



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas

**“ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN
DE UNA EMPRESA DE CATERING.”**

Proyecto de Grado presentada al Consejo Directivo
Previo a la obtención del Título de:

**Economista con Mención en Gestión Empresarial, Especialización
Marketing**

**Ingeniera Comercial con Mención en Gestión Empresarial,
Especialización Comercio Exterior y Marketing**

Presentado por

Enrique Albán Llerena
Roberto Salas Montero
Lizette Vargas Moncayo

Guayaquil - Ecuador

2009

DEDICATÓRIA

A Dios, mi ejemplo de vida

A mis padres Cecilia y Miguel, parte fundamental en mi vida, que con su amor, consejos y enseñanzas, supieron guiarme para alcanzar mis objetivos.

A mis hermanos Carolyn, Cecilia y Miguel por su apoyo incondicional.

A mi sobrina Jael que adoro.

A mi novio Jorge por apoyarme siempre.

Lizette Vargas Moncayo

DEDICATÓRIA

A Dios sobre todas las cosas, por darme inteligencia, constancia y dedicación para culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres por estar siempre a mi lado, aconsejándome, ayudándome y dándome siempre fuerzas para seguir adelante.

A mis hermanos por estar siempre apoyándome en todo momento de mi vida.

A mi esposa por el amor, la paciencia y el apoyo constante en toda mi vida.

A Fabricio por toda su ayuda y paciencia.

Enrique Alban Llerena

DEDICATÓRIA

A Dios por haberme dado la fuerza y sabiduría para poder culminar este proyecto.

A mi familia por su constante apoyo y por cada uno de los consejos que me brindaron a lo largo de mi etapa universitaria.

Roberto Salas Montero

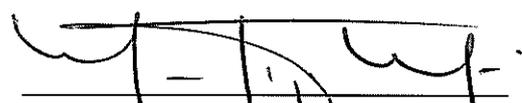
AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y sus Catedráticos por todos los conocimientos impartidos durante nuestra Carrera Universitaria

A nuestro Director de Tesis, Ing. Washington Martínez, por su partícipe colaboración incondicional en éste Proyecto de Grado

Lizette, Enrique y Roberto

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Oscar Mendoza

DECANO FEN

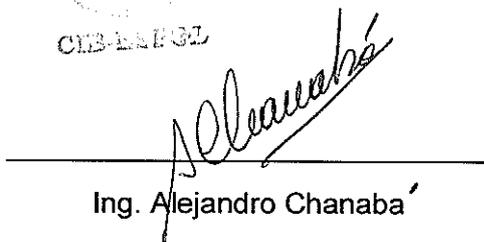


Ing. Washington Martínez

DIRECTOR DEL PROYECTO



CIB-ENFGE



Ing. Alejandro Chanaba

VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".



(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Lizette Vargas M.", written over a horizontal line.

Lizette Vargas M.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Enrique Alban LI.", written over a horizontal line.

Enrique Alban LI.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Roberto Salas M.", written over a horizontal line.

Roberto Salas M.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

II

AGRADECIMIENTO

III

TRIBUNAL GRADUACIÓN

IV

DECLARACIÓN EXPRESA

V

ÍNDICE GENERAL

VI

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN A LA ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA	15
1.1 INTRODUCCIÓN.....	16
1.2 ANTECEDENTES	17
1.3 Identificación del problema.....	17
1.4 OBJETIVO PRINCIPAL.....	18
1.4.1 Objetivos específicos.....	18
1.5 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	18
1.5.1 Consecuencias que traería la falta de solución a la problemática	19
CAPITULO 2 ESTRUCTURA TEÓRICA	20
2.1 DISTRIBUCIÓN.....	21
2.2 REDES LOGÍSTICAS	23
2.2.1 Modelos de redes	24
2.3 RUTEO	25
2.4 PROYECTOS RELACIONADOS.....	28
2.4.1. Optimización del proceso logístico en empresa Colombiana	28
CAPITULO 3 METODOLOGÍA	30

3.1 INTRODUCCIÓN DE UN MODELO	31
3.2. MODELO	32
3.3 OBJETIVO DEL MODELO	32
3.3.1 Objetivos específicos del Modelo.....	32
3.4 APLICACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN PARA CATERING	33
3.5 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL MODELO	34
3.6 ALGORITMOS DE LA RUTA MÁS CORTA.....	35
3.7 TIPOS DE MODELOS.....	37
3.8 MODELACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE A LA EMPRESA.....	38
3.9 SELECCIÓN DEL MODELO	39
CAPITULO 4 APLICACIÓN DEL MODELO	41
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED	42
4.1.1 Red Actual de Ecuafood.....	43
4.2 ANÁLISIS DE LA RUTA ACTUAL	44
4.2.1 Clientes	44
4.2.2 Ubicación de los clientes	44
4.2.3 Frecuencia de despacho	45

4.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CARGA.....	45
4.3.1 Descripción general.....	45
4.3.2 Elementos utilizados.....	46
4.3.3 Ubicación de la carga al interior del vehiculo	46
4.3.4 Tiempos de carga y descarga	47
4.3.5 Características del transporte utilizado	47
4.3.6 Tiempo por cada ruta	47
4.4 ANTECEDENTES	48
4.5 SITUACIÓN ACTUAL.....	49
4.5.1 Ruta realizada por Routeseq.....	51
4.5.2 Ruta realizada por Ecuafod S.A.....	53
4.6 ANÁLISIS DE ESCENARIOS	56
4.6.1 Alternativa de Cambio de tiempo por distancia Optimizada.....	56
4.6.2 Costos unitarios del vehiculo.....	57
4.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5. BIBLIOGRAFÍA.....	60
6. ANEXOS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Programa Logware	33
Figura 3.2 Idea del algoritmo Floyd.....	36
Figura 4.1 Ingreso de Datos.....	50
Figura 4.2 Resultados de las rutas señaladas por Routeseq.....	52
Figura 4.3 Ruta optimizada de la secuencia de las entregas.....	53
Figura 4.4 Resultados de las rutas señaladas según Empresa	54
Figura 4.5 Ruta actual de la secuencia de las entregas.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.1 Resumen aspectos teóricos	37
Cuadro 4.1 Clientes / Sector.....	45
Cuadro 4.2 Tiempo de cada uno de los recorridos	48
Cuadro 4.3 Cambio de tiempo por distancia Optimizada	56
Cuadro 4.4 Costos anuales y diarios vehículos por kilómetros.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 4.1 Furgoneta Hyundai	62
Anexo 4.2 Tiempos actuales de ruta en la situación actual	63
Anexo 4.3 Costo de Mantenimiento del vehículo	64
Anexo 4.4 Costo de Mantenimiento del vehículo en Porcentajes	65

CAPITULO 1

**INTRODUCCIÓN A LA ORGANIZACIÓN DEL
SISTEMA**

1.1 INTRODUCCIÓN

La competitividad es un concepto, si bien es cierto, relativamente nuevo, es necesario aplicarlo a todas las actividades de producción del Ecuador, a fin de estar en condiciones de ingresar a la globalización del mundo actual. En esta medida, dar un servicio con excelentes índices de calidad es una prioridad.

Actualmente una empresa de Catering brinda servicios en lo que se refiere a comida, como una forma de tercerizar da asistencia no solamente en los hoteles, en los restaurantes, en eventos sociales para diferentes personas jurídicas y personas naturales.

El Catering Empresarial es una ramificación del Catering Aéreo el cual tuvo sus inicios en el año 1925¹, siendo la fundadora la compañía United Airlines.

Sin lugar a duda con el pasar del tiempo los sistemas se han ido mejorando y tecnificando, logrando así que los métodos actuales de distribución que utilizan estas empresas, sean una herramienta indispensable a la hora de competir con los demás. Esto significa que la movilización, la comunicación y la calidad juegan un papel preponderante en la elaboración, distribución y entrega del producto.

¹ Cruz Roche, Ignacio. Fundamentos de marketing — Barcelona: Ariel, 1990. p.250

1.2 ANTECEDENTES

Este proyecto busca determinar la logística adecuada para mejorar el sistema de entrega de alimentos preparados que posee esta empresa, para que de esa manera minimice el tiempo y la distancia recorrida en la entrega del servicio a cada uno de sus puntos.

Teniendo en cuenta el aumento del precio de los combustibles y que el costo de transporte puede representar cerca del 50% del costo logístico total, se debe identificar los procesos logísticos relacionados con el transporte para poder optimizar los recursos.

Esta alternativa requiere, normalmente, herramientas especializadas tales como: tecnologías que permitan el seguimiento en tiempo real y software para el diseño de rutas de distribución entre otras.

1.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, el sistema de distribución de rutas se lo realiza enviando las unidades por medio de un solo vehículo acorde a las especificaciones que se mostraran en el desarrollo de este proyecto, lo que origina un retraso en las entregas, ya que tienen que llegar los alimentos a todos sus clientes.

Debido a este ineficiente sistema de transporte del servicio se genera una desorganización en cuanto a un adecuado modelo que derive en una eficaz optimización de la entrega del servicio generando de esta forma optimizar y minimizar las distancias recorridas por el vehículo y un mejor servicio en cada uno de los puntos de entrega, llegando de manera rápida y oportuna, mejorando el tiempo.

Los niveles de atrasos en la entrega de los alimentos preparados hacia las diferentes empresas, es uno de los problemas que existe actualmente en la empresa estudiada, esto se debe no solamente a la ineficiencia del recurso humano que maneja los vehículos sino a que no existen políticas ni procedimientos del mantenimiento, manejo y servicio del vehículo.

1.4 OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar el modelo más adecuado en lo referente a rutas de transporte del servicio en alimentos preparados, definiendo las operaciones logísticas apropiadas y analizando la minimización de tiempo con sus diferentes escenarios, mejorando el nivel de distribución.

1.4.1 Objetivos específicos

Los objetivos que nos planteamos son los siguientes:

- Estudiar el sistema de distribución de redes logísticas con sus diferentes componentes.
- Encontrar la metodología aplicable a la empresa.
- Identificar la distancia optima a través de un programa de logística llamado Routeseq, y aplicar este modelo a la empresa en estudio.
- Analizar los diferentes escenarios de distancia más corta que se presentan para la mejora del proyecto.

1.5 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Definir modelos adecuados de simple operación para empresas de pequeño tamaño dirigidas al servicio de catering.

Encontrar el modelo o metodología de transporte, aplicable a la empresa (de acuerdo a la información con que se cuenta), que entregue una ruta óptima según los requerimientos de los clientes y sus distintas ubicaciones.

1.5.1 Consecuencias que traería la falta de solución a la problemática:

- Retardaría la entrega de los alimentos en el tiempo establecido, la misma que va a incidir en forma negativa en el servicio que ofrece la empresa.
- Mayores costos, si no se utiliza el vehículo adecuado.
- Costos adicionales, si no se respetan algunas normativas o referentes a la calidad del servicio, si no se atiende a los clientes en forma oportuna.
- Pérdida de calidad del producto terminado, ya que estos productos son perecibles.

¿Qué área o unidad se ve beneficiada con la solución a esta problemática?

Todas las áreas de la empresa se ven beneficiadas, ya que esta empresa es distribuidora (su principal función es la distribución).

Estas áreas son:

- Área administrativa.
- Área operativa.
- Bodega.
- Área de embarque y desembarque.

CAPITULO 2
ESTRUCTURA TEÓRICA

2.1 DISTRIBUCIÓN

Para que las ventas de una empresa se produzcan, no basta con tener un buen producto, a un buen precio y que sea conocido por los consumidores, sino que además, es necesario que se encuentre en el lugar y momento adecuado para que ese producto sea accesible al consumidor.²

La distribución trata de cómo hacer llegar físicamente el producto (bien o servicio) al consumidor; la distribución comercial es responsable de que aumente el valor tiempo y el valor lugar a un bien.

La distribución comercial, al encontrarse entre la producción y el consumo, va a crear utilidades a los consumidores y servicios a los productores. La distribución crea al consumidor utilidad de lugar, de tiempo, de forma y de creación de surtidos y de posesión³.

1. Utilidad de lugar: Es creada por la distribución comercial mediante el transporte de los productos desde los lugares de producción hasta los de consumo.

2. Utilidad de tiempo: La distribución comercial pone el producto disponible en el momento en que el consumidor desea consumirlo. Para ello, el distribuidor comercial deberá almacenar el producto en los almacenes a la espera del momento en que el consumidor lo solicite.

² Cruz Roche, Ignacio. Fundamentos de marketing — Barcelona: Ariel, 1990. p.250

³ Vázquez y Trespalacios, Estrategias de crecimiento de las empresas de distribución comercial 1997, pp. 2829

3. Utilidad de forma y de creación de surtidos: La distribución comercial adapta el producto comercializado a las necesidades de los consumidores. Esta tiende hacia la especialización para ser más eficiente, mientras que el consumo tiende a la complejidad, de tal forma que la distribución comercial creará surtidos de productos ajustados a las necesidades del consumidor para que pueda adquirirlos conjuntamente.

4. Utilidad de posesión: Con la entrega de la cantidad de producto solicitada por el consumidor, la distribución comercial contribuye a crear utilidad de posesión, ya que para que el producto genere utilidad al cliente es necesario que adquiera la propiedad o la posesión del mismo y pueda consumirlo.

En definitiva, la distribución comercial es el puente que une la producción con el consumo debido a que ofrece al consumidor, el producto esperado, en el lugar adecuado y en el momento ideal para ser consumido. Las utilidades que son añadidas a los productos para los consumidores, así como los servicios ofrecidos a los productores suponen un coste que elevará el precio de venta de los productos. Este coste deberá ser razonable y acorde con las utilidades y servicios creados para que el consumidor esté dispuesto a pagarlo. ⁴

⁴Distribución Urbana, transporte, colocación, almacenamiento de mercadería que no son personas. Ogden, 2004

En el caso de una empresa de catering como, en la del estudio actual posee una distribución urbana, en la que interactúan nodos⁵ y rutas por las cuales circula el vehículo para realizar las entregas de los alimentos preparados.

2.2 REDES LOGÍSTICAS

Logística es aquella parte del proceso de cadena de suministros⁶ que planea, implementa y controla el flujo y almacenaje eficiente y efectivo de bienes, servicios y la información asociada desde el punto origen hasta el punto de consumo con el fin de cumplir los requerimientos del consumidor⁷.

Durante muchos años la entrega de mercancía o cualquier tipo de paquete se llevaba muchas semanas y en algunos casos la mercancía se perdía en camino a su destino. Hoy en día las cosas han cambiado favorablemente modernizando las redes logísticas en donde el receptor⁸ y los medios de transporte se benefician notablemente.

El sistema logístico puede ser visto como una red logística, integrada por nodos o puntos específicos interceptados entre sí, en donde estos nodos representan áreas físicas dentro de la empresa como almacenes, plantas, puntos de ventas a través de los cuales se genera el flujo de los materiales.

⁵Nodos, Son cualquier punto de conexión, estos pueden ser iglesias, tiendas, restaurantes, parques, etc.
– Teoría de la Red Urbana, Nikos A. Salingoros. 2005.

⁶Council of Logistics Management - 1996

⁷Toro Alejandro, Transporte – Marzo, 2004

⁸Receptor, pertenece a los elementos de un sistema de comunicación, acepta la señal emitida por el emisor.

Asociada a esta red interna podemos asociar los nodos externos correspondientes a los clientes como puntos de entrega, cerrando de esta forma un ciclo en la red logística.

En definitiva, una empresa de catering posee una red logística la cual abarca desde la adquisición de la materia prima, el abastecimiento de los suministros por medio de los proveedores, terminando en la entrega de los alimentos a los consumidores finales (clientes).

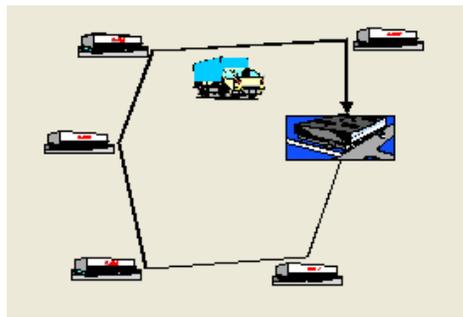
2.2.1 Modelos de redes

Definiciones básicas:

- **Red:** Una red consta de un conjunto de nodos unidos por arcos (o ramas).

La notación para describir una red es (N, A) , en donde N es el conjunto de nodos y A es el conjunto de arcos. Hay algún tipo de flujo asociado con cada red.

Figura 2.1 Red de una distribución de suministros



Fuente: Programa Routeseq

- **Ruta:** Secuencia de ramas distintas que unen a dos nodos, sin importar la dirección del flujo de cada rama. Una ruta forma un lazo o ciclo si conecta un nodo con sí mismo.

- **Red conectada:** Es una red en la cual cada dos nodos distintos están

unidos por lo menos por una ruta. Un árbol es una red conectada que puede incluir sólo un subconjunto de todos los nodos de la red, mientras que un árbol de expansión une todos los nodos de la red, sin permitir ningún lazo.

2.3 RUTEO

En la industria y en el sector de servicios, el costo del transporte representa una parte importante del valor final de la mercadería o del servicio brindado.⁹

Problemas de Ruteo de Vehículos: es el nombre genérico dado a una gran familia de problemas referentes a la distribución de mercadería o personal, búsqueda de información o prestación de servicios, a un conjunto de clientes mediante una flota de vehículos.

Los vehículos realizan sus movimientos a través de una red de rutas partiendo de puntos fijos, llamados puntos de entrega. Cada tramo de esta red, que puede ser de una sola mano o de ambas, tiene asociado un costo o tiempo de viaje que puede depender de muchos factores, como por ejemplo del tipo de vehículo o del periodo durante el cual el tramo es recorrido.

Ejemplos de estos problemas son la recolección y distribución de correspondencia, de alumnos por el micro escolar, el

⁹ ZAVALA, Paula. Problemas de Ruteo de Vehículos, Tesis Doctoral. Agosto 2006

recorrido de un médico que atiende enfermos a domicilio, recorrido de personal de mantenimiento, entrega de pedidos de comida, etc. El ejemplo mas famoso de esta familia es el conocido como *Problema del Viajante de Comercio (PVC)*. En este caso, se dispone de un vehiculo que debe visitar un conjunto de clientes, pasando por cada uno de ellos una única vez y retornar al origen. El objetivo es minimizar el tiempo total de viaje.

Las principales características de estos problemas están dadas por las restricciones de operación o reglas de factibilidad que deben cumplir las rutas de los vehículos, como por ejemplo la capacidad del vehiculo o la relación de precedencia entre las visitas a los clientes. Otra particularidad en la que pueden diferir los miembros de esta familia de problemas es el objetivo que debe ser optimizado. Algunas de las características más usuales son:

Cada cliente tiene asociada una demanda o cantidad de mercadería que debe recibir (o entregar). Puede además existir la restricción que dicha demanda deba ser satisfecha por un único vehiculo o que exista la posibilidad que mas de un vehiculo visite a los clientes.

Cada cliente dispone de un periodo del día en el cual puede ser visitado. Este caso se presenta frecuentemente en problemas de abastecimiento de mercadería en grandes ciudades. Las reglamentaciones de tránsito suelen prohibir tareas de carga y descarga en determinadas horas para evitar congestionamientos de tránsito. En otros casos, como por ejemplo la distribución de diarios, las entregas deben ser hechas antes de determinada hora.

Cantidad y capacidad de vehículos disponibles. La flota de vehículos puede ser homogénea (vehículos de igual capacidad) o heterogénea. En algunos casos, los clientes tienen restricciones respecto al tamaño del vehículo que los abastece. Por ejemplo, si las rutas de acceso para llegar al cliente no permiten superar cierto peso del vehículo o si no se dispone de un lugar de maniobras suficientemente grande.

Cantidad de depósitos. La empresa de distribución puede tener varios puntos de abastecimiento. Cada uno de ellos tiene asociado un posible subconjunto de clientes (o todos) a los cuales abastecer.

Punto de partida y finalización de las rutas. En general, los vehículos tienen que retornar al depósito del cual salieron. En algunas aplicaciones esta exigencia no existe, por ejemplo si el chofer del vehículo regresa a su casa después de finalizado el reparto sin la necesidad de pasar por el punto del cual partió. Tal es el caso a la salida del colegio, el chofer después de distribuir a los chicos en sus casas, no regresa al colegio.

Costo de traslado. Entre un par de clientes, el costo de traslado puede ser fijo, depender de la distancia, del tamaño del camión, etc.

Los objetivos típicos que pueden ser considerados en los problemas de ruteo de vehículos son:

- *Minimizar el tiempo total de transporte*
- *Minimizar la suma de los tiempos de espera de los clientes*
- *Minimizar el número de vehículos utilizados*

Cada combinación de estos factores da como resultado un problema de ruteo de vehículos particular. En este trabajo abordaremos uno de los problemas mas aplicados en situaciones de la vida diaria.

2.4 PROYECTOS RELACIONADOS

2.4.1. Optimización del proceso logístico en empresa Colombiana

Este proyecto muestra un modelo, el cual busca establecer las mejores políticas de empaque y envío de productos en una empresa colombiana de alimentos refrigerados y congelados, ésta es una de las empresas más grande del país, la cual abastece el territorio nacional.

La empresa actualmente esta en fase de investigación y análisis del modelo para optimizar sus procesos logísticos, mediante estudios realizados recientemente se puede afirmar que un 25% de los costos de un producto está representado por costos relacionados con transporte, empaque, almacenamiento y distribución.

Esta empresa fabrica aproximadamente doscientas referencias entre productos refrigerados y congelados. Los productos son enviados desde 1 planta hacia 11 centros de distribución, el medio de transporte que utilizan es un camión con refrigeración.

En la actualidad la empresa cuenta con un vehiculo propio pero se esta considerando obtener arriendo de otro vehiculo a terceros en momentos de mantenimiento.

Estos estudios tienen un impacto positivo en las empresas que los utilizan, no solo porque permite ahorros significativos en los procesos logísticos sino también porque permite estandarizar procesos y crear historia en las decisiones que en una gran mayoría de los casos son tomadas empíricamente.

Para la empresa en estudio, de esta misma manera, quiere implementar un modelo, el cual le permitiría establecer de una manera mas organizada las distribuciones de rutas, vehiculo y capacidad con la finalidad de tener una repercusión positiva en los ingresos de la empresa.

CAPITULO 3
METODOLOGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN DE UN MODELO

Para el desarrollo del proyecto, se implantará un modelo, en el cual se creará una matriz de coordenadas, las mismas que utilicen datos reales y actuales con respecto a factores que influyen de manera directa en la transportación del servicio y de un eficiente sistema de red de distribución. Estos factores incluirán: el kilometraje del vehículo traducido en coordenadas.

Por tanto, se ha establecido el programa de Logware para el análisis, ya que permite identificar las interacciones entre los factores antes mencionados.

Por medio de este modelo, se podrá analizar y establecer si el vehículo resultará más eficiente para las rutas asignadas en el recorrido del servicio de entrega.

Logware es un instrumento eficaz de planificación estratégica, lo cual unido a la gran difusión, ha hecho posible su aplicación a modelos de optimización. Aún así, están menos entendidas las aplicaciones realizadas con los modelos de red, tanto los de transporte como los de determinación de ruta de coste mínimo.

A la hora de organizar las distribuciones de productos, se debe considerar el cómo elegir la ruta óptima para que los costes de transporte involucrados sean mínimos.

3.2. MODELO

En el presente trabajo se expone un programa llamado Routeseq, cuya herramienta es desarrollada con la plantilla de Logware, que resuelve problemas de minimización de rutas.

Palabras clave: Vehículos, sectores, Routeseq, Logware.

3.3 OBJETIVO DEL MODELO

El Objetivo es determinar la optimización de los recorridos en kilometraje y la disminución del tiempo de cada uno de los nodos.

3.3.1 Objetivos específicos del Modelo

Existen dos objetivos específicos para emplear el modelo o el optimizador de recursos:

1. Cursos alternativos de acción (elección de nuevo vehículo), debe ser posible escoger una solución que satisfaga la función objetivo.
2. Establecer relaciones entre las variables a través de formulaciones matemáticas que puedan describir el problema y todas las relaciones de las variables.

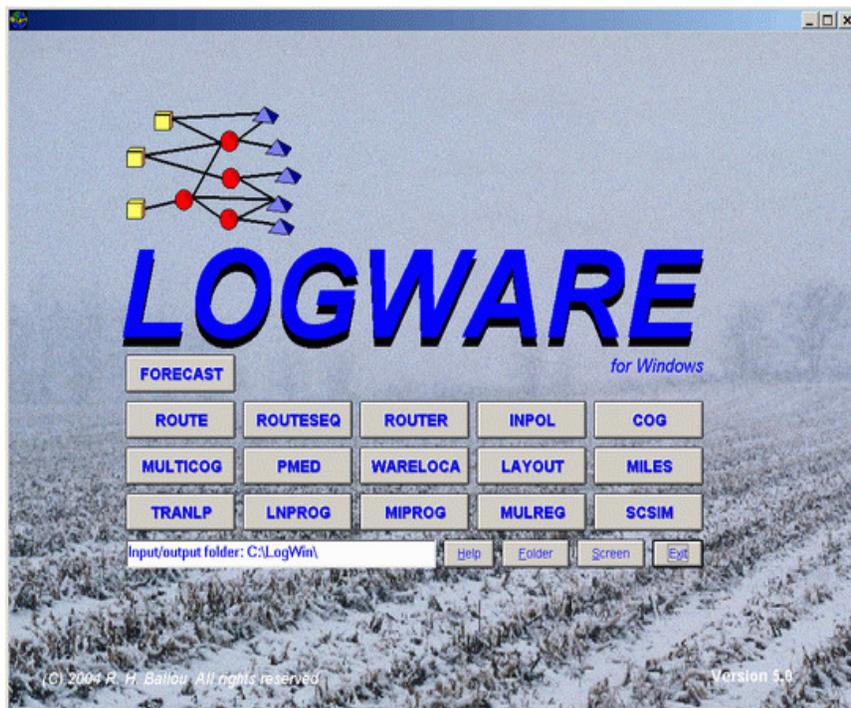
3.4 APLICACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN PARA CATERING

Para la creación de este modelo de simulación, se debe conocer el programa a utilizar, este es Logware, que es una colección de **programas** útiles para analizar una gran variedad de problemas asociados a la **gestión** de las cadenas logísticas de suministros.

Se Elige el icono de Logware para ejecutar el programa. Se hace clic en el módulo deseado. Para el caso de estudio se trabajara con Routeseq, el cual se encarga de medir una ruta optima, para los nodos existentes en el proyecto con el objetivo de minimizar distancia (coordenadas) entre un nodo y otro, dependiendo cual es el mas cercano al anterior.

Al ejecutar el programa se visualizará la pantalla principal del software tal y como se muestra a continuación:

Figura 3.1 Programa Logware



3.5 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL MODELO

Los elementos que intervienen en los datos colectados, son los siguientes:

- Mapa
- Nombre de la base
- Coordenadas de la base
- Ingreso de nombre de coordenadas y numero de coordenadas.

Nombre de la base (problem label): Se ingresa el nombre de la empresa en estudio, en este caso Catering Ecuafood

Mapa: La escala, se la obtuvo de un mapa plano demográfico del Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, el cual por el eje de las X, tiene un valor en números, y en la abcisa vertical Y, tiene letras, que se las enumera.

Coordenadas Base: las coordenadas de la base, se ingresa acorde a dos ejes, (x, y), donde al examinar el mapa, el valor en el eje de las X es 13 y el valor de las Y es igual a 6, que geográficamente se encuentra en la Alborada 6 etapa, en la avenida Benjamín Carrión y avenida Pezo Campuzano.

Ingreso de nombre de coordenadas y numero de coordenadas: se ingresa, los nombres de cada una de las paradas, para reconocer el sector específico y así poder establecer las rutas asignadas. Luego de haber ingresado las 11 coordenadas de los 11 nodos, se procede a ejecutar con el comando Solve, el cual demuestra dos escenarios.

El primer escenario ingresando la opción 1, permite que el programa, realice y construya la mejor ruta a seguir optimizando la ruta mas corta.

En cambio para el segundo escenario, se procede a ingresar la situación actual, que sigue el transporte a los diferentes puntos, mostrando así las rutas actuales.

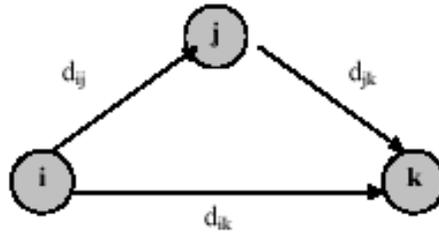
3.6 ALGORITMOS DE LA RUTA MÁS CORTA

A continuación se presentarán dos algoritmos de búsqueda de la ruta más corta, el algoritmo Dijkstra y el algoritmo Floyd.

1. El algoritmo de Dijkstra está diseñado para determinar la ruta más corta entre el nodo del punto de origen y cada uno de los otros nodos en la red.¹⁰
2. El algoritmo Floyd representa una red de n nodos como una matriz cuadrada con n renglones y n columnas.

¹⁰ Flores Rueda, Roberto. Algoritmo, estructuras de datos y programación orientados a objetivos. 2005, Pág. 286

Figura 3.2 Idea del algoritmo Floyd



En los algoritmos de la ruta más corta, se aprecia que la variable más importante, es la distancia existente entre los distintos puntos de origen y destino, por lo tanto, para la aplicación de esta metodología, se debe conocer los kilómetros existentes entre la empresa y cada punto de destino, así como entre cada uno de los clientes; además de debe utilizar el plano que indique la ubicación de cada uno de los clientes.¹¹

¹¹ Franch Gutierrez, Javier Estructuras de datos: Especificación, diseño e implementación, 1999. pag 389

3.7 TIPOS DE MODELOS

A continuación se presenta el cuadro resumen de los diferentes tipos de modelos de distribución de redes y rutas.

Cuadro 3.1 Resumen aspectos teóricos

Modelo/Metodología	Variables a considerar
Modelo clásico de transporte	Función objetivo: Restricciones: - Costos de envío. - Capacidad. - Cantidad de rutas. - Costos de Distancia. - Operación Demanda Oferta
Modelo de transbordo	Función objetivo: Restricciones: - Costos de envío. - Capacidad. - Cantidad de rutas. - Costos de operación - Distancia. Demanda oferta - Se considera la cantidad de bodegas que tiene la empresa.
Modelo de redes	
Algoritmos de la ruta más corta:	
Algoritmo de Dijkstra	Distancia de los clientes
Algoritmo de Floyd	Ubicación de los clientes
Algoritmos de flujo máximo:	
Algoritmo Busacker Gowen	Distancia de los clientes Ubicación de los clientes Costos de transporte

Modelo de planificación de Tour	
Proceso Savings	Distancia Tiempo de circulación Demanda Capacidad Máximo tiempo de circulación de una ruta
Algoritmo Sweep	Ubicación de los clientes. Depósito de origen. (base)

Fuente: Elaboración los autores

3.8 MODELACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE A LA EMPRESA

El proceso de modelación matemática consta de dos importantes actividades, las que se especifican a continuación:

- **Identificación de las variables de decisión**

Un paso crucial en la construcción de un modelo matemático es determinar aquellos factores sobre los que el jefe de logística tiene control, que normalmente se llaman variables de decisión del problema. Para identificar las variables de decisión, puede ser útil hacerse las siguientes preguntas:

¿Qué es lo que hay que decidir?

¿Sobre qué elementos se tiene control?

- **Identificación de la función objetivo**

El objetivo de la mayoría de los modelos de optimización, es encontrar el modo de optimizar alguna variable existente.

¿Qué es lo que se quiere conseguir?

3.9 SELECCIÓN DEL MODELO

Aceptado ya el modelo que mejor describe la situación en estudio, se selecciona el modelo de transporte con el algoritmo Dijkstra¹², ya estudiado con anterioridad y en el cual aplican el algoritmo y métodos matemáticos diseñados para su resolución y para los de la empresa. Las etapas en la resolución del modelo se presentan a continuación:

- **Elección de la técnica de resolución adecuada.**

Afortunadamente, muchos de los modelos de optimización pueden resolverse utilizando técnicas eficientes ya existentes, que proporcionan una solución óptima para el modelo. En este caso se escogió de manera manual, bajo un mapa las coordenadas específicas de cada uno de los puntos de entrega.

- **Generación de las soluciones del modelo.**

Una vez elegida la técnica de resolución, el siguiente paso es resolver el problema con la ayuda de ésta, considerando las condiciones actuales de la empresa. El objetivo de las soluciones no sólo se relaciona con la ruta óptima sino minimizar el tiempo.

- **Análisis de resultados.**

Una actividad muy importante de esta etapa es el análisis que se debe realizar a los resultados generados anteriormente, los cuales

¹²El **algoritmo de Dijkstra**, también llamado **algoritmo de caminos mínimos**, es un algoritmo para la determinación del camino más corto dado un vértice origen al resto de vértices en un grafo dirigido y con pesos en cada arista. Su nombre se refiere a Edsger Dijkstra, quien lo describió por primera vez en 1959.

conducirán a la actividad final. Para este caso en estudio se utilizara un software que se lo detallará en los siguientes capítulos.

- **Si los resultados son inaceptables, revisar el modelo matemático.**

Como ningún modelo es totalmente exacto ni ninguna técnica de validación está exenta de errores, si los resultados analizados son inaceptables puede ser necesario revisar el modelo.

CAPITULO 4
APLICACIÓN DEL MODELO

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED

El sistema urbano es un conjunto de elementos que se relacionan interactuando entre si. Este conjunto constituye un sistema espacial dinámico, es decir territorial. Cuando se habla de asentamientos urbanos, como de vías de comunicación, o de pueblos en forma aislada, estamos haciendo referencia a partes de un sistema urbano.

Por lo que una red urbana es el conjunto de elementos o lugares centrales con tipologías distintas, según su tamaño y funciones.

Este sistema constituye el continente de una sociedad urbanizada integrada en un sistema de ciudades independientes que actúan como centros de producción, distribución, consumo y de organización de territorio.

Un sistema urbano refiere también a un sistema que converge una red urbana vial que hace como referente para la buena utilización del territorio y que facilita la movilización efectiva de la población y además la distribución adecuada del transporte en cuanto a servicios.

Los objetos móviles entre los que están: la población, los bienes y servicios y los vehículos comprenden uno de los cinco grupos de variables de distintas características a saber en cuanto a un manejo de sistema y red vial urbana.

Para el caso del proyecto de distribución de suministros de debe de estudiar la situación geográfica. Guayaquil esta compuesta por 16 parroquias urbanas que forman su cabecera cantonal y tiene una población aproximadamente 3`000.000 de habitantes. Se divide en 7 sectores Norte, noreste, noroeste, centro, centro-sur, sur, y suroeste.

A todos estos sectores se les analiza una Red vial que contribuya a facilitar el adecuado, rápido y efectivo servicio de la empresa hacia sus clientes.

4.1.1 Red Actual de Ecuafood

ECUAFOOD S.A. fue constituida en la ciudad de Guayaquil en Noviembre del 2006, como una empresa de Catering. Su actividad principal es proveer alimentos preparados a las diferentes empresas de esta ciudad.

La empresa Ecuafood tiene como reto el poder abarcar un gran mercado que se encuentra situado en la ciudad de mayor crecimiento poblacional del Ecuador.

Identificar una red vial que facilite el debido proceso de distribución del servicio pone como consecuencia el analizar puntos importantes que caracterizan a la ciudad y su población a la cual se esta sirviendo, de manera de poder abarcar más, sin malgastar recursos y optimizando tiempo y rutas.

La red está compuesta por 11 nodos las cuales se dividirán de acuerdo a los sectores, características y recorridos desde la base operativa hasta los puntos de entrega del servicio.

Dentro del sector “norte”, comprenderá 4 nodos, sector “centro” 4 nodos y sector “sur” 3 nodos. A todos estos nodos se les analiza la distancia y tiempo de recorrido desde un punto a otro. De esta forma, la empresa obtendrá una mejor perspectiva de las condiciones actuales de la red y

además poder establecer un modelo que pueda optimizar recursos, tiempo y costo de transportación.

Se determinará así, la pre-factibilidad en la evaluación de la red, para de esta manera, tener una mejor cobertura de mercado y de servicio a los clientes, sirviendo a éstos de manera eficiente, generando una satisfacción a través de la oportuna transportación del servicio con una red optima que conlleve a que el producto llegue a todos los clientes con un menor tiempo de entrega.

Para iniciar el análisis del modelo, primeramente se evalúa el equipo en que compone la logística de la empresa, para luego con el proceso actual, observar las diferentes variables de estudio.

4.2 ANÁLISIS DE LA RUTA ACTUAL

4.2.1 Clientes:

La empresa Ecuafood, posee clientes considerados como nodos. Los *clientes* son aquellos que sólo mantienen una relación comercial con la empresa y en general son empresas que tienen empleados que se alimentan con los almuerzos de la empresa antes mencionada.

4.2.2 Ubicación de los clientes:

Los clientes se encuentran ubicados desde el norte de la ciudad hasta el sur ciudad de Guayaquil.

A continuación se presentan los clientes y el sector al que pertenecen clasificados según unidades repartidas y ruta:

Cuadro 4.1 Clientes / Sector

Sector	Nodos
Norte	1
	2
	3
	4
Centro	5
	6
	7
	8
Sur	9
	10
	11

Fuente: Proporcionado por la empresa.

4.2.3 Frecuencia de despacho

El despacho se realiza de Lunes a Sábado, todas las mañanas a las 11:00hrs. A 1:00hrs.

4.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CARGA

4.3.1 Descripción general

Se retira la alimentación preparada de la base en bandejas diseñadas para ser servidas en samovares. Las bandejas, las cuales son cargadas “a pulso”¹³ en el vehículo que sigue la ruta que comprende los tres sectores.

¹³ A pulso significa que las bandejas se encuentran bien herméticas y trasladadas manualmente al vehículo

Antes de cargar al vehículo, se revisan todos los productos clasificados y ordenados por clientes, y se registran las cantidades que salen de la base. Este registro se realiza por cliente de acuerdo a su ubicación.

4.3.2 Elementos utilizados

Los elementos que se utilizan en el proceso de carga y descarga son los siguientes:

- **Gavetas**

Las gavetas son utilizadas para almacenar algunos productos en bodega, los cuales son necesarios para la elaboración de los alimentos.

Estas son plásticas, de medidas 30cm x 50cm y peso 1,9kg, y son la principal unidad de carga considerada. Los productos se encuentran almacenados en la bodega de la cocina.

- **Bandejas**

Las bandejas metálicas sirven para poner transportar los productos que van a ser dirigidos a cada punto de entrega de servicio en los diferentes sectores de la ciudad de Guayaquil. Tienen la capacidad de almacenar diferentes tipos de platos a un volumen máximo de 40 almuerzos cada una.

4.3.3 Ubicación de la carga al interior del vehículo

El vehículo que se dirige a los distintos puntos de entrega, se carga con gavetas, en cuyo interior se encuentran las bandejas metálicas, las cuales son colocadas que transportan los alimentos.

4.3.4 Tiempos de carga y descarga

Los tiempos de carga del vehículo son de aproximadamente 30 minutos. El vehículo carga los productos a las 10:30 a.m. y comienza la repartición a las 11:00 a.m.

Los tiempos de descarga varían dependiendo de la cantidad de bandejas a descargar, y si el chofer cuenta con la ayuda de un ayudante.

4.3.5 Características del transporte utilizado

La empresa tiene una furgoneta Hyundai H100 con capacidad de 1.2 tonelada, con una potencia de 143HP, con 2800RPM, tipo turbo intercooler 4 cilindros en línea, cilindrada 3.9 litros, como se aprecia en el anexo 4.1

4.3.6 Tiempo por cada ruta

Los tiempos y las distancias son lo más importante a la hora de realizar un modelo, es por eso, que se tomo las medidas exactas en minutos y en kilómetros respectivamente. Esto permite esclarecer los tiempos que se tarda un vehiculo en toda la ruta actual.

Cuadro 4.2 Tiempo de cada uno de los recorridos

Sector	Nodos	Tiempo (Min.)
Norte	1	13
	2	8
	3	13
	4	15
Centro	5	18
	6	8
	7	6
	8	23
Sur	9	12
	10	9
	11	23
TOTAL		196

Fuente: Empresa Food

4.4 ANTECEDENTES

Existen diferentes métodos y modelos matemáticos, con el fin de respaldar la planificación de las redes de transporte. Una primera clasificación puede ser realizada sobre la base de los siguientes elementos:

1. Variables de **proyecto**, subdivididas en operativas (puntos, numero de personal, costos de combustibles y mantenimiento).
2. Restricciones de **proyecto** (distancia, tiempo, técnicos, costes).

Lo que se presenta a continuación además de ser un proyecto empresarial es una serie de actividades que persiguen un único objetivo con el fin de lograr un beneficio a la organización, por lo general, en este caso de modelo Routeseq es el de minimizar los tiempos de entrega.

Para evaluar un proyecto, o un modelo a seguir es necesario analizar su viabilidad desde varias perspectivas, de mercado, técnica, financiera y un análisis del entorno en donde se desarrolla el proyecto. Como herramienta de decisión, es posible utilizar el análisis de sensibilidad como herramienta de evaluación del proyecto. “Un análisis de sensibilidad intenta evaluar el impacto que los datos de entrada o de las restricciones especificadas a un modelo definido, en el resultado final o en las variables de salida del modelo”.

En este caso el modelo de transporte para cada ruta hacia los diferentes puntos, tiene diferentes combinaciones, que dará escenarios posibles, los cuales, se expondrá mas adelante, donde se parte desde un escenario actual (i) entre el cambio de ruta con el programa logístico Logware y la situación actual, (ii) adicionalmente se estudia el cambio de rutas, actual y optimizada en la minimización de tiempo, (iii) con el vehiculo anterior, pero cambiándolo con un modelo que tenga diferente caballos de fuerza y la capacidad de litros de combustible.

4.5 SITUACIÓN ACTUAL

Teniendo establecido el modelo, que se transforma en matriz, se analizara, el recorrido actual. Como se observa en la figura 4.1, se ingresa los nodos, estableciendo las coordenadas (x,y) donde se localiza cada uno de los puntos. Se observa, también que existen tres sectores, donde la base se encuentra en el sector norte, puesto que tiene un eje de (18,7) y uno de los primeros puntos que es visitado por el vehiculo esta presentado en el punto numero uno, con coordenadas

(14,7), esto significa que este mismo punto se encuentra en el sector norte.

Figura 4.1 Ingreso de Datos

The screenshot shows the ROUTESEQ software interface. At the top, the title bar reads "ROUTESEQ - C:\LogWare\RSEQ_Escenario 1.DAT". Below the title bar, there are several input fields: "Problem label: Ecuaflood S.A.", "Circuitry factor: 1.21", "Map scaling factor: 1", and "Depot coordinates: X = 18 Y = 7". Below these fields is a section labeled "STOP DATA" containing a table with 11 rows of data. To the right of the table is a menu with options: "Add row", "Delete row", "Column arithmetic", "Open file", "Save data", "Solve", "Print data", "Plot", "Excel edit", and "Exit". At the bottom right of the interface is a diagram showing a network of nodes (represented by truck icons) connected by lines, with a central node highlighted in blue.

Point no.	Point label	X coordinate	Y coordinate
1	Norte 1	14	7
2	Norte 2	18	6
3	Norte 3	18	4
4	Norte 4	15	9
5	Centro 1	12	4
6	Centro 2	13	5
7	Centro 3	12	5
8	Centro 4	11	4
9	Sur 1	10	4
10	Sur 2	8	4
11	Sur 3	10	5

Teniendo todo ingresado en la matriz, se procede a ejecutar el comando Solve, donde pide las dos opciones:

- 1.- Ruta realizada por RouteSEQ
- 2.- Ruta realizada actual por la empresa Ecuaflood.

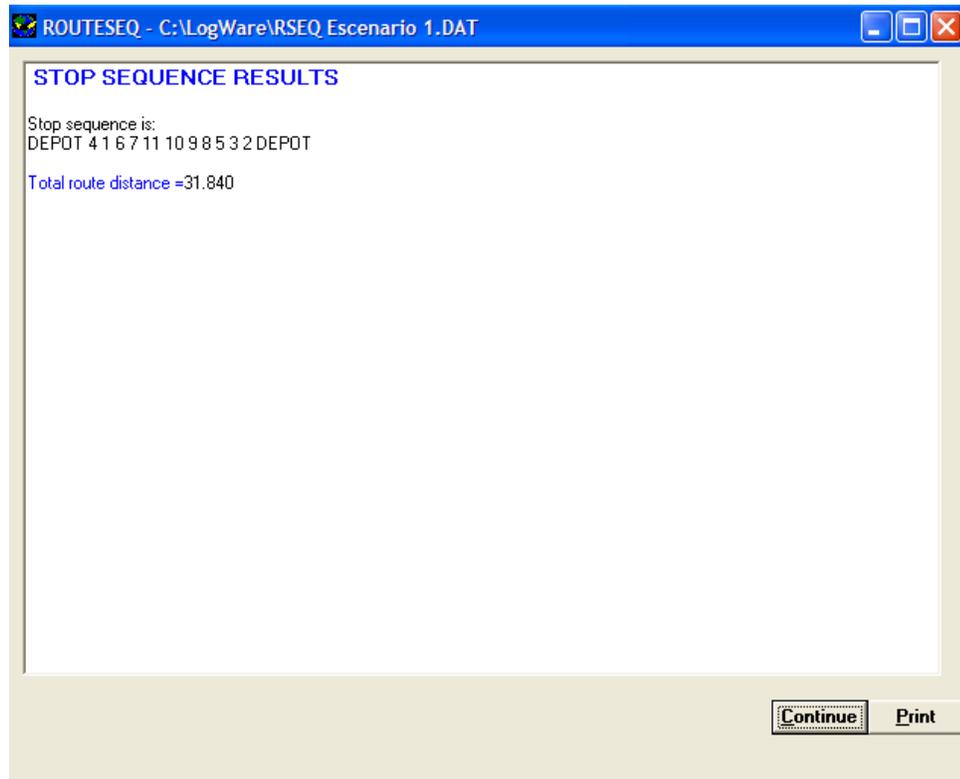
4.5.1 Ruta realizada por Routeseq

El presente modelo, dará diferentes escenarios entre las variables que se correlacionan, tanto las coordenadas de cada uno de los puntos, con el recorrido de los mismos.

Por lo tanto para comenzar a utilizar el modelo, se presentara un análisis previo de la situación actual, que ayudara a observar el comportamiento de las variables con respecto a la distribución de las rutas en cada uno de los sectores, con el único transporte que posee la empresa.

Al presionar la opción 1, Routeseq optimiza los recursos dependiendo de cual es la ruta más cercana y la más mínima hacia la base, dando así un camino optimizado. Teniendo el resultado, que el camino a seguir por Routeseq sea:

Figura 4.2 Resultados de las rutas señaladas por Routeseq

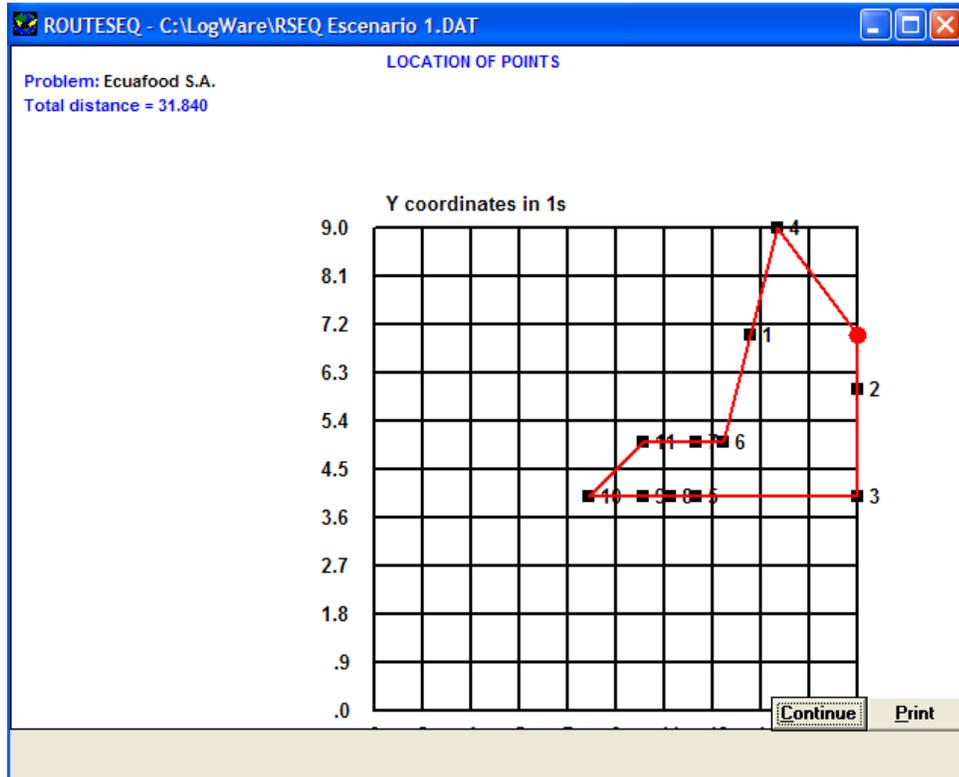


Depot (base) 4 1 6 7 11 10 9 8 5 3 2 depot (base)

Esto significa, que el vehiculo inicia desde la base, luego avanza hasta el nodo 4, prosigue al nodo 1 y así sucesivamente hasta el nodo 2 que es el ultimo nodo antes de terminar a la base.

Al presentarlo gráficamente en escala, los nodos dan como resultado que existe una optimización de rutas, sin que estos se crucen poniendo así, el mejor camino dinámico, disminuyendo a una distancia total de 31.84 kilómetros.

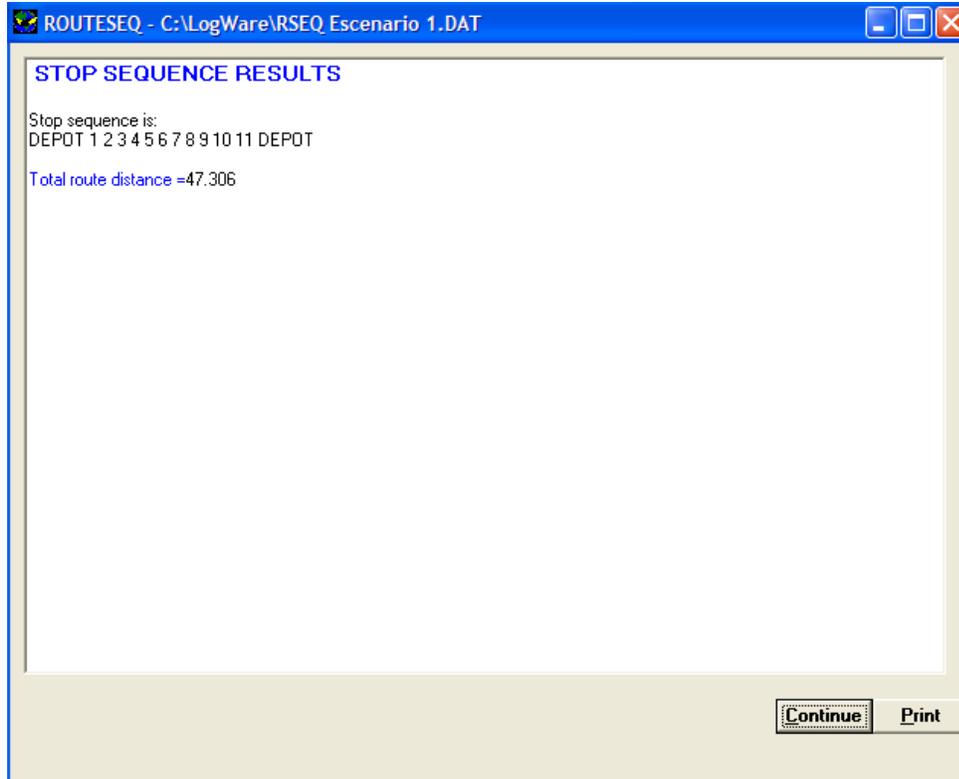
Figura 4.3 Ruta optimizada de la secuencia de las entregas



4.5.2 Ruta realizada por Ecuaflood S.A.

La opción 2, especifica la secuencia de paradas (rutas), que realiza actualmente la empresa, donde se inicia ingresando las rutas en orden por sector

Figura 4.4 Resultados de las rutas señaladas según Empresa

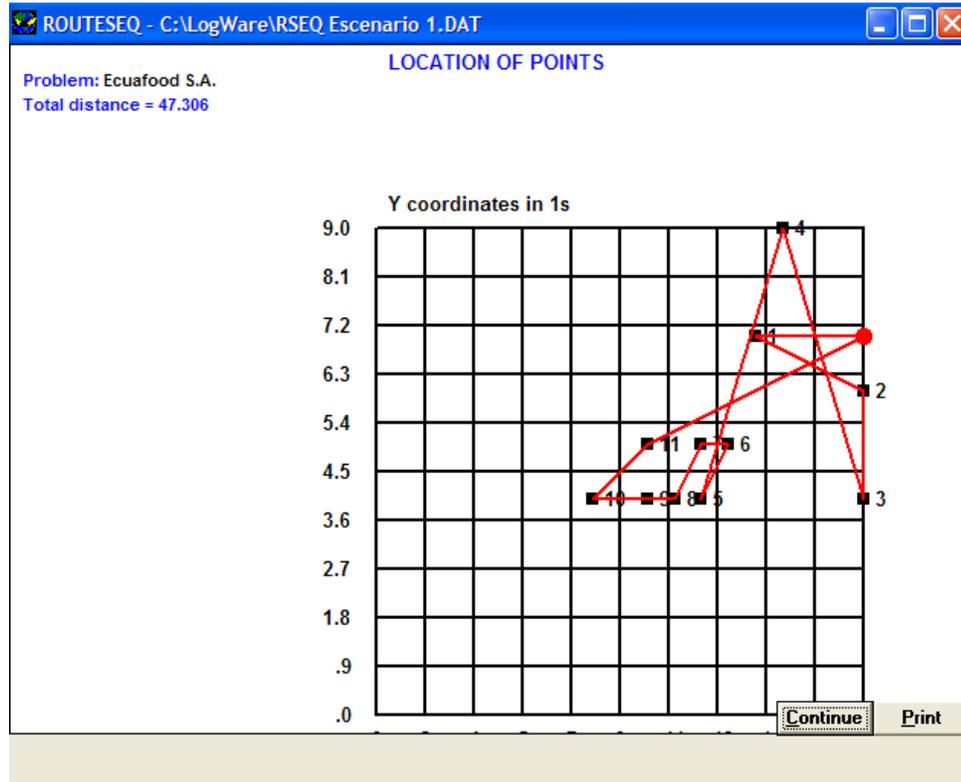


Stop sequence results (resultados de las secuencias de paradas)

Depot 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 depot

Ingresando las paradas en este orden, donde se inicia desde la base, para luego comenzar en el nodo 1, posteriormente al nodo 2, y así sucesivamente hasta el nodo 11 para luego finalizar en la base, llegando a presentar en el grafico, el siguiente camino de paradas.

Figura 4.5 Ruta actual de la secuencia de las entregas



Esto permite clarificar que la ruta de un nodo a otro nodo anterior o posterior no esta siendo productivo, puesto que existe intersección entre las rutas, causando así, un mayor crecimiento en la distancia por un valor total de 47.306 kilómetros.

Esto permite observar que en el primer escenario comparado al segundo escenario existe un ahorro de 15,47 kilómetros aproximadamente.

4.6 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

En el inciso anterior, se observaron dos escenarios, que se debe considerar los costos de transporte que implican, este cambio de minimización de tiempos. Se analizará 2 alternativas, las cuales son: alternativas cambio de tiempo por distancia optimizada y cambio de escenarios de ruta.

4.6.1 Alternativa de Cambio de tiempo por distancia Optimizada

Cuadro 4.3 Cambio de tiempo por distancia Optimizada

DESCRIPCIÓN	Tiempo Diario Ruta Mejorada (31.84 Km.)	Tiempo Diario Con ruta actual (47.31 Km.)
TIEMPO EN MINUTOS	128 MINUTOS	191 MINUTOS

Lo que significa que existe una minimización en tiempo, reduciendo así una hora diaria en ahorro en tiempo de ruta. Esto se puede apreciar en el anexo 4.2 en el cual se presenta el total de minutos por cada punto de entrega en situación actual. El tiempo de la ruta optimizada (31.84km) se lo obtuvo de manera práctica, tomando en cuenta la ruta que aconsejó Routeseq.

Para eso, la relación de kilómetros sobre litros de gasolina, es de 4.2 Km./l, esto significa, que actualmente el valor de la gasolina es de \$1,96 lo que al llevarlo a litro, el valor de este sería 0.51 centavos de dólar ¹⁴. Esto da una relación a que si en el escenario sin el programa

¹⁴ 1 galón equivale a 3.7854 litros

Logware, comparado al escenario de optimización de rutas, la diferencia consistía exactamente en un ahorro de 15.47 kilómetros, que significaría, 3.72 litros diarios de no utilizarlo, esto equivale a decir \$1.90 sin incluir los otros costos que presenta un transporte.

4.6.2 Costos unitarios del vehiculo

Cuadro 4.4 Costos anuales y diarios vehículos por kilómetros

1	CCV	Costo de capital del vehículo	0.0925767	0.193826
2	CP	Costo del personal	0.1764480	0.369426
3	COM	Consumo combustible o energía	0.0520000	0.108871
4	CLUB	Consumo lubricantes	0.0210000	0.043967
5	CPN	Consumo llantas	0.0127500	0.026694
6	MV	Mantenimiento Vehículo	0.0180000	0.037686
7	GG	Gastos Generales	0.0003527	0.000738
8	CCIF	Costo capital instalaciones fijas	0.0028561	0.005980
9	MIF	Costo mantenimiento instalaciones fijas	0.0300000	0.062810
10		Costo total por Veh-Km	0.48	1.000

Fuente: Empresa Ecuaflood S.A.

Los datos los costos de mantenimiento del vehiculo se lo demuestran en el anexo 4.3. Lo que significa, que da un costo total del vehiculo por kilómetro de \$ 1.00 diarios. En el anexo 4.4 demuestra los costos de manera porcentual.

4.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Logware permite modelar fácilmente este tipo de problema presentando algunas limitaciones y dificultades para buscar la solución, como el caso de estar agregando variables (costo de combustible, costo de mantenimiento, etc.)

La herramienta es una alternativa para dar solución a un grupo de empresas que tienen problemas relativamente pequeños y así evitar hacer grandes inversiones en software.

Por lo que se llega a las siguientes conclusiones:

En la actualidad el proyecto de investigación en logística y redes de transporte sigue en desarrollo. Se está abriendo el proceso de validación y financiación a esta empresa en estudio. Además se están programando nuevos modelos, para otros problemas y algunas heurísticas para casos concretos.

❖ Este modelo fue creado en base a las condiciones que presenta la empresa actualmente, para así poder ser implementado su resultado a la brevedad.

❖ Como herramienta computacional para resolver este modelo, se escogió el programa Logware posee una capacidad limitada a la hora de resolver problemas de tal magnitud, a diferencia de otros software como WinQsb o Ipob, o Solver, también se consideró, en primera instancia, utilizar otra herramienta computacional como lo constituye el programa Ilog Cplex, pero debido a la complejidad de su utilización, para modelos de programación cuadrática, y a la poca información existente

acerca del programa, no fue utilizado para la resolución del modelo.

- ❖ El ahorro en tiempo para una ruta diaria, desde el programa Logware es de 63 minutos. Este ahorro se debe principalmente a que la ruta reconoce los nodos más cercanos con el programa.
- ❖ El modelo planteado permite a la empresa tener una debida organización en cuanto a un adecuado manejo de rutas que permitirán entregar su servicio de manera eficaz.
- ❖ No necesariamente, a corto plazo la ruta optimizada se cumplirá acorde al tiempo, debido a variables exógenas o externalidades (trafico, adaptación del chofer hacia la nueva ruta, vías de reparación, desastres naturales

5. BIBLIOGRAFÍA

- BALLOU, R., Business Logistics Management. Prentice Hall, New Jersey, 1999
- SIMCHI-LEVI, David. Designing and managing the supply chain : concepts, strategies, and case studies. 2nd ed. 2003.
- KONZ, S., Diseño de instalaciones industriales, Limusa, México, 2000
- TOMPINKS, J., Facilities Planning. John Wiley and sons, New Jersey, 1996.
- RUSSELL, Roberta. Operations Management, Prentice Hall, New Jersey, 2000.
- Artículos científicos sobre SCM, tecnologías VMI, VRP, TSP, BULLWHIP.
- OPTIMIZACIÓN CON MODELOS DE RED EN HOJA DE CÁLCULO. Bernal García, Juan Jesús juanjesus.bernal@upct.es, Martínez María-Dolores, Soledad María soledad.martinez@upct.es, Sánchez García, Juan Francisco jf.sanchez@upct.es, Dpto. de Métodos Cuantitativos e Informáticos., Universidad Politécnica de Cartagena.
- Métodos cuantitativos para los negocios Escrito por David Ray Anderson, Dennis J.

- Logística comercial y empresarial. Escrito por Ignacio Soret los Santos, Ignacio Soret.

- Frederick S. Hiller y Gerald J. Liberman. Investigación De Operaciones. McGraw-Hill. Séptima Edición. 2002.

- Hamdy A. Taha. Investigación De Operaciones. Ediciones Alfaomega. Cuarta Edición. 1991.

6. ANEXOS

Anexo 4.1 Furgoneta Hyundai H100



Anexo 4.2 Tiempos actuales de ruta en la situación actual

Sector	Nodos	Tiempo (Min.)
Sur	1	22
	2	38
	3	30
Norte	4	13
	5	8
	6	13
	7	15
Centro	8	18
	9	8
	10	6
	11	23
TOTAL		191

Anexo 4.3 Costo de Mantenimiento del vehículo

Sigla	Descripción	Unidades de Medidas	Furgoneta H100
PMV	Precio de mercado del vehículo	US\$	18000
VEV	Vida económica del vehículo	km	300000
PVC	Personal viajante calificado por vehículo por día	# de personas	1
PVNQ	Personal viajante no calificado por vehículo por día	# de personas	2
PNVQ	Personal no viajante calificado por vehículo por día	# de personas	0.005
PNVNQ	Personal no viajante no calificado por vehículo por día	# de personas	0.001
CUAPQ	Costo unitario anual de personal calificado	Miles de US\$	4
CUAPNQ	Costo unitario anual de personal no calificado	Miles de US\$	2.4
CC	Consumo de combustible	Galón/vehículo - km	0.05
PMC	Precio de mercado del combustible	US\$ /galón	1.04
CLU	Consumo de lubricante	Litro/vehículo - km	0.005
PML	Precio de mercado de lubricante	US\$/Litro	4.2
NPV	Número de llantas por vehículo	Unidades	6
PUMP	Precio unitario de mercado de llantas	US\$/llantas	170
RMP	Recorrido máximo de cada llanta	km	80000
RAV	Recorrido anual de vehículo	km	50000
GG	Gastos generales	% de gastos totales	8
CAMV	Costo anual de mantenimiento del vehículo	% Precio de vehículo	5
CAMIF	Costo anual de mantenimiento de instalaciones fijas	% Precio de instalaciones	1.5
HTDV	Horas de trabajo por vehículo por día	# de horas	8
HTDP	Horas de trabajo por empleado por día	# de horas	8
NDTA	Número de días de trabajo por año	# de días	250
VCM	Velocidad comercial promedio de vehículo	km/hora	35
CV	Capacidad de vehículo	# puestos(TEUs)	1
COV	Coficiente de ocupación de vehículo	%	85
COC	Costo de oportunidad de vehículo	%	14
PUMIF	Precio unitario de mercado de instalaciones fijas	US\$/m ²	50
VEIF	Vida económica de instalaciones fijas	Años	30
ATIF	Área requerida de terreno para instalaciones fijas	m ²	20
NVF	Número de vehículos por flota	Número	1

Anexo 4.4 Costo de Mantenimiento del vehículo en Porcentajes

