficientemente.

Para los procesos logísticos de distribución, el 50% del presupuesto se define en los costos de transporte[3]; desde el punto de vista de los autores, el transporte es una de las principales áreas de toma de decisiones dentro de las organizaciones por la gran cantidad de variables que se deben de tener en cuenta con el fin de mantener el costo de transporte controlado y evitar gastos innecesarios que afecten el presupuesto logístico (Ulabarry,Vidal,Parra, 2012).

Dentro del control del presupuesto en el gasto del transporte secundario para el área de transporte de la empresa ASA S.A.S. se han establecido unos indicadores de gestión logístico que miden el nivel de servicio al cliente como son: *Efectividad de entrega en pedidos y Efectividad de entrega en pesos*; y que miden el costo por servir que hace referencia a la participación del gasto del transporte sobre la venta como son: *El costo kilo transportado y el porcentaje del flete sobre la venta*; dentro de las metas estipuladas para el área de transporte es mantener un gasto máximo por vehículo de **3%** de participación del flete sobre la venta; en cuanto a la efectividad en pedidos la meta es del **99,10%** y efectividad en pesos de **99,60%**; con la llegada de nuevos clientes, el proceso de distribución generó grandes oportunidades para la ciudad de Palmira (Valle del Cauca), por ser una población que no se tenía dentro de los procesos de atención directa desde el centro de distribución (cedi) Cali, el vehículo que realiza la distribución para el canal tradicional (tienda a tienda), presenta una participación del flete sobre la venta en promedio mensual de **4%**, el equivalente a **$1´353.584** de sobrecosto, en cuanto a los indicadores de efectividad, en pedidos y en pesos, presenta un cumplimiento de **98,51%** en pedidos, y en pesos del **98,84%**, lo que se traduce

[3] Rev. Fac. Ing, Univ. Antioquia N° 45pp. 172-180; Septiembre 2008; (Características del diseño de rutas de distribución de alimentos en el Valle de Aburra).

en pesos **$1´583.667** dejados de entregar, esta diferencia dada por las devoluciones que se presentan en esta ruta; generando sobrecostos en el proceso de distribución secundaria por causas como:

- Errores en el enrutamiento de los clientes.

- Retrasos en la ejecución de la ruta.

- La inexistencia de un proceso de separación de pedidos en la fuente (cedi).

- La redistribución del **16,18%** de los clientes pertenecientes al canal tradicional.

En lo que respecta al enrutamiento de los clientes, la empresa ASA S.A.S trabaja basándose en el conocimiento empírico de los embajadores de servicio (operarios de entrega), sin el apoyo de métodos de ruteo o herramientas informáticas que brinden un mayor soporte a la toma de decisiones del área de transporte, lo que se refleja en distancia aproximada total de todas las rutas de **133 Km**. y un tiempo de recorrido de **20,98%** del tiempo total de ruta, causando cruces entre clientes en las mismas frecuencias de entrega, también visitas a los mismos sectores en los diferentes días de visita establecidos por la empresa ASA S.A.S. para los clientes de este canal en la ciudad de Palmira.

En cuanto a los retrasos en la ejecución de la ruta, teniendo en cuenta que el tiempo total de ruta esta dado por: $\Sigma T.t.entrega_{(i,\ n)} + \Sigma T.t.separacion_{(i.n)} + \Sigma T.recorrido_{(0,\ i,n,0)}$; estos se presentan por dos variables como son las demoras generadas por los clientes al momento del recibo de los pedidos, y las demoras de los clientes con el pago de las facturas, aportando el **57,25%** del tiempo total de ruta.

Por causa de la inexistencia de un proceso de separación de pedidos, en la fuente (cedi), los embajadores de servicio deben realizar este proceso en la ruta, ésto genera tiempos muertos que en tiempo total de ruta representan el **21,78%**.

Con el inicio de la distribución para el canal tradicional en el segmento tiendas en la ciudad de Palmira, el **16,18%** de los clientes se estaban afectando en el servicio prestado por la empresa ASA S.A.S causa de esto por los embajadores que por desconocimiento de la ubicación de los clientes no alcanzaban a entregar los pedidos o en su defecto llegaban tarde, para mejorar este aspecto, se reasignó el porcentaje de clientes mencionados con anterioridad al vehículo que realiza el canal grandes cadenas en Palmira, causando con ésto el pago de horas extra a los embajadores de servicio de este vehículo por un valor promedio mensual de **$ 588.876**, el pago de horas adicionales al personal de seguridad para que realizara el acompañamiento de este vehículo de 40 horas mensuales con un costo de **$ 519.760**.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación ¨implementación de herramientas generadoras de valor¨ del programa de Ingeniería Industrial de la USB Cali; y su finalidad es contribuir con la mejora del nivel de servicio en la ciudad de Palmira que se está viendo afectado por las devoluciones generadas, debido a las llegadas tarde a los puntos de venta, diseñando y estructurando un modelo de ruteo que permita reducir los tiempos de ruta, minimizar los desplazamientos, concentrando rutas de distribución, aprovechando la capacidad del vehículo; para esto se busca el apoyo en herramientas tecnológicas como el software VRP Solver 1.3. y de métodos heurísticos de ruteo VRP (Vehicle Route Problem), que den soporte a la toma de decisiones sobre cuál sería el enrutamiento que contribuya a la mejora de los indicadores de gestión de la empresa ASA S.A.S, así como a la reestructuración de la ruta, permitiendo la disminución de los tiempos de ejecución de ruta y sobrecostos que están afectando el presupuesto logístico del área de transporte.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada para el desarrollo de este trabajo de grado buscando cumplir con los objetivos específicos es la siguiente:

- **Tipo de información**. La información recopilada para este proyecto es de tipo cuantitativa, permitiendo medir las variables que afectan el desarrollo del proceso de ruta.

- **Enfoque de la investigación.** Esta investigación es de tipo diagnóstica con un enfoque aplicativo, debido a que se realizó una exploración de datos y acciones orientadas a un problema pragmático específico.

- **Fuentes primarias.** Consultas de los indicadores de gestión logísticos de efectividad (en pedidos y en pesos), costo kilo transportado, porcentaje de participación del flete sobre la venta; se revisó el historial de las devoluciones generadas por el canal objeto de estudio en la ciudad de Palmira, revisión de los pagos en sobrecostos a los vehículos tanto del canal tradicional como del canal grandes cadenas en la ciudad de Palmira.

- **Fuentes secundarias.** Revisión de fuentes bibliográficas en las que se planteen problemáticas y soluciones similares en la distribución secundaria, libros, artículos de revistas, artículos digitales, tesis de grado; con el fin de recopilar información que permita establecer posibles causas, oportunidades, consecuencias, soluciones al problema objetivo de este trabajo de grado, acerca de problemas de ruteo, métodos de ruteo existentes, herramientas informáticas creadas para apoyar los problemas de ruteo, implementaciones anteriores para la mejora de procesos de picking dentro de la empresa ASA S.A.S.

- **Trabajo de campo.** Se realizó acompañamiento a la ruta del canal tradicional en la ciudad de Palmira, donde se tomaron tiempos del proceso, que

permitieron medir las variables que afectan (tiempos de entrega, tiempos de desplazamientos, tiempos de separación), a su vez, se evaluó el modelo de ruteo actual desarrollado por los embajadores de servicio (Operarios de entrega), oportunidades en este modelo que afectan el nivel de servicio al cliente.

ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El presente trabajo se desarrolló de la siguiente forma:

- Introducción.
  Metodología.
  Estructura del trabajo.

- Objetivos
  Objetivo general.
  Objetivos específicos.

- Capítulo 1: Situación actual y planteamiento del problema.

- Capítulo 2: Marco referencial, el cual se compone del marco contextual y el marco teórico.

- Capítulo 3: Diseño y estructuración de la propuesta de modelo.

- Capítulo 4: Implementación y evaluación de la propuesta.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y estructurar, un modelo de ruteo de transporte para la distribución de productos cárnicos en un canal de distribución tradicional (Tienda a Tienda), para el municipio de Palmira – Valle del Cauca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnósticar y recopilar la información existente en la empresa ASA S.A.S que permita evaluar la gestión logística de la ruta de distribución para el municipio de Palmira-Valle del Cauca.

- Diseñar un modelo de ruteo que permita realizar la distribución tienda a tienda en la cuidad de Palmira, mejorando los indicadores de gestión de la empresa ASA S.A.S.

- Implementar un modelo de enrutamiento y evaluar implementación.

- Realizar análisis Costo – Beneficio.

CAPÍTULO 1
SITUACIÓN ACTUAL Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 SITUACIÓN ACTUAL

La ciudad de Palmira - Valle del Cauca, se ha convertido en un área de crecimiento comercial importante para la empresa ASA S.A.S, desde que se inició el proceso de distribución del canal tradicional para este municipio, porque era uno de los municipios que no se atendía con anterioridad en este canal desde el cedi Cali; Palmira contribuye con el **8,17%** de la venta para la agencia Cali, un promedio mensual de **$ 743.643.599,** como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Participación en ventas de la ciudad de Palmira para la Agencia Cali

Prom. Vta Regional Cali.	Prom. Vta Palmira	% Part.
$ 9.104.970.135	**$ 743.643.599**	**8,17%**

Fuente: Elaboración Propia

El canal tradicional en la ciudad de Palmira es el de mayor participación con el **5,26%** (incluida la venta del distribuidor)**,** seguido por el canal de grandes cadenas con el **1,52%** y por último está el canal de autoservicios e independientes con **1,39%**, de las ventas totales para la agencia Cali; como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Contribución de las ventas en la ciudad de Palmira por canal de distribución

Suma de Venta Neta		
Canal Distribución	**Ventas**	**% Part.**
Autoservicios e Independientes	$ 126.272.134	**1,39%**
Grandes Cadenas	$ 138.058.470	**1,52%**
Tradicional	$ 479.312.996	**5,26%**
Total general	**$ 743.643.599**	**8,17%**

Fuente: Elaboración Propia

1.2 Canal tradicional en la ciudad de Palmira y forma actual de distribución

En la ciudad de Palmira, la distribución de los productos de la empresa ASA S.A.S para el canal tradicional (tienda a tienda), se realizaba a través de una Comercializadora Especializada (Distribuidor) hasta finales de Abril de 2011,

fecha en la que la empresa ASA S.A.S asume la distribución de sus productos para este canal en este municipio.

El canal tradicional en la ciudad de Palmira cuenta con **210 clientes** que representan el **6,43%** de los **3.268** clientes atendidos por la regional Cali directamente segmentados como se muestra en la tabla 3.

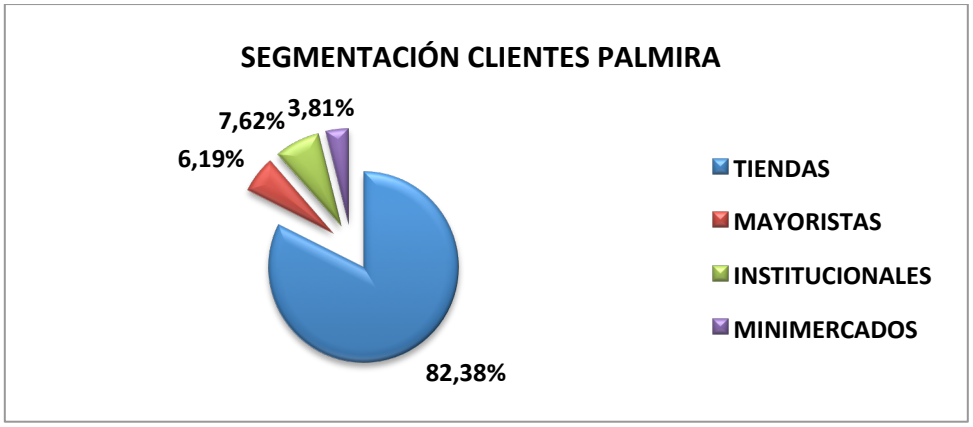
Tabla 3. Distribución de clientes por canal de ventas en Palmira-Valle del Cauca

Canal de Distribución	Tipología de Clientes	# Clientes
Tradicional	Tiendas	173
	Mayoristas	13
	Institucionales	16
	Minimercados	8

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de esta segmentación se logra observar que las tiendas en el canal tradicional son las que mayor concentración presentan con el **82,38%** del total de los clientes del canal en la ciudad de Palmira (Valle del Cauca).

Gráfico 1. Concentración de los clientes en la ciudad de Palmira por canal de ventas atendidos por la empresa ASA S.A.S



Fuente: Elaboración Propia

Los restantes **37** clientes que se encuentran adscritos a Palmira pertenecen municipios aledaños como (Amaime, Rozo, El Bolo, Palmaseca) y son atendidos por un vehículo específico que realiza rutas de poblaciones.

La participación en ventas del canal tradicional representa el **64,45%** del total de las ventas en este municipio con **$ 479.312.996** (véase tabla 4).

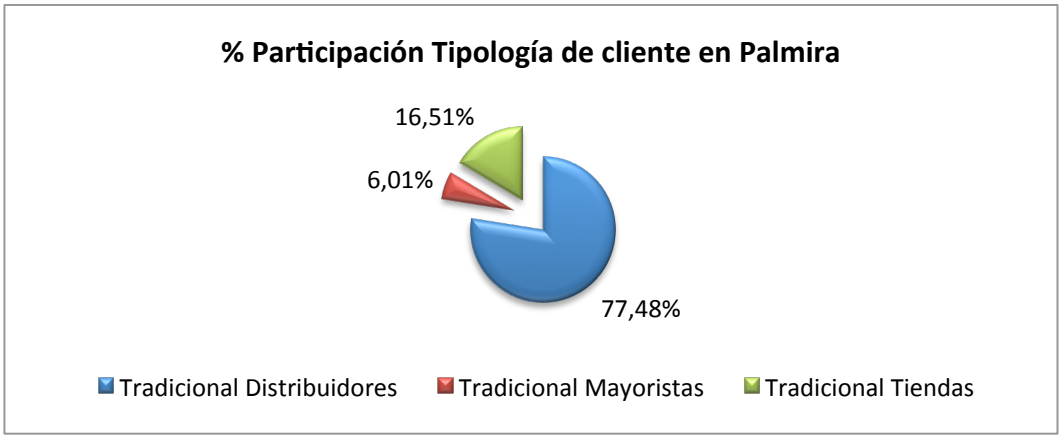
Tabla 4. Participación de las ventas por canal para la ciudad de Palmira

Suma de Venta Neta		
Canal Distribución	**Ventas**	**% Part.**
Autoservicios e Independientes	$ 126.272.134	**16,98%**
Grandes Cadenas	$ 138.058.470	**18,57%**
Tradicional	$ 479.312.996	**64,45%**
Total general	**$ 743.643.599**	**100,00%**

Fuente: Elaboración Propia.

El canal tradicional en el segmento de tiendas para la ciudad de Palmira, participa en las ventas de la empresa ASA S.A.S con el **16,51%**, lo que representa en pesos **$ 79´146.395** del total de las ventas de este canal como lo muestra el gráfico 2.

Gráfico 2. Participación por tipología de clientes del canal tradicional en Palmira



Fuente: Elaboración Propia.

Así como las ventas por parte de las tiendas para el canal tradicional tienen una colaboración importante en esta tipología de clientes, en la ciudad de Palmira, es donde más devoluciones se presentan con un promedio mensual de **$ 3´042.865,** el **6,19%** del total de las devoluciones que se dan en promedio mensual para el cedi Cali, lo que lo convierte en un punto de análisis debido a que estas devoluciones impactan los indicadores de gestión del área para este vehículo negativa ***(Efectividad en entrega y Efectividad en pesos)*** como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Cumplimiento de indicadores de gestión vehículo canal tradicional Palmira

% EFECTIVIDAD		**Meta**
Pedidos	**98,51%**	**99,01%**
$ Pesos	**98,84%**	**99,60%**

Fuente. Empresa ASA S.A.S.

1.2.1 Características de los clientes del canal tradicional

Los clientes del canal tradicional (tienda a tienda), son clientes minoristas o clientes de menudeo, que el promedio venta por pedido es de **$ 54.434**, y de **10,78 Kg.** esta tipología de cliente se encuentra estipulada por la empresa ASA S.A.S como preventa[4], en donde asesores comerciales llegan al establecimiento, revisan los productos que tienen en las neveras de exhibición realizan un inventario junto con el cliente, le toma pedido de los productos que se estén agotando, una vez el cliente confirma el pedido, el asesor los digita en una portátil de RF (radio frecuencia) al sistema ERP de la empresa ASA S.A.S y deja un recordatorio del valor del pedido; al finalizar el día los pedidos se procesan en las instalaciones del cedi Cali e inicia el proceso de consolidación para su despacho al día siguiente, para la ciudad de Palmira. Por factores de inseguridad los clientes realizan apertura de los establecimientos entre las 6:30 y 7:00 y cierran entre 13:00 y las 13:30, lo que genera una restricción de 7 horas para el cumplimiento de las entregas, o esperar a la apertura en horas de la tarde entre las 15:00 y 15:30, para visitar los clientes, sin garantizar el recibo de los pedidos por parte de éstos, incrementando el riesgo de siniestros por hurtos.

1.2.2 Características de los pedidos

Los pedidos para el canal tradicional (tienda a tienda), como se describe en el epígrafe 1.2.1 se realizan de manera conjunta entre el vendedor y el cliente, una vez se confirma el pedido este se ingresa a un dispositivo portátil de RF, estos ingresan a la empresa ASA S.A.S hacia el sistema ERP de la organización; estos pedidos ingresan al sistema de información hasta las 18:00 horas, hora en la cual empieza con el proceso de consolidación por rutas que ya están predeterminadas desde el sistema.

1.2.3 Características de los vehículos

Por ser productos cárnicos perecederos la empresa ASA S.A.S. utiliza para su distribución vehículos con furgón refrigerado con el objetivo de mantener la cadena de frío de los productos y evitar que estos se contaminen por el crecimiento de carga bacteriana, efecto del aumento de la temperatura en los productos; para la ciudad de Palmira en el canal tradicional el vehículo cuenta con la descripción que se muestra en la tabla 6.

[4] Preventa: Proceso comercial en donde los clientes del canal tradicional (tienda a tienda), son visitados por el asesor comercial realiza el pedido y se le entrega con pago contra entrega 24 horas después.

Tabla 6. Característica del vehículo del canal tradicional para la ciudad de Palmira

Tipo Vehículo	Tipo Luv-Dimax
Capacidad peso	800 Kg.
Capacidad en volumen	80 canastas
Unidad de refrigeración	Thermo King
Capacidad de refrigeración	3 - 8 °C

Fuente. Elaboración Propia

1.2.4 Separación o picking

El proceso de separación o picking del producto terminado tiene como objetivo la separación de los productos por cada ruta ya sea de manera consolidada o por cliente; embalaje de los productos en canastas, consolidación de las rutas físicas y cargue de vehículos para despacho, este proceso es uno de los que más afecta el rendimiento de la ruta, puesto que para la ciudad de Palmira los productos de esta ruta se consolidan en el cedi Cali, y la separación de los clientes se realiza por parte de los embajadores de servicio en cada parada al llegar a los clientes.

1.2.5 Planeación, programación y asignación de rutas

El proceso de planeación, programación y asignación de rutas de transporte, es el proceso mediante el cual el área de transportes genera el enrutamiento de todos los clientes de los diferentes canales y les asigna un vehículo teniendo en cuenta el día de entrega de productos asignado para cada cliente; este procedimiento se realiza diariamente debido a la promesa de valor de la empresa ASA S.A.S es de entregas a 24 horas a partir del momento en que se realiza la toma del pedido, estas rutas se encuentran definidas y parametrizadas dentro del ERP de la empresa ASA S.A.S pero debe realizarse a diario por la asignación de los vehículos teniendo en cuenta la capacidad, las oportunidades en cuanto a vehículos con fallas, los cambios que se puedan presentar en el enrutamiento por clientes que están por fuera de la frecuencia de entrega, vehículos viajeros que no alcanzan a retornar a las instalaciones del cedi por inconvenientes en carretera, entre otras. Las frecuencias de entrega a los clientes está definida de la siguiente manera según el canal y la tipología de cliente:

- Frecuencia 2: se visitan dos veces por semana.
- Frecuencia 3: se visitan tres veces por semana.
- Frecuencia 4: se visitan cuatro veces por semana.
- Frecuencia 6: se visitan seis veces por semana (negociación con algunos clientes de grandes cadenas).

Este proceso no cuenta con herramientas tecnológicas para el ruteo, y el personal encargado de la programación desconoce de modelos de ruteo que

permitan generar enrutamientos idóneos, y dejan que los embajadores de servicio sean los que realicen el enrutamiento con bases empíricas, de igual manera este proceso para el canal tradicional no sufre variaciones porque siempre son los mismos vehículos y embajadores de servicio los que realizan las rutas determinadas por el área comercial para este canal; los clientes son los mismos para cada frecuencia lo que no genera una variación considerable en la cantidad de pedidos ni el peso de la carga.

El enrutamiento para la ciudad de Palmira fue diseñado basado en el conocimiento de los embajadores de servicio (operarios de entrega) mediante la exploración de la ciudad cuando se empezó a desarrollar el proceso de entrega para el canal tradicional por parte de la empresa ASA S.A.S.

1.2.6 Entrega de mercancía

El proceso es desarrollado los embajadores de servicio (operarios de entrega), organizan la ruta según su criterio para entregar los clientes asignados, cuando se trata del canal tradicional (tienda a tienda), a su vez ellos son los encargados de separar los productos de los clientes basándose en la factura de venta, porque desde el cedi Cali, salen consolidadas todas las facturas, este proceso de separación que realizan los embajadores de servicio genera oportunidades en los cumplimientos de entregas y mayor tiempo de ruta, cuando los embajadores llegan hasta el establecimiento, realizan la entrega de la factura al cliente, empieza el conteo de los productos relacionados en la factura uno a uno, el cliente verifica que lo facturado versus lo físico es igual, realiza el pago en efectivo del valor total de la factura al embajador; en este proceso se presenta la mayor cantidad del tiempo total de ruta, porque los clientes prestan poca colaboración al embajador de servicio con el fin que este agilice el proceso y pueda continuar la ruta, ya sea por demoras en el recibo de los productos o por demoras en el pago de las facturas.

1.2.7 Frecuencia de entrega ciudad de Palmira Canal tradicional

Con el objetivo de mantener contacto constante con el cliente a fin de evitar desabastecimientos dentro de estos y afecten la venta; la empresa estableció para el canal tradicional la frecuencia de entrega 2, ésto debido a la tipología de clientes que se atienden desde este canal (Tiendas de compra diaria); el significado de este tipo de frecuencia se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Frecuencia de entrega canal tradicional Palmira

Frecuencia 2
Lunes – Jueves
Martes – Viernes
Miércoles – Sábado

Fuente: ASA S.A.S.

Esto quiere decir que los clientes serán visitados como mínimo 2 veces a la semana.

1.3 DIAGNÓSTICO DE LA RUTA OBJETO DE ESTUDIO

Durante un período de tres semanas empezando el 27 de Febrero de 2012 y hasta el 17 de Marzo de 2012, se realizaron acompañamientos de ruta en la ciudad de Palmira con el fin de hacer un diagnóstico inicial de la ruta, los datos del muestreo del seguimiento hecho se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Datos muestreo realizado en el acompañamiento

Clientes	Frecuencias	Cantidad Visitas	Vehículos	Duración
145	3	435	1	3 Semanas

Fuente Elaboración Propia.

Para esto se establecieron los siguientes objetivos:

- Toma de tiempos de entrega.
- Reconocimiento de las rutas para evaluar recorridos.
- Revisión de los itinerarios de las rutas, para establecer el orden en que se encuentran enrutados los clientes actualmente.

Para este seguimiento se utilizó un formato de toma de tiempos de entrega (Anexo 1) suministrado por la empresa ASA S.A.S con el cual se buscó obtener la siguiente información:

- **Tiempo Total de Ruta.** Hace referencia al tiempo de ruta desde la llegada al primer cliente hasta la entrega del último cliente:

T. Total Ruta =

$$\sum T.t.entrega_{(i,\ n)} + \sum T.t.separacion_{(i.n)} + \sum T.recorrido_{(0,\ i,n,0)}$$

- **Tiempo Total de Entrega.** Tiempo que demoran los embajadores realizando las entregas de los pedidos sin tener en cuenta el tiempo de separación:

T. total de entrega =

$$\sum T.Inicio\ entrega_{(i,\ n)} + \sum H.Fin\ entrega_{(i,\ n)}$$

- **Tiempo Total de Separación.** Tiempo que le toma a los embajadores de servicio la separación de los productos dentro del vehículo:

T. total de separación =

$$(H.prom.llegada\ cliente_i - H.prom.fin\ entrega\ cliente_i)$$

- **Tiempo Recorrido.** Tiempo que tarde el vehículo trasladándose entre clientes:

Tiempo de Recorrido=

$$T.t.ruta - (\sum T.t.entrega_{(i,\,n)} + \sum T.t.separacion_{(i,\,n)})$$

- **Promedio Entrega por Pedido.** Tiempo promedio que demora en proceso de entrega desde que el embajador llega con los productos y la factura hasta donde el cliente, le entrega los productos y recauda dinero del pedido:

Prom. Entrega x Ped. =

$$\frac{\sum T.t.separacion_{(i,\,n)}}{\sum Clientes_{(i,\,n)}}$$

- **Promedio Separación Pedidos.** Tiempo que les toma a los embajadores de servicio en separar los productos de los clientes dentro del furgón del vehículo:

Prom. Sep. Ped. =

$$\overline{X}\ (\sum T.Sep.Pedidos_{(i,\,n)})$$

- **Clientes Visitados:** Cantidad de clientes visitados durante la ruta:

Clientes visitados =

$$\sum Clientes_{(i,\,n)}$$

Teniendo en cuenta los conceptos descritos con anterioridad, se realizó el acompañamiento a la ruta donde se hizo el registro de los procesos con los clientes en cada frecuencia de entrega determinada por la empresa ASA S.A.S.

1.3.1 Resultados de los acompañamientos.

Una vez se terminó el proceso de acompañamiento en las diferentes frecuencias de visitas se consolido la información y se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas 9,10, y 11.

Tabla 9. Consolidado de resultados en promedio de los tiempos frecuencia Lunes – Jueves

Lunes – Jueves							
Conceptos # 1	**Tiempo**	**Conceptos # 2**	**Inicio**	**Fin**	**Total**	**T. Total Ruta**	**T. Recorrido**
T. de Ruta	**6:42:00**	H. Primer Cliente	07:33	07:46	**08:02**	**07:47**	**01:07**
T. t. de Entrega	**5:01:00**	H. Ultimo Cliente	15:28	15:35			
T. t. de Separación	**1:39:00**	T. Desayuno	08:11	08:16	**00:05**		
Prom. Entrega x Pedido	**0:06:41**	T. Almuerzo	14:48	14:58	**00:10**		
Prom. Separación Pedidos	**0:02:20**	T. Consignación	15:45	16:02	**00:17**		
Clientes Visitados	**45**						

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 10. Consolidado de resultados en promedio de los tiempos frecuencia Martes – Viernes

Martes-Viernes							
Conceptos # 1	**Tiempo**	**Conceptos # 2**	**Inicio**	**Fin**	**Total**	**T. Total Ruta**	**T. Recorrido**
T. de Ruta	**7:23:00**	H. Primer Cliente	07:10	07:13	**08:19**	**08:00**	**02:06**
T. t. de Entrega	**4:13:00**	H. Ultimo Cliente	15:30	15:32			
T. t. de Separación	**1:41:00**	T. Desayuno	09:50	10:00	**00:10**		
Prom. Entrega x Pedido	**0:05:45**	T. Almuerzo	12:32	12:41	**00:09**		
Prom. Separación Pedidos	**0:02:18**	T. Consignación	15:43	16:15	**00:32**		
Clientes Visitados	**44**						

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 11. Consolidado de resultados en promedio de los tiempos frecuencia Miércoles – Sábado

Miércoles – Sábado							
Conceptos # 1	**Tiempo**	**Conceptos # 2**	**Inicio**	**Fin**	**Total**	**T. Total Ruta**	**T. Recorrido**
T. de Ruta	**8:53:00**	H. Primer Cliente	07:07	07:12	**09:28**	**09:10**	**02:01**
T. t. de Entrega	**5:03:00**	H. Ultimo Cliente	16:36	16:40			
T. t. de Separación	**2:06:00**	T. Desayuno	09:12	09:19	**00:07**		
Prom. Entrega x Pedido	**0:05:25**	T. Almuerzo	13:36	13:47	**00:11**		
Prom. Separación Pedidos	**0:02:15**	T. Consignación	16:55	17:14	**00:19**		
Clientes Visitados	**56**						

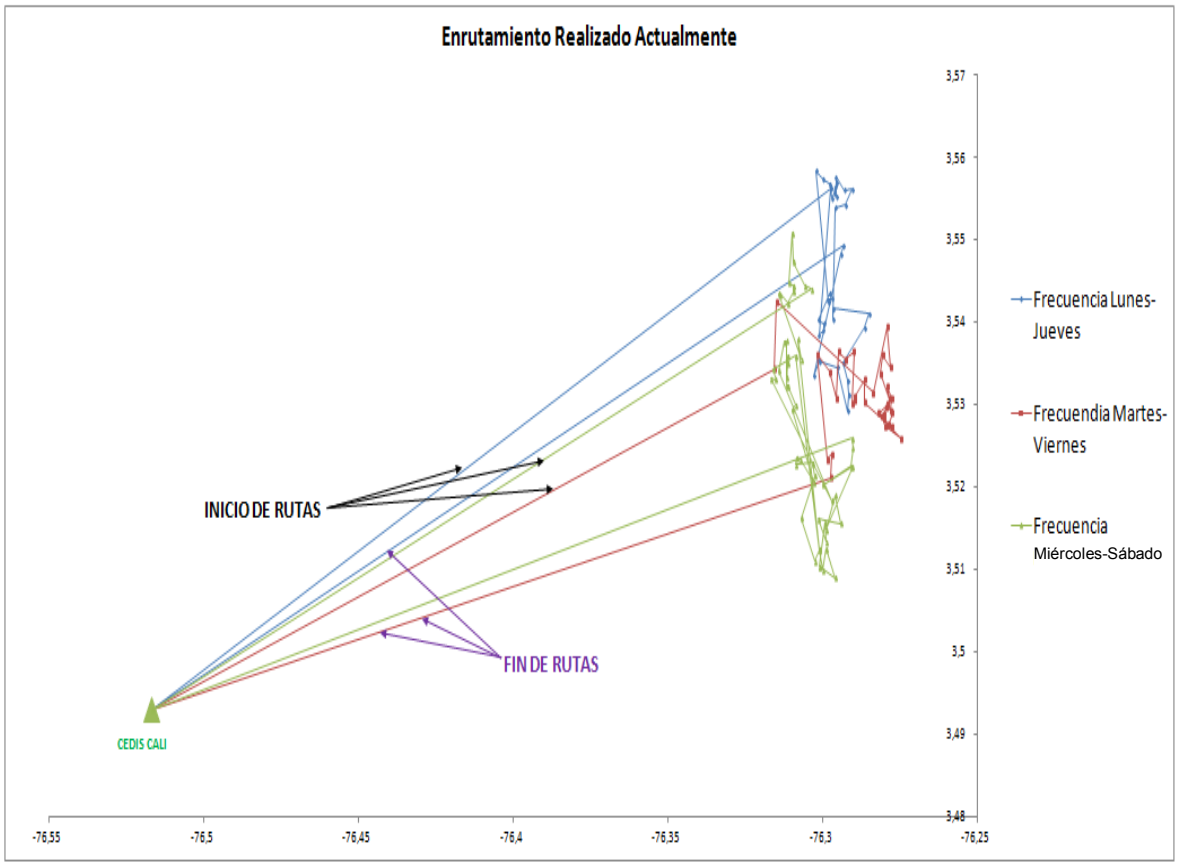
Fuente Elaboración Propia.

De la información consolidada se observa lo siguiente:

- En cuanto al enrutamiento, se encuentran cruces entre clientes de la misma frecuencia, es decir que se hace recorrido en calles por las cuales ya se habían entregado clientes dejando ver una oportunidad por el orden en que deben ser visitados los clientes esto se puede observar en el gráfico 3.

- Visitas a un mismo sector en diferentes frecuencias de entrega, como se observa en el gráfico 3.

Gráfico 3. Enrutamiento actual del canal tradicional en la ciudad de Palmira



Fuente Elaboración Propia.

- Se presentan desplazamientos largos entre clientes y los tiempos de recorrido de estos desplazamientos representan en total el **20,98%** del tiempo total de ruta.

$$\frac{\sum_{Frecuencias\ 1-3} T.t.rrecorridos}{\sum_{Frecuencias\ 1-3} T.t.ruta} X\ 100 = \frac{01:07+02:06+02:01}{07:47+08:00+09:10} \text{ x } 100 = \mathbf{20{,}98\%}$$

- Los tiempos totales de ruta en todas las frecuencias son altos, teniendo en cuenta que hay clientes que cierran entre 12:30 y 13:30, generando que si no se llega en este rango de tiempo se devuelvan los pedidos por hora de llegada como se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Cantidad de devoluciones generadas durante acompañamientos

Frecuencia	Clientes	Ped. Devueltos
Lunes - Jueves	6	11
Martes - Viernes	17	23
Miércoles - Sábado	21	25
Total	**44**	**59**

Fuente Elaboración Propia.

- Durante el acompañamiento las devoluciones que se presentaron sumaron en total **$ 2´624.343**, como se muestra en las tablas 13, 14 y 15, debido a horarios de llegada, por lo general siempre son los clientes que están enrutados para el final del recorrido.

Tabla 13. Devoluciones frecuencia Lunes – Jueves

Orden Visita	Cliente	T.Prom. Llegada	Devol.	Observaciones
40	**10342966**	12:43	$ 75.104	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
41	**10130085**	12:50	$ 59.179	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
42	**10312760**	12:50	$ 37.702	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
43	**10128203**	12:59	$ 100.260	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
44	**10080918**	13:24	$ 48.883	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
45	**10312378**	13:18	$ 233.415	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 14. Devoluciones frecuencia Martes – Viernes

Orden Visita	Cliente	T.Prom. Llegada	Devol.	Observaciones
28	**10131587**	12:59	$ 19.047	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
29	**10312704**	13:08	$ 117.857	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
30	**10312347**	13:21	$ 23.063	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
31	**10312761**	13:27	$ 80.334	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
32	**10312373**	13:38	$ 48.536	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
33	**10292369**	13:41	$ 67.899	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
34	**10312355**	13:44	$ 92.342	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
35	**10312664**	13:55	$ 46.363	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
36	**10312327**	14:11	$ 35.673	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
37	**10312755**	14:23	$ 25.473	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
38	**10312757**	14:37	$ 65.933	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
39	**10312339**	14:46	$ 57.118	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
40	**10202761**	14:50	$ 290.533	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
41	**10312361**	14:57	$ 46.246	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
42	**10312393**	15:09	$ 80.808	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
43	**10179656**	15:14	$ 26.409	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
44	**10200310**	15:28	$ 44.991	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 15. Devoluciones frecuencia Miércoles – Sábados.

Orden Visita	Cliente	T.Prom. Llegada	Devol.	Observaciones
28	10131587	12:59	$ 19.047	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
29	10312704	13:08	$ 117.857	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
30	10312347	13:21	$ 23.063	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
31	10312761	13:27	$ 80.334	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
32	10312373	13:38	$ 48.536	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
33	10292369	13:41	$ 67.899	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
34	10312355	13:44	$ 92.342	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
35	10312664	13:55	$ 46.363	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
36	10312327	14:11	$ 35.673	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
37	10312755	14:23	$ 25.473	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
38	10312757	14:37	$ 65.933	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
39	10312339	14:46	$ 57.118	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
40	10202761	14:50	$ 290.533	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
41	10312361	14:57	$ 46.246	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
42	10312393	15:09	$ 80.808	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
43	10179656	15:14	$ 26.409	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento
44	10200310	15:28	$ 44.991	Devolución por hora de llegada durante el acompañamiento

Fuente Elaboración Propia

- Los tiempos de entrega de los pedidos consumen en promedio para las tres frecuencias el **57,42%** del tiempo total de ruta, esto se da porque se encuentran clientes que en los horarios de recibo están por encima de los 5 minutos (ver anexos 2, 3,4), generando mayores tiempos de entrega y retrasos en los clientes que están programados para visitar en horas de la tarde.

- Los tiempos de separación de pedidos se convierten en tiempos muertos, en promedio del **21,72%** del tiempo de ruta, además se presentan novedades cuando los embajadores separan los productos de manera errónea y el cliente lo identifica, hay que devolverse hasta el vehículo y buscar el producto que se debe entregar al cliente.

1.3.2 Reasignación de clientes al vehículo de grandes cadenas.

Con el inicio el proceso de distribución en la ciudad Palmira en el canal tradicional por parte de ASA S.A.S (Mayo 2011), el vehículo asignado para realizar este proceso presentó inconvenientes con el cumplimiento de los horarios de entrega, generando devoluciones en promedio de **$4´806.996**, representados en **103** promedio mes, impactando los indicadores de gestión de efectividad en pedidos y en ventas (**95,83%** y **95,78%** respectivamente) cuando la meta para estos es del **99,10%** en pedidos y **99,60%** en pesos; con el fin de mejorar estos indicadores y minimizar el impacto en las devoluciones y en los clientes a los cuales se les estaba incumpliendo con los tiempos de entrega; con base en los resultados iniciales del vehículo del canal tradicional, se reasignaron el **16,18%** (28 clientes) y generando gastos en los que no se incurrían con anterioridad tales como:

- Horas extra diurnas: **H.E.D.**
- Horas Escolta: **H. Escolta.**

Los costos en los que se incurrieron se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Costos generados por el vehículo de grandes cadenas en promedio mensual.

Vehículo Ruta	H.E.D	Valor H.E.D	H. Escolta	Valor Escolta
Palmira-autos G.C.	**102**	**$ 484.398**	**40**	**$ 519.760**

Fuente: Empresa ASA S.A.S.

1.3.3 Sobrecostos vehículo Canal tradicional Palmira

El vehículo del canal tradicional continúa generando sobrecostos como:

- Horas extra diurnas para los embajadores de servicio: **H.E.D.**
- Horas extra escolta: **H.E.E.**

Estos se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Sobrecostos vehículo canal tradicional Palmira en promedio mensual

Vehículo Ruta	H.E.D	Valor H.E.D	H.E.E	Valor H.E.E
Palmira Tradicional	52	$ 246.948	26	$ 337.844

Fuente: Empresa ASA S.A.S

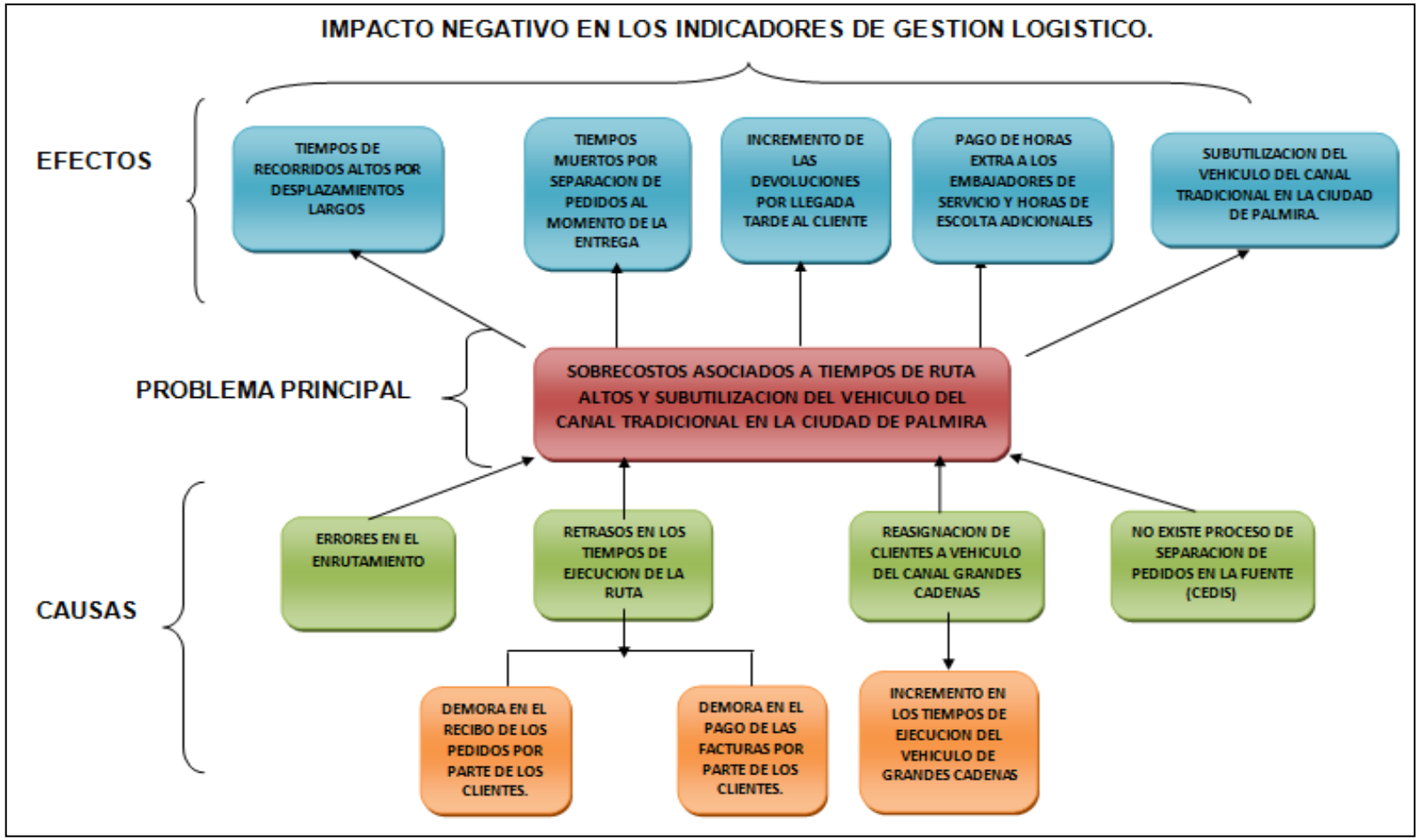
A su vez el gasto del flete sobre la venta para este vehículo en promedio mensual es del **4%** representó a la empresa pagar a un solo vehículo en flete un sobrecosto de **$1´353.584.**

1.3.4 Características del modelo actual de ruteo

El modelo de ruteo utilizado por la empresa ASA S.A.S es un modelo que contiene un origen y varios destinos con retorno al punto de origen. Teniendo en cuenta la problemática que se presenta en el canal tradicional para la ciudad de Palmira resultado del diagnóstico de la ruta, se realiza una síntesis en el árbol de problemas donde se determinan las causas que están generando los sobrecostos en el canal tradicional Palmira, y se desarrolla un análisis de esta problemática para elaborar un escenario de soluciones que permitan dar respuesta a cada una de las causas que generan el problema central como se muestra en el árbol de objetivos.

1.4 ÁRBOL DE PROBLEMAS

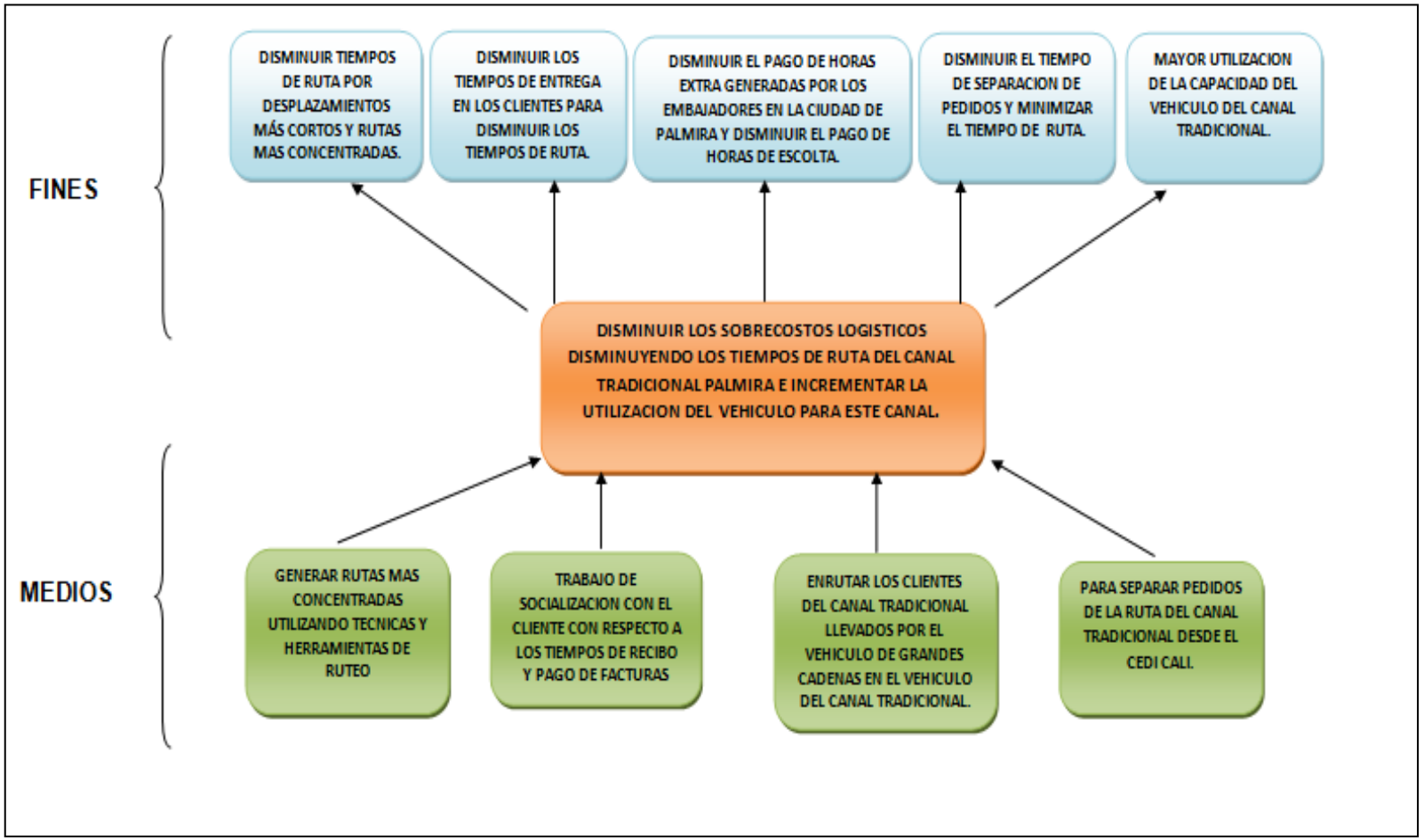
Gráfico 4. Impacto negativo en los indicadores de gestion logistico



Fuente. Elaboración Propia

1.5 ÁRBOL DE OBJETIVOS

Gráfico 5. Árbol de objetivos



Fuente Elaboración Propia

Como conclusión inicial, Teniendo en cuenta las diferentes causas que componen el problema de los sobrecostos en el canal tradicional Palmira y las oportunidades de mejora que se dan respecto al nivel de servicio prestado en este canal, se realiza un análisis de las posibles soluciones que se plantearon en el árbol de objetivos para contrarrestar los efectos de las causas, y se proponen las siguientes acciones a realizar:

- Utilizar modelo de ruteo que permita generar rutas más concentradas y disminuir tiempos de desplazamiento y mejorar la satisfacción del cliente por horarios de llegada.

- Trabajar conjunto con el área de ventas con el fin de concientizar al cliente de las oportunidades de mejora que se están desarrollando por causa de las demoras en el recibo de los pedidos y en el pago de las facturas.

- Incluir dentro del modelo de ruteo aplicado los clientes que se llevan en el vehículo de grandes cadenas que pertenecen al canal tradicional, de esta manera se busca disminuir el costo kilo transportado, utilizar mejor la capacidad del vehículo y disminuir el porcentaje del flete sobre la venta.

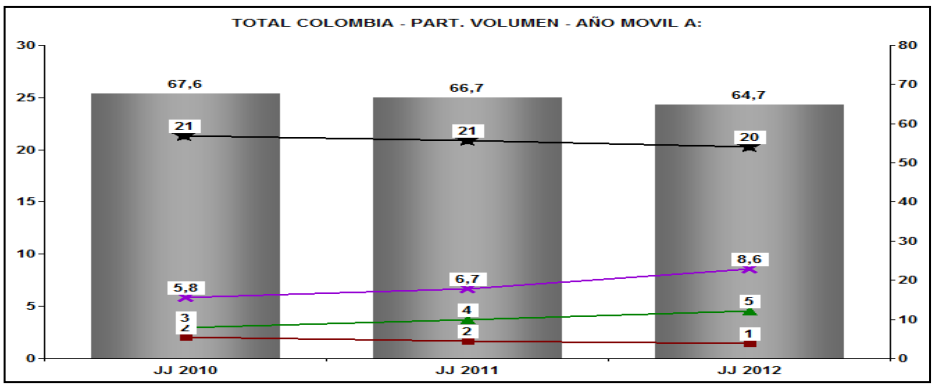
- Realizar la extensión de la separación pedido a pedido para el canal tradicional desde el cedi Cali, parametrizando desde el sistema ERP de la empresa ASA S.A.S. de esta manera disminuir los tiempos de separación en ruta.

CAPÍTULO 2
MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO CONTEXTUAL

La empresa ASA S.A.S es una de las empresas más importantes del sector de la industria de alimentos colombiana, con presencia a nivel nacional e internacional, se especializa en la producción comercialización y distribución de productos derivados de la carne de res, de pollo y de cerdo, con una participación en el mercado de los productos cárnicos en valor del **71,5%** y en volumen de **64,7%** (The Nielsen Company, 2012) a nivel de Colombia como se muestra en los gráficos 6 y 7.

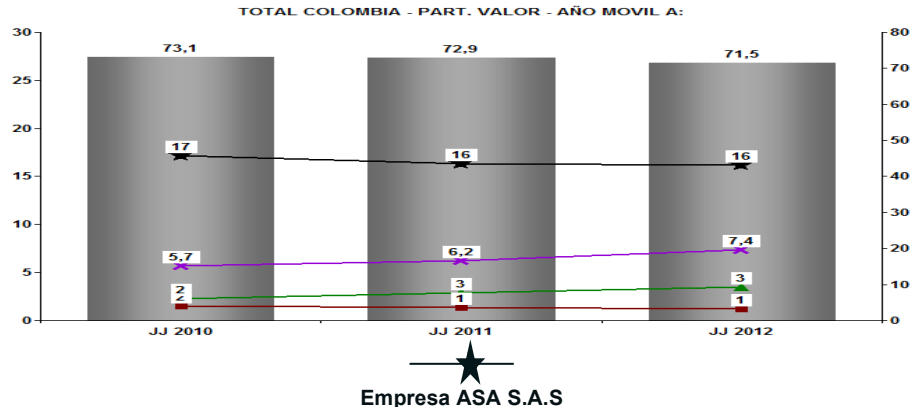
Gráfico 6. Participación de la empresa ASA S.A.S en volumen para el periodo Junio-Julio 2012 en Colombia



Empresa ASA S.A.S

Fuente: Informe Gerencial de las Carnes Frías de The Nielsen Company 2012.

Gráfico 7. Participación de la empresa ASA S.A.S en valor para el periodo Junio-Julio 2012 en Colombia



Fuente: Informe Gerencial de las Carnes Frías de The Nielsen Company 2012.

El proceso productivo lo desarrolla en plantas especializadas segmentadas en líneas de procesos estandarizados distribuidas en cuatro regiones: Región Antioquia, Región centro, Región sur y la Región norte de Colombia, las operaciones en cada regional se encuentran divididas como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18: División en el territorio colombiano de la empresa ASA S.A.S.

Región	Plantas	Centros de Distribución	Operadores Logísticos
Sur	Caloto	Yumbo	Pereira
Antioquia	Medellín	Medellín	Bucaramanga
Centro	Bogotá	Bogotá	Ibagué
Norte	Barranquilla	Barranquilla	Montería

Fuente: Empresa ASA S.A.S

En la región sur, el centro de distribución, lugar donde se desarrolla el trabajo de investigación, tiene en promedio venta mensual **$9.104´970.135**, y despachan **878.981** Kg promedio mensual de productos cárnicos.

2.1.1 Razón social

ASA S.A.S., empresa dedicada a la producción, comercialización y distribución de productos cárnicos a nivel nacional con sedes a nivel internacional.

2.1.2 Historia.

La historia de ASA S.A.S es la suma de historias de éxito, tenacidad, dedicación y desarrollo empresarial, que los convirtieron en un referente de crecimiento para ASA S.A.S y para la industria de alimentos del país.

ASA S.A.S es una empresa que se formó a partir de la intervención del grupo inversionista GNC cuando empieza con la adquisición de las empresas más representativas en el mercado colombiano en el segmento de alimentos cárnicos, empresas que hasta el año 2008 trabajaban operativamente de forma independiente, una vez se definen los objetivos estratégicos, se comienza con la homologación de los procesos entre las empresas del grupo para finalmente dar inicio a la operación bajo una sola razón social, fortaleciendo su participación en el mercado, convirtiéndose en la opción número uno de los colombianos en el segmento de los alimentos cárnicos.

Hoy en día se trabaja con procesos en línea, plantas especializadas y con la más alta tecnología para el proceso logístico, para brindar la más alta satisfacción a los clientes y consumidores. Desarrollan todas las actividades con el mejor talento humano, innovación sobresaliente y un comportamiento corporativo ejemplar, para seguir entregando al consumidor algunas de las marcas más representativas en el sector de alimentos nacional, desde carnes frescas y productos tradicionales de la culinaria colombiana como: chorizos y salchichón, pasando por vegetales enlatados, hasta llegar a novedosas opciones para alimentar y deleitar a la familia, con productos para celebrar en ocasiones especiales y para facilitar la vida de hoy.

2.1.3 Visión

Juntos lograremos triplicar nuestro negocio de alimentos en el 2015, proporcionando calidad de vida al consumidor con productos que satisfagan sus aspiraciones de bienestar, nutrición y placer.

2.1.4 Misión

La misión de nuestra empresa es la creciente creación de valor, logrando un destacado **retorno de las inversiones**, superior al costo del capital empleado. En nuestros negocios de alimentos buscamos **siempre mejorar la calidad de vida del consumidor y el progreso de nuestra gente.** Buscamos el crecimiento rentable con marcas líderes, servicio superior y una excelente distribución nacional e internacional. Desarrollamos nuestras actividades con el mejor **talento humano**, innovación sobresaliente y un comportamiento corporativo ejemplar.

2.1.5 Objetivos estratégicos

La empresa ASA S.A.S. trabaja orientada bajo unos pilares organizacionales que se encargan de mantener el rumbo de la organización como son sus objetivos estratégicos, estos objetivos tienen la funcionalidad de mapa estratégico que apunta a que el consumidor prefiera las marcas y productos de la organización, permitiéndole crecer sosteniblemente (Planeacion, 2011), cada objetivo determina para la organización el rumbo del negocio (Planeacion, 2011), por el cual encaminan todas sus operaciones con el fin de alcanzar un objetivo primario como se muestra a continuación.

- **Crecimiento de los mercados y liderazgo.**
- **Expansión Internacional.**
- **Innovación.**
- **Desarrollo sostenible.**
- **Desarrollo de nuestra gente.**
- **Satisfacción de clientes y consumidores.**

CRECIMIENTO

RENTABLE

2.1.6 Razón económica de la empresa

La empresa ASA S.A.S. es una empresa dedicada a la producción, comercialización y distribución de alimentos perecederos derivados de la carne de cerdo, de res, de pollo. Entre sus líneas de producción encontramos productos refrigerados, larga vida y congelados.

2.1.7 Portafolio de productos

El portafolio de productos está dividido en tres grupos que son:

- Larga vida.
- Refrigerados.
- Congelados.

Los productos larga vida comprenden todos los productos secos. A este portafolio pertenecen los enlatados y los frascos de vidrio en los que se empacan champiñones. Estos alimentos se procesan en la planta para los productos enlatados cárnicos y en la planta donde se procesan los vegetales y los platos listos enlatados. Los productos de esta línea se dividen en tres segmentos que son:

- **Cárnicos**: salchichas, jamoneta y carne de diablo.

- **Vegetales**: simples (Maíz tierno y arveja natural); mezclados (arvejas con zanahoria) y ensaladas (maíz y champiñones, arvejas con zanahoria y papas).

- **Platos listos**: frijoles, pollo (con aderezo de mayonesa y con champiñones al vino), chile con carne y albóndigas en salsa de tomate.

Los productos refrigerados comprenden todos los productos cárnicos como tal derivados de la carne de res, pollo y cerda, esta línea a su vez se subdivide en:

- **Salchichones**: de res y de pollo.

- **Jamones**: Estándar, de pollo, de pavo.

- **Salchichas**: Pollo, rellenas, tradicionales, etc**.**

- **Mortadelas**: de res y de pollo.

- **Chorizos**: con ternera, cocteles, campesinos, estándar, riojana, antioqueño, especiales.

- **Cerveceros**: tradicional, fino.

Los productos congelados son productos pre-cocidos que necesitan temperaturas de refrigeración entre más o menos -13° C y -25° C, dentro de esta línea se incluyen productos elaborados en hojaldre y comidas rápidas:

- **Pizzas**: hawaiana, jamón queso, pollo y champiñones, especial.

- **Lasañas**: pollo, mixta.

- **Canelones.**

- **Línea de espagueti**: raviolis, canelones, penne el salsa.

- **Productos elaborados en hojaldre**: palitos de queso, pasta hojaldrada, waffles.

- **Línea mexicana**: tacos, fajitas, nachos, burritos.

- **Pinchos.**

- **Nuggets.**

- **Hamburguesas.**

- **Otros**: anillos de cebolla, tortillas, lumpias, arroz chino, albóndigas, masa para buñuelos**.**

2.1.8 Tecnología Utilizada

Los procesos de la empresa ASA S.A.S. funcionan sobre una plataforma tecnológica de vanguardia, un sistema de información ERP (Enterprise Resource Planning), que le permite operar de manera eficiente permitiendo realizar la trazabilidad en tiempo real de sus operaciones fortaleciendo la búsqueda de la optimización en los procesos de distribución, producción y administración de todo el negocio.

2.1.9 Instalaciones Centro de Distribución Nacional Cali

En Centro de Distribución (CeDis) Cali, está ubicado en la zona industrial Acopi-Yumbo, cuenta con un área total de 4.862 M^2, dentro de estas instalaciones se encuentran tanto las oficinas administrativas como el Cedis Cali; las áreas de almacenamiento tienen 1.568 M^2.

2.1.10 Canales de Distribución

La empresa ha segmentado el nicho de mercado en tres tipos de canales de distribución que son:

- **Grandes superficies:** Hace referencia a todas aquellas cadenas de supermercados y centros comerciales.

- **Tradicional:** se subdivide en: tiendas, tiendas cabecera de barrios, mayoristas, venta directa, comercializadoras especializadas.

- **Autoservicios:** se subdivide en: independientes, cadenas regionales y mini mercados.

Tabla No 19. Canales y tipología de clientes.

Canal	Tipología
Tradicional	Ccial Esp Cárnicos
	Ccial Esp Territori
	May. Carro Perrero
	Tiendas
	T Mayorista
	T Mixta (Fruver)
	T Carnicería
	Panadería de Barrio
	Cafeterías
	T Cabecera Barrio
	T Estanquillo
	Miscelánea
	Mixto
	Cabinas telefónicas
	Colegio/Universidad
	Kiosco
Autoservicios	Autos Independiente
	Cadenas Regionales
	Mini mercados
Grandes Cadenas	Grandes Cadenas
	Súper Profesional

Fuente: Empresa ASA S.A.S

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Problema de Ruteo de Vehículos (VRP)

El problema del asignación de rutas (VRP) es el nombre dado a todas las clases de problemas en donde un conjunto de rutas para una serie de vehículos tienen como origen uno o varios depósitos que se encuentran ubicados geográficamente, y deben atender un número de clientes. El objetivo del VRP es minimizar el costo de las rutas, que inician y terminan en un depósito, para un conjunto de clientes con demandas conocidas (Bermeo Muñoz & Calderón Sotero, 2009).

En la actualidad, debido a los cambios gigantes que ha tenido el mercado global en general y la gran competencia que existe, la logística toma gran importancia en la gestión de toda organización y la distribución de los productos y su adecuada planificación puede ser el punto clave del éxito de cualquier empresa y significar considerables ahorros. Los problemas de vehículos, sean de distribución o aprovisionamiento de mercancías entre almacenes y clientes, o de cualquier otro tipo, son de gran importancia para la mejora de la competitividad de las empresas. Un sistema logístico ágil y flexible permite a las empresas aumentar su nivel de servicio, reducir costos y competir en un entorno tan complicado como el actual. Sin embargo, aunque las empresas son conscientes de esta necesidad y de sus beneficios, todavía existe una brecha importante entre las necesidades y los recursos o soluciones disponibles. A pesar de su gran experiencia laboral, las empresas de transporte en general tienen una estructura organizativa pequeña, con recursos humanos de desigual formación técnica, y carentes de soluciones tecnológicas avanzadas (Ruiz García, Rubén; Fernández Martínez, Carlos; Contell García, Javier; Ionut Placinta, Rodríguez Villalobos, Alejandra, 2011).

Desde la perspectiva de la cadena de abastecimiento donde “se debe armonizar todas las actividades asociadas con el flujo y transformación de bienes desde la etapa de las materias primas hasta el usuario final en los dos sentidos, desde arriba y hacia abajo dentro de la cadena de abastecimiento” (Hanfield & Nichols, 1999), es que se presentan dificultades para las compañías encargadas de desarrollar la manipulación de sus productos a lo largo de la cadena, trayendo como consecuencia sobrecostos de manejo logístico, especificados por la falta de una adecuada planeación de rutas y fuentes a utilizar para el transporte óptimo de sus mercancías hacia sus clientes.

(Ballou, 2004) Afirma “dado que los costos de transportación normalmente se hallan entre un tercio y dos tercios de los costos logísticos totales, mejorar la eficiencia mediante la máxima utilización del equipo de transportación y de su personal es una preocupación importante. El tiempo durante el cual los artículos están en tránsito se refleja en el número de envíos que pueden hacerse con un vehículo en un período dado, así como en los costos totales de transportación

para todos los envíos. Un problema frecuente en la toma de decisiones es reducir los costos de transportación y mejorar el servicio al cliente encontrando los mejores caminos que debería seguir un vehículo en una red de carreteras, líneas ferroviarias , líneas de embarque o rutas de navegación aérea que minimicen el tiempo o la distancia. Aunque hay muchas variaciones dentro de los problemas de diseño de rutas, podemos reducirlas a unos cuantos tipos básicos. Está el problema de cómo hallar un camino a través de una red donde el punto de origen es diferente del punto de destino. Hay un problema parecido cuando existen múltiples punto de origen y de destino. Además, el problema de diseñar las rutas cuando los puntos de origen y de destino son los mismos. Consideremos cómo se puede resolver cada tipo".

Otros autores como (Toth & Vigo, 2000) resaltan que "El problema de distribuir productos desde ciertos depósitos a sus usuarios finales juega un papel central en la gestión de algunos sistemas logísticos, y su adecuada planificación puede significar considerables ahorros. Esos potenciales ahorros justifican en gran medida la utilización de técnicas de investigación operativa como facilitadoras de la planificación, dado que se estima que los costos del transporte representan entre el 10% y el 20% del costo final de los bienes".

2.2.2. Problemas con origen y destino coincidentes

En esta clasificación podemos identificar los siguientes problemas, entre otros posibles:

- El problema del viajero de negocios (TSP).
- El problema del ruteo de vehículos.
- El problema del cartero chino (algunas versiones).

Estos problemas se caracterizan porque el origen de cada ruta coincide con su destino. Generalmente son difíciles de resolver a optimalidad y se clasifican como NP-Completos o duros de resolver (NP-Hard). Es decir, que para ellos no se conoce si existe un algoritmo que los resuelva en tiempo polinomial en función de su tamaño. Existen además múltiples problemas híbridos que pueden ser combinación de los anteriores o casos especiales de los mismos (Vidal Holguín, 2009).

2.2.2.1. *El Problema del viajero de negocios (TSP)*

En este problema se dispone de un solo vehículo que debe visitar a todos los clientes en una sola ruta y a costo mínimo. No suele haber un depósito (y si lo hubiera no se distingue de los clientes), no hay demanda asociada a los clientes y tampoco hay restricciones temporales. El problema puede formularse como se muestra en el gráfico 8.

Gráfico 8. Formulación Matemática TPS

$$\min \sum_{(i,j)\in E} c_{ij}x_{ij} \qquad (1.1)$$

$$\text{s.a.} \sum_{j\in\Delta^+(i)} x_{ij} = 1 \qquad \forall i \in V \qquad (1.2)$$

$$\sum_{i\in\Delta^-(j)} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in V \qquad (1.3)$$

$$\sum_{i\in S, j\in\Delta^+(i)\setminus S} x_{ij} \geq 1 \qquad \forall S \subset V \qquad (1.4)$$

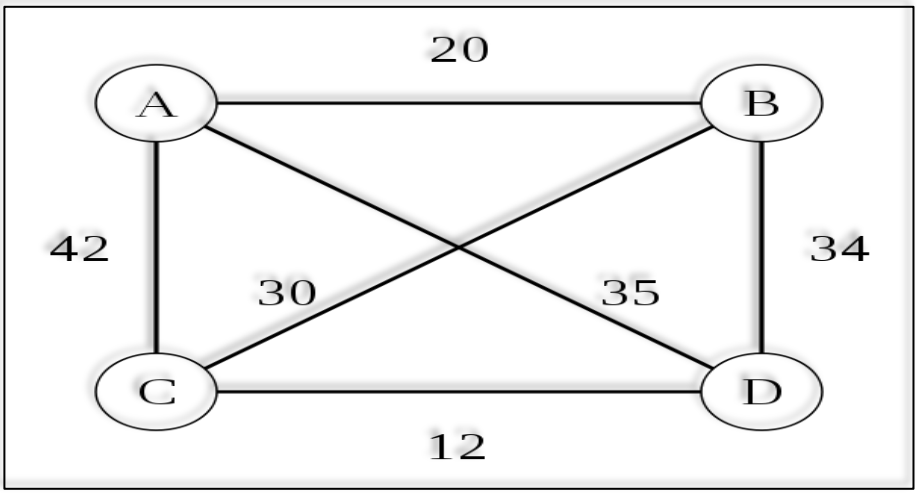
$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall (i,j) \in E$$

Fuente (Olivera, 2004).

Esta formulación fue propuesta por (Dantzing, Fulkerson, & Johnson, 1954). En el gráfico 8 las variables binarias xij indican si el arco (i,j) es utilizado en la solución. La función objetivo (1.1) establece que el costo total de la solución es la suma de los costos de los arcos utilizados. Las restricciones (1.2) y (1.3) indican que la ruta debe llegar y abandonar cada nodo exactamente una vez. Finalmente, las restricciones (1.4) son llamadas restricciones de eliminación de sub-tours e indican que todo subconjunto de nodos S debe ser abandonado al menos una vez (Olivera, 2004).

La representación del TSP se puede realizar en un gráfico modelado no dirigido (ver grafico 9), donde las ciudades corresponden a los vértices del gráfico, las rutas de acceso son los bordes y la distancia de un camino es la longitud del borde.

Gráfico 9. Gráfico TSP Ponderado Completo en 4 Nodos



Fuente (Fundación Wikipedia, INC., 2006)

La mayor parte de los problemas de ruteo de vehículos son generalizaciones del TSP. En ese sentido, Éste puede considerarse el problema de ruteo de vehículos más simple. No obstante, pertenece a la clase de problemas NP- Hard (Miller, Tucker, & Zemlin, 1960) y es uno de los Problemas de Optimización Combinatoria más clásico y difundido.

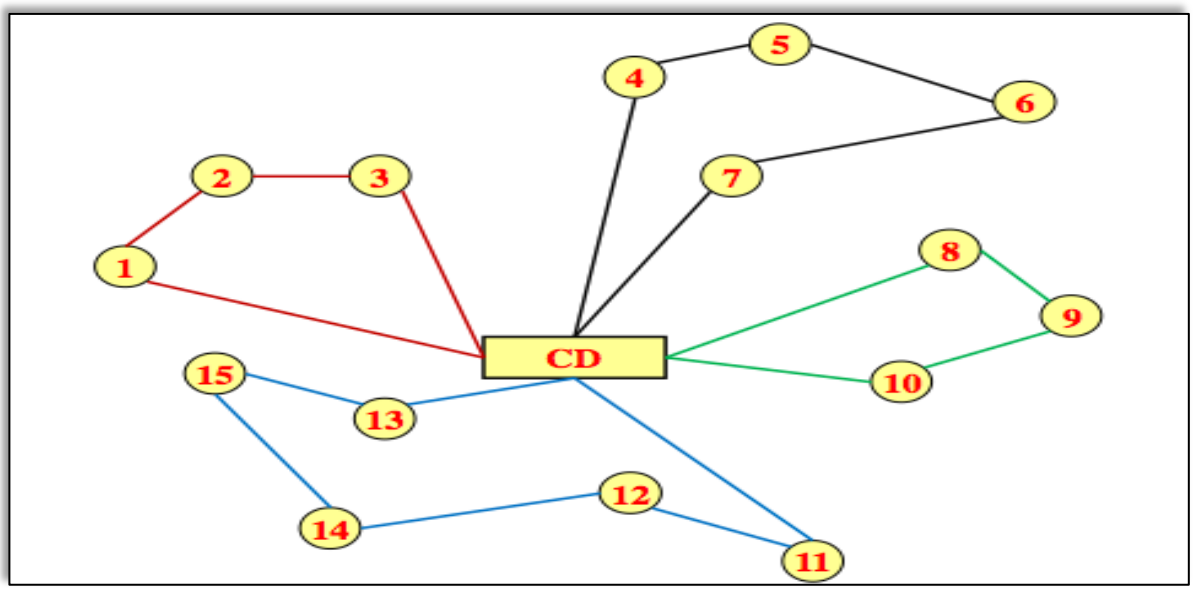
2.2.2.2. *El problema del cartero chino (algunas versiones)*

Problema del cartero chino (Chinese Postman Problem) consiste en encontrar una ruta que recorra al menos una vez por todos los arcos de la red y simultáneamente lo haga con la mínima distancia total recorrida posible. El inicio y el final de la ruta pueden o no coincidir y por ello este problema puede pertenecer a cada una de las dos clasificaciones mencionadas anteriormente. Este problema se aplica especialmente al ruteo de vehículos recolectores de residuos sólidos en las ciudades (Vidal Holguín, 2009).

2.2.2.3. *El problema del ruteo de vehículos (VRP)*

Según (Vidal Holguín, 2009) el problema del ruteo de vehículos es mucho más complejo que el problema del TSP. En realidad un VRP consta de múltiples problemas del TSP, pero con restricciones y características adicionales que pueden volver extremadamente complejo el problema. El gráfico 10 muestra un ejemplo con un Centro de Distribución (CD) y cuatro rutas. Los vehículos en cada ruta pueden ser iguales o diferentes.

Gráfico, 10. El problema de ruteo de vehículos



Fuente (Vidal Holguín, 2009)

En logística, un problema clásico de ruteo lo encontramos cuando varios camiones salen de un centro de distribución y deben visitar a varios clientes, hacer diversas entregas y retornar al CD.

Desde el punto de vista del autor, se pueden presentar muchos casos de problemas clásicos, de los cuales se describen algunos a continuación:

• Múltiples vehículos con diferentes eficiencias, capacidades volumétricas y gravimétricas pueden ser utilizados.

• Pueden existir paradas cuya demanda individual sea superior a la capacidad del camión más grande. En estos casos, la parada debería ser visitada por más de un camión o por el mismo camión más de una vez con rutas de recargue en el CD.

• Pueden existir ventanas de tiempo (time windows). Una ventana de tiempo exigida por un cliente o punto de entrega es un intervalo determinado dentro del cual los vehículos deben arribar al lugar de destino.

• En algunos casos, la recolección solo puede hacerse después de haberse realizados los despachos (relaciones de precedencia).

• Las rutas en días sucesivos pueden ser significativamente diferentes, lo que convierte a este problema en uno operativo de muy corto plazo.

• El máximo tiempo de viaje continuo generalmente puede estar regulado. Los conductores tienen períodos de descanso y alimentación.

2.2.3 Métodos heurísticos para el VRP

Según (Olivera, Alfredo, 2004) las heurísticas son procedimientos simples que realizan una exploración limitada del espacio de búsqueda y dan soluciones de calidad aceptable en tiempos de cálculo moderados.

2.2.3.1 Heurística del barrido o sweep

El método de barrido para el diseño de rutas de vehículos es lo suficientemente sencillo como para realizar cálculos manuales, incluso en problemas de gran tamaño (Ballou, 2004); desde el punto de vista del autor este método resuelve los problemas rápido, sin requerir enormes capacidades de memoria en la computadora. Según (Vidal Holguín, 2009) para desarrollar esta heurística del barrido, se debe trazar una línea imaginaria desde la ubicación del cedi en cualquier dirección y se coloca a rotar, por ejemplo en el sentido de las manecillas del reloj. A medida que la recta imaginaria, hace el barrido de la zona de ruteo, se va encontrando con la ubicación de cada cliente, cada cliente que es tocado es

adicionado en la primera ruta, la recta imaginaria se sigue rotando hasta que no se puedan adicionar más clientes al grupo por limitaciones de capacidad del vehículo. En este momento se cierra la primer ruta y se sigue rotando la recta e inicia un nuevo otro grupo de clientes para una segunda ruta, este procedimiento se realiza hasta que todos los clientes se hayan asignado a una ruta.

Desde el punto de vista de (Olivera, 2004); en la heurística del barrido, se forman clústeres de clientes girando una semirrecta con origen en el depósito e incorporando los clientes ¨barridos¨ por dicha semirrecta hasta que se viole la restricción de capacidad. Cada clúster es ruteado resolviendo un TSP de forma exacta o aproximada.

2.2.3.2 Algoritmo de Ahorros (Algoritmo de Ahorros de Clark & Wright)

El método de valoración de ahorros de Clark & Wright ha permanecido a través de años por ser lo suficientemente flexible como para manejar un amplio rango de restricciones practicas, siendo relativamente rápido de calcular en una computadora para problemas con un número moderado de paradas y capaz de generar soluciones que están cerca de lo óptimo (Ballou, 2004). El objetivo del método de los ahorros en minimizar la distancia total viajada por todos los vehículos y minimizar indirectamente el número de vehículos necesarios para atender todas las paradas.

Este método es de implementación simple y puede ser usado asignando clientes a vehículos siempre y cuando las ventanas de tiempo de entrega y otras restricciones existan (Chopra, 2003), los principales pasos para el método de los ahorros son los siguientes:

- Identificar la matriz de distancias.
- Identificar la matriz de ahorros.
- Asignar clientes a los vehículos o rutas
- Secuenciar los clientes en las rutas.

2.2.4 El problema de los m agentes viajeros (m-TSP)

El problema de los *m* agentes viajeros o *m-TSP* es una generalización del TSP en la cual se tienen un depósito y *m* vehículos o agentes. El objetivo es construir exactamente *m* rutas, una para cada vehículo o agente, de modo que cada cliente sea visitado una vez por uno de los vehículos o agentes. Cada ruta debe comenzar y terminar en el depósito y puede contener a lo sumo *p* clientes (Daza , Montoya, & Narducci, 2009).

2.3 RESEÑA DEL SOFTWARE DISPONIBLE EN COLOMBIA PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN Y SERVICIOS

Debido a las condiciones económicas y logísticas en las que operan las empresas en Colombia, pocas empresas, medianas y grandes, han adquirido o desarrollado herramientas de software para la gestión de cadenas de suministro, entre las que el software para el diseño de rutas es poco común (Valentina Gutierrez, Juan David Palacio, Juan Guillermo Villegas, 2007), desde el punto de vista de estos autores, la secuencia de las rutas que día a día ejecuta una flota de transporte, la cual en la mayoría de los casos es costosa y limitada, es una decisión que no puede asumirse como una tarea operativa, sino como una actividad que requiere planeación en el mediano plazo, y que debe estar soportada por métodos más evolucionados que la intuición y la experiencia operativa.

Según (Gutiérrez, Palacio, & Villegas, 2007); las aplicaciones computacionales y los desarrollos de software, que involucran los múltiples componentes del sistema distribución de bienes y servicios, permiten dar soporte a las decisiones de diseño de rutas de los vehículos de una manera práctica.

2.3.1 Software VRP Solver 1.3

El software VRP Solver 1.3. realiza una adaptación del algoritmo de los ahorros para problemas de enrutamiento de vehículos. Toma como la entrada desde un archivo de texto una lista de la ubicación de cada cliente (latitud y longitud) y la demanda. Se basa en rutas de vehículos que visitan cada ciudad una sola vez y que obedecen a volúmenes y distancias limites especificados por el usuario (Snyder, 2006).

Como conclusión parcial, teniendo en cuenta los diferentes métodos de ruteo descritos con anterioridad, y el apoyo que puede brindar una herramienta como el software VRP Solver 1.3, se puede evaluar la aplicación de los métodos heurísticos que brinden soporte a la mejora del proceso de distribución del canal tradicional en la ciudad de Palmira, teniendo en cuenta lo expresado por los autores en cuanto a los resultados arrojados por estos métodos, la simplicidad para desarrollarlos, y la flexibilidad que brindan teniendo en cuenta las restricciones de capacidad del vehículo, el horario establecido para el desarrollo de la ruta objeto de mejora al igual que el equilibrio de la ruta.

CAPÍTULO 3
DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO DE RUTEO DE TRANSPORTE PARA LA RUTA DEL CANAL TRADICIONAL

Con base en los objetivos de este proyecto, en este capítulo se plantearan las propuestas que permitan diseñar y estructurar la ruta del canal tradicional en la ciudad de Palmira abordando los siguientes puntos:

- Separación de pedidos en la fuente.
- Mapeo de clientes.
- Método de barrido.
- Método de ahorros.

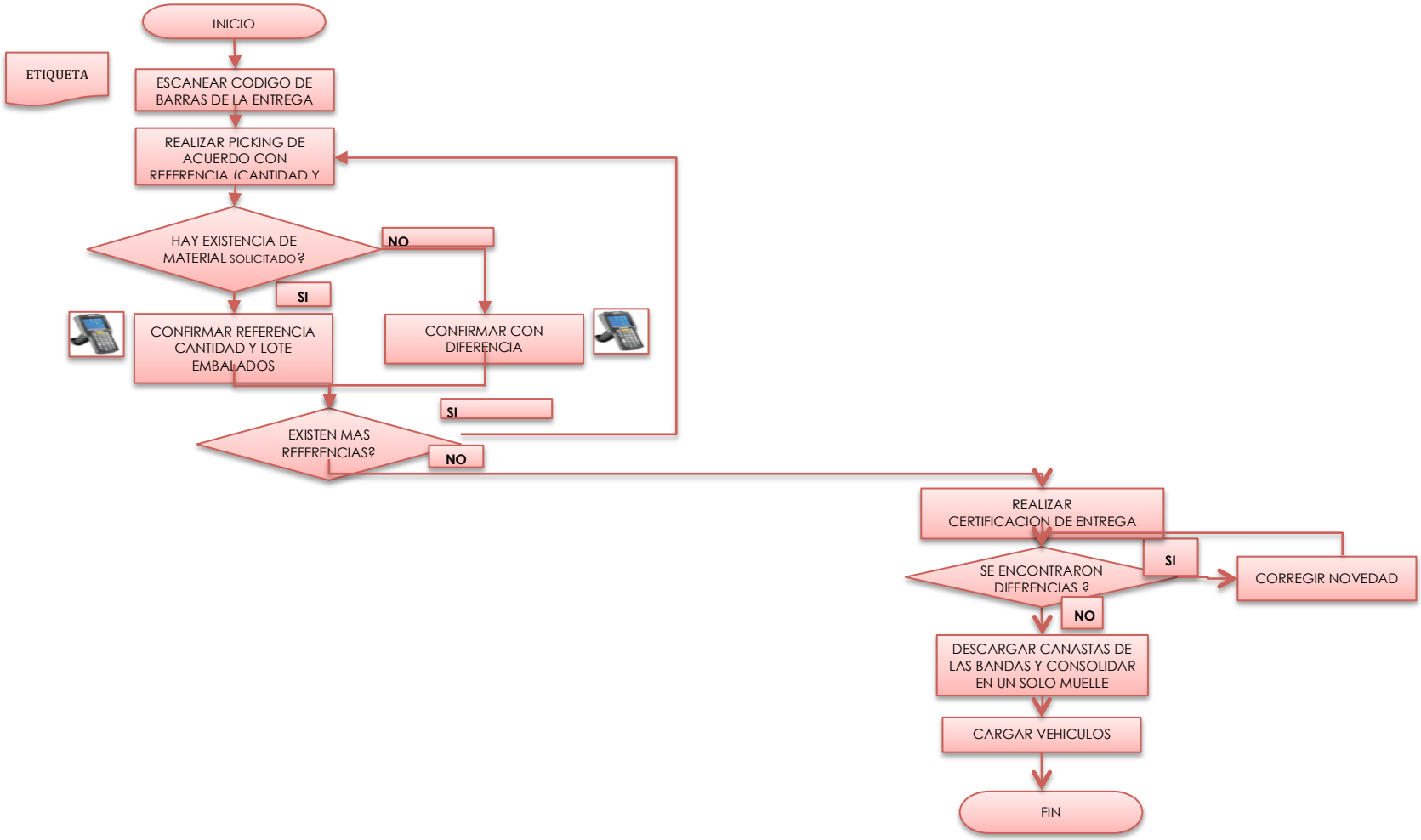
3.1 SEPARACIÓN DE PEDIDOS EN LA FUENTE

Teniendo en cuenta que en la empresa ASA S.A.S ya se estaba trabajando con la separación pedido a pedido para el 50% de las rutas del canal tradicional de la ciudad de Cali; se revisa el proceso con el fin de extender esta aplicación a la ruta del mismo canal para la ciudad de Palmira que aun no cuenta con este modelo de separación en la fuente, este proceso que se propone implementar se desarrolla como se describe en el gráfico 11.

Herramientas utilizadas.

- Código de barras de pedido cliente.
- Portátil de radio frecuencia.
- Canastas plásticas para embalaje de pedidos.
- Etiquetas para marcación de canastas con número entrega de cliente.

Gráfico 11. Proceso de separación de pedidos por cliente



Fuente Empresa ASA S.A.S.

3.2 MAPEO DE CLIENTES

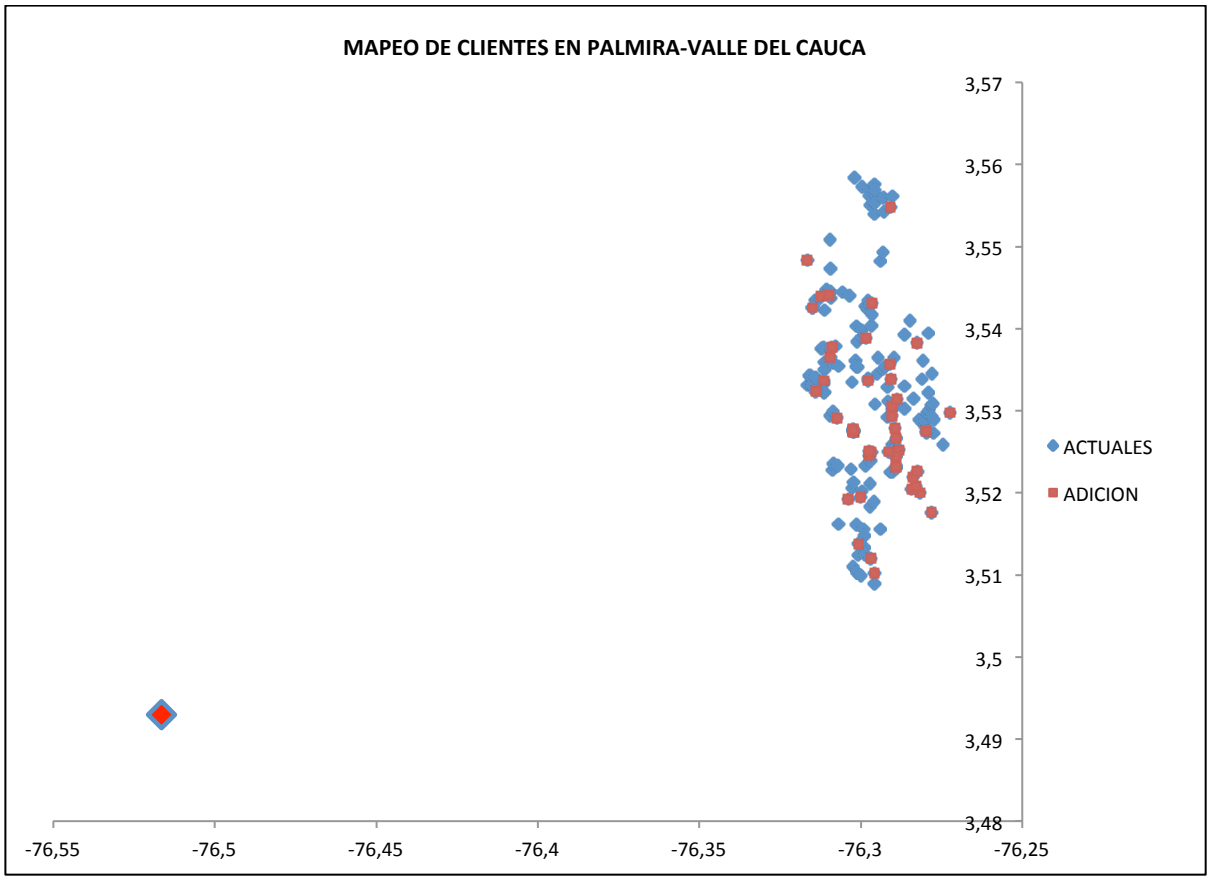
Una de las motivaciones para desarrollar este proyecto fue mejorar la satisfacción del cliente y aprovechar la capacidad del vehículo que realiza las entregas para el canal tradicional en la ciudad de Palmira, mejorando los indicadores de gestión logísticos que se aplican en el área de transporte. Existen clientes que son atendidos por el vehículo de grandes cadenas, lo cual está generando un pago de horas extras a los embajadores de servicio, así como el pago de horas de escolta adicional para este vehículo, estos sobrecostos están fuera del presupuesto.

Para llevar a cabo esto se realizó un mapeo de los clientes que actualmente se atienden con el vehículo del canal tradicional y con los clientes que se le asignaron al vehículo del canal grandes cadenas.

Para el mapeo de los clientes, la empresa ASA S.A.S. brindó el apoyo desde la ciudad de Bogotá D.C. y permitió que a través de un sistema de geo-referenciación, los clientes se codificaran con unas coordenadas (X,Y), utilizando como insumo para esto las direcciones de los clientes, el código del cliente asignado por la empresa y la población a la cual pertenece; por efectos de confidencialidad algunos de los datos que se nombraron con anterioridad serán omitidos (Anexo 5).

Una vez asignadas a los clientes las coordenadas, se inició con el procedimiento de recopilación de las demandas promedio que se tenían definidas para el ruteo por pedido, con el fin de poder establecer en el momento de la ruta siel vehículo con el que se contaba actualmente era posible realizar la atención de los clientes que se tenían para la construcción de los modelos o si por el contrario era necesario un vehículo con mayor capacidad. Los datos de los clientes se mapearon utilizando la herramienta office Excel como se muestra en el gráfico 12.

Gráfico 12. Mapeo de Clientes en Palmira (Valle del Cauca)



Fuente: Elaboración Propia.

Cuando el mapeo está finalizado, se referencia donde están ubicados los clientes que actualmente atiende el vehículo del canal tradicional y los clientes que se quieren incluir que son atendidos por el vehículo de grandes cadenas, se realiza una diferenciación de los grupos de clientes y se empieza la construcción de los modelos.

Para realizar el diseño y la estructuración de la ruta del canal tradicional en la ciudad de Palmira, se tomaron los datos de los acompañamientos, y se adaptaron a dos heurísticas tradicionales para el problema de ruteo de vehículos (VRP); en primera instancia se realizaron varias simulaciones con el fin de obtener diferentes resultados que permitan evaluar los mejores y de esta manera poder tomar la mejor opción.

La aplicación se realizó utilizando el algoritmo de barrido o Sweep y la heurística de Clark-Wright o algoritmo de ahorros, apoyándose en un software de simulación como el "VRP SOLVER" versión 1.3, este software permite la iteración de ***n***

cantidad de datos, requiere de un esfuerzo computacional medio y los resultados están soportados teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- **Capacidad del vehículo.**

$$\sum_{(i,n)} q \leq Q$$

En donde:
q = demanda de los clientes.
Q = Capacidad del vehículo.
(i,n) = conjunto de clientes.

- **Equilibrio de la ruta.**

$$\sum_{(i,n)} \leq 65$$

En donde:
i = Cliente i
j = Cliente j
65 = restricción establecida por la empresa ASA S.A.S. en el número de clientes por frecuencia.

- **Tiempo total de ruta entre 7:00 y 13:30 horas.**

$$\sum_{(i,n)} T.t.entrega + \sum_{(i,n)} T.t.separacion + \sum_{(0,i,n,0)} T.t.rrecorrido \leq 6{,}5\ horas$$

En donde:

(0,i,n,0) = recorrido desde el origen pasando por el conjunto de clientes y retorno al origen.

Para el desarrollo de los métodos de ruteo se tienen en cuenta los siguientes conceptos que se dan a partir del apoyo del software VRP Solver 1.3.

• **Simulación.** Proceso mediante el cual el software VRP Solver 1.3 construye y ejecuta escenarios hipotéticos de posibles soluciones a partir de las iteraciones entre los datos que alimentan el sistema.

• **Iteraciones.** Las Iteraciones para el VRP Solver 1.3 hacen referencia al número de veces en que los datos iniciales interactúan entre sí, resultando de esto todas las combinaciones posibles hasta obtener el mejor resultado.

• **Profundidad.** La profundidad hace referencia al nivel de detalle que se desea obtener después de un número determinado de iteraciones.

El objetivo de las simulaciones es el de obtener posibles resultados que permitan evaluar la mejor alternativa que apoye la toma de decisiones con respecto al mejor resultado obtenido.

3.3 MODELO BARRIDO O SWEEP

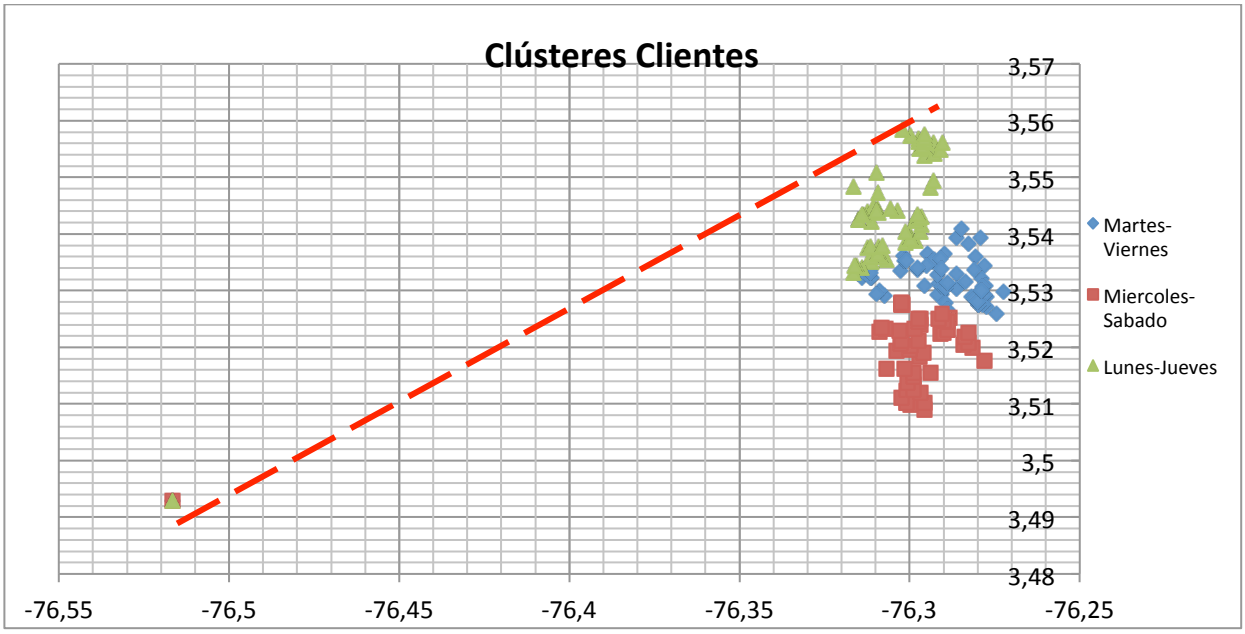
Con este modelo se realizó primero la asignación de clientes a un clúster, para luego empezar con el ruteo.

3.3.1 Asignación de clientes a clústeres

Por efectos de las frecuencias de distribución establecidas por la empresa ASA S.A.S se dividió la cantidad de clientes que se atienden dentro del perímetro urbano de Palmira en el número de las frecuencias en que se realizan las visitas, colocando como base una restricción en la cantidad de clientes que se asignarían a los clústeres; esta asignación se realizó trazando una línea recta hacia el cliente de mayor inclinación con respecto a la ubicación del cedi Cali, hizo el recorrido en el sentido de las manecillas del reloj, cada vez que se encontraba un cliente se asignaba a un clúster para posteriormente ser enrutado, este procedimiento continúo sucesivamente hasta que cada cliente estuviera asignado a una ruta.

El gráfico 13 muestra el resultado de la asignación de los clientes a cada clúster.

Gráfico 13. Asignación de Clientes a los Clústeres



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2 Ruta frecuencia Lunes - Jueves

Tabla 20. Consolidado Simulaciones Frecuencia Lunes - Jueves

Lunes – Jueves				
Simulación	**Clientes**	**Distancias**	**Peso Prom.**	**% Utiliz. Veh. Peso**
1	57	36,44	556,27	69,53%
2		36,28		
3		36,24		
4		36,28		
5		36,24		
6		36,32		
7		36,27		
8		36,24		
9		36,24		
10		36,25		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la tabla 20 las simulaciones 3, 5, 8 y 9 presentan la misma distancia recorrida de **36,24 Km**, la decisión fue tomada de forma subjetiva por los autores porque no existe otro criterio que marque alguna diferencia entre cada iteración, por lo tanto la ruta seleccionada la Frecuencia "Lunes-Jueves" es la iteración 3. Esta ruta atenderá 56 clientes por día, distribuirá en promedio **556,27 Kl.** de productos, el porcentaje de utilización de su capacidad en peso será de **69,53%** en promedio mes.

3.3.3 Ruta frecuencia Martes - Viernes

Tabla 21. Consolidado Simulaciones Frecuencia Martes – Viernes

Martes – Viernes				
Simulación	**Clientes**	**Distancias**	**Peso Prom.**	**% Utiliz. Veh. Peso**
1	61	37,72	526,89	65,86%
2		37,72		
3		37,72		
4		37,69		
5		37,72		
6		37,63		
7		37,64		
8		37,63		
9		37,67		
10		37,63		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la tabla 21 las simulaciones 6, 8 y 9 presentan la misma distancia recorrida de 37,63 Km, la decisión fue tomada de forma subjetiva por los autores porque no existe otro criterio que marque alguna diferencia entre cada iteración, por lo tanto la ruta seleccionada la Frecuencia "Martes - Viernes" es la iteración 9. Esta ruta atenderá 61 clientes por día, distribuirá en promedio **526,89 Kg.** de productos, el porcentaje de utilización de su capacidad en peso será de **65,86%** en promedio mes.

3.3.4 Ruta frecuencia Miércoles - Sábado

Tabla 22. Consolidado Simulaciones Frecuencia Miércoles – Sábado

Miércoles – Sábado				
Simulación	**Clientes**	**Distancias**	**Peso Prom.**	**% Utiliz. Veh. Peso**
1	55	37,35	790,98	98,87%
2		36,84		
3		36,84		
4		36,93		
5		36,82		
6		36,85		
7		36,82		
8		36,82		
9		36,82		
10		36,82		

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la tabla 22 las simulaciones 3, 5, 7, 8, 9 y 10 presentan la misma distancia recorrida de **36,82 Km**, la decisión fue tomada de forma subjetiva por los autores porque no existe otro criterio que marque alguna diferencia entre cada iteración, por lo tanto la ruta seleccionada la Frecuencia "Martes - Viernes" es la iteración 9. Esta ruta atenderá 55 clientes por día, distribuirá en promedio **790,98 Kg.** de productos, el porcentaje de utilización de su capacidad en peso será de **98,87%** promedio mes**.**

Al revisar los resultados obtenidos, observamos que las tres frecuencias establecidas presentan una distribución uniforme de los clientes, pero en cuanto al porcentaje de utilización de la capacidad del vehículo en peso la frecuencia Miércoles – Sábado presenta un mayor porcentaje de utilización en peso con el **98,87%**, y es la ruta que menor cantidad de clientes tiene asignado, esto se debe a tres clientes que presentan un volumen en ventas en promedio por pedido significativo del **49,31%** del total de esta ruta como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23.Clientes con mayor volumen en ventas promedio pedido

Orden Visita	Cliente	Demanda Prom. Kg.
6	10259642	135
7	10351316	192
10	10051028	63

Fuente. Elaboración Propia.

Con el fin de tener un criterio de comparación con respecto al primer método utilizado, se tomo la decisión de evaluar otro método de ruteo para analizar cuál de los dos métodos se ajusta más a la solución de las problemáticas planteadas con anterioridad, tomando como apoyo la utilización de una herramienta informática como el software VRP Solver 1.3 que se basa en el algoritmo de los ahorros propuesto por Clark & Wright.

3.4 MÉTODO DE LOS AHORROS

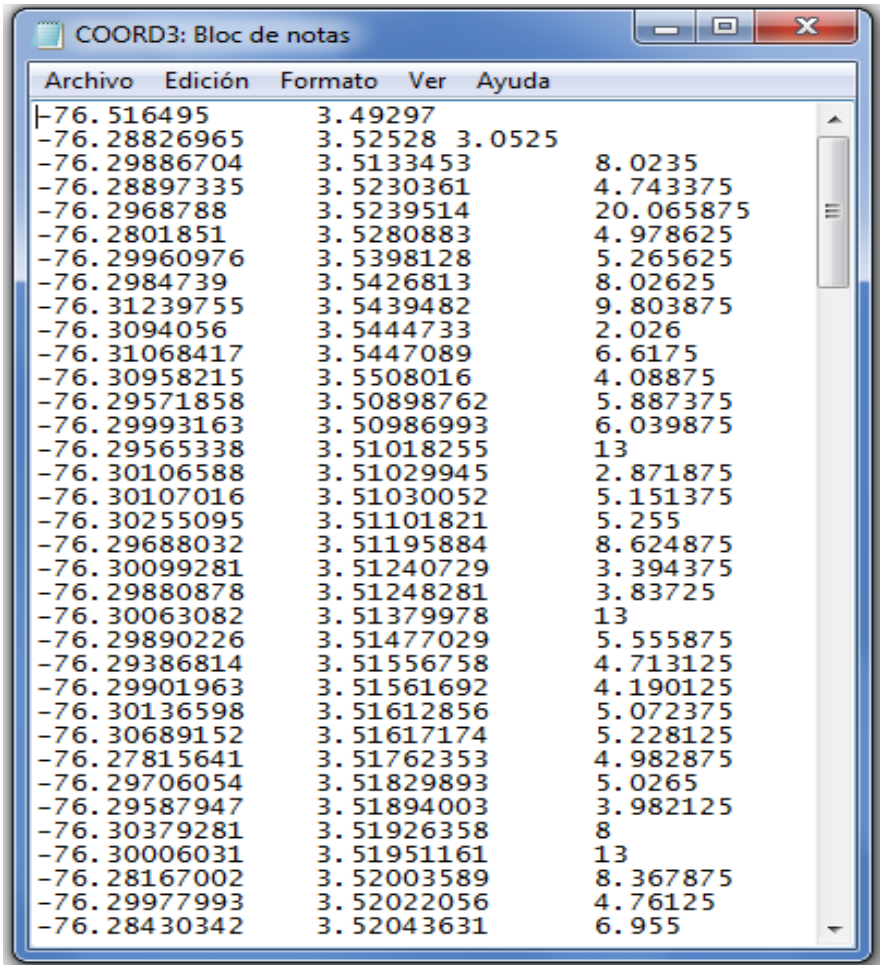
Para la aplicación de este modelo de ruteo, también se utilizó como apoyo el software VRP Solver .1.3 diseñado bajo con el concepto del algoritmo de Clark and Wright (método de los Ahorros). Lo primero que se realizó fue la construcción de un archivo plano con las coordenadas x, coordenadas y, y la demanda promedio por pedido cliente recopilada con anterioridad. Una vez se tiene se construido el archivo plano se procede al ingreso de los datos a la herramienta, para posteriormente empezar con las simulaciones, es de tener en cuenta que para este proceso se realizaron 20 simulaciones con toda la base de datos de los clientes del perímetro urbano de Palmira, con el fin de obtener una asignación de la rutas con el mayor ahorro posible en distancias; el software permite parametrizar la aleatoriedad de las simulaciones considerando la profundidad y el numero de iteraciones; según (Lozada, 2005) si la simulación se parametriza de profundidad 3 y las iteraciones 3, el software para generar cada resultado de una simulación internamente el programa simula 3 veces y arroja el mejor resultado; para efectos de este desarrollo los autores deciden trabajar con parámetros de profundidad 5 y 5 iteraciones para generar mejores resultados.

3.4.1 Construcción de la data para procesamiento

Construcción de archivo plano con la herramienta Bloc de Notas de Office, se empieza por extraer del archivo original de clientes los datos que se necesitan para alimentar el software VRP Solver 1.3, los datos que se necesitan son: Coordenadas de los clientes (X;Y), la demanda por pedido cliente que se origino con los datos de ventas de los últimos 6 meses.

Una vez se recopila toda esta información se convierte en archivo plano como se muestra en el gráfico 14.

Gráfico 14. Archivo Plano de Coordenadas



Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2 Procesamiento de Datos en la Herramienta Informática

Con el archivo plano construido se procede a alimentar el software para el procesamiento de datos y se generan las simulaciones con profundidad de simulación 5 e iteraciones de la simulación 5.

Con los resultados de las 20 simulaciones, se procede a consolidar la información con el objetivo de analizar cuál de las simulaciones arroja el mejor resultado que en este caso sería la simulación que mayor ahorro generara en cuanto a distancias por ruta como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24. Resultados simulaciones de la variable distancia de recorrido

	Variable Distancia					
Simulación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Lunes – Jueves	**43,81**	**43,58**	**43,08**	**31,86**	**31,23**	**34,55**
Martes - Viernes	**32,08**	**31,45**	**30,42**	**35,26**	**35,53**	**40,41**
Miércoles - Sábado	**34,73**	**35,30**	**36,83**	**43,49**	**43,14**	**34,99**
TOTAL	**110,62**	**110,33**	**110,33**	**110,61**	**109,90**	**109,95**
Simulación	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Lunes – Jueves	**35,4**	**31,38**	**31,34**	**31,27**	**31,42**	**31,37**
Martes - Viernes	**31,45**	**43,82**	**43,14**	**42,45**	**43,65**	**43,29**
Miércoles - Sábado	**43,04**	**34,83**	**35,6**	**36,19**	**34,83**	**34,83**
TOTAL	**109,89**	**110,03**	**110,08**	**109,91**	**109,90**	**109,49**
Simulación	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Lunes – Jueves	**30,28**	**43,8**	**31,69**	**31,55**	**35,03**	**31,35**
Martes – Viernes	**35,73**	**30,28**	**43,17**	**43,62**	**34,58**	**43,08**
Miércoles – Sábado	**43,96**	**35,71**	**34,83**	**34,88**	**40,48**	**35,5**
TOTAL	**109,97**	**109,79**	**109,69**	**110,05**	**110,09**	**109,93**
Simulación	**19**	**20**				
Lunes – Jueves	**31,37**	**31,55**				
Martes – Viernes	**43,35**	**43,35**				
Miércoles – Sábado	**34,98**	**34,83**				
TOTAL	**109,70**	**109,73**				

Fuentes Elaboración Propia.

En la tabla 24 se puede observar que la simulación 12 con respecto a la variable distancia, es la que mayor ahorro genera con respecto a las restantes simulaciones.

Las variables peso y porcentaje de utilización del vehículo, los resultados se muestran en la tabla 25.

Tabla 25. Resultado simulaciones Variables Peso y % Utilización

	Variable Peso / % Porcentaje Utilización							
Simulación	**1**		**2**		**3**		**4**	
Lunes - Jueves	**586,93**	**73,37%**	**796,87**	**99,61%**	**766,88**	**95,86%**	**584,26**	**73,03%**
Martes - Viernes	**600,32**	**75,04%**	**612,64**	**76,58%**	**533,11**	**66,64%**	**494,81**	**61,85%**
Miércoles - Sábado	**690,89**	**86,36%**	**468,64**	**58,58%**	**578,16**	**72,27%**	**799,08**	**99,89%**
TOTAL	**1878,14**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**
Simulación	**5**		**6**		**7**		**8**	
Lunes - Jueves	**580,22**	**72,53%**	**709,18**	**88,65%**	**491,07**	**61,38%**	**613,98**	**76,75%**
Martes - Viernes	**507,19**	**63,40%**	**704,64**	**88,08%**	**598,52**	**74,82%**	**799,84**	**99,98%**
Miércoles - Sábado	**790,73**	**98,84%**	**464,33**	**58,04%**	**788,56**	**98,57%**	**464,33**	**58,04%**
TOTAL	**1878,14**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**
Simulacion	**9**		**10**		**11**		**12**	
Lunes - Jueves	**584,55**	**73,07%**	**596,88**	**74,61%**	**614,27**	**76,78%**	**614,36**	**76,80%**
Martes - Viernes	**799,17**	**99,90%**	**626,71**	**78,34%**	**799,54**	**99,94%**	**799,45**	**99,93%**
Miércoles - Sábado	**494,43**	**61,80%**	**654,55**	**81,82%**	**464,33**	**58,04%**	**464,33**	**58,04%**
TOTAL	**1878,15**	**78,26%**	**1878,14**	**78,26%**	**1878,14**	**78,26%**	**1878,14**	**78,26%**
Simulación	**13**		**14**		**15**		**16**	
Lunes - Jueves	**493,06**	**61,63%**	**799,13**	**99,89%**	**646,26**	**80,78%**	**616**	**77,00%**
Martes - Viernes	**591,32**	**73,92%**	**493,06**	**61,63%**	**767,55**	**95,94%**	**797,82**	**99,73%**
Miércoles - Sábado	**793,77**	**99,22%**	**585,96**	**73,25%**	**464,33**	**58,04%**	**464,33**	**58,04%**
TOTAL	**1878,15**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**	**1878,14**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**
Simulación	**17**		**18**		**19**		**20**	
Lunes - Jueves	**464,33**	**58,04%**	**584,55**	**73,07%**	**614,36**	**76,80%**	**614,29**	**76,79%**
Martes - Viernes	**709,18**	**88,65%**	**788,56**	**98,57%**	**799,45**	**99,93%**	**799,53**	**99,94%**
Miércoles - Sábado	**704,64**	**88,08%**	**505,04**	**63,13%**	**464,33**	**58,04%**	**464,33**	**58,04%**
TOTAL	**1878,15**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**	**1878,14**	**78,26%**	**1878,15**	**78,26%**

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 25, los resultados no arrojan información relevante porque la distribución de las cargas en todas las simulaciones presenta una distribución homogénea de las cargas.

Teniendo como referencia la simulación que más ahorros generó con respecto a la variable distancia con un valor de **109,49 Km** totales por las tres frecuencias, se puede establecer que la simulación 12 presento el mayor ahorro, el resultado total de esta simulación se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Simulación Seleccionada Método de Ahorros

Simulación 12					
Ruta	**Clientes**	**Distancias**	**Peso Prom**	**% Util.Veh.Peso**	**%Util.Veh.Vol.**
Lunes – Jueves	**30**	**31,37**	**614,36**	**76,80%**	**40,00%**
Martes – Viernes	**100**	**43,29**	**799,45**	**99,93%**	**133,33%**
Miércoles - Sábado	**44**	**34,83**	**464,33**	**58,04%**	**58,67%**
Total	**174**	**109,49**			

Fuente: Elaboración Propia.

3.5 SELECCIÓN DE PROPUESTA DE RUTEO

De acuerdo con los resultados obtenidos en las simulaciones de las dos heurísticas (barrido y ahorros) se realizó el análisis de ambos resultados como se observa a continuación.

3.5.1 Comparación de Resultados

Al analizar los resultados obtenidos a partir de las simulaciones, se observa lo siguiente:

Con respecto a las distancias recorridas, el método de los ahorros muestra una menor distancia de recorrido, con una diferencia de **1,2 Km** aproximadamente con respecto al método del barrido, pero a su vez el método del barrido da como resultado un mejor equilibrio en la distribución de las rutas, y conserva la restricción establecida por la empresa ASA S.A.S de máximo 65 clientes atendidos por ruta.

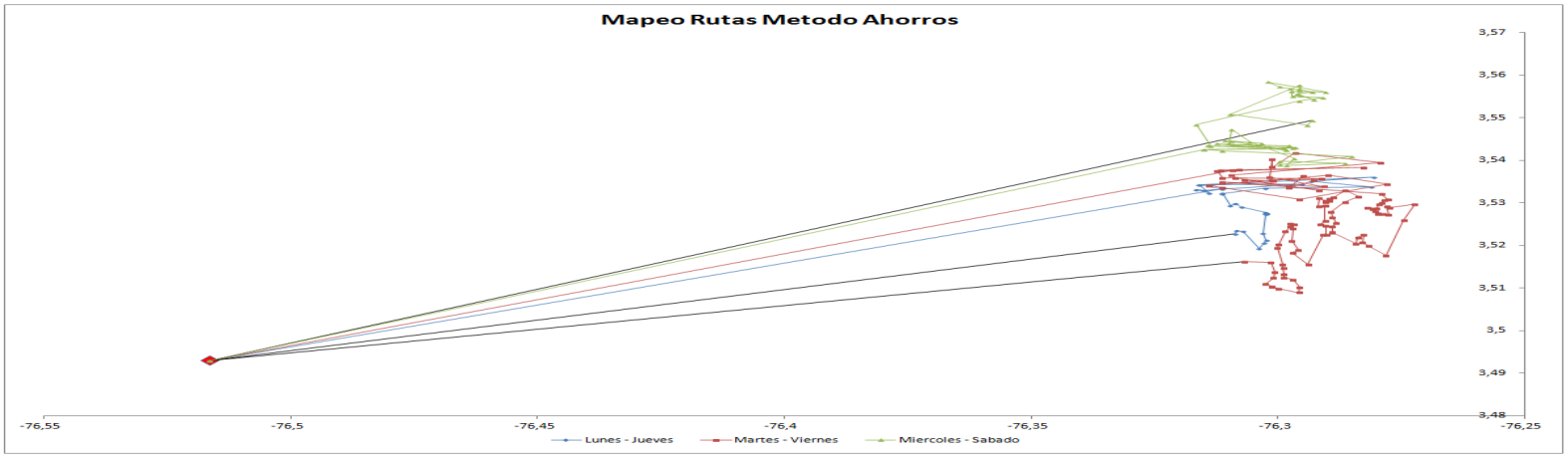
Tabla 27. Tabla de Comparación métodos VRP

Modelo	**Método Ahorros**				**Método Barrido**			
Frecuencia	**Clientes**	**Distancias**	**Peso Prom**	**% Util. Veh.Peso**	**Clientes**	**Distancias**	**Peso Prom.**	**% Utiliz. Veh. Peso**
Lun – Jue	30	31,37	614,36	76,80%	57	36,24	556,27	69,53%
Mar – Vie	100	43,29	799,45	99,93%	61	37,63	526,89	65,86%
Mie – Sab	43	34,83	464,33	58,04%	55	36,82	790,98	98,87%
Total	**173**	**109,49**	**626,05**	**78,26%**	**173**	**110,69**	**624,71**	**78,09%**

Fuente Elaboración Propia

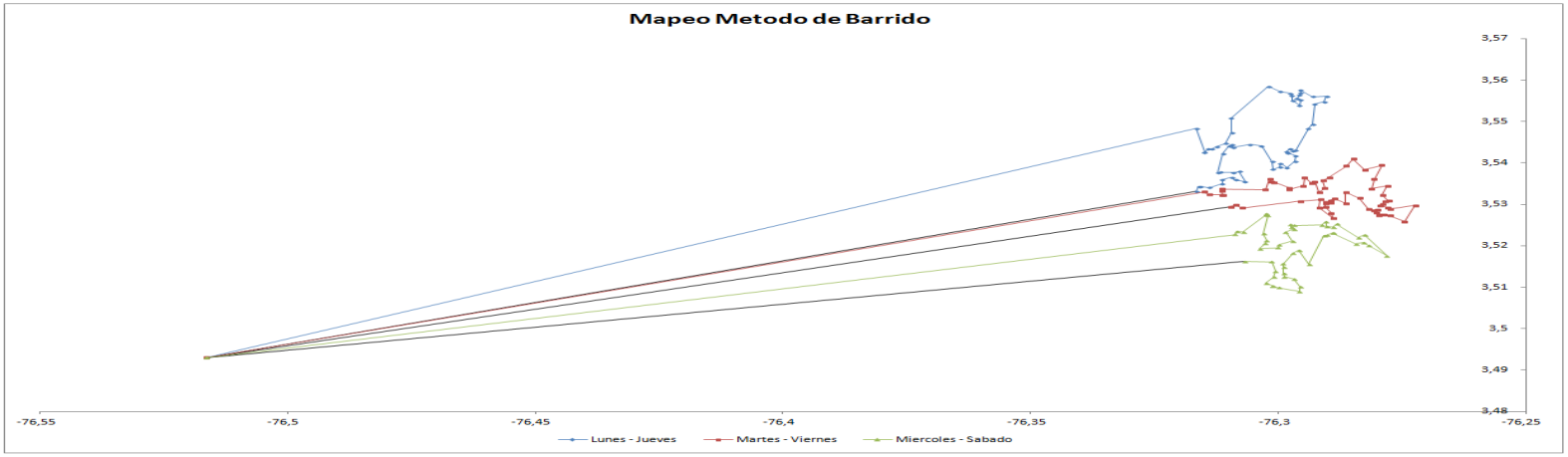
Con respecto al enrutamiento, se realiza un mapeo de las dos propuestas utilizadas con el fin de establecer cuál de las dos brinda un mejor enrutamiento teniendo en cuenta la dispersión y cruces entre clientes en la misma frecuencia y entre frecuencias, el resultado de este mapeo se muestra en los gráficos 15 y 16.

Gráfico 15. Mapeo Método Ahorros



Fuente Elaboración Propia

Gráfico 16. Mapeo Método Barrido



Fuente Elaboración Propia

Analizando los Mapeos que se realizaron de las rutas se observa que el método de los ahorros aunque brinda una distancia más corta que el método del barrido, se siguen visitando clientes en el mismo sector en frecuencias diferentes. El método del barrido proporciona rutas más agrupadas, y se evita el cruce de clientes en frecuencia diferente y en las mismas frecuencia.

3.5.2 Impacto de la solución ruteo actual Vs. propuesta

Se realiza la comparación de rutas por los autores con el modelo de ruteo seleccionado y al modelo empírico de ruteo desarrollado por los embajadores de servicio para analizar los primeros impactos que se presentan con el cambio en las rutas.

Tabla 28. Método actual de ruteo

Frecuencia	Clientes	Distancias	Peso Prom.	% Utiliz. Veh. Peso
Lun - Jue	45	43,00	279,4	34,93%
Mar - Vie	44	43	319,25	39,91%
Mier – Sab	56	47	350,14	43,77%
Total	**145**	**133,00**	**316,26**	**39,53%**

Fuente Elaboración Propia

Tabla 29. Comparativo de Método Actual Vs. Método Propuesto (Método de Barrido)

		Método		
Frecuencia	**Variables**	**Actual**	**Barrido**	**Impacto**
Lunes -Jueves	Clientes	45	57	21,05%
	Distancia Km.	43	36,24	-18,65%
	Peso Kg.	279,4	556,27	49,77%
	% Utilización	34,93%	69,53%	49,77%
Martes - Viernes	Clientes	44	61	27,87%
	Distancia Km.	43	37,63	-14,27%
	Peso Kg.	319,25	526,89	39,41%
	% Utilización	39,53%	65,86%	39,98%
Miércoles - Sábado	Clientes	56	55	-1,82%
	Distancia Km.	47	36,82	-27,65%
	Peso Kg.	350,14	790,98	55,73%
	% Utilización	43,77%	98,87%	55,73%

Fuente Elaboración Propia

Analizando la información contenida en las tablas 28 y 29 se puede observar que el modelo de ruteo propuesto (Barrido o Sweep), muestra mejores resultados en cuanto a la disminución de distancias recorridas en todas las frecuencias con un **16,32%** del total de distancias recorridas, un incremento en los clientes atendidos del **19,31%,** en cuanto a la utilización del vehículo se observa una mayor utilización del vehículo en peso del **38,56%**.

CAPÍTULO 4.
IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL MODELO DE RUTEO.

Tomando los resultados de la propuesta de ruteo planteada en el capítulo 3, se realiza la implementación del método de ruteo seleccionado, para lo cual se realizaron actividades previas y después de la implementación, con el fin de evaluar los resultados de la misma, en este capítulo se abordaron lo siguiente:

- Etapa Inicial de la propuesta.
- Actividades previas a la implementación.
- Control y seguimiento a la implementación en las diferentes frecuencias de entrega.
- Evaluación de los indicadores de gestión.

4.1 ETAPA INICIAL DE LA PROPUESTA.

La propuesta para la implementación del modelo se realizó a la empresa ASA S.A.S el lunes 20 de agosto del 2012 a las siguientes personas:

- Jefe Centro de Distribución.
- Coordinadores Logísticos.
- Coordinadores de Ventas.
- Asesores Comerciales.
- Auxiliares de información rol de transporte.

Esta propuesta se evaluó en un periodo de tiempo de dos semanas en las reuniones de PVO (plan de ventas y operaciones) que realizan los dirigentes de los procesos logísticos y de ventas, donde se analizaron las variables que pudieran afectar a los clientes, porque el modelo de ruteo contempla que algunos clientes cambien de frecuencia de entrega, durante este periodo de tiempo se realizaron las siguientes actividades de manera paralela.

4.2 ACTIVIDADES PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN

4.2.1 Clientes. Socialización con los clientes de los cambios que se presentarían en las frecuencias de entrega, labor que asumió el personal de ventas y trabajo de concientización para disminuir los tiempos de entrega, esta actividad se realizó en los períodos de visitas que desarrolla el personal del área comercial para la toma de los pedidos, desde el día 24 de Agosto 2012, después de realizada la primera reunión de PVO pasada la propuesta para su respectiva evaluación de los lideres de cada proceso involucrado y se extendió hasta 20 de septiembre 2012 mientras se realizaba el acompañamiento y seguimiento de la implementación.

4.2.2 Proceso de separación. Durante el período de evaluación se empezó a mejorar uno de los procesos que más oportunidades estaba generando como el de la separación de los pedidos para la ruta de Palmira desde el Cedí Cali, para esto se parametrizó desde el sistema ERP de la empresa, se le entregó al coordinador de transporte el orden en el que se habían de realizar los clientes determinado con el desarrollo del método de barrido (anexo 6).

Pasos para la parametrización de los clientes desde el sistema ERP de la empresa ASA S.A.S. necesarios para fijar la separación pedido a pedido desde el cedi Cali:

- Asignación de Zona de Transporte, (ZONA CALI)
- Asignación de Condición de Expedición, (RUTA FORANEA)
- Asignación de Itinerario u orden de entrega, (ORDEN EN QUE INGRESA AL SISTEMA AL SER PROCESADO)-

Con la parametrización los pedidos de los clientes son enrutados desde el cedi Cali cuando se esté haciendo el picking y embalaje de los pedidos en las canastas, lo que permite que los tiempos de separación tengan una reducción de tiempos bastante considerable.

4.2.3 Capacitación embajadores de servicio.

Con los embajadores de servicio que realizan las entregas del canal tradicional, por el incremento de los clientes.

- **Fecha de Capacitación.** Esta actividad se llevo a cabo los días 6, 7 y 8 de septiembre.

- **Lugar de ejecución de la actividad**. Sala de formación 1 *(Sala de Transportes),* empresa ASA S.A.S.

- **Actividades realizadas**. Entrega de los itinerarios de las rutas con todos los datos de los clientes (ver anexo 8), y se hizo una muestra gráfica del mapeo de los clientes obtenido con el desarrollo del método de barrido *(gráfico 16)*, y a su vez se les realizó la muestra visual de en las mismas condiciones del mapeo de la ruta desarrollado por ellos de manera empírica *(gráfico 3)*, con el objetivo de que visualizaran el cambio de una manera positiva y lograran identificarse con el proceso.

- **Herramientas y material de apoyo utilizado.** Impreso en Plotter de 1,20 m x 1,10 m de las figuras 15 y 16, Video Beam, tableros, itinerarios impresos.

- **Tiempo de duración.** La capacitación se desarrollo en tres días, con una duración de 1 hora diaria para un total de 3 horas.

- **Capacitadores.** Coordinador de transportes Empresa ASA S.A.S, autores de la propuesta y auxiliares de información con rol de transporte.

- **Capacitados.** Embajadores de servicio (auxiliar y conductor), canal tradicional Palmira.

La aprobación de la propuesta se dio para el día 3 septiembre del 2012, y el proceso de despacho con este modelo de ruteo se realizó el día 10 de septiembre del 2012, una vez se empezó con el nuevo enrutamiento se realizó seguimiento para recopilar información de los resultados y análisis de la misma.

La recopilación de la información se utilizó el formato de seguimiento de entregas con el que se hizo el acompañamiento inicial (Anexo 1).

4.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE RUTEO FRECUENCIA LUNES-JUEVES

Los resultados que se relacionan a continuación son la consolidación de los tiempos de entrega en las visitas realizadas en las fechas 13, 17, 20, 24 y 27 de Septiembre 2012.

Con esta información se consolidó de manera global de tiempos de entrega cómo se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Consolidación de tiempos de entrega global frecuencia Lunes – Jueves

Lunes – Jueves							
Concepto # 1	**Tiempo**	**Concepto # 2**	**Inicio**	**Fin**	**Total**	**T. Real Ruta**	**T. Recorrido**
T. total de Ruta	**5:10:00**	H. Primer Cliente	06:45	06:46	**06:11**	**05:51**	**02:40**
T. total de Entrega	**2:41:00**	H. Ultimo Cliente	12:54	12:57			
T. total de Separación	**0:30:00**	T. Desayuno	08:55	09:05	**00:10**		
P. Entrega x Pedido	**0:02:49**	T. Almuerzo	12:29	12:39	**00:10**		
P. Separación Pedidos	**0:00:32**	T. Consignación	13:25	13:50	**00:25**		
Clientes Visitados	**57**						

Fuente Elaboración Propia.

Con base a los datos arrojados por el seguimiento en la tabla 30 se hace una comparación con los resultados de los seguimientos para establecer cuáles de las oportunidades que se estaban presentando con el ruteo anterior se mejoraron como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31.Comparación resultados modelo propuesto Vs ruteo empírico frecuencia Lunes – Jueves

Método Actual	Tiempo	T. Ruta	Método Anterior	Tiempo	T. Ruta
T. total de Ruta	**5:10:00**	**05:51**	Tiempo total de Ruta	**6:42:00**	**07:47**
T. total de Entrega	**2:41:00**		Tiempo total de Entrega	**5:01:00**	
T. total de Separación	**0:30:00**		Tiempo total de Separación	**1:39:00**	
P. Entrega x Pedido	**0:02:49**		Promedio Entrega x Pedido	**0:06:41**	
P. Separación Pedidos	**0:00:32**		Promedio Separación Pedidos	**0:02:20**	
Clientes Visitados	**57**		Clientes Visitados	**45**	

Fuente Elaboración Propia.

Se observa una reducción bastante significativa en los tiempos de ruta con un **33,04%** aproximadamente en reducción de tiempos de ruta, como se muestra en el gráfico 17.

Los tiempos de entrega se vieron beneficiados por el apoyo brindado por el área comercial al hablar con los clientes, aunque aún se encuentran algunas oportunidades con algunos clientes.

Con respecto a los tiempos de separación de pedidos, hay una notable reducción de tiempos de separación del **43,48%**, disminuyendo en promedio 1 hora de tiempos muertos por separación de pedidos en ruta.

4.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE RUTEO FRECUENCIA MARTES – VIERNES

Tabla 32.Consolidación de tiempos de entrega global frecuencia Martes – Viernes

Martes-Viernes							
Concepto # 1	**Tiempo**	**Concepto # 2**	**Inicio**	**Fin**	**Total**	**T. Real Ruta**	**T. Recorrido**
T. total de Ruta	**5:10:00**	H. Primer Cliente	06:55	07:10	**06:22**	**05:48**	**02:39**
T. total de Entrega	**2:38:00**	H. Ultimo Cliente	13:26	13:32			
T. total de Separación	**0:31:00**	T. Desayuno	08:45	09:00	**00:15**		
P. Entrega x Pedido	**0:02:46**	T. Almuerzo	12:20	12:39	**00:19**		
P. Separación Pedidos	**0:00:33**	T. Consignación	13:50	14:10	**00:20**		
Clientes Visitados	**61**						

Fuente Elaboración Propia

Con base a los datos arrojados por el seguimiento en la tabla 32 se hace una comparación con los resultados de los seguimientos para establecer cuáles de las oportunidades que se estaban presentando con el ruteo anterior se mejoraron como se muestra en la tabla 33.

Tabla 33.Comparación resultados modelo propuesto Vs ruteo empírico frecuencia Martes – Viernes

Método Actual	Tiempo	T. Ruta	Método Anterior	Tiempo	T. Ruta
T. total de Ruta	**5:10:00**	**05:48**	Tiempo total de Ruta	**7:23:00**	**08:00**
T. total de Entrega	**2:38:00**		Tiempo total de Entrega	**4:13:00**	
T. total de Separación	**0:31:00**		Tiempo total de Separación	**1:41:00**	
P. Entrega x Pedido	**0:02:46**		Promedio Entrega x Pedido	**0:05:45**	
P. Separación Pedidos	**0:00:33**		Promedio Separación Pedidos	**0:02:18**	
Clientes Visitados	**61**		Clientes Visitados	**44**	

Fuente Elaboración Propia

Esta ruta presenta unos datos de reducción en tiempos de entrega bastante importantes, gracias a la gestión realizada por el área comercial, quienes han trabajado con los clientes de manera constante y se han logrado resultados importantes en cuanto a la reducción de tiempos de entrega en un **60,13%.**

El tiempo total de ruta también presenta una disminución que es reflejo de la disminución de tiempos de los tiempos de entrega, dando como resultado un **37,93%** de disminución.

4.5 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE RUTEO FRECUENCIA MIÉRCOLES – SÁBADO

Tabla 34.Consolidado de tiempos promedio entrega por cliente frecuencia Miércoles – Sábado

Miércoles - Sábado							
Concepto # 1	**Tiempo**	**Concepto # 2**	**Inicio**	**Fin**	**Total**	**T. Real Ruta**	**T. Recorrido**
T. total de Ruta	**5:11:00**	H. Primer Cliente	07:03	07:09	**05:45**	**05:28**	**01:18**
T. total de Entrega	**3:19:00**	H. Ultimo Cliente	12:52	12:54			
T. total de Separación	**0:51:00**	T. Desayuno	09:52	09:59	**00:07**		
P. Entrega x Pedido	**0:03:37**	T. Almuerzo	12:30	12:40	**00:10**		
P. Separación Pedidos	**0:00:56**	T. Consignación	13:20	13:40	**00:20**		
Clientes Visitados	**55**						

Fuente Elaboración Propia.

Con base a los datos arrojados por el seguimiento en la tabla 34 se hace una comparación con los resultados de los seguimientos para establecer cuáles de las oportunidades que se estaban presentando con el ruteo anterior se mejoraron como se muestra a continuación en la tabla 35.

Tabla 35. Comparación resultados modelo propuesto Vs ruteo empírico frecuencia Miércoles – Sábado

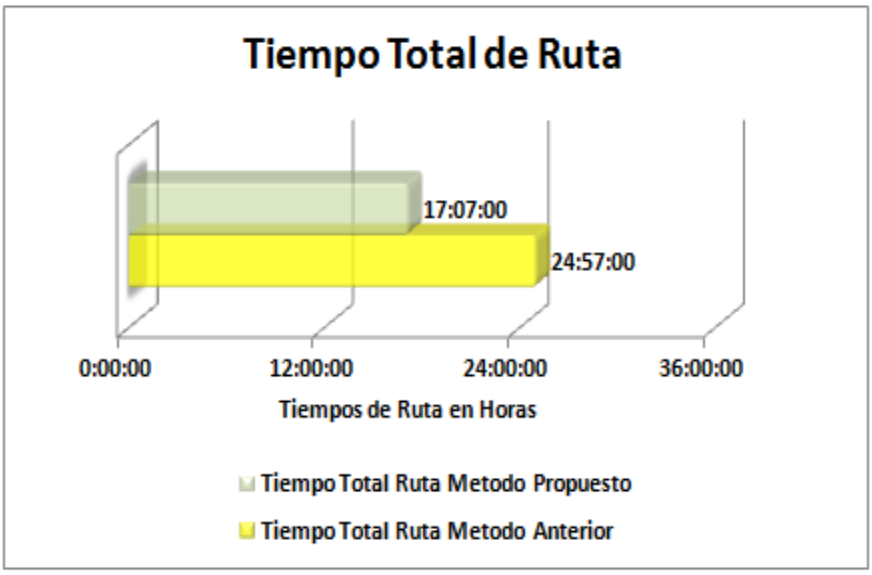
Método Actual	**Tiempo**	**T. Ruta**	**Método Anterior**	**Tiempo**	**T. Ruta**
T. total de Ruta	**5:11:00**	**05:28**	Tiempo total de Ruta	**8:53:00**	**09:10**
T. total de Entrega	**3:19:00**		Tiempo total de Entrega	**5:03:00**	
T. total de Separación	**0:51:00**		Tiempo total de Separación	**2:06:00**	
P. Entrega x Pedido	**0:03:37**		Promedio Entrega x Pedido	**0:05:25**	
P. Separación Pedidos	**0:00:56**		Promedio Separación Pedidos	**0:02:15**	
Clientes Visitados	**55**		Clientes Visitados	**56**	

Fuente Elaboración Propia

En esta frecuencia nos encontramos con la principal reducción en tiempo de ruta, esto se debe en gran parte que esta ruta era la más extensa en el modelo anterior con **47,2** Km de recorrido en promedio, con el nuevo ruteo generado a partir del modelo de ruteo la distancia **36,82** Km, una diferencia de **10,28** Km.

En cuanto a los tiempos totales de ruta, la reducción del tiempo total para las tres frecuencias es de aproximadamente el **40,36%**, entre el método propuesto y el método de ruteo anterior, lo que en horas traduce una reducción de 7 horas 50 minutos; esto se puede apreciar en el gráfico 17.

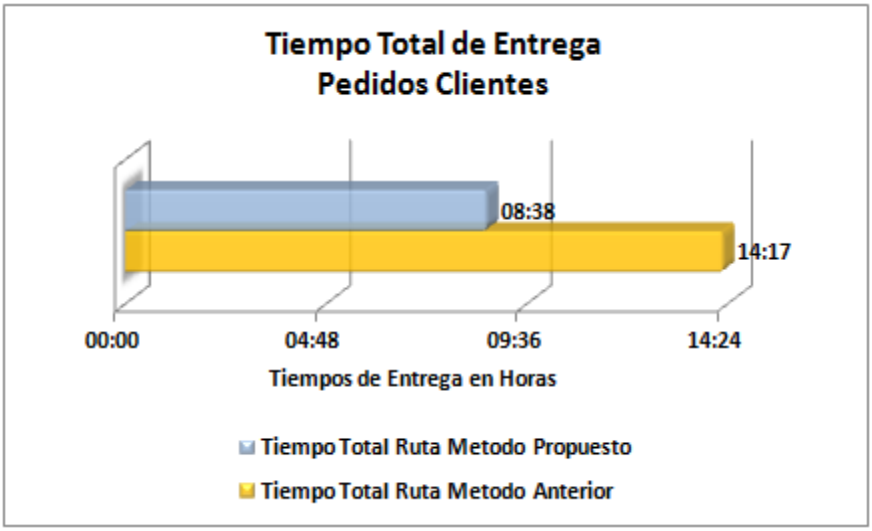
Gráfico 17. Disminución Tiempo Total de Ruta



Fuente Elaboración Propia.

Los tiempos de entrega se redujeron en un **41,65%** entre las tres frecuencias, resultado del apoyo del personal de ventas en la socialización de los impactos generados por las demoras en el recibo de los productos, en horas esto represento un total de 5 horas y 39 minutos en promedio, como se muestra en el gráfico 18.

Gráfico 18. Disminución Tiempo Total de Entrega



Fuente: Elaboración Propia.

Con los resultados anteriormente descritos se empezó a evaluar el impacto sobre los indicadores de gestión en cuanto al nivel de servicio brindado para el canal tradicional en la ciudad de Palmira.

4.6 EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN CALI

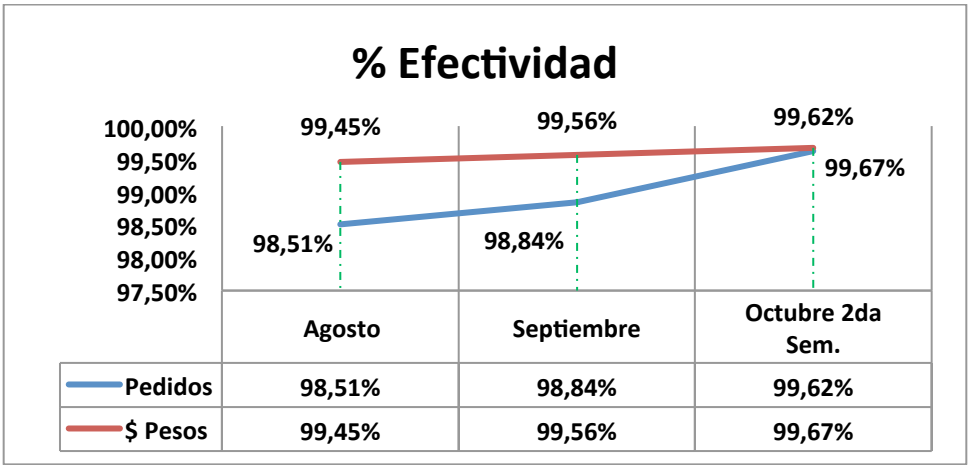
En cuanto al impacto a los indicadores de gestión, el vehículo del canal tradicional para la ciudad de Palmira, después de la implementación mostró resultados satisfactorios, los resultados de los indicadores que se describen a continuación son los que se dieron durante el período del 10 septiembre hasta el 13 de octubre 2012, y se compara versus los resultados del mes de Agosto del 2012 en donde aún se trabajaba bajo el modelo de enrutamiento empírico.

4.6.1 Impacto en los indicadores de gestión

Se logra establecer el incremento de los indicadores en cuanto a nivel de servicio en pesos y en pedidos, hasta el mes de agosto el vehículo estaba presentando datos por debajo de la meta, para el cierre de final de mes de septiembre se refleja un incremento del **0,95%** de efectividad en pedidos y del **0,71%** de la efectividad en pesos; en lo que va corrido del mes de Octubre el incremento que se está dando es del **1,11%** de efectividad en pedidos y del **0,83%** de efectividad en pesos.

Al finalizar el mes de septiembre este vehículo presenta un incremento bastante importante que le permitió estar por encima de la meta establecida, y solo con 3 semanas de las cuatro por la fecha en la que arranco la implementación.

Gráfico 19. Mejora del porcentaje de efectividad

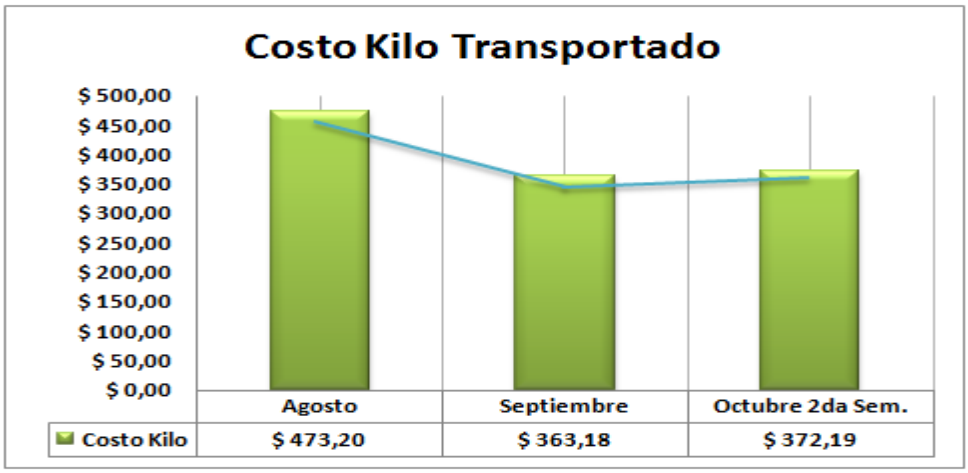


Fuente Elaboración Propia.

En cuanto al costo kilo transportado indicador que mide el gasto operacional del vehículo se observa una reducción del mes de septiembre con respecto al mes de agosto de **$ 110,02**, para el mes de octubre hay una reducción menor que el mes de septiembre de **$ 101,01**, considerando que el resultado es dado hasta la segunda semana de octubre.

Para el mes de octubre el vehículo hasta la segunda semana, última fecha de actualización de datos se logra observar que está aportando mejores resultados que los que se obtuvieron en el mes de septiembre de 2012, esto mejora se ve reflejada en el gráfico 19.

Gráfico 20. Impacto al costo kilo transportado

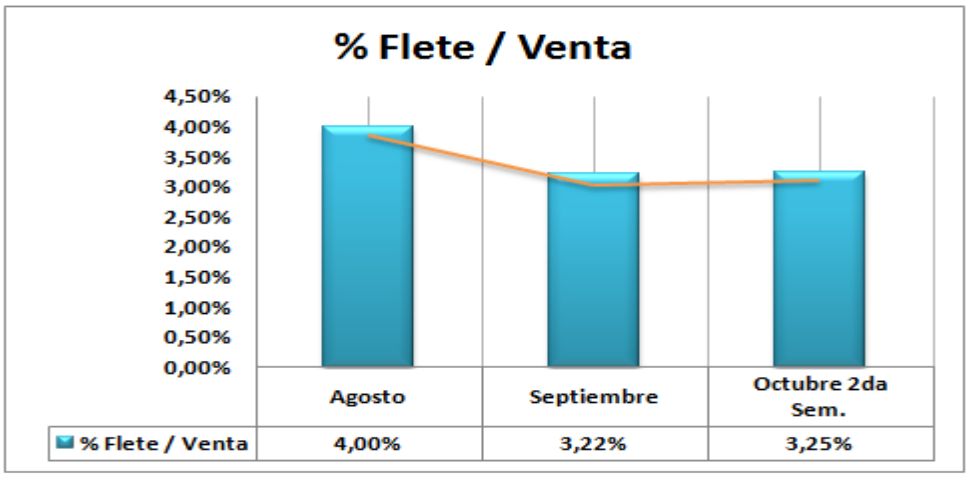


Fuente Elaboración Propia.

Con respecto al porcentaje de participación del flete sobre la venta, se nota una reducción para el mes de septiembre de **0,78%**, pero faltó para cumplir la meta que es máximo del **3%** por vehículo, es de recordar que la nueva ruta inicio a partir del 10 de septiembre del 2012, razón por la cual los autores presumen no se cumplió con la meta.

En lo que va corrido del mes de octubre, el porcentaje del flete sobre la venta es del **3,25%**, este resultado es una buena proyección para final del mes ya que la primer semana de cada mes las ventas mantienen un tope bajo, y tienden a subir a partir de la segunda semana.

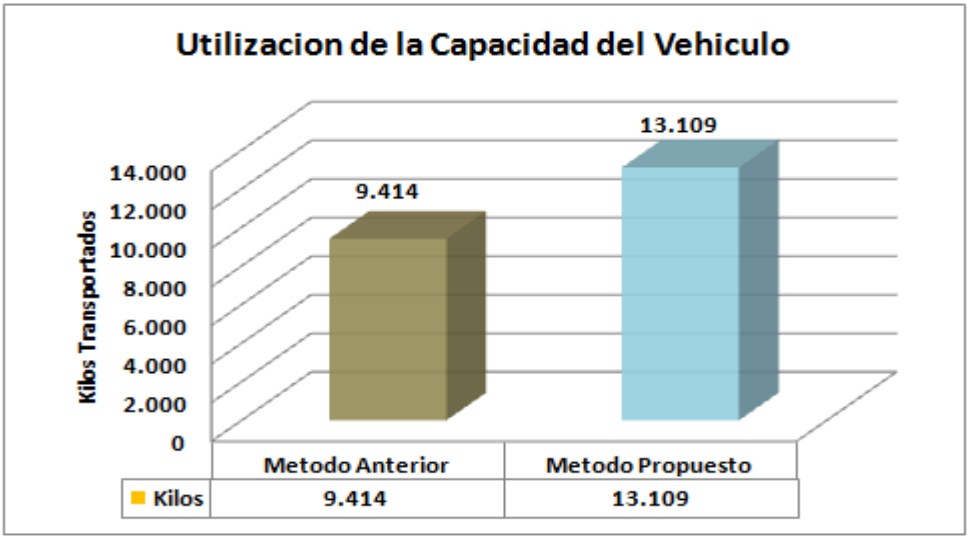
Gráfico 21. Impacto del Flete Sobre la Venta



Fuente Elaboración Propia.

En cuanto al porcentaje de utilización de la capacidad del vehículo en peso, que es una de las variables que impacta este indicador nos encontramos que hay un incremento de la utilización del **28,19%**, es decir que pasó de transportar en promedio mensual **9.414 Kg**. a transportar **13.109 Kg.** en el período de implementación como se muestra en el gráfico 22.

Gráfico 22. Incremento de la Utilización de la Capacidad del Vehículo

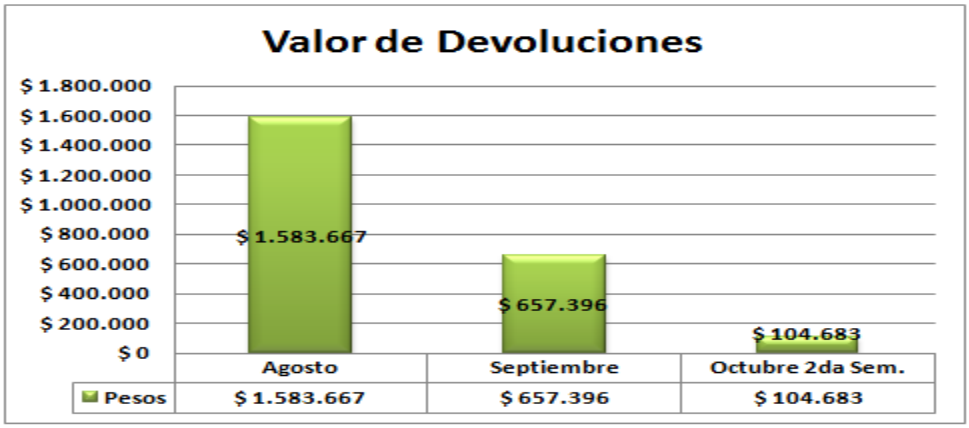


Fuente Elaboración Propia.

Uno de los puntos críticos que se pretendía atacar con este trabajo eran las devoluciones generadas por causa de las llegadas tarde a los clientes en su mayoría, cuando se realizó la implementación ese fue uno de los focos con el fin de mantener un buen nivel de servicio y los resultados que se obtuvieron se muestra muestran a continuación.

Con respecto a las devoluciones que se presentaron en el mes de Agosto antes de la implementación del modelo propuesto, se presentó una reducción del 58,49% en las devoluciones en pesos con respecto al mes de Septiembre y para la segunda semana del mes de octubre donde se mantiene esta disminución, como se muestra en el gráfico 23.

Gráfico 23. Devoluciones en pesos en el canal tradicional en la ciudad de Palmira



Fuente Elaboración Propia.

En cuanto a la cantidad de pedidos de vueltos, se puede observar una disminución importante en cuanto a las devoluciones con un **66,67%** en pedidos para el mes de Septiembre, cumpliendo a cabalidad con lo que se buscaba desde un principio para mejorar el nivel de servicio prestado a los clientes; para el mes de octubre hay una disminución importante en lo que va corrido del mes y se proyecta que al final del mes las devoluciones sean mínimas, esta reducción se observa en el gráfico 24.

Gráfico 24 . Disminución en cantidad de pedidos devueltos



Fuente: Elaboración Propia.

En lo que respecta al pago de horas extras, a los embajadores de servicio y las horas de escolta, los resultados se muestran en la tabla 36.

Tabla 36. Pago de horas extra embajadores de servicio y escolta

Gastos Incurridos Promedio Mensual
Modelo Empírico

Vehículo Ruta	H.E.D	Valor H.E.D	H. Escolta	Valor Escolta	H.E.E	Valor H.E.E
Palmira-autos G.C.	102	$ 484.398	40	$ 519.760	0	$ 0
Palmira Tradicional	52	$ 246.948	124	$ 1.611.256	26	$ 337.844
Total	**154**	**$ 731.346**	**164**	**$ 2.131.016**	**26**	**$ 337.844**

Gastos Incurridos Con Implementación
Modelo Barrido

Vehículo Ruta	H.E.D	Valor H.E.D	H. Escolta	Valor Escolta	H.E.E	Valor H.E.E
Palmira G. Cadenas	0	$ 0	0	$ 0	0	$ 0
Palmira Tradicional	14	$ 66.486	112	$ 1.455.328	7	$ 84.461
Total	**14**	**$ 66.486**	**112**	**$ 1.455.328**	**7**	**$ 84.461**

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 36, se puede concluir que los sobrecostos generados en promedio mensual por los vehículos en un solo mes presentaron las siguientes mejoras:

- Disminución de las horas extra pagadas a los embajadores de servicio en total del **90,91%.**

- Disminución en las horas de escolta asignadas a los dos vehículos del **31,71%.**

- Disminución de las horas extra de escolta solicitadas por el vehículo del canal tradicional en un **75%.**

- En dinero solo en un mes se logro un ahorro en sobrecostos del **49,81%**, lo que en dinero represento para el área de transporte **$ 1´606.275.**

4.6.2 Costo - Beneficio

4.6.2.1 Costo del proyecto

Para la implementación de la propuesta de mejora, se incurrieron en los siguientes gastos:

- **Horas extras Embajadores de Servicio:**

2 Embajadores x 3 horas = 6 * $ 4.749 = $28.494

- **Tiempo de Acompañamiento Auxiliar de información:**

1 Auxiliar x 150 horas = $ 4.218 * 150 Horas = $ 632.700.

- **Plotter Gráficos para capacitación:**

2 Gráficos x $ 3.800 = $ 7.600.

- **Total Costo de la Implementación: $ 632.700 + $ 28.494 + $ 7.600 = $668.794.**

- **Ahorros Generados x Sobrecostos 1er mes implementación = $1´606.275.**

A continuación, en la tabla 37 se describen los costos en los cuales se incurrieron para la implementación de la propuesta de mejora.

Tabla N° 37. Costos de la implementación.

DESCRIPCIÓN	COSTOS
Capacitación	$ 150.000
Papelería	$ 7.600
Horas extras embajadores de servicio	$ 51.420
Auxiliar de información	$ 632.700
TOTAL	$ 841.720

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2.2 Descripción de Beneficios

La implementación de la propuesta de mejora representó ahorros significativos en los sobrecostos generados en el pago de horas extras, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 38. Ahorro generado por la implementación.

DESCRIPCIÓN	AHORRO
Ahorro generado por sobrecostos	$ 1’606.275
TOTAL	**$ 1’606.275**

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2.3 Relación Beneficio/Costo = Ahorro/Costos

$$\text{Relación B/C} = \frac{1’606.275}{841.720}$$

Relación B/C= 1,908

El resultado de la relación costo – beneficio es mayor que 1, lo cual demuestra que la propuesta es factible económicamente.

Para finalizar, se logró establecer que el diseño de la ruta de transporte del canal tradicional para la ciudad de Palmira, muestra resultados satisfactorios cumpliendo con la justificación de este trabajo de grado, mejorando el nivel de servicio para la ciudad de Palmira, y generando unas mejoras sustanciales al proceso de distribución.

5. CONCLUSIONES

- La recopilación de la información sobre el estado actual de la ruta, permitió conocer las oportunidades del enrutamiento generado por los embajadores de servicio de manera empírica.

- Se establece a partir de la información recopilada que el nivel de servicio en la ciudad de Palmira se está viendo afectado en cuanto a las devoluciones por horarios de llegada a los clientes.

- El acompañamiento que se realizó a la ruta, permitió conocer más claramente los procesos y procedimientos que se desarrollaban en la distribución del canal tradicional, estableciendo las oportunidades de mejora a las cuales se le podía dar respuesta desde las instalaciones del cedi Cali.

- Se establece que los procesos de distribución se ven afectados en un gran porcentaje por el proceso de entrega en los clientes y se necesita del apoyo del personal de ventas para generar acercamientos con los clientes que permitan agilizar este proceso buscando que un mayor flujo dentro de la distribución.

- Se realizaron simulaciones con dos métodos de ruteo (Algoritmo de Ahorros, Método de Barrido o Seewp), como soporte a una mejor toma de decisiones para el diseño de rutas.

- Se diseño un modelo de ruteo basado en las heurísticas tradicionales de ruteo para la solución de problemas de ruteo VRP, para estructurar la ruta del canal tradicional (tienda a tienda).

- Es importante el uso de herramientas tecnológicas que faciliten el proceso de simulación, con el fin de obtener resultados de manera más rápida y que agilice el proceso de toma de decisiones dentro de las organizaciones.

- Es importante que las decisiones que se tomen en los procesos de ruteo no solo sean basadas en los resultados arrojados por las herramientas tecnológicas o académicas, sino que se haga un análisis crítico de los resultados y se deje espacio para los aportes de conocimiento adquirido dentro de los procesos por las personas que lo ejecutan.

- En los procesos de implementación se hace indispensable que todos los actores den sus opiniones y se socialice de manera muy objetiva, en donde todos hagan aportes que puedan enriquecer el proceso y sobre todo que exista compromiso y acompañamiento constante.

- Con los resultados arrojados por el modelo de ruteo generado se logran establecer mejoras significativas en los procesos de distribución, mejorando los indicadores de gestión logísticos para el área de transporte, aumentando el nivel de servicio al disminuir las devoluciones y se da mayor utilización al vehículo involucrado en el proceso.

- Desde la implementación del modelo de ruteo se logró establecer un incremento en la efectividad tanto en pedidos del 0,95%, y en pesos de 0,71% en el primer mes, los resultados del segundo mes no son definitivos por la fecha en la que se dan.

- Los indicadores que miden la eficiencia operacional del vehículo que realiza la ruta se incrementaron por la disminución el costo kilo transportado en un 23,25% y el porcentaje del flete sobre la venta en un 19,52%, solo en el primer mes de implementación.

- En cuanto a la distancia recorrida, el modelo seleccionado, presentaba un menor ahorro que el modelo de ahorros, pero por el conocimiento que da el hacer los acompañamientos se logran establecer restricciones en cuanto a la capacidad que tienen las personas para cumplir con todas las visitas.

- El modelo seleccionado permitió disminuir las distancias recorridas en un 22,58%, con respecto al enrutamiento empírico inicial.

6. RECOMENDACIONES

Con la realización de este proyecto de investigación, las oportunidades de mejora que se presentaron en el canal tradicional de la ciudad de Palmira, evidenciaron falencias dentro del proceso en general de distribución de la empresa ASA S.A.S, esto porque el modelo de distribución del canal tradicional es el mismo en todas las poblaciones que se atienden desde la regional Cali.

Por lo anterior expuesto, es posible que los costos logísticos de distribución de la empresa ASA S.A.S. puedan presentar una mejora significativa que le permita ser más eficiente en los procesos de distribución, buscando mejorar los niveles de satisfacción al clientes, para ello se presentan a continuación algunas recomendaciones que se pueden considerar para lograr mejorar los resultados en la ejecución del presupuesto asignado al transporte secundario:

- Se debe realizar un diagnóstico en general de cada una de las rutas del canal tradicional atendidas desde el cedi Cali, con el fin de encontrar oportunidades de mejora que permitan reducción de los costos logísticos de distribución.

- Se debe hacer uso de métodos y teorías académicas que puedan dar apoyo a la reestructuración de las rutas.

- Hay que realizar el enrutamiento de los clientes apoyándose en técnicas de ruteo, incluyendo este proceso dentro de las actividades del personal encargado de la planeación y el control del transporte.

- En necesario eliminar el ruteo empírico generado por los embajadores de servicio teniendo en cuenta que se pueden reducir los sobrecostos en los que se incurren a raíz de estos.

- Se debe implementar el picking pedido a pedido al 100% de las rutas del canal tradicional, realizando este desde las instalaciones del cedi Cali, para evitar tiempos muertos en el proceso de entrega.

- Debe realizarse un trabajo de acompañamiento de manera constante a las rutas con el fin de poder observar que procesos son los que están afectando el nivel de servicio al cliente.

- Se deben crear planes de trabajo integrando al área comercial y área de logística de distribución de la empresa ASA S.A.S, buscando de esta manera retroalimentar las oportunidades de mejora que se encuentran con los clientes y

los embajadores de servicio, así mismo generar acciones correctivas en donde se requiera.

- Es necesario implementar el uso de herramientas tecnológicas dentro del proceso de ruteo que sirvan de apoyo a la toma de decisiones y reestructuración de las rutas según las oportunidades encontradas.

- Se debe mejorar el trabajo en equipo de los embajadores de servicios (auxiliar y conductor), que garantice un mayor flujo en el proceso de entrega a los clientes y disminución de las novedades que se presentan en ruta.

- Hay que realizar evaluaciones de la capacidad actual de los vehículos con los que se cuentan para el proceso de distribución en el canal tradicional, porque muchos de los vehículos que se utilizan para este canal presentarían restricciones de capacidad.

BIBLIOGRAFÍA

Toth, P., & Vigo, D. (2000). *The Vehicle Routing Problem.* (SIAM, Ed.)

Dantzig, Ramser. (1959). *The truck dispatching problem. Managment Science 6.*

The Nielsen Company. (2012). *Presentacion Gerencial Carnes Frias.*

Planeacion, G. d. (2011 йил Abril). Alineados con la Estrategia. 20-21. (E. Equipo, Interviewer) Colombia.

Bermeo Muñoz, E. A., & Calderón Sotero, J. H. (2009). Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. *El hombre y la máquina* (32), 52 - 67.

Hanfield , R. B., & Nichols, E. L. (1999). *Intriducción a la gestión de la cadena* (Primera edición ed.). Prentice Hall, INC.

Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro* (Quinta edición ed.). México: Prentice Hall, INC.

NEO. Networking and Emerging Optimization. (20 de Julio de 2012). *NEO. Networking and Emerging Optimization*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2012, de www.neo.lcc.uma.es/vrp/

Olivera, A. (2004). Heurísticas para Problemas de Ruteo de Vehículos. Montevideo, Uruguay.

Vidal Holguín, C. J. (2009). Planeación. optimización y administración de cadenas de abastecimiento. Cali, Valle del Cauca, Colombia: Programa Editorial – Universidad del Valle.

Dantzing, G. B., Fulkerson, R., & Johnson, S. M. (1954). Solution of a large scale traveling salesman problem. *Journal of the Operations Research Society of America , 2* (4), 393 - 410.

Fundación Wikipedia, INC. (2006). *Wikipedia*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2012, de Wikipedia: www.wikipedia.com

Miller, C., Tucker, A., & Zemlin, R. (1960). Integer programming formulation of traveling salesman problems . *Journal of the ACM , 7* (4), 326 - 329.

Daza , J. M., Montoya, J. R., & Narducci, F. (2009). Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento metaheurístico de dos fases. *Revista EIA* (12), 23-38.

Lozada, C. (2005). *Diseño de un modelo de rutas de Transporte.* Cali.

Correa, A. F., Gómez, H. M., Loaiza, J. F., Lopera, D. C., & Villegas, J. G. (2008). Características del diseño de rutas de distribución de alimentos en el Valle de Aburrá. *Revista facultad de ingenierías Universidad de Antioquía* (45), 172-178.

Clarke, G., & Wrigth, J. (1962). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Journal of the Operations Research Society of America , 12* (4), 568 - 581.

Nevelle, J., Formella, A., Campos, J., Carrión, P., & Gálvez, J. (12-13-14 de Noviembre de 2009). ADAPTACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL ALGORITMO CLARKE&WRIGHT A UN PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN MULTIRRESTRICTIVO. *Artículo* . Ourense.

Toro Ocampo, E. M., Granada Echeverry, M., & Romero, R. (2005). Algoritmo memético aplicado a la solución del problema de asignación generalizada. *Revista Tecnura , 8* (16), 57-63.

Fisher, M. L., & Jaikumar , R. (1981). A generalized assignment heuristic for vehicle routin. *Networks , 11* (2), 109-124.

Hincapié Isaza, R. A., Ríos Porras, C. A., & Gallego R., R. A. (Marzo de 2004). TÉCNICAS HEURÍSTICAS APLICADAS AL PROBLEMA DEL CARTERO VIAJANTE (TSP). *SCIENTIA ET TECHNICA* .

Dorigo, M., & Gambardella, L. M. (1997). Ant colonies for the traveling salesman problem. *BioSystems* .

Gallego R., R., & Escobar Z., A. (2000). Statical Planning of Colombia`s Transmission Systems Using Genetics Algorithm . *16th Internacional Conference on CAD/CAM Robotic & Factories of the Future .* Trinidad y Tobago.

Gallego R., R., Romero L., R., & Escobar Z., A. (2003). *Algoritmos Genéticos.*

Gutiérrez, V., Palacio, J. D., & Villegas, J. G. (2007). Reseña del software disponible en Colombia para el diseño de rutas de distribución y servicios. *REvista Universidad EAFIT , 43* (145), 60-80.

Herrera, Ó. J. (Diciembre de 2008). Establecimiento del modelo de ruteo con varias fuentes con asignación de cargas. *Vector* , 7-10.

Bräysy , O., & Gendreau, M. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms. *Transportation Science , 39* (1), 104-118.

Bräysy , O., & Gendreau , M. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part II: Metaheuristics. *Transportation Science , 39* (1), 119-139.

Flores Torres, M. A. (2004). Optimización en la entrega de productos para una cadena de abastecimientos.

Fuh-Hwa, L., & Sheng-Yuan, S. (1998). A method for vehicle routing problem with multiple vehicle types and time windows. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(A) , 23* (4), 526 - 536.

González Vargas, G., & González Arístizabal, F. (Diciembre de 2006). MetaheurÌsticas aplicadas al ruteo de vehÌculos. Un caso de estudio. Parte 1: formulaciÛn del problema. *Revista Ingeniería E Investigación* , 149-156.

IAC Colombia. (2011).

Ulabarry,Vidal,Parra. (2012).

Ruiz García, Rubén; Fernández Martínez, Carlos; Contell García, Javier; Ionut Placinta, Rodríguez Villalobos, Alejandra. (2011). Optimización logística con Routing Maps. *Revista del Instituto Tecnológico de Informática* , 5-6.

Olivera, Alfredo. (2004). *Heuristicas para Problemas de Ruteo de Vehiculos.* Montevideo.

Braysy and Gendreau. (2005). *Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms.*

Chopra, S. (2003). *Supply Chain Managment: Strategy, Planning, and Operation.* New Jersey: Pearson.

Valentina Gutierrez, Juan David Palacio, Juan Guillermo Villegas. (2007). Reseña del Software disponible en Colombia para el diseño de rutas de distribucion y servicios. *Revista Universidad EAFIT* , 60-80.

Snyder, L. V. (2006). *coral.ie.lehigh.edu/~larry.* Retrieved 2012 йил 16-Agosto from http://users.iems.northwestern.edu/ ~ lsnyder.

ANEXOS

Anexo N° 1. Formato de toma de tiempos de entrega

FOMATO DE TOMA DE TIEMPOS EN ENTREGA

Placa Vehiculo	
Nombre del Conductor	
Nombre del Embajador	

Fecha	Dia:	Mes:	Año:

Día de la semana: L M W J V S

Barrios o Poblaciones:

	Inicio	Final	Total
Hora ingreso operador			00:00:00
Hora salida al mercado			
Hora primer cliente			00:00:00
Hora ultimo cliente			
Hora ventanilla devoluciones			00:00:00
Hora legalizado sistema Sap			00:00:00
Hora legalizado caja			00:00:00
	TOTAL		00:00:00

Valor Flete		Pedidos Llevados	
Valor Venta		Pedidos Devueltos	
Kilos Transportados		Total Entregado	
Costo Kilo Transportado		Efectividad de Entrega (Pedidos)	

Kilometraje Inicial (Ruta)	
Kilometraje Final (Ruta)	
Kilometros Recorridos (Ruta)	
Servicio de Escolta	

Descanso	Desayuno		Total
Tiempo			

Almuerzo		Total

Cliente	Tiempo Prom. Llegada	Tiempo Inicio Entrega	Tiempo Final Entrega	T. Sep. Ped.	Tiempo Total Entrega	Observaciones

Tiempo total de Ruta	00:00:00
Tiempo total de Entrega	00:00:00
Tiempo total de Separacion	00:00:00
Clientes Visitados	-
Promedio Entrega x Pedido	
Promedio Separacion Pedidos	

Fuente Empresa ASA S.A.S.

Anexo N° 2. Clientes con tiempos de entrega altos frecuencia Lunes – Jueves

Orden Visita	Cliente	Tiempo Prom. Llegada	Tiempo Inicio Entrega	Tiempo Final Entrega	Tiempo Total Entrega
1	**10128196**	07:33	07:35	07:46	00:11:00
2	**10312379**	08:26	08:30	08:45	00:15:00
3	**10292339**	08:44	08:47	08:54	00:07:00
6	**10312392**	09:00	09:06	09:16	00:10:00
7	**10312383**	09:07	09:09	09:18	00:09:00
9	**10102861**	09:19	09:21	09:28	00:07:00
10	**10343638**	09:31	09:35	10:10	00:35:00
18	**10128196**	10:38	10:43	10:49	00:06:00
23	**10127757**	10:58	11:00	11:12	00:12:00
27	**10312380**	11:23	11:25	11:35	00:10:00
29	**10237443**	11:42	11:44	11:51	00:07:00
30	**10312377**	11:44	11:46	11:53	00:07:00
31	**10312699**	11:56	11:58	12:04	00:06:00
32	**10312629**	11:57	11:59	12:05	00:06:00
41	**10130085**	12:50	12:51	12:57	00:06:00
43	**10128203**	12:59	13:00	13:06	00:06:00
44	**10080918**	13:24	13:25	13:37	00:12:00
45	**10312378**	13:18	13:19	13:27	00:08:00
Total Tiempo de entrega					**3:00:00**

Fuente Elaboración Propia.

Anexo N° 3. Clientes con tiempos de entrega altos frecuencia Martes – Viernes

Orden Visita	Cliente	Tiempo Prom. Llegada	Tiempo Inicio Entrega	Tiempo Final Entrega	Tiempo Total Entrega
2	**10312597**	07:10	07:14	07:25	00:11:00
4	**10128200**	07:34	07:38	07:54	00:16:00
7	**10351278**	08:18	08:20	08:27	00:07:00
8	**10292311**	08:30	08:32	08:48	00:16:00
10	**10292322**	08:50	08:52	08:58	00:06:00
13	**10085278**	09:09	09:14	09:25	00:11:00
17	**10312374**	09:36	09:38	09:45	00:07:00
18	**10315593**	09:46	09:49	10:22	00:33:00
23	**10312704**	10:55	10:57	11:04	00:07:00
24	**10292371**	11:17	11:21	11:33	00:12:00
25	**10312690**	11:39	11:43	11:50	00:07:00
27	**10324636**	12:17	12:19	12:25	00:06:00
28	**10131587**	12:59	13:01	13:09	00:08:00
35	**10312664**	13:55	13:57	14:11	00:14:00
37	**10312755**	14:23	14:25	14:34	00:09:00
38	**10312757**	14:37	14:39	14:45	00:06:00
43	**10179656**	15:14	15:16	15:22	00:06:00
44	**10200310**	15:28	15:30	15:43	00:13:00
Total Tiempo de entrega					**3:15:00**

Fuente Elaboración Propia.

Anexo N° 4. Clientes con tiempos de entregas altos frecuencia Miércoles – Sábado

Orden Visita	Cliente	Tiempo Prom. Llegada	Tiempo Inicio Entrega	Tiempo Final Entrega	Tiempo Total Entrega
29	**10312650**	12:52	12:57	13:03	00:06:00
51	**10128096**	15:37	15:42	15:48	00:06:00
36	**10312346**	13:39	13:44	13:50	00:06:00
38	**10312667**	13:56	13:59	14:05	00:06:00
45	**10223049**	14:53	14:58	15:05	00:07:00
2	**10312394**	07:14	07:18	07:25	00:07:00
8	**10312341**	09:17	09:22	09:30	00:08:00
53	**10292321**	15:59	16:00	16:08	00:08:00
6	**10129956**	08:37	08:42	08:50	00:08:00
15	**10312375**	10:48	10:53	11:02	00:09:00
7	**10312972**	08:50	08:55	09:10	00:15:00
3	**10312970**	07:25	07:30	07:59	00:29:00
4	**10312398**	07:52	08:00	08:30	00:30:00
Total Tiempo de entrega					**2:25:00**

Fuente Elaboración Propia

Anexo N° 5. Coordenadas de clientes del canal tradicional

CODIGO	BARRIO	LOCALIDAD	CX	CY
10295178	COLOMBINA	COMUNA 6	-76,28826965	3,52528000
10222065	LAS AMERICAS	COMUNA 7	-76,29886704	3,51334530
10223314	GUAYACANES DEL INGENIO	COMUNA 6	-76,28897335	3,52303610
10088451	DELICIAS	COMUNA 7	-76,29687880	3,52395140
10315593	URBANIZACION EL BOSQUE	COMUNA 5	-76,28018510	3,52808830
10128204	BERLIN	COMUNA 2	-76,29960976	3,53981280
10222793	LOS SAMANES	COMUNA 2	-76,29847390	3,54268130
10049413	JUAN PABLO II	COMUNA 2	-76,31239755	3,54394820
10129956	IGNACIO TORRES	COMUNA 2	-76,30940560	3,54447330
10130086	IGNACIO TORRES	COMUNA 2	-76,31068417	3,54470890
10312398	20 DE JULIO	COMUNA 1	-76,30958215	3,55080160
10224284	SESQUICENTENARIO	COMUNA 7	-76,29571858	3,50898762
10312705	SESQUICENTENARIO	COMUNA 7	-76,29993163	3,50986993
10292345	LAS AMERICAS	COMUNA 7	-76,29565338	3,51018255
10312358	SESQUICENTENARIO	COMUNA 7	-76,30106588	3,51029945
10312363	SESQUICENTENARIO	COMUNA 7	-76,30107016	3,51030052
10312396	LUIS CARLOS GALAN	COMUNA 7	-76,30255095	3,51101821
10312343	LAS AMERICAS	COMUNA 7	-76,29688032	3,51195884
10312388	LAS AMERICAS	COMUNA 7	-76,30099281	3,51240729
10312707	LAS AMERICAS	COMUNA 7	-76,29880878	3,51248281
10223926	LAS AMERICAS	COMUNA 7	-76,30063082	3,51379978
10128096	PETRUC	COMUNA 7	-76,29890226	3,51477029
10312700	PORTALES DEL RECREO	COMUNA 7	-76,29386814	3,51556758
10223049	PETRUC	COMUNA 7	-76,29901963	3,51561692
10312351	PETRUC	COMUNA 7	-76,30136598	3,51612856
10312346	GUAYACAN	COMUNA 7	-76,30689152	3,51617174
10224294	LAS FLORES	COMUNA 6	-76,27815641	3,51762353
10271191	RECREO	COMUNA 7	-76,29706054	3,51829893
10312759	RECREO	COMUNA 7	-76,29587947	3,51894003
10275182	BARRIO NUEVO	COMUNA 7	-76,30379281	3,51926358
10038802	BARRIO NUEVO	COMUNA 7	-76,30006031	3,51951161
10313520	EL TRIUNFO	COMUNA 6	-76,28167002	3,52003589
10292321	RECREO	COMUNA 7	-76,29977993	3,52022056
10335839	CIUDADELA PALMIRA	COMUNA 6	-76,28430342	3,52043631
10312349	BARRIO NUEVO	COMUNA 7	-76,30267811	3,52060191

10132129	EL TRIUNFO	COMUNA 6	-76,28278628	3,52078129
10312352	DELICIAS	COMUNA 7	-76,29721325	3,52113012
10128212	BARRIO NUEVO	COMUNA 7	-76,30234297	3,52128356
10312758	CIUDADELA PALMIRA	COMUNA 6	-76,28381994	3,52191347
10312357	EL TREBOL	COMUNA 7	-76,29080971	3,52250743
10292372	EL TREBOL	COMUNA 7	-76,29017776	3,52253897
10312385	FATIMA	COMUNA 6	-76,28256094	3,52262893
10312386	OLIMPICO	COMUNA 3	-76,30873134	3,52274181
10128723	BARRIO NUEVO	COMUNA 7	-76,30303851	3,52287546
10355456	LIBERTADORES	COMUNA 6	-76,28904029	3,52318707
10128200	DELICIAS	COMUNA 7	-76,29849522	3,52329163
10182466	OLIMPICO	COMUNA 3	-76,30710470	3,52330814
10129957	OLIMPICO	COMUNA 3	-76,30837533	3,52353482
10312364	LIBERTADORES	COMUNA 6	-76,28890773	3,52450944
10012856	TRINIDAD	COMUNA 6	-76,29744802	3,52455352
10102862	LIBERTADORES	COMUNA 6	-76,29019824	3,52468382
10099352	TRINIDAD	COMUNA 6	-76,29677667	3,52493039
10312359	COLOMBINA	COMUNA 6	-76,29133527	3,52498554
10101159	TRINIDAD	COMUNA 6	-76,29750638	3,52508908
10132124	COLOMBINA	COMUNA 6	-76,29041730	3,52586844
10292357	MUNICIPAL	COMUNA 5	-76,27452313	3,52589332
10312382	COLOMBINA	COMUNA 6	-76,28900537	3,52665463
10312347	EL JARDIN	COMUNA 5	-76,27752834	3,52726141
10312356	EL JARDIN	COMUNA 5	-76,27969843	3,52739273
10051028	CENTRAL	COMUNA 6	-76,30216664	3,52741732
10313776	CENTRAL	COMUNA 6	-76,30256578	3,52745715
10312704	EL JARDIN	COMUNA 5	-76,27871606	3,52749248
10072415	CENTRAL	COMUNA 6	-76,30234285	3,52750897
10312739	EL JARDIN	COMUNA 5	-76,27970623	3,52752676
10070918	CENTRAL	COMUNA 6	-76,30232826	3,52761565
10351316	CENTRAL	COMUNA 6	-76,30232617	3,52763089
10180269	CENTRAL	COMUNA 6	-76,30245734	3,52773442
10259642	CENTRAL	COMUNA 6	-76,30245526	3,52774966
10131682	COLOMBINA	COMUNA 6	-76,28931762	3,52791564
10312761	URBANIZACION EL BOSQUE	COMUNA 5	-76,28083914	3,52855112
10292371	URBANIZACION EL BOSQUE	COMUNA 5	-76,28000997	3,52876028
10131587	A.S.D	COMUNA 5	-76,27738038	3,52894256
10312373	URBANIZACION EL BOSQUE	COMUNA 5	-76,28179055	3,52894318

10199061	RIVERA ESCOBAR	COMUNA 3	-76,30739248	3,52911695
10130083	URIBE URIBE	COMUNA 4	-76,29174751	3,52924617
10312355	A.S.D	COMUNA 5	-76,27799273	3,52927986
10312650	RIVERA ESCOBAR	COMUNA 3	-76,30959560	3,52938552
10011451	URIBE URIBE	COMUNA 4	-76,29044557	3,52939007
10292369	7 DE AGOSTO	COMUNA 5	-76,27955164	3,52976478
10312395	URBANIZACION BUENOS AIRES	COMUNA 5	-76,27233707	3,52978932
10312344	SANTA BARBARA	COMUNA 3	-76,30866747	3,52992523
10324636	PALMERAS	COMUNA 5	-76,27897615	3,53009499
10085278	URIBE URIBE	COMUNA 4	-76,29043737	3,53018654
10312374	DANUBIO	COMUNA 5	-76,28644159	3,53021466
10312754	SAN PEDRO	COMUNA 5	-76,28950471	3,53046554
10261349	URIBE URIBE	COMUNA 4	-76,29044375	3,53058978
10312755	PALMERAS	COMUNA 5	-76,27840204	3,53069005
10292311	OBRERO	COMUNA 4	-76,29555327	3,53080024
10312664	PALMERAS	COMUNA 5	-76,27769802	3,53083552
10129976	SAN PEDRO	COMUNA 5	-76,28954690	3,53095082
10127696	URIBE URIBE	COMUNA 4	-76,29155767	3,53117215
10356354	SAN PEDRO	COMUNA 5	-76,28873547	3,53138954
10312393	SAN PEDRO	COMUNA 5	-76,28358544	3,53148846
10312327	SAUCES	COMUNA 5	-76,27902937	3,53221666
10313968	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31137217	3,53222789
10161604	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31122945	3,53227276
10312973	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31397358	3,53233832
10312969	BIZERTA	COMUNA 4	-76,29174186	3,53292078
10129699	SAN PEDRO	COMUNA 5	-76,28639941	3,53298196
10312389	SANTA ANA	COMUNA 3	-76,31500568	3,53302249
10223747	SANTA ANA	COMUNA 3	-76,31500568	3,53302249
10129904	SANTA ANA	COMUNA 3	-76,31659079	3,53314893
10316273	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31138789	3,53324787
10128203	COLOMBIA	COMUNA 4	-76,30264078	3,53351153
10324579	SANTA RITA	COMUNA 4	-76,29775058	3,53364087
10312974	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31139520	3,53369496
10312757	SAN CARLOS	COMUNA 5	-76,28116489	3,53381832
10352443	BIZERTA	COMUNA 4	-76,29058326	3,53386126
10351278	SANTA RITA	COMUNA 4	-76,29774439	3,53396379
10198441	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31397826	3,53406586
10292342	SANTA ANA	COMUNA 3	-76,31603597	3,53428692

10200310	SANTA ANA	COMUNA 3	-76,31565278	3,53429587
10342966	OBRERO	COMUNA 4	-76,29501577	3,53447871
10202761	PALMERAS DE ORIENTE	COMUNA 5	-76,27793974	3,53449992
10319452	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31126728	3,53498828
10131765	SAN CAYETANO	COMUNA 4	-76,29325974	3,53508032
10312760	ALFONSO LOPEZ	COMUNA 4	-76,30083946	3,53529178
10130085	ALFONSO LOPEZ	COMUNA 4	-76,30132165	3,53536708
10292322	SAN CAYETANO	COMUNA 4	-76,29263319	3,53544199
10312387	EMILIA	COMUNA 3	-76,30675741	3,53547731
10312360	SAN CAYETANO	COMUNA 4	-76,29106427	3,53570984
10312375	EMILIA	COMUNA 3	-76,30863602	3,53588131
10243930	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31128628	3,53594252
10312339	SAN CARLOS	COMUNA 5	-76,28063055	3,53605676
10292374	ALFONSO LOPEZ	COMUNA 4	-76,30170459	3,53609421
10312353	VERSALLES	COMUNA 2	-76,29471791	3,53644647
10312397	PRIMERO DE MAYO	COMUNA 5	-76,28979140	3,53648841
10312661	EMILIA	COMUNA 3	-76,30944663	3,53652626
10312647	EL PRADO	COMUNA 3	-76,31224865	3,53758559
10312338	EMILIA	COMUNA 3	-76,30904953	3,53772741
10130070	FRAY LUIS AMIGO	COMUNA 3	-76,31162547	3,53774612
10223389	EMILIA	COMUNA 3	-76,30792155	3,53791803
10292364	URBANIZACION EL CAMPESTRE	COMUNA 2	-76,28261697	3,53829099
10312379	ESTONIA	COMUNA 4	-76,30113092	3,53841595
10049370	BERLIN	COMUNA 2	-76,29826484	3,53882742
10292339	BERLIN	COMUNA 2	-76,29966565	3,53902832
10292370	A.S.D.	COMUNA 2	-76,28633591	3,53929591
10312361	SANTA MARIA DEL PALMAR	COMUNA 2	-76,27914588	3,53945474
10292319	ESTONIA	COMUNA 2	-76,30123543	3,54027774
10237443	VERSALLES	COMUNA 2	-76,29670383	3,54039085
10313045	POBLADO DE CONFAUNION	COMUNA 2	-76,28492965	3,54098729
10312377	VERSALLES	COMUNA 2	-76,29652607	3,54170879
10312341	JUAN PABLO II	COMUNA 2	-76,31118997	3,54227296
10102861	LOS SAMANES	COMUNA 2	-76,29816492	3,54237051
10318979	A.S.D	COMUNA 2	-76,31489981	3,54256721
10179656	A.S.D	COMUNA 2	-76,31489973	3,54257098
10312383	LOS SAMANES	COMUNA 2	-76,29701724	3,54285262
10362679	CONJUNTO ALMENARES DE LAS MERCEDES	COMUNA 2	-76,29646882	3,54308516
10312384	PORTAL DE LAS PALMAS	COMUNA 2	-76,31355385	3,54335697

10312392	LOS SAMANES	COMUNA 2	-76,29770618	3,54345779
10312855	PORTAL DE LAS PALMAS	COMUNA 2	-76,31408527	3,54347268
10312972	SANTA TERESITA	COMUNA 2	-76,30919863	3,54372897
10312971	SANTA TERESITA	COMUNA 2	-76,30987248	3,54403838
10292341	BENEDICTA	COMUNA 2	-76,30340861	3,54404552
10312394	VILLA CLAUDIA	COMUNA 2	-76,30567273	3,54441604
10312970	VILLA DIANA	COMUNA 1	-76,30936670	3,54733239
10080918	LAS MERCEDES	COMUNA 2	-76,29394131	3,54826379
10312365	CAIMITOS	COMUNA 1	-76,31651085	3,54836471
10312378	LAS MERCEDES	COMUNA 2	-76,29309009	3,54934527
10312649	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29571472	3,55391739
10312380	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29267628	3,55426842
10312697	A.S.D	COMUNA 1	-76,29078673	3,55477402
10312342	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29707839	3,55504615
10129172	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29549448	3,55526071
10132145	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29621587	3,55559806
10128342	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29298972	3,55600841
10312913	A.S.D	COMUNA 1	-76,29024237	3,55612106
10128196	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29723476	3,55621892
10312756	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29574347	3,55642887
10132899	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29753574	3,55681423
10127757	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29550206	3,55687652
10312370	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29965713	3,55727953
10312371	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,29565691	3,55765085
10312368	ZAMORANO	COMUNA 1	-76,30193930	3,55843052

Fuente Elaboración Propia.

Anexo N° 6. Orden de entrega Modelo Propuesto

Lunes – Jueves

Parada	Cliente	Peso	Distancia Km.
1	CD Cali	0	14,3
42	10312365	4	0,42
30	10179656	2	0
29	10318979	13	0,08
35	10312855	4	0,04
33	10312384	7	0,09
10	10049413	10	0,13
12	10130086	7	0,2
40	10312970	4	0,24
13	10312398	4	0,74
58	10312368	4	0,18
56	10312370	10	0,15
54	10132899	6	0,05
52	10128196	6	0,08
47	10312342	3	0,12
44	10312649	3	0,09
48	10129172	4	0,05
49	10132145	9	0,07
53	10312756	5	0,04
55	10127757	13	0,05
57	10312371	3	0,22
50	10128342	5	0,19
51	10312913	10	0,1
46	10312697	13	0,13
45	10312380	5	0,34
43	10312378	7	0,09
41	10080918	11	0,4
32	10362679	81	0,04
31	10312383	3	0,06
34	10312392	7	0,08
9	10222793	8	0,03
28	10102861	10	0,12
26	10312377	7	0,09
25	10237443	5	0,15

Martes - Viernes

Parada	Cliente	Peso	Distancia Km.
1	CD Cali	0	14,16
24	10223747	7	0,09
52	10312973	4	0,18
54	10313968	7	0,01
21	10161604	18	0,07
56	10316273	4	0,03
53	10312974	11	0,6
13	10128203	7	0,19
9	10292374	4	0,06
17	10130085	3	0,03
49	10312760	8	0,23
60	10351278	57	0,02
57	10324579	101	0,2
59	10342966	5	0,14
8	10312353	3	0,14
20	10131765	4	0,05
27	10292322	5	0,18
51	10312969	6	0,1
61	10352443	3	0,13
36	10312360	1	0,1
7	10312397	4	0,31
2	10292370	3	0,15
3	10313045	7	0,25
6	10292364	7	0,25
4	10312361	3	0,26
5	10312339	4	0,16
48	10312757	6	0,23
23	10202761	7	0,17
31	10312327	10	0,13
43	10312664	4	0,05
47	10312755	1	0,06
58	10324636	10	0,05
29	10292369	6	0,11
34	10312355	5	0,05

Miércoles - Sábado

Parada	Cliente	Peso	Distancia Km.
1	CD Cali	0	14,47
37	10312386	7	0,06
42	10129957	7	0,09
41	10182466	6	0,42
51	10313776	10	0,02
55	10180269	38	0
56	10259642	135	0,01
54	10351316	192	0
53	10070918	8	0,01
52	10072415	3	0,01
50	10051028	63	0,32
38	10128723	14	0,12
32	10128212	8	0,05
29	10312349	1	0,12
24	10275182	8	0,26
25	10038802	13	0,05
27	10292321	5	0,19
31	10312352	5	0,17
40	10128200	7	0,12
5	10088451	20	0,06
44	10012856	26	0,04
48	10101159	4	0,05
46	10099352	11	0,38
47	10312359	5	0,09
49	10132124	6	0,08
45	10102862	6	0,09
43	10312364	5	0,07
2	10295178	3	0,38
33	10312758	7	0,1
36	10312385	4	0,46
21	10224294	5	0,29
26	10313520	8	0,09
30	10132129	4	0,11
28	10335839	7	0,37

22	10049370	130	0,11
8	10128204	5	0,05
23	10292339	7	0,11
21	10312379	4	0,13
24	10292319	6	0,3
38	10292341	5	0,16
39	10312394	7	0,25
36	10312972	1	0,05
11	10129956	2	0,04
37	10312971	3	0,15
27	10312341	4	0,33
17	10312647	5	0,04
19	10130070	4	0,18
18	10312338	5	0,08
20	10223389	4	0,19
2	10312387	7	0,13
14	10312375	4	0,07
16	10312661	12	0,13
15	10243930	4	0,07
3	10319452	12	0,2
4	10198441	3	0,12
6	10200310	10	0,03
7	10292342	7	0,09
5	10129904	13	14,05
Total:	**57**	**556,27**	**36,24**

18	10131587	5	0,35
41	10312395	6	0,31
28	10292357	7	0,23
33	10312347	2	0,08
44	10312704	2	0,07
35	10312356	7	0,01
45	10312739	11	0,05
55	10315593	5	0,05
30	10292371	9	0,06
50	10312761	6	0,07
37	10312373	6	0,21
40	10312393	4	0,22
14	10129699	4	0,19
38	10312374	8	0,18
62	10356354	8	0,06
15	10129976	4	0,03
46	10312754	5	0,07
25	10261349	10	0,03
11	10085278	11	0,05
10	10011451	36	0,13
19	10131682	5	0,09
39	10312382	6	0,26
16	10130083	3	0,13
12	10127696	3	0,28
26	10292311	9	0,82
22	10199061	5	0,1
32	10312344	3	0,07
42	10312650	3	14,48
Total:	**61**	**526,89**	**37,63**

4	10223314	5	0,01
39	10355456	12	0,09
35	10292372	4	0,04
34	10312357	11	0,52
17	10312700	5	0,27
23	10312759	4	0,09
22	10271191	5	0,23
18	10223049	4	0,06
16	10128096	6	0,1
3	10222065	8	0,06
14	10312707	4	0,14
12	10312343	9	0,15
8	10292345	13	0,08
6	10224284	6	0,3
7	10312705	6	0,08
9	10312358	3	0
10	10312363	5	0,11
11	10312396	5	0,14
13	10312388	3	0,1
15	10223926	13	0,17
19	10312351	5	0,38
20	10312346	5	14,53
Total:	**55**	**790,98**	**36,82**

Fuente Elaboración Propia.