

**PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PEDIDOS PARA LA
EMPRESA SINTECO S.A.**

EDISON REYES GUILLEN

NORA DÍAZ CHINCHILLA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERIA, LOGÍSTICA

SOACHA CUNDINAMARCA

2010

**PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PEDIDOS PARA LA
EMPRESA SINTECO S.A.**

EDISON REYES GUILLEN

NORA DÍAZ CHINCHILLA

Proyecto de grado

Ingeniera Juliana Molano

Coordinadora

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA, LOGÍSTICA**

SOACHA CUNDINAMARCA

2010

**PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PEDIDOS PARA LA
EMPRESA SINTECO S.A.**

APORBADO

_____	_____
_____	_____
_____	_____

Noviembre de 2010

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios quien nos da la sabiduría, fortaleza y salud continuar con nuestras metas.

A nuestras familias que con tanto cariño nos apoyan en nuestro diario vivir.

A todos nuestros compañeros de Logística por el apoyo recibido durante este periodo.

RESUMEN

El problema de ruteo de vehículos consiste en hallar un conjunto de rutas de reparto óptimas que permitan satisfacer la demanda de los clientes.

El presente trabajo presenta la propuesta de un procedimiento de ruteo, utilizando el método de barrido combinado con el de vecino más cercano, estableciendo un conjunto de rutas fijas con frecuencia de una visita a cada cliente por periodo de tiempo.

Se trabajó en el actual proceso de entregas de la empresa SINTECO S.A. la cual cuenta con un único vehículo para realizar la entrega de pedidos en la ciudad de Bogotá.

Con los datos suministrados por la empresa se resolvió proponer la implementación de un procedimiento de entregas con rutas predeterminadas para los clientes que realizan el 80% de las compras a la empresa.

Se realizó una simulación tomando el mes de septiembre del año 2010 con el procedimiento propuesto. Los resultados obtenidos se compararon con el proceso realizado por la empresa en el mismo periodo.

El resultado final es una reducción en los costos de distribución del 10% con respecto al proceso actual.

ABSTRACT

The 2vehicle 1routing problem consists in finding a set of optimal delivery routes to meet customers demand.

This work presents the proposal for a procedure of routing; using the method of scanning combined with nearest neighbor setting a fixed routes set frequently visiting each customer by time period.

Worked in the ongoing process of deliveries of SINTECO S.A. which has a unique vehicle to deliver orders to the city of Bogotá.

Data supplied by the company resolved to propose the implementation of a procedure of delivery routes default for 80% of purchases to enterprise customers.

Being a simulation taking in September of the year 2010 with the proposed procedure. The results obtained compared with the process carried out by the company in the same period.

The end result is a reduction in the costs of distribution of 10% with respect to the current process.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	21
1. MARCODE REFERENCIA	24
1.1 El concepto de logística	24
1.2 Tipos de Ruteo	25
1.2.1 TSP (Travelling Salesman Problem)	25
1.2.2 CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem)	25
1.2.3 TCVR (Time Constrained Vehicle Routing Problem)	25
1.2.4 CVRPTW (Capacitate Vehicle Routing Problem With Time Windows)	26
1.2.5 PVRP (Periodic Vehicle Routing Problem)	26
1.2.6 Heurística de Barrido o Sweep	26
1.2.7 Heurística del vecino más cercano	29
1.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS	29
1.3.1 Variables Cuantitativas que afectan las Cadenas de Abastecimiento	29
1.3.2 Variables Cualitativas que afectan las Cadenas de Abastecimiento	31
1.3.3 Decisiones de las cadenas de abastecimiento	37
1.3.4 Planeación Estratégica y Táctica de la cadena de abastecimiento	40
1.3.5 Alcance de la cadena de abastecimiento	40

1.4 Métodos de recolección y análisis de información	41.
1.4.1 Diagrama causa y efecto	41
1.4.2 Diagrama de pareto.	41
1.4.3 Encuesta.	41
1.4.4 Tamaño de las muestras	42
1.4.5 Diagrama de flujo.	44
1.4.6 SIMULACIÓN	45
2. METODOLOGIA	46
2.1 CARACTERIZAR EL ACTUAL MODELO DE LA EMPRESA	46
2.1.1 Recolección de información.	46
2.1.2 Análisis de las problemáticas actuales.	59
2.1.3 Consulta y análisis de los registros diarios de rutas	60
2.2.1. Establecer el método de ruteo que más se adecue teniendo en cuenta las restricciones del proceso.	60
3.ANALISIS DE RESULTADOS	60
3.1 Costos de Distribución	60
1. CONCLUSIONES	62
2. RECOMENDACIONES	63
3. BIBLIOGRAFIA	64

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1 diagrama causa y efecto	28
Grafico No 2 la calidad en la que llegan los productos que recibe	31
Grafico No 3 el empaque y la presentación de los productos	32
Grafico No 4 la exactitud de la entrega respecto al pedido que usted hace	32
Grafico No 5 el cumplimiento en las fechas de entrega del pedido	33
Grafico No 6 el cumplimiento en los horarios acordados	33
Grafico No 7 amabilidad de la persona que entrega el pedido	34
Grafico 8 Diagrama de Pareto	42
Gráfica: 9 UPZ Localidad Fontibón	45
Gráfica 10: UPZ Localidad de Engativá	46
Grafica 11: UPZ Localidad de Teusaquillo y Usaquén	46
Grafica 12: UPZ Localidad de Chapinero	47
Grafica 13: UPZ Localidad de Kennedy y Santa fe	47
Grafica 14: UPZ Localidad Mártires	48
Grafica 15: UPZ Localidad Antonio Nariño	48
Grafica 16: UPZ Localidad Puente Aranda	49
Grafica 17: UPZ Localidad Suba	49
Grafica 18: Clúster	
La Figura 1 representa gráficamente el método de barrido	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tabulación de la encuesta	29
Tabla 2 Consolidado de la tabla de datos	30
Tabla 3 Costos y gastos de la operación	35
Tabla 4: Proceso actual	36
Tabla 5 Flujograma Proceso actual de entregas	38
Tabla 6 Flujograma Proceso propuesto de entregas	40
Tabla 7 Descripción de proceso de entregas propuesto	41
Tabla 8 Diagrama de Pareto.	42
Tabla 9 Restricciones de horarios	44
Tabla 7 Clúster	51
Tabla 8 rutas fija	52
Tabla 9	63

INTRODUCCIÓN

En los últimos años las industrias y las organizaciones se han desarrollado para mantener y/o conquistar nuevos mercados, basados en estrategias de competitividad sostenible y de valor para los clientes que cada vez son más exigentes en aspectos como la calidad, precios, tiempo de entrega, especificaciones, particulares de los productos y servicios que consumen. Al mismo tiempo las empresas buscan mantener una operación que genere valor y logre la rentabilidad que requerida para e el desarrollo de los procesos, específicamente el sistema logístico diseñado para atender los mercados dinámicos.

Desde su origen en 1957 la misión de SINTECO S.A. era satisfacer las necesidades del mercado automotriz, posteriormente incorporó en su portafolio productos epóxicos, adhesivos de cianoacrilato, sellantes industriales, resinas poliacrílicas y una gran variedad de siliconas.

No conforme y para complementar sus líneas de negocios, en el año 2005, SINTECO S.A. Adquirió la distribución exclusiva para Colombia de la marca americana PERMATEX, la cual provee una completa línea de productos para el mantenimiento especializado, contribuyendo así a la prevención de costosas reparaciones y prologando la vida útil de los equipos.

SINTECO S.A. permanentemente explora nuevas posibilidades de satisfacer a sus clientes capacitando su personal, actualizando su tecnología, mejorando sus procesos e implementando sistemas de calidad, que garanticen soluciones a las cambiantes necesidades del mercado bajo estándares de calidad de sus procesos de producción de adhesivos y sellantes. Adicional a esto se presenta un dinámico crecimiento, por lo anterior la compañía se ve en la necesidad de rediseñar los procesos logísticos y optimizarlos debido a la importancia de la operación en la rentabilidad del negocio.

Seleccionar un método de distribución que permita optimizar los recursos y satisfacer las necesidades, de los clientes, diseñando una red de transporte que determine bajos costos de distribución así como la planificación y organización temporal de la cadena de suministro de los productos.

Definiendo la cadena de abastecimiento, como aquella red y estructura, física, virtual y relacional, donde se desarrollan todas las prácticas comerciales, entre los agentes proveedores, productores, distribuidores y consumidores, Johnson, (1999) se debe buscar crear valor en cada uno de los procesos que se llevan a cabo a lo largo de la cadena, mediante la integración de todos los eslabones interrelacionados, de tal forma que se genere esa reducción significativa de costos a partir de la correcta administración y gestión de la cadena de abastecimiento.

En este trabajo se evaluó las actuales rutas de entrega de la compañía, identificando cada uno de los problemas que presenta el método utilizado en la distribución. Con base en los resultados arrojados se modeló un sistema más eficiente de rutas fijas con los clientes que representan el 80% de las ventas, con el fin de optimizar los recursos con los que cuenta SINTECO sin afectar sus costos operacionales. En este caso se utilizó el método de barrido.

El problema de ruteo de vehículos consiste en efectuar repartos a clientes dispersos en una región geográfica determinada; se pretende encontrar una configuración de rutas de reparto que minimice el costo total de transporte medido en distancia, tiempo, etc., Torres, (2006).

En el caso de estudio propuesto para Sinteco, se tuvieron en cuenta variables como capacidad del vehículo, horarios de recibo, distancia entre puntos

Se evidencio en la empresa SINTECO S.A. La falta de programación, control y seguimiento de rutas, generando insatisfacción de los clientes, devoluciones, reenvío o cancelación de pedidos, averías de productos y aumento en los costos de distribución.

Debido a la alta complejidad del problema y a que no existe en el mercado programas informáticos que puedan calcular el óptimo global del problema en

un tiempo moderado, se suele utilizar algoritmos heurísticos que llegan a un razonable equilibrio entre el tiempo de resolución y la calidad del resultado obtenido, Anton&Galván, (2005). Para este proyecto se estableció un ruteo manual.

El proceso actual de la empresa inicia con la toma los pedido por el ejecutivo de ventas al día siguiente es entregado para facturación posteriormente se pasa al almacén para su alistamiento, la persona encargada, enruta el pedido al día siguiente, de acuerdo a las factura el almacén hace entrega de los pedidos al transportador (Moto o camioneta) quien es el encargado de hacer la entrega regresando con los soportes firmados de constancia de la entrega.

En este momento la compañía está haciendo sus entregas entre 4 a 5 días hábiles, lo acordó con el cliente son dos días, por lo tanto, requiere desarrollar un procedimiento estratégico de distribución para la optimización de los recursos en la entrega de pedidos, para esto se seguirán los siguientes pasos:

- Caracterizar el actual modelo de la empresa, para obtener la información del funcionamiento del proceso.
- Establecer el método de ruteo que más se adecue teniendo en cuenta las restricciones del proceso.
- Modelar rutas óptimas para entregas de pedidos.

Hoy en día se pierde la oportunidad de venta debido a los retrasos en cada uno de los procesos de la cadena de suministros que lleva el producto hasta el consumidor final, viendo afectadas sus metas o requiriendo mayores esfuerzos en el cumplimiento ocasionando costos adicionales a la operación. Con la aplicación de este proyecto se reduce el periodo de entrega de cinco a dos días y se reducen los costos.

1. MARCO TEORICO

1.1 El concepto de logística

La logística ha evolucionado hasta convertirse en una disciplina de importancia central para todas las empresas manufactureras. Los gerentes con visión la han utilizado para obtener ventajas competitivas o estratégicas.

La novedad en este campo estriba en el concepto de dirección coordinada de las actividades relacionadas, en vez de la práctica histórica de manejarlas de manera separada, además del concepto que la logística añade valor a los productos o servicios esenciales para la satisfacción del cliente y para las ventas, Ballou, (2004).

La logística empresarial la podemos definir como el sistema integral que comprende el abastecimiento, el manejo y la gestión de materiales y productos con los que opera la empresa, incluyendo la planificación, la organización y el control de las actividades anteriores, desde la adquisición hasta su entrega, al consumidor final, satisfaciendo las necesidades de este de la manera más eficaz y con el menor costo. Por su puesto comprende también los flujos de información implicadas en el proceso, Miquel, (2008).

“Proceso de planeación, instrumentación y control eficiente y efectivo en costos de flujo y almacenamiento de materias primas, de los inventarios de productos en proceso y terminados, así como del flujo de la información respectiva desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de cumplir con los requerimientos de los clientes”.

Es importante notar que esta definición incluye tanto el flujo interno como externo de materiales. Incluye los movimientos internos de la planta, así como los movimientos de plataforma a plataforma. Hace especial hincapié en la coordinación y control de los sistemas de transporte y almacenamiento, Christopher, (1995).

La logística dentro de la cadena integral de abastecimiento se encarga de planificar, implementar y controlar de manera económica el flujo y

almacenamiento de materias primas, productos en proceso, y productos terminados; desde el punto de origen al punto de consumo –cliente-, con la información necesaria para satisfacer las necesidades del cliente, Soto, (2004).

La actividad logística se hace tangible a medida que se desarrollan cinco procesos básicos (procesamiento de órdenes, administración de inventarios y compras, transporte, distribución y almacenamiento) que fomentan la creación de valor. Mediante la generación de ingresos, el control de los gastos operacionales y los costos de capital, Marín, (2003).

Los autores mencionados anterior mente afirman que la logística se encargas de observar, planificar y controlar el flujo tanto de materiales como de información con el objetivo de satisfacer al cliente y generar utilidad para la empresa.

1.2 Tipos de Ruteo

1.2.1 TSP (Travelling Salesman Problem)

Para este caso Se utilizó una restricción que es visitar todos los clientes una única vez teniendo en cuenta que solo se tiene un vehículo y se debe suplir la demanda total, los datos de entrada son la ubicación de los clientes o la distancia entre los mismos.(H. Barros 2005)

1.2.2 CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem)

En este caso se contemplan las restricciones del TSP y también se cuenta con n vehículos sin sobrepasar la capacidad, deben partir y regresar a un depósito en cada serie de visitas de clientes. Los datos de entrada son las distancias entre los clientes o ubicación de los mismos, las demandas de cada cliente y la capacidad de los vehículos.

1.2.3 TCVR (Time Constrained Vehicle Routing Problem)

Además de contemplar las restricciones de los casos anteriores, no se debe exceder el tiempo disponible por vehículo, los datos de entrada son las

distancias entre los clientes o ubicación de los mismos, las demandas de cada cliente y la capacidad de los vehículos y el tiempo de atención de los vehículos.

1.2.4 CVRPTW (Capacitate Vehicle Routing Problem With Time Windows)

Teniendo en cuenta de los tipos anteriores no violar los horarios de recepción de mercancía de los clientes los datos de entrada son las distancias entre los clientes o ubicación de los mismos, las demandas de cada cliente y la capacidad de los vehículos y el tiempo de atención de los vehículos y los horarios de atención de los clientes.

1.2.5 PVRP (Periodic Vehicle Routing Problem)

Un clientes debe ser visitado al menos un día durante un periodo de días, los vehículos tienen capacidad específica los clientes una demanda que debe ser satisfecha y posiblemente unas ventanas de tiempo que deban ser cumplidas.

1.2.6 Heurística de Barrido o Sweep

En la heurística de barrido, los clúster se forman 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 luego ruteado resolviendo un TSP de forma exacta o aproximada.

Este algoritmo puede aplicarse en problemas planos, es decir, en los que cada nodo se corresponde con un punto en el plano y las distancias entre ellos se definen como la distancia euclídea. Se supone que cada cliente i está dado por sus coordenadas polares (ρ_i, θ_i) en un sistema que tiene al depósito como origen.

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.

Cuando se programa en el software de la computadora, este método resuelve los problemas rápido, sin requerir enormes cantidades de memoria en la computadora. Para cierto tipo de problemas, la precisión se proyecta para

producir una tasa de error promedio de aproximadamente 10%. Este nivel de error de cálculo puede ser aceptable cuando los resultados tienen que obtenerse en pedidos cortos y se necesitan buenas soluciones, en contraposición con las óptimas. Los despachadores a menudo enfrentan la necesidad de generar patrones de diseño de rutas una hora después de recibir los datos finales sobre las paradas que tienen que hacer y sobre sus volúmenes.

Por la forma en que se generan los clústeres, las rutas obtenidas no se superponen, lo que puede ser bueno en algunos casos.

El procedimiento se repite n veces, comenzando en cada ejecución por un cliente diferente. Se propone además un procedimiento para eliminar clientes de cada ruta finalizada e insertar clientes que aún no fueron visitados, en el caso que esto disminuya el costo de la ruta. Los clientes eliminados de la ruta serán barridos por alguna ruta posterior. Utilizando esta variante las rutas pueden solaparse.

Este método de ruteo de vehículos es simple y permite manejar cálculos inclusive para problemas de gran tamaño, Ballou, (2004).

Este método es bien aplicado en problemas en que la cantidad de volumen en cada parada es tan solo una pequeña fracción de la capacidad del vehículo, cuando todos los vehículos tienen el mismo tamaño y cuando no hay restricciones de tiempo en las rutas. Ballou, (2004). Aunque en este caso hay restricciones de tiempo se realizaron los clúster teniendo en cuenta la similitud de los horarios de recibo.

El método se basa en la generación de un conjunto de lugares a donde se deben llevar las mercancías (clúster) y luego fija las distancias mínimas para el recorrido dentro de ese clúster. Este método puede ser explicado como:
Localizar todas las paradas, incluyendo el almacén en un mapa.
Extender una línea recta con origen en el almacén en cualquier dirección.

Rotar la línea en el sentido de las manecillas del reloj, o en contra, hasta que se intercepte una parada.

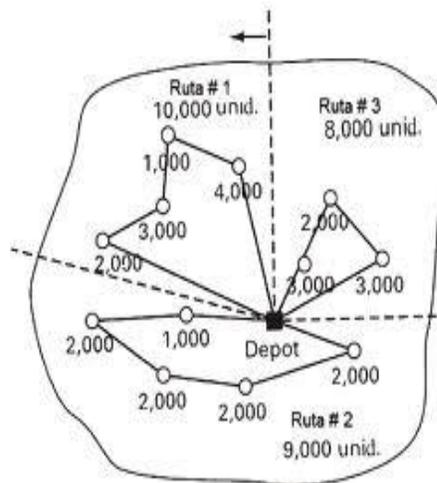
Preguntar: Sí la intercepción es incluida en la ruta, ¿se excede la capacidad del vehículo?, Si la respuesta es No, incluir este punto y seguir con la rotación hasta interceptar la próxima parada, en la cual se hace la misma pregunta.

Si la respuesta a la pregunta anterior en una determinada parada es positiva, luego se debe excluir ese último punto y se define la ruta como el conjunto de paradas que no exceden el vehículo. Continuar con el barrido, comenzando una nueva ruta en el último punto que fue excluido.

Los barridos terminan una vez han sido asignadas todas las paradas en las determinadas rutas.

Entre cada ruta, ordenar las paradas para minimizar la distancia. El ordenamiento puede ser logrado aplicando el método de la gota de lágrima o utilizando algún algoritmo que resuelva el problema del vendedor viajero.

La Figura 1 representa gráficamente el método de barrido.



Fuente: Ballou (2004)

1.2.7 Heurística del vecino más cercano

Este método es uno de los menos complicados, se trata de ir avanzando desde un punto inicial al próximo que se encuentre más cerca en cuanto a distancia, hasta visitar todos los nodos una sola vez y sin exceder la capacidad del vehículo

Paso1. Seleccionar un nodo inicial

Paso2. Identificar al nodo más cercano al último agregado siempre que no haya sido agregado

Paso3. Repetir el paso 2 hasta incluir todos los nodos.

1.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS

La definición de variable se explica como aquella característica, cualidad, atributo o propiedad del sujeto o de la unidad de observación. Se denominan variables porque no son fijas, pueden cambiar e intervienen muchos factores en este cambio.

Para el caso específico de las cadenas de abastecimiento, las variables tienen como objetivo medir un sin número de aspectos, que reflejan el funcionamiento de las empresas, que además gracias al análisis de las variables, permiten a las organizaciones tomar decisiones para su mejoramiento. De acuerdo a las características de las variables y cómo son medidas, se catalogan en cuantitativas y cualitativas, clasificación que se explica a continuación.

1.3.1 Variables Cuantitativas que afectan las Cadenas de Abastecimiento

Las variables cuantitativas son aquellas cuyas categorías pueden expresarse numéricamente, su naturaleza numérica permite un tratamiento estadístico más elaborado debido a las operaciones matemáticas que se pueden realizar. Es así que se facilita una descripción más precisa y detallada de la variable.

El funcionamiento de alguna actividad que sea medido cuantitativamente, puede ser observado fácilmente, y por lo general son representados

numéricamente. A continuación se presentan las principales variables cuantitativas según (Chan 2003).

❖ **Variable: Costo**

Los rendimientos de una empresa están afectados directamente por el costo de sus operaciones. La importancia e influencia en el total funcionamiento de las empresas permiten ser la medida más significativa. El costo total es una suma de todos sus atributos complejos. Para industrias diferentes, la contribución de cada atributo puede ser distinta.

❖ **Costo de distribución**

Esto incluye el transporte y el manejo de gastos, el coste de inventario de Seguridad, y los impuestos.

Costos de Transporte: el pago por este servicio se denomina “flete”. Es la suma pagada por el traslado de mercancías. Para este proyecto el costo de transporte se refiere a los gastos de operación del vehículo de propiedad de la compañía.

- Combustibles y lubricantes
- Mantenimiento
- Seguros
- Impuestos
- Salarios

Costo de fabricación

Esto incluye la mano de obra, el mantenimiento y el reproceso. También, la compra materiales, los gastos en equipos y el margen del proveedor.

Costo de inventario

Esto incluye el inventario en proceso y las existencias de producto terminado.

Costo de depósito

Normalmente este costo es confundido con el costo de inventario, pero hay una diferencia ya que el costo de depósito está asociado con la asignación de un lugar uno tras otro y por lo general implica productos terminados.

Costo de Incentivos y Subsidios

Estos corresponden a los impuestos y los subsidios.

Costo Intangible

Esto incluye gastos de calidad, la adaptación de producto o gastos de funcionamiento y coordinación.

Costos indirectos

Esto es la corriente total gastos hacendados.

Sensibilidad frente al costo a largo plazo

Gastos a largo plazo incluyen la productividad y cambios de salario, cambios de tarifa de cambio de divisa, el diseño de producto, y la capacidad principal. Este coste es sobre todo importante para una cadena de suministro global y mundial. La importancia e influencia en el total funcionamiento de las empresas permiten ser la medida más significativa. El costo total es una suma de todos sus atributos complejos. Para industrias diferentes, la contribución de cada atributo puede ser distinta.

1.3.2 Variables Cualitativas que afectan las Cadenas de Abastecimiento

Son las variables que expresan distintas cualidades, características o modalidad. Cada modalidad que se presenta se denomina atributo o categoría y la medición consiste en una clasificación de dichos atributos.

Las medidas de ejecución cualitativa, son esas medidas de las cuales no se puede hacer una sencilla medición directa numérica, aunque exista la posibilidad de cuantificar alguno de sus aspectos.

Las variables cualitativas que afectan la cadena de abastecimiento según Chan (2003) son: calidad, flexibilidad, confianza, innovación y visibilidad.

❖ **Utilización del Trabajo, máquina, capacidad, y de recurso de energía**

Para medir la utilización de recurso, una empresa directamente puede investigar el porcentaje de exceso o déficit de aquel recurso particular dentro de un período. La utilización de recurso también muestra la eficacia de aquella empresa. El empleo óptimo de recursos puede hacer ahorrar tiempo y el dinero, y a cambio, reducir al mínimo.

❖ **Variable: utilización de recursos**

El funcionamiento de una cadena de suministro no puede ser enfocado sólo sobre su salida. Un proceso de la fabricación incluye la entrada, el proceso, y la salida. Así, la entrada a la cadena de suministro exige una remota investigación.

Las entradas para un proceso de manufactura incluyen materias primas, equipos o máquinas, recursos humanos, recursos de energía, el espacio de depósito, etc.

El mejor funcionamiento es obtenido al usar todos estos recursos de un modo bien organizado y óptimo. Normalmente se piensa que en el mejor empleo de materias primas no debe haber ningún exceso al final del proceso de la fabricación. Sin embargo, esto no es completamente verdadero. Las reservas de seguridad son necesarias ya puede haber un aumento repentino de órdenes u otras interrupciones pueden ocurrir durante la fabricación. Tanto la carencia como del exceso de recursos es un gasto de tiempo y dinero.

❖ **Insatisfacción del cliente**

Una forma directa de medir la calidad es con el nivel de satisfacción del cliente. Esta variable se aplicó en la encuesta de satisfacción al cliente.

❖ **Tiempo de respuesta al cliente**

Es la cantidad de tiempo que existe entre el momento en el cual se genera la orden y su correspondiente envío

❖ **Lead time**

Es el tiempo requerido una vez el producto comienza su manufactura hasta que está completamente procesado.

❖ **Envío a tiempo**

Este mide el desempeño del envío del producto, en la encuesta realizada se midió esta variable.

❖ **Tasa de llenado (fill rate)**

El tiempo de respuesta al consumidor puede ser reducido o no, dependiendo de la disponibilidad que se tenga del producto.

❖ **Probabilidad de no tener existencias (Stockout probability)**

Es la probabilidad instantánea en la cual un ítem requerido no se encuentre en stock o disponibilidad.

❖ **Exactitud**

La exactitud que se tenga en el envío de productos, es también una medida de calidad. En este trabajo se midió por medio de la encuesta.

❖ **Variable: satisfacción al cliente**

En general, calidad es el estándar de un producto el cual está relacionado con el nivel de satisfacción del cliente. La calidad no está solo relacionada con el producto sino que también con los servicios proveídos. como es el caso de este proyecto donde se midió el nivel de satisfacción del cliente con respecto al servicio de reparto de pedidos.

❖ **Lanzamiento de nuevos productos**

Nuevos productos son lanzados continuamente al mercado para estimular las ventas de una compañía en particular o de todo un mercado. Una compañía que lance constantemente productos al mercado independientemente de si tienen o no una buena aceptación en el mercado, existe un alto grado de promoción para la compañía. De esta forma, se puede comparar el número de productos lanzados por una compañía particular en un periodo. Esto puede ser usado para comparar dos cadenas de abastecimiento o compañías conocidas. Por otro lado, para una cadena de abastecimiento en particular, la aceptación del producto innovador en el mercado, lo cual puede ser representado por el porcentaje de ventas que representa el nuevo producto del total de ventas en un periodo de tiempo.

❖ **Uso de nueva tecnología**

Además del diseño de nuevos productos, mejorar la eficiencia puede aumentar la ventaja competitiva de la compañía. Esto incluye el uso de nueva tecnología, inclusive un nuevo método administrativo. La innovación no está solo aplicada a productos físicos, sino también a nuevos métodos administrativos o estrategias, la cuales pueden mejorar la eficiencia. Sin embargo, nueva tecnología es difícil de medir directamente. Así, el porcentaje en el cual aumenta la eficiencia puede ser medido directamente.

❖ **Variable: innovación**

En este entorno que constantemente está cambiando, la innovación es importante, pero incluir este elemento a la cadena representa un problema. La competencia entre industrias es fuerte por lo tanto debe tener una ventaja competitiva que se fácilmente reconocida por los clientes. La innovación es la única forma en la que una compañía puede especializarse.

❖ **Entrada: Flexibilidad de la mano de obra (labour flexibility)**

La especialización de las habilidades de los trabajadores trae consigo un aumento en la eficiencia. Pero también se debe considerar el número de tareas que el trabajador puede realizar. Por lo tanto para mejorar en flexibilidad en mano de obra, se debe dar entrenamiento transversal.

❖ **Entrada: Flexibilidad de la maquinaria (machine flexibility)**

Este tipo de flexibilidad se refiere al número y a la variedad de operaciones que una máquina puede realizar, sin incurrir en altos costos de alistamiento.

❖ **Proceso: Flexibilidad manejo de material**

Las grandes fábricas tienen un alto número de centros de trabajo, y diferentes volúmenes del mismo material puede ser utilizado en distintos lugares. Cuando se dan estas características en un sistema de producción, un sistema flexible de manejo de materiales debe ser instalado.

❖ **Proceso: Flexibilidad en ruteo.**

Si la ruta que sigue el proceso es fija, un daño repentino o sobrecarga de las máquinas puede afectar la eficiencia de la producción. En este contexto es necesario tener alternativas para manejar incertidumbres.

❖ **Proceso: Flexibilidad en la operación.**

Flexibilidad en las operaciones significa cambiar la secuencia de las operaciones. Este tipo de flexibilidad es distinto a la flexibilidad en ruteo, ya que este último cambia la secuencia de las máquinas que realizan los procesos.

❖ **Salida: Flexibilidad en volumen**

Los niveles de demanda pueden aumentar y las organizaciones tienen que responder de forma rápida y eficiente, tanto en aumentos como en disminuciones en niveles agregados de demanda. La flexibilidad volumen puede ser medida en términos de costos de producción, niveles de calidad o capacidad de ganancia del sistema. Por lo tanto una empresa que pueda cambiar su volumen de producción para toda su línea de producto, es mucho más flexible que una que puede cambiar su volumen de producción de solo una parte.

❖ **Salida: Flexibilidad en la mezcla**

Esta mide el número y la variedad de productos, que se pueden producir sin incurrir en altos costos o altos cambios en los resultados de desempeño.

❖ **Salida: Flexibilidad en el envío**

La habilidad para adelantar pedidos planeados para acomodar pedidos urgentes o especiales se describe como flexibilidad en el envío.

❖ **Mejoramiento: Flexibilidad en la modificación**

Un cliente puede solicitar algunas modificaciones a los productos existentes sin cambiar sus funciones originales. Es importante satisfacer las necesidades del cliente para dar un alto nivel de servicio y por esto este tipo de flexibilidad es importante.

❖ **Mejoramiento: Flexibilidad en nuevos productos**

La variedad de nuevos productos es el nivel de innovación de una compañía. Flexibilidad en nuevos productos es definida como la facilidad con la cual nuevos productos pueden ser introducidos en el sistema.

❖ **Mejoramiento: Flexibilidad en expansión**

Otras flexibilidades pueden estar limitadas por la cantidad recursos actuales disponibles en el sistema productivo.

❖ **Variable: flexibilidad**

Generalmente al hablar de flexibilidad, se entiende por la capacidad que tiene la compañía para adaptarse a la diversidad o al cambio. La flexibilidad puede ser categorizada en entradas, procesos, salidas y su mejora en la cadena.

❖ **Medida Definición Consistencia**

El suministro coherente de un nivel a otro es un requerimiento en muchas compañías. Un fabricante depende de la materia prima de su proveedor para hacer y enviar productos a los consumidores finales, y éstos a su vez dependen de los distribuidores, los cuales tienen que hacer entregas exactas y a tiempo, por lo tanto una demora en cualquier eslabón de la cadena afecta a toda la cadena.

❖ **Variable: Confianza**

Confianza es la confiabilidad y consistencia entre los diferentes niveles de la cadena de abastecimiento y es el factor que mantiene la relación a largo plazo entre ellos. En las cadenas de abastecimiento es fundamental poseer una buena relación entre los distintos niveles, ya que son dependientes entre sí. El proveedor tiene que dar materia prima de buena calidad, para que luego el productor pueda manufacturar bienes estandarizados, para que luego sean distribuidos a los consumidores finales.

Cuando una acción es consistente y predecible en un periodo extendido de tiempo, se considera que es confiable.

❖ **Medida Definición Tiempo**

Es el tiempo que toma en ser transferida la información por toda la cadena de abastecimiento. La medición también incluye el tiempo en el cual el diseñador cambia el diseño del producto y este comienza a ser producido. Es importante incluir la totalidad del tiempo, ya que el tiempo requerido para transferir la información en un computador es corto, pero el tiempo que tarda en fluir la información entre el nivel gerencial hasta el nivel de los operarios toma un tiempo considerable.

❖ **Exactitud**

Su medida está directamente relacionada con contrastar los nuevos diseños o nuevas especificaciones con los productos realizados.

❖ **Variable: Visibilidad**

Como se sabe una cadena de abastecimiento está compuesta por proveedores, manufactureros, distribuidores y consumidores. Cuando un cliente tiene algún requerimiento especial, toma bastante tiempo que el mensaje o el requerimiento recorra toda la cadena. Pero esto no solo significa pérdida de tiempo sino que también se puede perder exactitud en la información. Por lo tanto, visibilidad significa poder tener una alta calidad de la información en todo el sistema.

1.3.3 Decisiones de las cadenas de abastecimiento

Se entiende por cadena de abastecimiento, un organismo empresarial multiagente el cual busca satisfacer las demandas del cliente final mediante la coordinación eficiente de los flujos de información, producto y recursos financieros, los cuales la recorren desde el proveedor hasta el cliente (Harrison,(2003).

La cadena de abastecimiento implica la interacción, regulada mediante acuerdos comerciales regidos por componentes contractuales, de los diferentes eslabones que la constituyen y que realizan diversas actividades especializadas bajo diferentes esquemas de propiedad, Torres, (2003).

De esta manera la cadena de abastecimiento se entiende como la red y estructura, física, virtual y relacional, en la que se desarrollan todas las prácticas comerciales, entre proveedores, productores, distribuidores y consumidores, Jhonson, (1999).

Tiene por objeto, generar valor en cada transacción e integrar los distintos actores, los cuales, sólo mediante sistemas logísticos diseñados intencionalmente logran los objetivos competitivos de tiempo, valor, modo y lugar, tanto para las organizaciones como para los individuos. También es necesario hacer referencia al paradigma de competitividad en que se ha convertido la cadena de abastecimiento, a tal punto que se afirma que en la actualidad no compiten las empresas individuales sino las cadenas de abastecimiento.

La clasificación de las decisiones para la administración de la cadena de abastecimiento está determinada por el horizonte de tiempo en el cual sean ejecutadas, según lo cual se pueden clasificar en tres amplias categorías: de tipo estratégico, táctico y operativo.

El nivel estratégico se refiere a aquellas decisiones que tienen larga duración en la empresa, como lo son la cantidad, capacidad y ubicación de bodegas y plantas manufactureras, y el flujo de material a través de las cadena logística; el nivel táctico incluye decisiones que son actualizadas una vez a la semana, una vez al mes, o una vez cada año, como lo son decisiones de compras y producción, políticas de inventario y estrategias de transporte; por último, el

nivel operativo se refiere a decisiones del día a día, como lo son programación, ruteo y cargue de camiones Harrison (2003).

No obstante además de esta clasificación, Harrison (1993) presenta cuatro áreas principales de decisión, de acuerdo a las campos de la administración de cadena de abastecimiento: 1) la ubicación, 2) la producción, 3) el inventario, y 4) la distribución, y hay tanto elementos estratégicos, tácticos y operativos en cada una de estas áreas de decisión.

❖ **Decisiones de Ubicación**

En este tipo de decisiones se incluyen decisiones como: ubicación geográfica de instalaciones de producción, puntos de abastecimiento, y puntos de aprovisionamiento es el primer paso en la creación de la cadena de suministro.

❖ **Decisiones de producción**

Las decisiones de tipo estratégico incluyen decisiones tales como: qué productos producir, en qué plantas producirlos, y la asignación de proveedores a plantas. Como se mencionó anteriormente, estas decisiones tienen un alto impacto sobre los ingresos, gastos, niveles de información y reclamaciones de la organización.

❖ **Decisiones de inventario**

Estas se refieren al medio por el cual las existencias son manejadas. Los inventarios existen en cada etapa de la cadena de suministro como materias primas, productos en proceso o terminados. Su objetivo principal es proteger a la compañía contra cualquier incertidumbre que pueda existir en la cadena de abastecimiento. El mantenimiento de inventarios puede llegar a tener un costo entre el 20 y el 40 por ciento de su valor, por tal razón su administración es crítica en las operaciones de la cadena de abastecimiento.

❖ **Decisiones de transporte**

Las decisiones de este tipo están estrechamente ligadas con las decisiones de inventario, ya que la mejor opción de modo a menudo afecta el costo indirecto de inventario asociado con aquel modo.

Por lo tanto los niveles de información y reclamaciones, y la ubicación geográfica juegan papeles vitales en tales decisiones. Ya que el transporte es más del 30 por ciento de los gastos de logística, funcionando de manera eficiente en el sentido económico. Los tamaños de envío, ruteo y programación de equipo son claves en la dirección eficaz de la estrategia de transporte de la firma.

1.3.4 Planeación Estratégica y Táctica de la cadena de abastecimiento

El concepto de cadena de abastecimiento ha introducido el valor de la integración de todos los eslabones de la cadena al negocio. Esta integración no sólo se aplica al flujo de material desde el proveedor de materia prima hasta la entrega del producto final, sino también al flujo de información entre los agentes involucrados indirectamente con la cadena de abastecimiento.

1.3.5 Alcance de la cadena de abastecimiento

La aplicación de Ruteo es una herramienta de apoyo para la planificación de las entregas o distribución de los productos, a un gran número de direcciones o lugares, dentro de una ciudad.

La aplicación de Ruteo divide los puntos a visitar en grupos, de acuerdo a una sectorización geográfica previa de la ciudad, entregando como resultado el ruteo y la secuencia de recorrido de los puntos de cada grupo que minimiza una función objetivo, en función del tiempo, distancia recorrida y costos.

El modelo de datos de la aplicación de ruteo contempla datos de carácter permanente, asociados a la red vial utilizada, y datos de carácter dinámico, que corresponden a los puntos a visitar. A estos últimos se les debe generar la secuencia de recorrido, de manera que la distancia, el tiempo y costo incurrido en efectuar el recorrido resultante sea el más conveniente.

1.4 Métodos de recolección y análisis de información.

1.4.1 Diagrama causa y efecto.

El Diagrama de causa y Efecto (o Espina de Pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

Construido con la apariencia de una espina de pescado, esta herramienta fue aplicada por primera vez en 1953, en el Japón, por el profesor de la Universidad de Tokio, Kaoru Ishikawa, para sintetizar las opiniones de los ingenieros de una fábrica, cuando discutían problemas de calidad.

1.4.2 Diagrama de Pareto.

El *Diagrama de Pareto* consiste en un gráfico de barras similar al histograma que se conjuga con una ojiva o curva de tipo creciente y que representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan a un proceso, operación o resultado.

Se utiliza:

Al identificar y analizar un producto o servicio para mejorar la calidad.

Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.

Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (ejemplo: por producto, por segmento del mercado, área geográfica, etc.)

Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.

Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).

Cuando los datos puedan agruparse en categorías.

1.4.3 Encuesta.

Una encuesta es un estudio observacional en el cual el investigador no modifica el entorno ni controla el proceso que está en observación (como sí lo hace en

un experimento). Los datos se obtienen a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, formada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos. El investigador debe seleccionar las preguntas más convenientes, de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

1.4.4 Tamaño de las muestras

Aleatorio Simple: Le da la probabilidad cada uno de los miembros de una población a ser elegidos. Es uno de los más empleados y recomendado en las investigaciones sociales y educacionales, ya que este principio de darle la oportunidad a cada uno de los miembros de la población a ser elegidos o tomados como muestra, es lo que permite obtener conclusiones en la muestra e inferir lo que pudiera ocurrir, a partir de ésta, en la población, con un elevado grado de pertinencia. Estadísticamente permite inferir a la población los resultados obtenidos en la muestra Devore,(2000)

Para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores: El porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la población total.

El porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de hacer la generalización.

El nivel de variabilidad que se calcula para comprobar la hipótesis.

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%.

El error o porcentaje de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar a hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse.

Comúnmente se aceptan entre el 4% y el 6% como error, tomando en cuenta de que no son complementarios la confianza y el error.

La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por p, y el porcentaje con el que se rechazó se la hipótesis es la variabilidad negativa, denotada por q.

Hay que considerar que p y q son complementarios, es decir, que su suma es igual a la unidad: $p+q=1$. Además, cuando se habla de la máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación (no hay otras o no se pudo aplicar una prueba previa), entonces los valores de variabilidad es $p=q=0.5$. En el caso de que sí se conozca el tamaño de la población entonces se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 p q N}{NE^2 + Z^2 p q}$$

Donde

n es el tamaño de la muestra;

Z es el nivel de confianza;

p es la variabilidad positiva;

q es la variabilidad negativa;

N es el tamaño de la población;

E es la precisión o el error.

La ventaja sobre la primera fórmula es que al conocer exactamente el tamaño de la población, el tamaño de la muestra resulta con mayor precisión y se pueden incluso ahorrarse recursos y tiempo para la aplicación y desarrollo de una investigación.

n=los mismos parámetros la sustitución queda como:

$$n = \frac{(1.96^2)(0.5)(0.5)(2119)}{(2119)(0.05^2) + (1.96^2)(0.5)(0.5)} = 71$$

1.4.5 Diagrama de flujo.

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como la programación, la economía, los procesos industriales y la psicología cognitiva. Estos diagramas utilizan símbolos con significados bien definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de término.

Un diagrama de flujo siempre tiene un único punto de inicio y un único punto de término. Además, todo camino de ejecución debe permitir llegar desde el inicio hasta el término.

Las siguientes son acciones previas a la realización del diagrama de flujo:

- Identificar las ideas principales a ser incluidas en el diagrama de flujo. Deben estar presentes el dueño o responsable del proceso, los dueños o responsables del proceso anterior y posterior y de otros procesos interrelacionados, otras partes interesadas.
- Definir qué se espera obtener del diagrama de flujo.
- Identificar quién lo empleará y cómo.
- Establecer el nivel de detalle requerido.
- Determinar los límites del proceso a describir.

Los pasos a seguir para construir el diagrama de flujo son :

- Establecer el alcance del proceso a describir. De esta manera quedará fijado el comienzo y el final del diagrama. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente.
- Identificar y listar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico.

- Si el nivel de detalle definido incluye actividades menores, listarlas también.
- Identificar y listar los puntos de decisión.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.
- Asignar un título al diagrama y verificar que esté completo y describa con exactitud el proceso elegido

1.4.6 SIMULACIÓN

La simulación parte de la construcción de un modelo que reproduzca un determinado comportamiento problemático global mediante el funcionamiento interrelacionado de la multiplicidad de mecanismos parciales que lo componen, para así disponer de una herramienta que permita evaluar el impacto de distintas estrategias sobre las variables de interés y poder plantear estrategias de solución a estos tipos de problemas (Garayalde et al 1992).

2. METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAR EL ACTUAL MODELO DE LA EMPRESA.

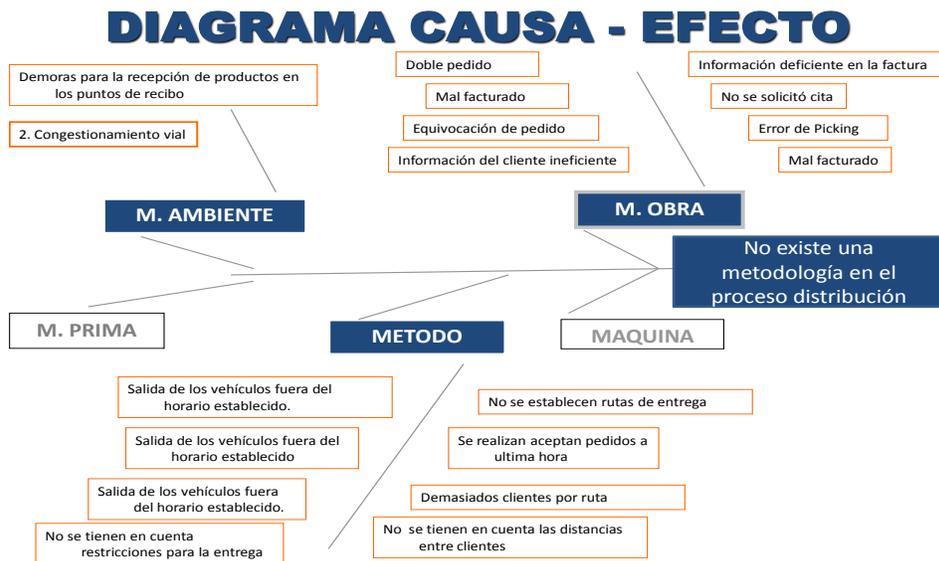
2.1.1 Recolección de información.

Reunión con el personal de transporte

Diagrama causa y efecto

Se realizó la reunión con el personal de transporte, para conocer su punto de vista con respecto al actual proceso de entregas de la empresa y las impresiones que los clientes tienen de él; para el análisis de esta información recurrimos al diagrama causa y efecto de Ishikawa

Grafico 1 Diagrama Causa Efecto



Fuente: autores

Como lo indica el diagrama es necesario establecer una metodología que permita optimizar el proceso de entregas.

Realización y evaluación de encuestas de satisfacción al cliente

Tipo de investigación: Investigación aleatoria simple - cuantitativa

Recolección de datos: Encuesta telefónica

Muestra: 71 clientes

Distribución de las encuestas: En las diferentes zonas geográficas de Bogotá, que tiene la población

Variable: Utilización de recursos
Insatisfacción del cliente

Una forma directa de medir la calidad es con el nivel de satisfacción del cliente.

Envío a tiempo este mide el desempeño del envío del producto.

Tabla 1 Tabulación de la encuesta

	EXCELENTE	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	NS/NR	TOTAL
La calidad en la que llegan los productos que recibe	37	25	7	2	0	0	71
El empaque y presentación de los productos	48	14	8	1	0	0	71
La exactitud de la entrega respecto al pedido que usted hace	30	20	13	8	0	0	71
El cumplimiento en fechas de entrega de pedidos	2	8	12	20	29	0	71
El cumplimiento en los horarios acordados	0	0	15	38	18	0	71

Amabilidad de la persona que entrega el pedido	20	22	25	4	0	0	71
---	----	----	----	---	---	---	----

Fuente: autores

Tabla 2 Consolidado de la tabla de datos

	EXCELENTE	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	NS/NR	TOTAL
La calidad en la que llegan los productos que recibe	52%	35%	10%	3%	0%	0%	100%
El empaque y presentación de los productos	68%	20%	11%	1%	0%	0%	100%
La exactitud de la entrega respecto al pedido que usted hace	42%	28%	18%	11%	0%	0%	100%
El cumplimiento en fechas de entrega de pedidos	3%	11%	17%	28%	41%	0%	100%
El cumplimiento en los horarios acordados	0%	0%	21%	53%	25%	0%	100%
Amabilidad de la persona que entrega el pedido	28%	31%	35%	6%	0%	0%	100%

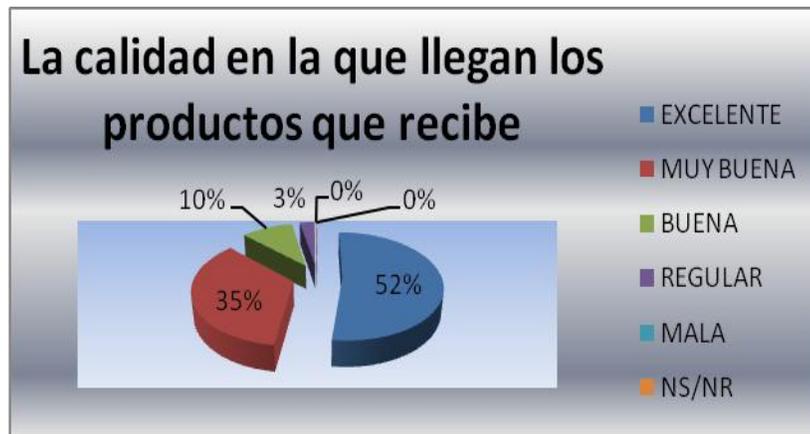
Fuente: Autores

El presente estudio evaluó la calidad de servicio en la entregas de pedidos, ofrecido por la empresa SINTECO S.A.

Pregunta 1.

Nos indica la calidad en la que llegan los productos, el 52% de los clientes encuestados considera que es excelente y un 35% que es muy buena. Las clientes dicen que la empresa se ha caracterizado por la calidad de los productos ofrecidos.

Grafico No 2

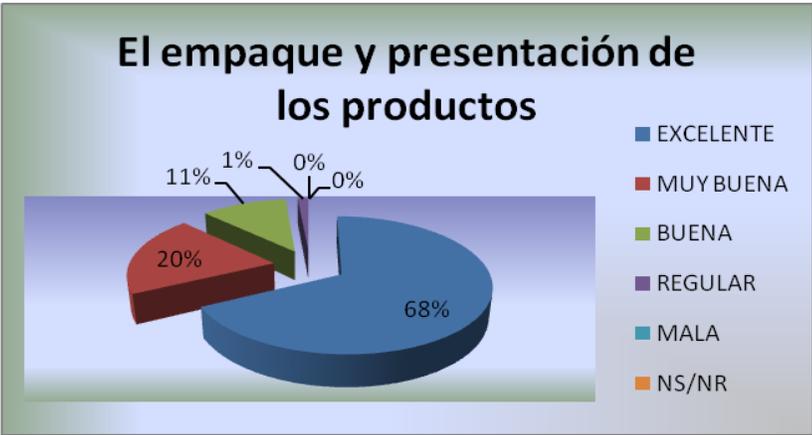


Fuente: Autores

Pregunta 2

En la segunda pregunta de la encuesta se hizo referencia al empaque y presentación de los productos, el 68% de la población encuestada respondió que excelente seguida por un 20% que respondió que muy buena siendo uno de los mejores elementos calificados. Los clientes perciben que la compañía se esmera por la presentación de los productos, los empaques son llamativos.

Grafico No3



Fuente: Autores

Pregunta 3

En cuanto a la exactitud en la entrega el 42 % de los encuestados respondió que excelente y un 28% que muy buena, en cambio el 11% considera que es regular, la atención de las personas que toman los pedidos no está siendo eficiente, por lo tanto es de mejorar.

Grafico No4



Fuente: Autores

Pregunta 4.

En cuanto a la pregunta de cumplimiento en fechas de entrega de pedidos el 41% de las personas que respondieron a la encuesta dijeron que era mala, solo el 3% respondió con excelente. Este punto es de gran importancia debido a que el proceso de distribución le da valor agregado al producto, al no ser eficiente genera desconfianza e insatisfacción de los clientes.

Grafico No 5

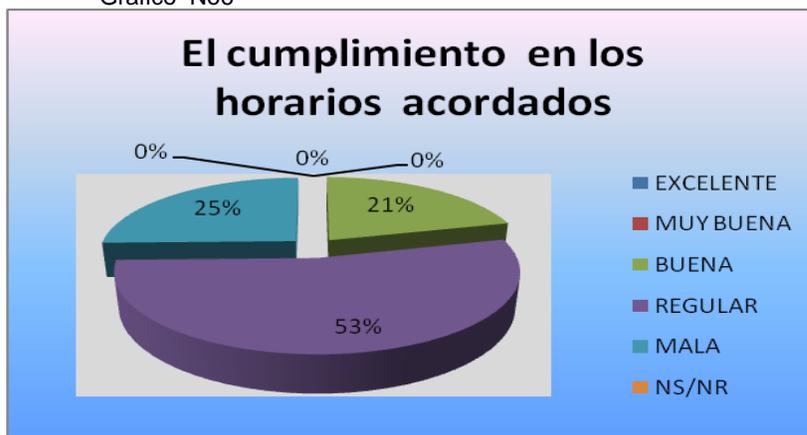


Fuente; Autores

Pregunta 5.

En lo que respecta al cumplimiento en los horarios acordados más del 53% de los clientes calificaron como regular y malo. Los convenios que se pactan con los representantes de ventas no se cumplen, los pedidos no llegan el día que se estipula, ocasionando devolución de los productos.

Grafico No6



Fuentes: Autores

Pregunta 6.

En cuanto a la amabilidad de la persona que entrega el pedido solo el 28% de los encuestados dijo que había sido excelente, un 31% muy buena, seguida por el 35% buena, un 6% dijo que regular, las personas encuestadas comentaron que el personal que hace las entregas en ocasiones no tiene la mejor disposición.

Grafico No 7



Fuente: Autores

Descripción y Análisis de costos de distribución

Esto incluye los costos del transporte y distribución como: combustibles, mantenimiento de vehículos, salarios del personal de transporte y de picking, seguros e impuestos.

Tabla 3 Costos y gastos de la operación

Costos de Distribución Septiembre				
	Mes		promedio mensual	
Nomina	Fijos	Variables		
Gastos				
Salarios y Horas Extras		Horas extras		
Conductor	870.000,0	251.000,0	1.121.000,0	
Auxiliar Camioneta	790.000,0	195.000,0	985.000,0	
Almacenista	910.000,0	273.000,0	1.183.000,0	
			3.289.000,0	58%
Combustibles y Lubricantes				
A.C.P.		600.000,0	600.000,0	
Aceite Camioneta		82.000,0	82.000,0	
			682.000,0	11,93%
Mantenimientos				
Revisiones camión		150.000,0	150.000,0	
Rodamiento		50.000,0	50.000,0	
			200.000,0	3,50%
Pólizas y Seguros				
Camión	43.833,3		43.833,3	
			43.833,3	0,77%
Transporte de terceros	0,0	1.500.000,0	1.500.000,0	
			1.500.000,0	26,25%
Totales			5.714.833,3	100,00%

Fuente: Autores

En la tabla 3 se detalla los costos fijos y variables inherentes a la operación de entregas.

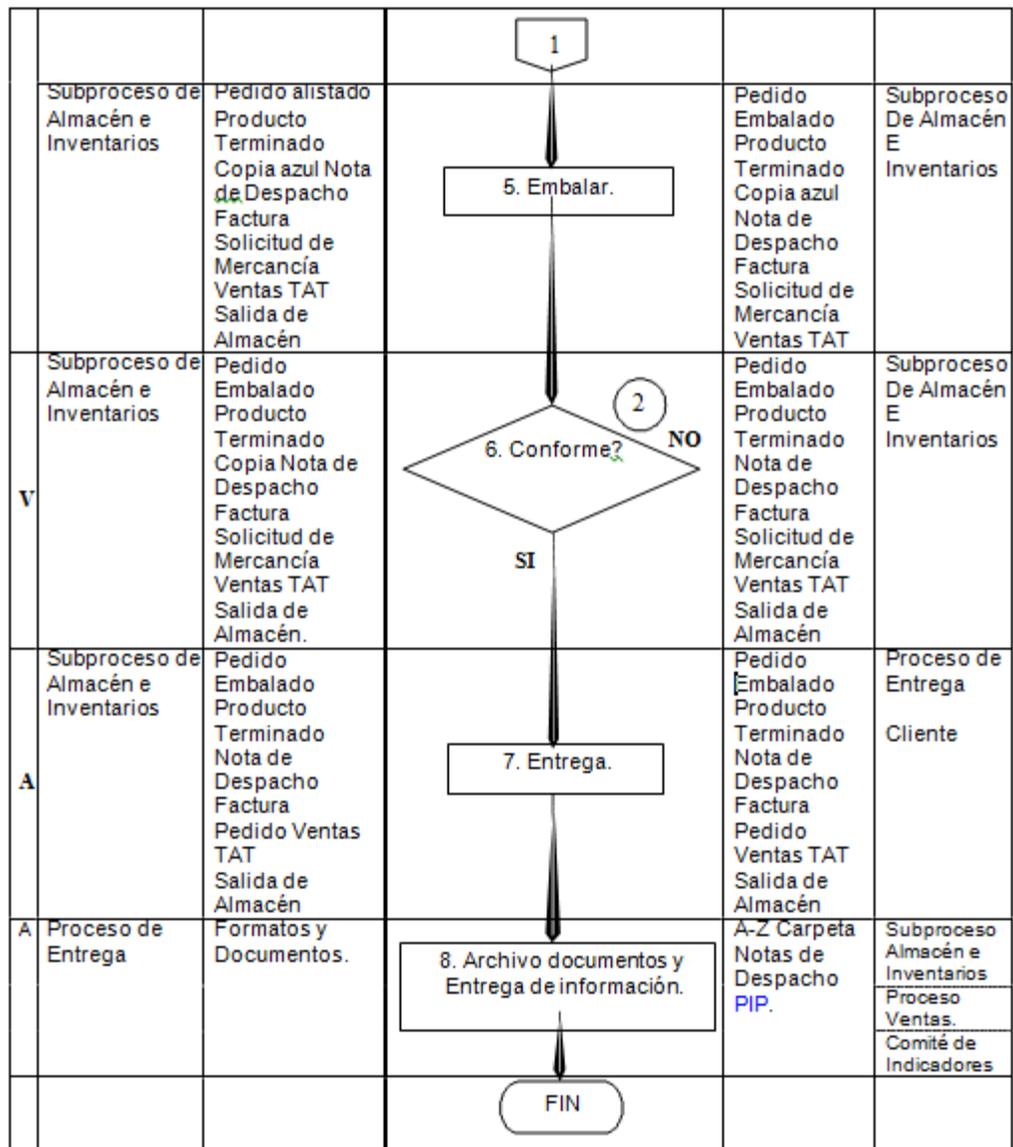
Tabla 4: Proceso actual

Proceso actual de entregas
Hoja de proceso
Objetivo
Garantizar que el producto que se le entrega al cliente este embalado correctamente, mantenga condiciones óptimas y sea entregado oportunamente con base en lo acordado con el cliente.
Alcance
Inicio con la planeación de la distribución de las entregas, notas de despacho y solicitud de mercancías, termina con la entrega de pedido al cliente, el archivo de los documentos y la entrega de información.
Responsable
Asistente comercial 1
Requisitos
Legales: Secretaria de tránsito y transporte (seguro, certificado de gases, SOAT, pase, impuestos).
Normativos Internos: Según políticas internas de la empresa.
Contractuales: Lo acordado con el cliente y la transportadora
Recursos
Software
Computadores
Teléfonos
Fax
Internet
Papelería
Recursos Humanos
Camioneta
Moto
Compañías Transportadoras
Indicadores
Participación No.. De entregas por medio de transporte/Total de entregas realizadas
Términos Y definiciones
Transportadora: Compañía prestadora de servicios de transporte
Guía: Documento soporte del servicio
Líos: Un paquete que se hace por una cantidad de cajas
Alistar: Separar la mercancía de acuerdo a la nota de despacho
Medio de Transporte: Camioneta, Transportadora, Moto,

Fuente: Empresa SINTECO S.A.

Tabla 5 Flujograma Proceso actual de entregas

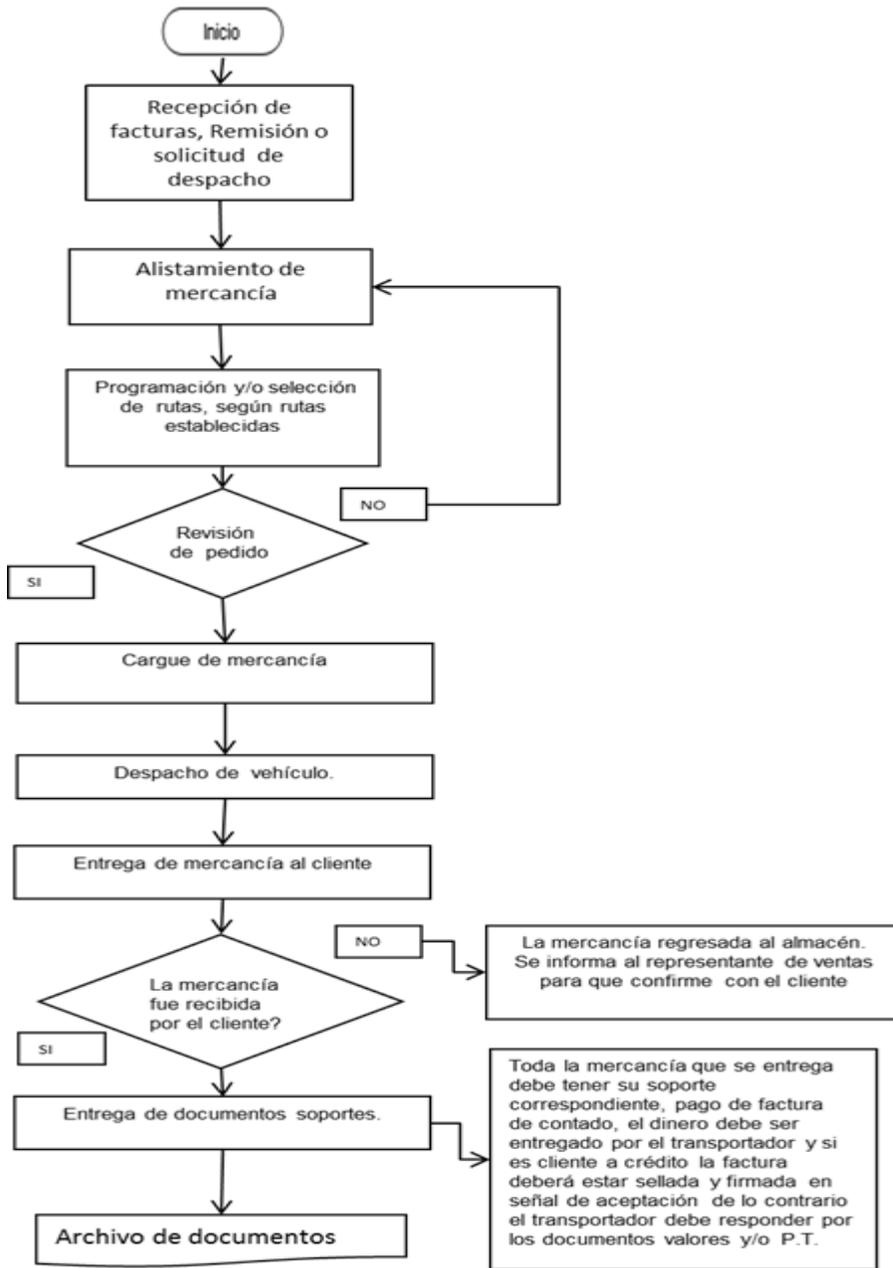
	Proveedor	Entrada	Actividades	Salida	Cliente
P	Proceso de Ventas.	Factura Nota de Despacho Salida de Almacén Solicitud de Mercancía y Ventas TAT.		Planilla de Entregas Planilla de Entregas TAT Bogotá Solicitud de Mercancía y Ventas TAT	Proceso de Entregas.
P	Proceso de Entregas.	Planilla de Entregas Planilla de Entregas TAT Bogotá		Documentos	Subproceso de Almacén & Inventarios
H	Subproceso de Almacén e Inventarios Proceso de Entregas	Producto Terminado Nota de Despacho Factura Solicitud de Mercancía y Ventas TAT Salida de Almacén Planilla de Entregas.		Producto Terminado Nota de Despacho Factura Solicitud de Mercancía y Ventas TAT Salida de Almacén	Subproceso de Almacén e Inventarios
H	Subproceso de Almacén e Inventarios	Pedido alistado Producto Terminado Nota de Despacho Factura Solicitud de Mercancía Ventas TAT, Salida de Almacén.		Pedido Alistado Producto Terminado Nota de Despacho Factura Solicitud de Mercancía Ventas TAT Salida de Almacén	Subproceso de Almacén e Inventarios



Fuente: Empresa SINTECO S.A.

En este momento el proceso de distribución de pedidos se encuentra a cargo del departamento comercial, aunque se contempla en el flujograma la planeación de la distribución de entregas, se limita al cálculo de la cantidad de pedidos que puede transportar el vehículo (capacidad) sin tener en cuenta frecuencia de visitas por cliente ni distancias entre ellos. Tabla 4.

Tabla 6 Flujoograma Proceso propuesto de entregas



Fuente: Autores

Tabla 7 Descripción de proceso de entregas propuesto

Actividad	Descripción	Documento	Responsable
Recepción de documentos.	De facturación se reciben los documentos para alistamiento de mercancía y programación de entrega	Facturas, Remisiones y solicitudes de despacho	Jefe de Almacén
Alistamiento de mercancía	Se procede a realizar el alistamiento de los productos conforme a la factura	Facturas, Remisiones y solicitudes de despacho	Auxiliar de almacén 1
Ruteo	Teniendo en cuenta las rutas establecidas se organiza la planilla de entregas en orden de visita	Facturas, Remisiones y solicitudes de despacho y planilla de ruteo	Auxiliar de almacén 2
Revisión	Se revisa que los pedidos se hallan alistado conforme a la factura	Facturas, Remisiones y solicitudes de despacho y	Jefe de almacén
Cargue de mercancía	Se carga la mercancía al vehículo, del ultimo al primer cliente teniendo en cuenta su orden de entrega	planilla de ruteo	Auxiliar de almacén
Despacho del vehículo	Se entrega planillas de enrutamiento y documentos soportes	Facturas, Remisiones y solicitudes de despacho y planilla de ruteo	Conductor
Entrega de mercancía al cliente	De acuerdo a la programación recibida se procede a realizar la entrega de los pedidos	Facturas	Conductor
Entrega de mercancía	Se entrega la mercancía al cliente	Factura	Conductor
La mercancía fue recibida por el cliente	Sí el cliente no recibe la mercancía debe hacer devolución de esta al almacén.	Factura	Conductor
Entrega de documentos soportes	El conductor debe solicitarle al cliente firmar la factura en conformidad de recibo de mercancía	Factura	Asistente comercial
Archivo de documentos	Las facturas se entregan al departamento de cartera para el cobro y archivo de documentos	Factura	Asistente comercial

Fuente: Autores

Establecer

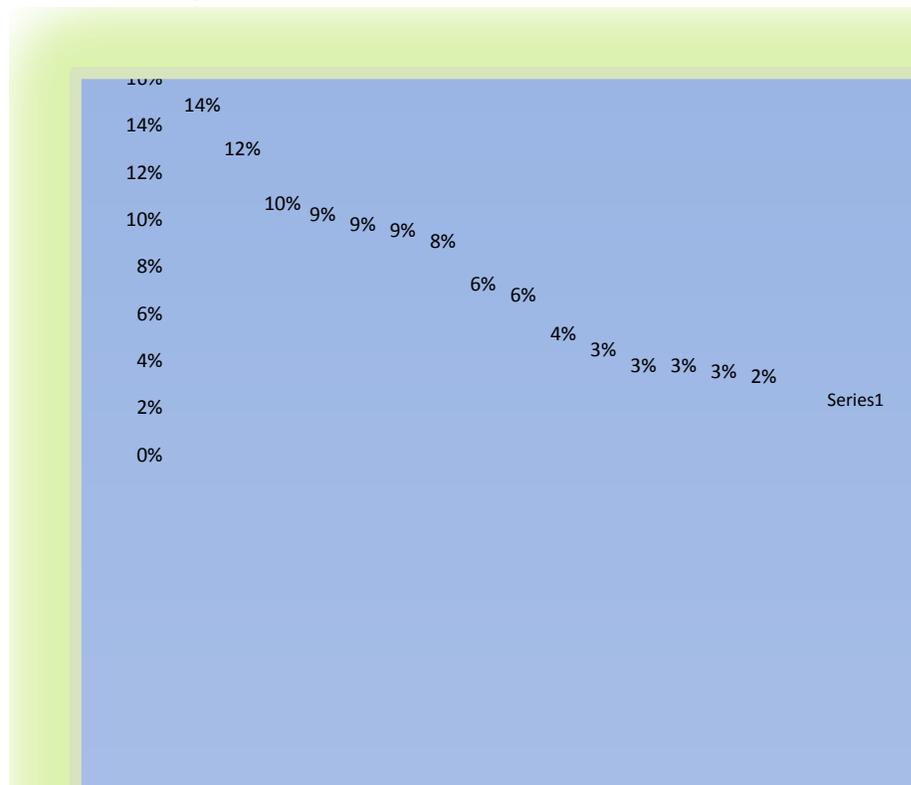
2.1.2 Análisis de las problemáticas actuales.

Tabla 8 Diagrama de Pareto

Novedades Encontradas		participación	Pareto
No se tiene una metodólogo	60	14%	14%
No se le está dando la importancia requerida a este proceso	52	12%	26%
Mercancía debería ser entregada en 2 o 3 días	42	10%	35%
No hay una persona con el conocimiento adecuado para realizar la tarea.	40	9%	45%
Dirección errada	38	9%	53%
Pedido ya entregado	37	9%	62%
Requiere cita previa	35	8%	70%
Presenta diferencias en el pedido	27	6%	76%
El horario de recepción de mercancía es hasta no está la persona que autoriza la recepción del pedido	25	6%	82%
pedido errado	18	4%	86%
Recibe mercancía hasta determinada fecha	15	3%	90%
orden de compra inactiva	12	3%	92%
no recibe mercancía no hay pedio	11	3%	98%
Mercancía recibida parcialmente	10	2%	100%
	434		

Fuente: Autores

Grafica 8: Diagrama de Pareto



Fuente: Autores

La grafica nos muestra las novedades que se presentan en el momento de hacer entrega de pedidos: El diagrama de Pareto está conformado por siete de las novedades encontradas, es evidente que se requiere de una persona que coordine la operación de distribución, centralizando toda la información de los pedidos con el propósito consolidarla y realizar una adecuada planeación de ruteo adaptando un sistema. Crear una base de datos históricos y estadísticos.

En el análisis realizado al actual proceso se encontraron otros hallazgos como:

Al Asistente Comercial No1 (responsable del proceso) se le asignan tareas de recepción de ordenes pedidos y facturación de los mismos, atención telefónica a los clientes a nivel nacional y ventas de clientes de oficina (se le llama ventas de oficina , aquellas que se realizan en nuestras instalaciones).Teniendo en cuenta el perfil del cargo la persona asignada para estas tareas debe tener experiencia en el área comercial y de servicio al cliente, pero desconoce de procesos y técnicas logísticas necesarias para la asignación de rutas diarias. Debido a esto la tarea de ruteo se está limitando a una asignación de volúmenes de pedido con respecto a la capacidad de los vehículos.

Como consecuencia se han evidenciado las siguientes fallas:

- No se le está dando la importancia requerida a este proceso
- No hay una persona con el conocimiento adecuado para realizar la tarea.
- No se tiene una metodología establecida para realizar el proceso de ruteo.
- No se tienen en cuenta los horarios establecidos por los clientes

2.1.3 Consulta y análisis de los registros diarios de rutas

La empresa no llevaba un registro diario de rutas. Para obtener la información de los costos de distribución se recurrió a los registros contables.

2.2.1. Establecer el método de ruteo que más se adecue teniendo en cuenta las restricciones del proceso.

2.2.2 Identificar las restricciones para la entrega de pedidos con relación a:

- Vehículos:
- La empresa Sinteco S.A. cuenta con un furgón Mitsubishi modelo 97 de las siguientes características:
 - ❖ Alto 2.20 mts
 - ❖ Ancho 2.18 mts
 - ❖ Largo 4.50 mts
 - ❖ Capacidad de carga de 4.5 toneladas.

- Motos

Dependiendo de la demanda se contrata un outsourcing de entregas a domicilio en motocicleta.

- Clientes

Tabla 9 Restricciones de horarios

CLIENTE	Horario
C I PANSELL S A	De lunes a Viernes de 6:30 a 12 A. M.
SUMATEC SA BOGOTA	De lunes a Viernes de 6:30 a 12 A. M
FRACO S A	De lunes a Viernes de 6:30 a 12 A. M
PULIDO NEIRA GABRIEL AUTOPEPNOS	De lunes a Viernes de 6:30 a 12 A. M
CACHARRERIA MUNDIAL SAS BOGOTA	De lunes a Viernes de 6:30 a 12 A. M

Fuente: Autores

Reconocimiento de clientes:

Cantidad de clientes

La empresa Sinteco S.A. cuenta con 2.800 clientes a nivel nacional. Ver anexo [No. 1](#)

En Bogotá tiene registrados 1.954 clientes. Ver Anexo [No. 2](#)

Tipos clientes:

La empresa SINTECO S.A. cuenta con dos tipos de clientes: mayoristas y TAT. Para este trabajo se tomaron los clientes que representan el 80% de las ventas de la compañía, ver anexo

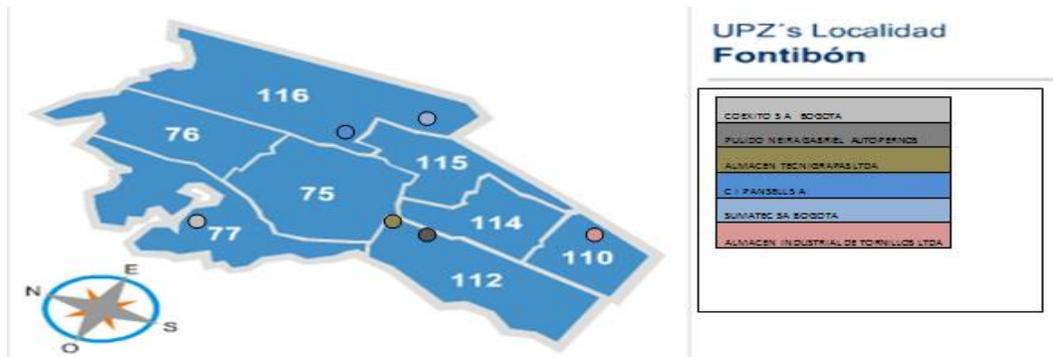
Frecuencia de pedidos, debido a que no hay ni hay establecido un proceso e entregas no se cuenta con un archivo o registro que nos permita identificar la frecuencia de visitas que se le hace a cada uno de los cliente, de acuerdo a la información del Jefe de Almacén debe alistar y despachar pedidos del mismo cliente más de dos veces a la semana

2.3 Ruteo

Clasificada y analizada la información recolectada, factores relevantes, necesidades de la empresa y disponibilidad de recursos se optó por realizar un ruteo manual utilizando método de barrido y vecino más próximo.

Una vez definido la cantidad de clientes a visitar, se realizó la clusterización; se procedió a asignar la mejor ruta por clúster, se toma como punto de partida la planta y se avanza al siguiente nodo teniendo en cuenta el cliente a menor distancia con respecto al punto de partida y a así sucesivamente hasta regresar al punto de partida pasando por todos los nodos o clientes. esto evita recorrer más de una vez la misma zona

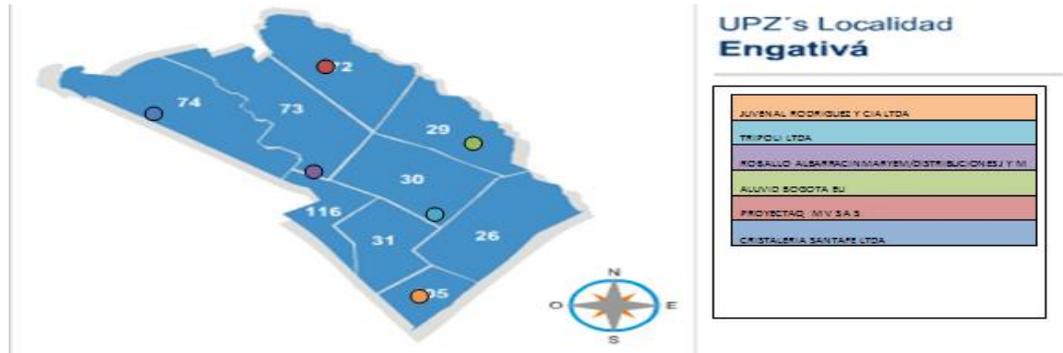
Gráfico: 9



Fuente: Bogotá Interactiva

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a la localidad de Fontibón

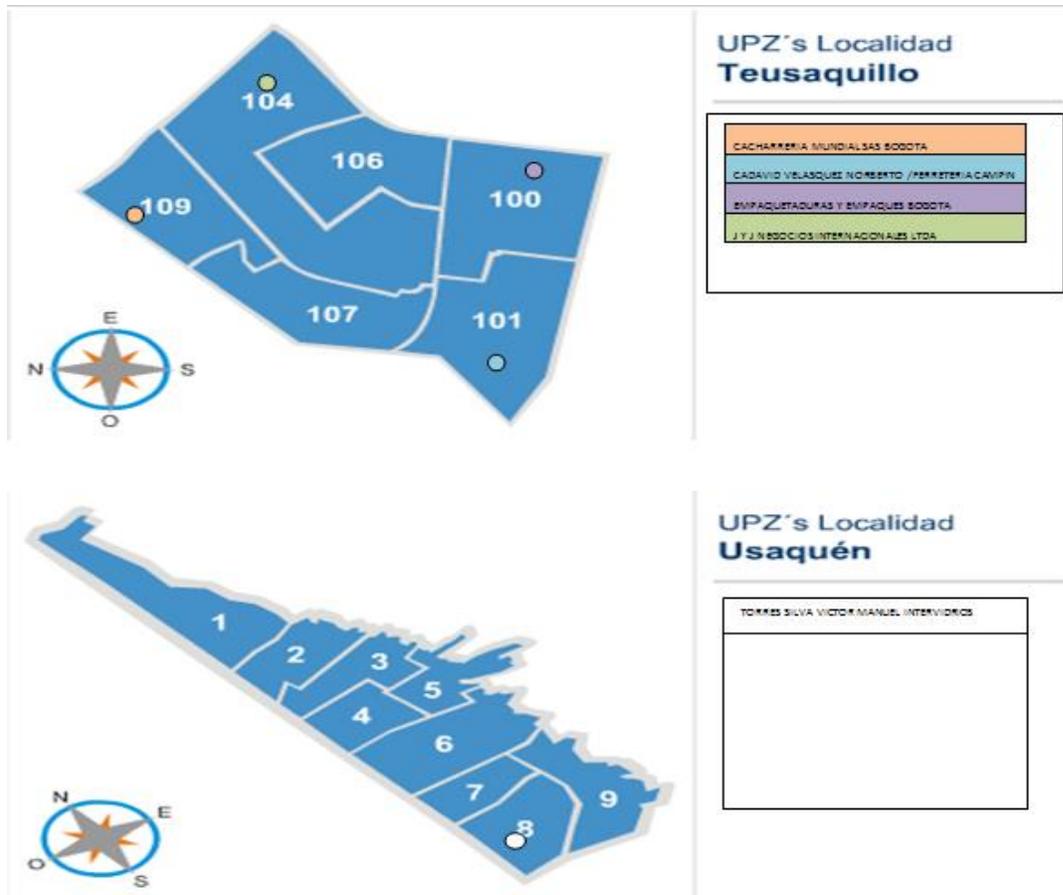
Gráfico 10:



Fuente: Bogotá Interactiva

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a la localidad de Engativá

Gráfico 11



Fuente: Bogotá Interactiva

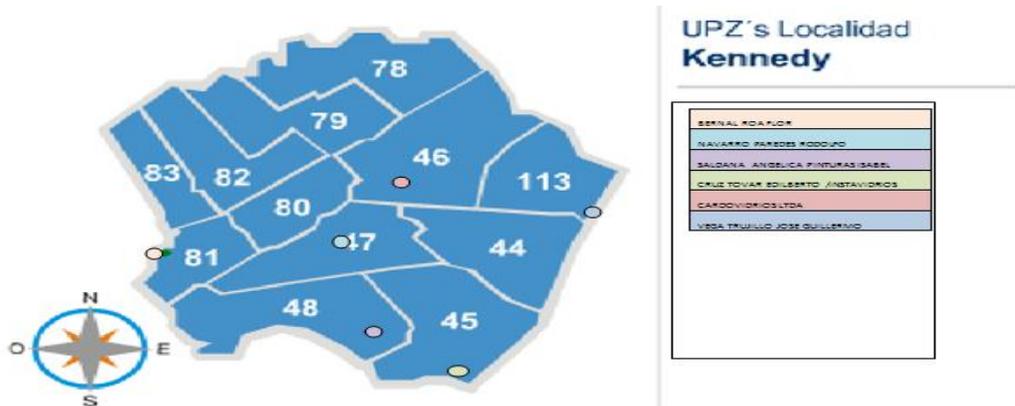
Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a las localidades de Usaquén y Teusaquillo
 Grafico 12



Fuentes: Bogotá Interactiva

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a la localidad de Chapinero

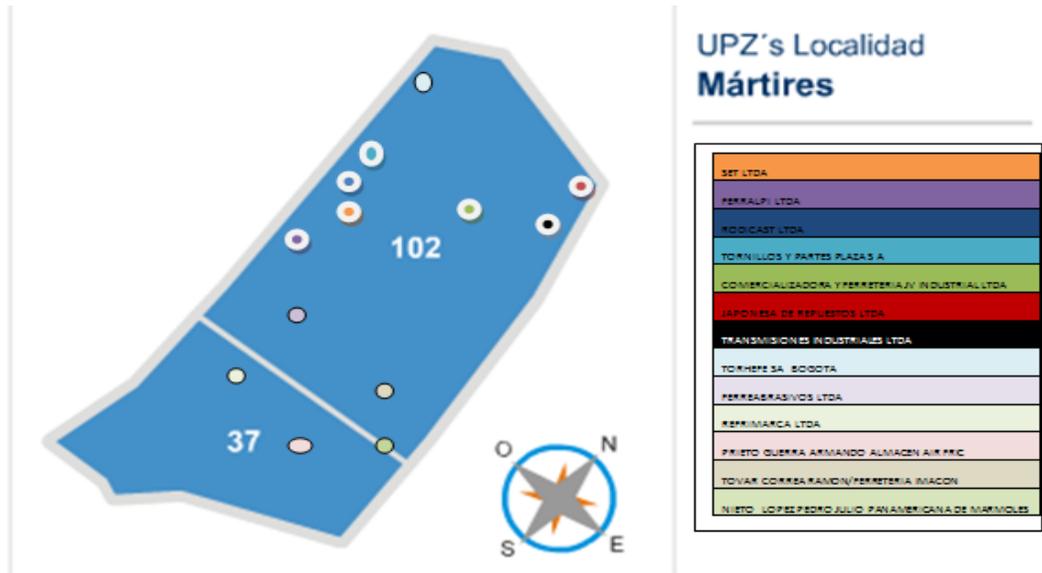
Grafico 13



Fuente: Autores

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a las localidades de Kennedy y Santafé

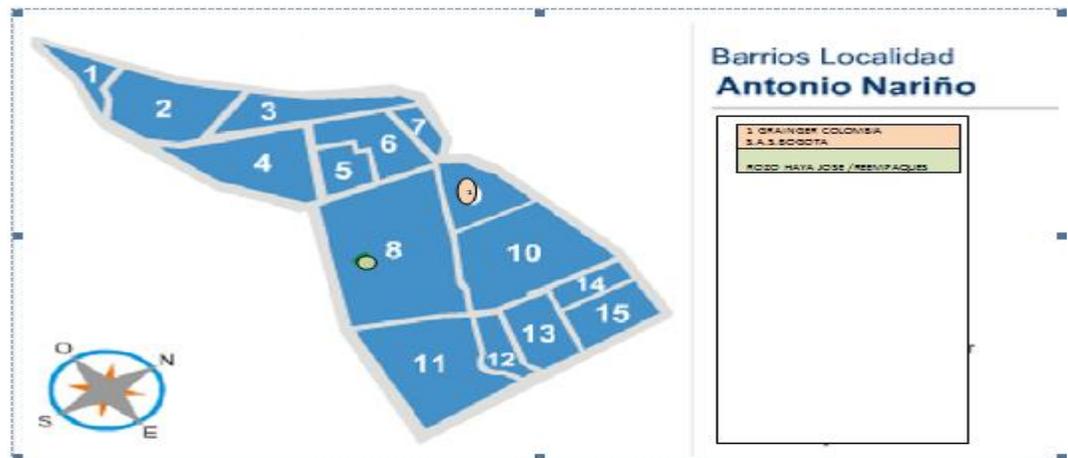
Gráfico: 14



Fuente: Autores

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a la localidad de Mártires

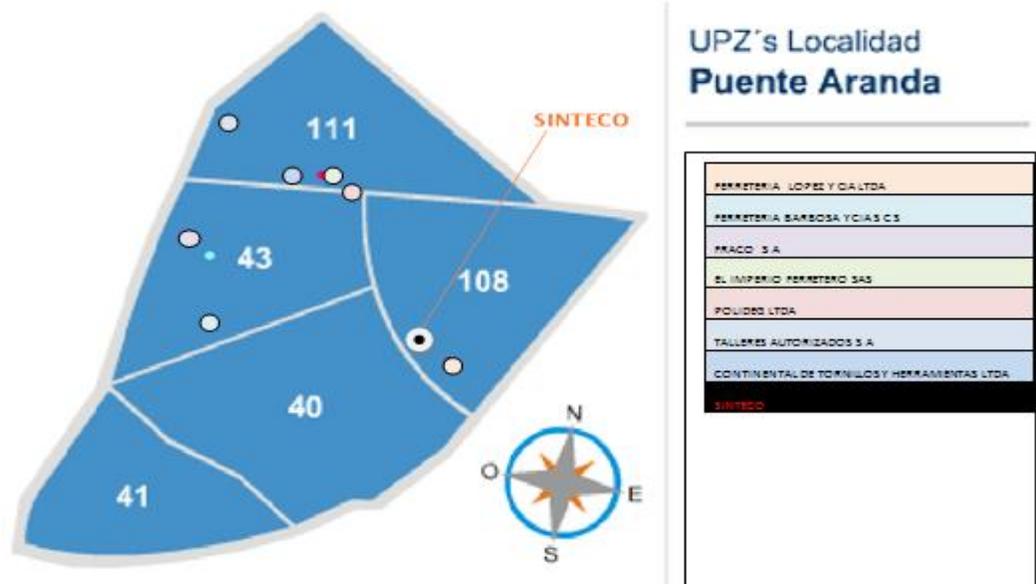
Gráfico: 15



Fuente: Autores

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a la localidad de Antonio Nariño

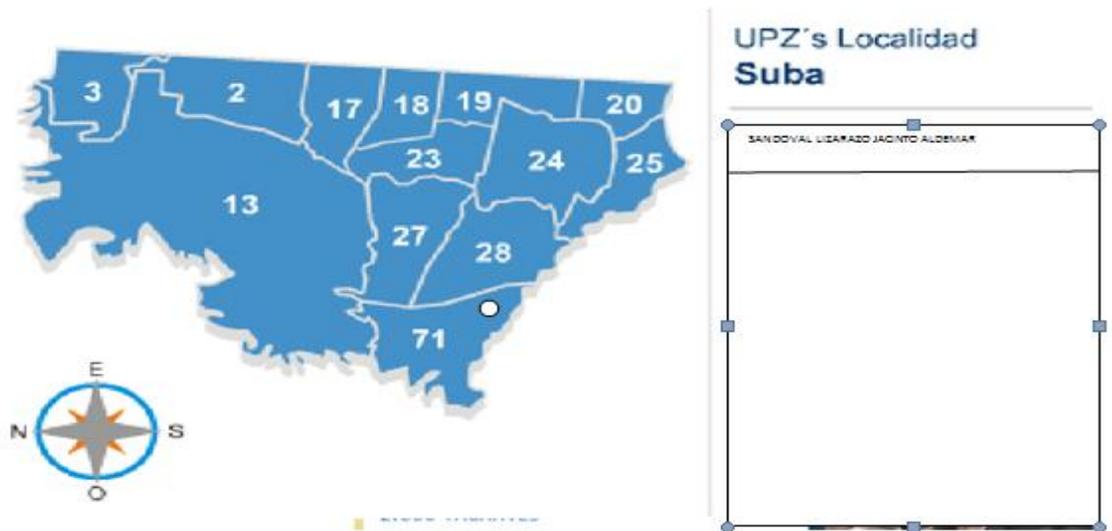
Grafico 16



Fuente: Autores

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a la localidad de Puente Aranda

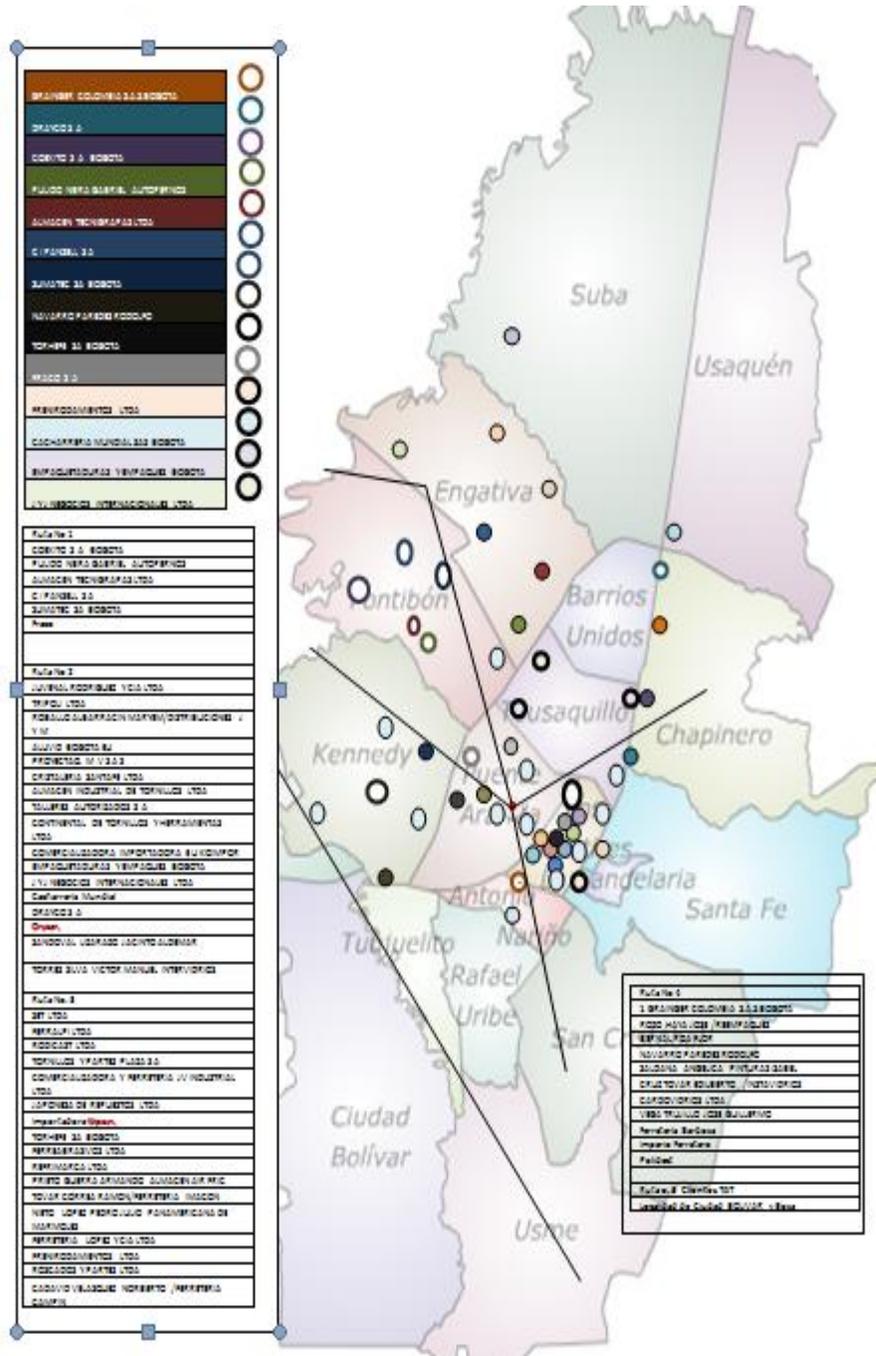
Gráfica:17



Fuente: Autores

Se ubicó geográficamente los clientes correspondientes a la localidad de Suba

Grafica 18



Fuente: Autores

Después de zonificar los clientes de acuerdo a su posición geográfica se hizo la clusterización sobre el mapa de Bogotá, teniendo como resultado 4 clúster

Tabla 7 Clúster

Sinteco S.A. Planta	Sinteco S.A. Planta	Sinteco S.A. Planta	Sinteco S.A. Planta
Sinteco S.A. Planta Fraco Almacén Tecnigrapas Pulido Neira José Gabriel Coexito Sumatec C.I, Pansell	CACHARRERIA MUNDIAL SAS BOGOTA EMPAQUETADURAS Y EMPAQUES BOGOTA J Y J NEGOCIOS INTERNACIONALES LTDA JUVENAL RODRIGUEZ Y CIA LTDA COMERCIALIZADORA IMPORTADORA E U KOIMPOR TRIPOLI LTDA TORRES SILVA VICTOR MANUEL INTERVIDRIOS ROBALLO ALBARRACIN MARYEM/DISTRIBUCIONES J Y M DRYCAR LTDA TALLERES AUTORIZADOS S A ALUVID BOGOTA EU ALMACEN INDUSTRIAL DE TORNILLOS LTDA PROYECTAQ M V S A S SANDOVAL LIZARAZO JACINTO ALDEMAR CRISTALERIA SANTAFE LTDA CONTINENTAL DE TORNILLOS Y HERRAMIENTAS LTDA Sinteco S.A. Planta	TORHEFE SA BOGOTA FRENIRODAMIENTOS LTDA FERREABRASIVOS LTDA TORNILLOS Y PARTES PLAZA S A JAPONESA DE REPUESTOS LTDA IMPORTADORA NIPON SA BOGOTA TRANSMISIONES INDUSTRIALES LTDA SET LTDA RODICAST LTDA PRIETO GUERRA ARMANDO ALMACEN AIR FRIC COMERCIALIZADORA Y FERRETERIA JV INDUSTRIAL LTDA ROSCADOS Y PARTES LTDA CADAVID VELASQUEZ NORBERTO /FERRETERIA CAMPIN FERRETERIA LOPEZ Y CIA LTDA FERRALPI LTDA TOVAR CORREA RAMON/FERRETERIA IMACON NIETO LOPEZ PEDRO JULIO PANAMERICANA DE MARMOLES Sinteco S.A. Planta	NAVARRO PAREDES RODOLFO GRAINGER COLOMBIA S.A.S.BOGOTA EL IMPERIO FERRETERO SAS BERNAL ROA FLOR POLIDEG LTDA FERRETERIA BARBOSA Y CIA S C S CRUZ TOVAR EDILBERTO /INSTAVIDRIOS SALDANA ANGELICA PINTURAS ISABEL CARDOVIDRIOS LTDA VEGA TRUJILLO JOSE GUILLERMO Sinteco S.A. Planta

Fuente: Autores

El modelo propuesto contempla 4 grupos fijos para iniciar el ruteo para cada uno de ellos evitando desplazarse de un punto a otro de la ciudad disminuyendo los tiempos de recorrido.

El clúster 1 está conformado por los clientes mayoristas ubicados en la localidad de Fontibón es el grupo más pequeño en relación al número de clientes, sin embargo utiliza el total de la capacidad del vehículo.

El clúster 2 al igual que el anterior tiene un número reducido de clientes esto se debe a su ubicación geográfica y las distancias entre clientes.

Después de haberse realizado el clúster se ruteo cada uno de ellos teniendo en cuenta las distancias entre nodos y capacidad del vehículo.

Tabla 8 rutas fijas

ruta 1											
Sinteco S.A.	Fraco	Pulido Neira	Almacén Tec	Coexito	C.I, Pansell	Sumatec	Sinteco S.A				
0	5544	3967	200	4704	5483	700	17840				
Total		38438 metros									
ruta 2											
Sinteco 1	TALLERES 2 AUTO	CONTINENTAL 3	4 EMPAQUETADU	5 J Y J NEGOCIOS	6 DRAYCO SA	7 COMERCIALIZA	8 CACHARRERIA N	9 DRYCAR LTDA			
0	4131	1199	2523	5189	5189	150	2328	5455			
10 TRIPOLI LTDA	11 JUVENAL ROD	12 ROBALLO ALB	13 PROYECTAQ M	14 ALUVID BOGO	15 CRISTALERIA S	16 ALMACEN IND	17 SANDOVAL LI2	18 TORRES SILVA	19 Sinteco		
5109	1080	3720	200	3247	8838	8170	20078	14643	20215		
total		111464 metros									
ruta 3											
sinteco 1	2 SET LTDA	3 FERRALPI LTDA	4 RODICAST LTDA	5 FERRETERIA LO	6 FRENIRODAMIE	7 ROSCADOS Y PA	8 JAPONESA DE R	9 FERREABRASIVOS LTDA			
0	1987	150	500	1416	2105	852	200	1408			
10 PRIETO GUERR	11 TOVAR CORRE	12 TORNILLOS Y F	13 COMERCIALIZ	14 TRANSMISION	15 NIETO LOPEZ	16 CADAVID VEL4	17 IMPORTADOR	18 TORHEFE SA B	19 sinteco		
1080	1506	1160	100	1979	3760	4971	4616	11466	3760		
Total		43016 metros									
ruta 4											
Sinteco	GRANGER COLON	VEGA TRUJ LLO	NAVAFRO PARED	SALDANA ANGEL BERNAL ROAFLD	CARDVIDRICKS L	E. IMPERIC FERRE	COLIDEG LTDA	FERRETERIA BARB CRUZ TOVAR EDI	SINTECO		
0	3750	6074	3743	4070	4574	6819	1425	1245	2790	9158	7340
Total		50998 metros									

Fuente: Autores

Para cada una de las rutas se tomó como punto de partida la empresa SINTECO S.A. iniciando allí se ubica el nodo (cliente) más próximo y continuamos así uno a uno hasta donde la capacidad del vehículo se complete y retornamos al punto de partida

3. ANALISIS Y RESULTADOS

Para ver la viabilidad de este estudio se procedió a comparar tres variables por medio de simulación [Ver anexos](#): se comparó los costos producidos con el sistema actual de la empresa a los cuales hace referencia tabla 9, con los costos que se predicarían para este mismo mes utilizando el procedimiento propuesto en este trabajo descrito también en la tabla.

Tiempo: se estableció un sistema de repartos de rutas fijas con frecuencia de visitas por cliente de cuatro veces al mes, una por semana, de tal manera se utilizan 4 días a la semana para realizar las entregas de los clientes que representan el 80% de las ventas de la empresa, lo que con el sistema actual se efectúa en los 5 días, dejando un día que se puede disponer para los repartos de clientes TAT, entregas que realiza un tercero, mensualmente se cancela un valor de \$1.500. al año que puede verse reducido para que el vehículo de empresa realice los repartos de TAT

Distancia recorrida

Durante un mes se registró en la tabla 9 el recorrido diario en kilómetros, nos arrojó en total 1500 Km al término del mes. Con el sistema propuesto se tendrá un recorrido mensual aproximado de 975.66 km. En comparación con el sistema actual habrá una reducción en distancia recorrida de 524.336 km/mes.

3.1 Costos de Distribución

Tabla 9

ACTUAL		
Costo por kilometro recorrido		
recorrido km	Costos Variabl	Cto por km
1500	832.000	554,667
Costo por Pedido		
Costo total	No. Entregas	Costo de pedido
4.214.833	268	15.727
PROPUESTO		
Costo por kilometro recorrido		
recorrido km	Costo por km	Costos Variable
975,66	554,67	541.168,30
Costo por Pedido		
Costo total	No. Entregas	Costo de pedido
3.830.168	268	14.292
AHORROS		
Pedido	\$ 1.435,32	9%
Total mes	\$ 384.665,03	10%

Fuentes: autores

Esta tabla permite hacer una comparación de costos respecto al actual sistema. Arrojando un ahorro de los costos totales de distribución del 9% aproximadamente.

En términos de distancia generara un ahorro de 524.336 km/mes

4. CONCLUSIONES

La dificultad para hallar buenas soluciones para el problema de la programación y el diseño de rutas para los vehículos se hace más difícil cuando se colocan limitaciones irrelevantes al problema. Es así como en el caso SINTECO se limitó a tener en cuenta capacidad del vehículo, distancia entre clientes y frecuencia de pedidos facilitando la estructuración del proceso.

Los anteriores resultados pueden llevar a concluir que esta alternativa podría resultar muy conveniente en la práctica, por ser un sistema económico y práctico que no requiere una gran inversión, basta con optimizar los recursos con los que ya cuenta la empresa.

Es vital para una empresa aunque no se especialice en transporte dar un buen manejo a su proceso de distribución porque en él se ve reflejado el crecimiento en las relaciones comerciales y el conocimiento del cliente dando una ventaja competitiva en el mercado, en caso contrario tendrá un impacto negativo en los clientes como se lo reflejaron las encuestas de satisfacción.

Es tan importante la distribución y entrega de las mercancías como la venta misma, se le debe tener en cuenta en la planificación estratégica de las empresas dando una relevancia que permita el cumplimiento de los compromisos y servicios adquiridos con los clientes, ofreciendo tranquilidad a los clientes obteniendo a cambio su fidelidad.

5. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados anteriores y al análisis realizado se puede dar las siguientes recomendaciones.

Pasar el proceso de entregas del departamento comercial al departamento de logística y **CAPACITAR AL JEFE DE ALMACEN** que se encargue de monitorear el comportamiento de las actividades inherentes al proceso; Centrándose en el flujo de información y de productos, nivel de satisfacción del cliente, por ser aspectos de suma importancia .que repercuten en la decisión de compra en los clientes.

Sincronizar el proceso de preventa con el proceso de distribución con el objetivo de dinamizar los procesos y poder así realizar una optimización en el enfoque integral que se acerque a la solución de los problemas expuestos en este trabajo.

Implementar un sistema de registros diarios de ruta que permita realizar seguimiento, control y actualización del nuevo proceso. Así mismo debe darle mayor importancia y buscar el mejoramiento en aspectos relacionados con el empoderamiento del personal que realiza las entregas.

Para el problema crítico de satisfacción del cliente, la empresa Sinteco S.A.

Establecer indicadores que permitan medir y mejorar el sistema

Costos totales mensuales/número de transportes mensuales.

Costo de entregas fallidas.

Entregas fallidas/Total de entregas * 100%

BIBLIOGRAFIA

Christopher Martín (1995), Logística, Aspectos Estratégicos. Editorial Noriega. México, 205 p.

Cristopher, M, Logistics and Supply Chain Management, Richard D. Irwin, INC. Financial Times, New York, NY 1994.

Chan F. Performance Measurement in a Supply Chain .2003, Departamento of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, University of Hong Kong.

Harrison (2003). Harrison A. Aastrup, J. 2003 Quality criteria for qualitative inquiries in Logistics, European Journal of supply chain management: where theory and application converge. Kluwer Academic .

Johnson, J:C Word, DI Wardlow, P.R. Murphy, JR (1999) Contemporary Logistics, Seventh Edition. New York Simon and Schuster

Francesc Robusté Anton,Dante Galván (2005) Temas de Transporte y territorio (Temes de Transport i Territori), primera edición, Edicions de la Universitat Ronal Politecnica de Catanluya, Barcelona, 209 p.

Marín Vásquez Rafael. Almacén de clase mundial. Propuesta para una operación logística rentable. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, 2003. 198 p.

Mikel Mauleon Torres (2006) Logística y Costos, primera edición, Alan Ediciones Díaz de Santos México, 513 p.

Ronald H. Ballou (2004), Logística administración de la cadena de suministros, quinta edición, Pearson Educación, Mexico. 816 p.

Salvador Miquel Peris, Frnacisca Parra Guerrero, Cristian Lhermie y Ma José Miquel Romero (2006) Distribución Comercial, quinta edición, ESIC Editorial, Madrid 366 p.

Shapiro ,J. F. 2001 Modelling the Supply Chain Duxbury, Pacific Grove, California Thomson Learning

Soto Ramírez Astrid Bibiana; CASTAÑO, Piedrahita Catalina; Vásquez, Gaviria Andrés Enrique. Propuesta Metodológica y Ejemplo de Aplicación para Localización y Dimensionamiento de un Centro de Distribución. Medellín, 2004.