

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
Facultad de Ciencias Empresariales.**



TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL.

**Determinación de Rutas de Distribución en
la Sucursal Villa Clara de Almacenes
Universales, utilizando Optimización por
Colonia de Hormigas.**

Autor: Alién Fernández Saúco.

Tutor: Ing. Michael Feitó Cespón.

Cotutor: Ing. Igr Alexánder Fernández Saúco.

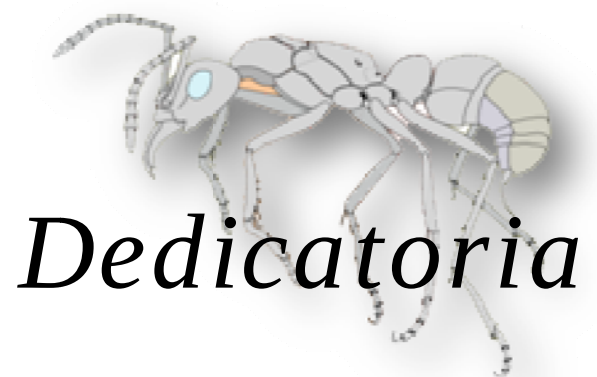
Consultante: Ing. Inés Saavedra Silva.

Santa Clara, Junio del 2007. “Año 49 de la Revolución”.



*"... por dos caminos no se puede
ir si se quiere triunfar".*

José Martí



Dedicatoria

*A mi hermano, por no permitir que pase un solo día
sin que me sienta orgulloso de él: como profesional,
como amigo y como hombre.*



Agradecimientos

A mi papá por el ejemplo, por el cariño en la palabra fuerte. A mi mamá por la comprensión, por la franqueza y por el amor.

A abuela Aida por la palabra de afecto y por la caricia. A abuelo Manolo por el sentido del humor y el modelo de rectitud. A abuela Irma por la dedicación, por hacer suyos todos y cada uno de mis problemas, y por la sabiduría. A abuela Niña por la preocupación (excesiva la inmensa mayoría de las veces) y por el apego. A Madrina por la nobleza desmesurada, por ser tía, abuela y madre.

A Denysse por la sonrisa, a Nilo Adrián por el abrazo y a Elizabeth por la ternura.

A Tío Nilo y al Guaya por, por..., por ser Tío Nilo y “el Guaya”. A Tati y Tía Carmita por ser como padres conmigo. A Tío Ariel por la inyección de lo curioso y lo bien hecho. A mis tíos y primos todos, juntos pese a las distancias, por el apoyo.

A Suso por hacer que me enamore de ella todos los días.

A “Los Caballeros”: Eddy, Eduar, Abelito y Yendry, por las pipas, el estudio, los campismos, “El Bosque”, los juegos de billar, los “Somos Jóvenes”, por todo: por el privilegio de su amistad. A Yoanna, Yureidy, Kemla, Isledy, Yoanka, Yadira, Mabel, Maidel, Kirenia y Aylín por hacer más hermosa mi vida con su sola presencia. Al Treto, Alexey, “el Fiti”, Jeanne, y Randol por permitirme gozar de amigos como ellos.

A los profesores que a lo largo de mi vida de estudiante han hecho un mejor “yo”, Olga Lidia, Consuelo, Rosa Cher, Blasa, Persy, Dunia, Viamonte, Ayán, Cespón y Michael.

A Michael, Inés y Cespón por hacer posible este trabajo.



Resumen

Resumen

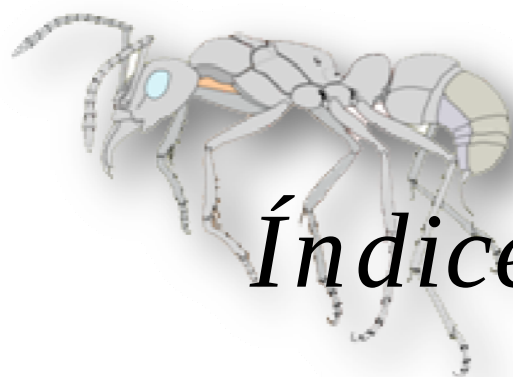
El presente trabajo estudia la factibilidad de aplicación del algoritmo “Optimización mediante Colonia de Hormigas” (OCH) para determinar las mejores rutas de distribución de mercancías en la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A. Este algoritmo heurístico fue probado en condiciones reales de distribución en Santa Clara de los productos de “Los Portales S.A.” en la red de tiendas, puntos de venta y servicentros de CIMEX y CUBALSE, el almacén de TRD y una de sus tiendas. Con el propósito de probar el método OCH se hizo uso del software *Anthill* v0.1. que da respuesta a dos problemas de optimización de distribución: la determinación del camino mínimo (la ruta mínima desde un punto de partida hasta cualquier destino), así como para el problema del vendedor viajante (mejor ruta pasando por todos los puntos de distribución y regresando al punto de partida). Este trabajo tiene novedad científica en el país al no encontrarse antecedentes de aplicación de la OCH en la práctica de las empresas cubanas. La implementación de esta investigación representa para la Sucursal un efecto económico estimado en 10 mil CUC anuales. La aplicación de este procedimiento es generalizable a otros productos y clientes de la propia empresa, así como a cualquier empresa que enfrente problemas de este tipo.



Abstract

Abstract

The present work studies the feasibility of application of "Ant Colony Optimization" (ACO) algorithm in order to determinate the best distribution routes of assets in Almacenes Universales S.A. Villa Clara branch office. This heuristic algorithm was tested under real distribution conditions in Santa Clara for Los Portales S.A.'s goods on CIMEX-CUBALSE's net of shops, gas stations and sales points, and TRD's store and a single shop. With the purpose of test the ACO method, it was used the *Anthill* v0.1 software, which brings answers for two optimization problems: The Minimal Path (the minimal path between a starting and end distribution points) and good approximations for Travel Salesman Problem (the path through all distribution points and returning back to the starting point). There are no precedents of the application of ACO in logistics management into Cuban's enterprises therefore this work represents a scientific novelty. The implementation this investigation's results represents for the branch office an economic effect estimated in 10 thousand annually. The application of this procedure could be generalized to other suppliers and clients of this office, as well as to any company with distribution problems.

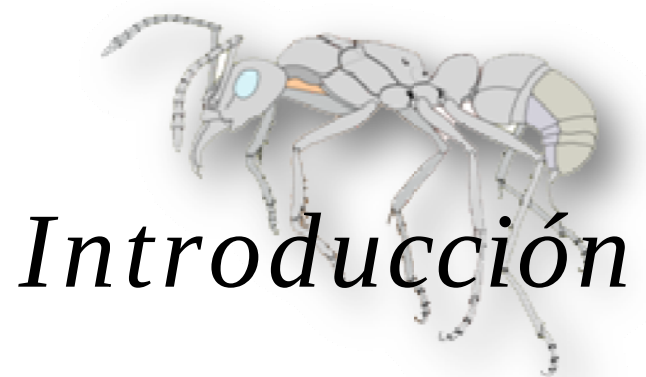


Índice

Índice

Introducción.....	1
1 Marco teórico referencial de la investigación.	4
1.1 Introducción del marco teórico referencial.....	4
1.2 Conceptos generales sobre la logística.	5
1.2.1 Actividades claves de la logística.	8
1.3 Generalidades sobre la heurística.....	13
1.3.1 Heurística. Concepto.	13
1.3.2 Metaheurística. Concepto.....	14
1.3.3 La Optimización por Colonia de Hormigas.	17
1.3.4 Las colonias de hormigas naturales.	18
1.3.5 Hormigas artificiales.	20
1.4 OCH. Evolución.....	21
1.5 Procedimiento de Optimización mediante Colonia de Hormigas en la solución de problemas de distribución.....	23
1.6 Conclusiones parciales del Marco Teórico.....	25
2 Diseño del procedimiento basado en Optimización por Colonia de Hormigas para la selección de rutas de distribución.	26
2.1 Pasos del procedimiento basado en la OCH.....	26
2.2 Caracterización del sistema de distribución de la entidad donde se aplicará el algoritmo.....	26
2.2.1 Caracterización de la Empresa Almacenes Universales Sucursal Villa Clara.....	27
2.2.2 Método para la definición del campo donde se aplicará el algoritmo.	31

2.3	Ubicación geográfica, caracterización vial del territorio y medición de las distancias entre los nodos.	31
2.4	Algoritmo que presenta el software empleado en el trabajo.	32
2.5	Interpretación de los resultados.	35
2.6	Conclusiones.....	35
3	Aplicación de la Optimización por Colonia de Hormigas.....	36
3.1	Determinación del Objeto de Estudio.....	36
3.1.1	Breve caracterización de “Los Portales S.A.”	38
3.1.2	Caracterización de la ciudad de Santa Clara.....	40
3.2	Ubicación en el mapa y determinación de las distancias entre los nodos.....	41
3.3	Introducción de los datos y definición de los parámetros del algoritmo.	42
3.3.1	Introducción de los datos en la matriz (Ni).....	42
3.3.2	Definición de los parámetros del algoritmo.....	45
3.4	Interpretación de los resultados.	47
3.5	Determinación del impacto de la investigación.	52
3.6	Conclusiones parciales del capítulo.	52
	Conclusiones.....	53
	Recomendaciones.....	54
	Referencias Bibliográficas.....	55



Introducción

Introducción

Con el avance tecnológico alcanzado en los últimos años, la cantidad de mercancías a transportar, el almacenamiento, la manipulación y el manejo de información en el camino entre el fabricante y el consumidor se han incrementado considerablemente.

Para aquellas compañías que transportan mercancías el movimiento de productos del almacén al cliente involucra nuevos desafíos cada día. La respuesta a las demandas del cliente y al mismo tiempo la necesidad de aumentar la utilidad, presenta un difícil conjunto de compromisos para los profesionales del transporte. La presión de reducción de costos de distribución y la necesidad de minimizar los tiempos de entrega aumenta significativamente, por lo que resulta vital para las empresas la utilización de métodos que permitan la realización de una correcta selección de las rutas de distribución. De esta situación no se encuentra ajena la empresa Almacenes Universales S.A., donde los recorridos o rutas de distribución se establecen de manera empírica, por la experiencia de los choferes, no estando reglamentados los mismos por estudios logísticos.

En ese sentido este trabajo centra su atención en la realización de un estudio para resolver el siguiente problema científico: la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A actualmente no determina las rutas óptimas de distribución por lo que puede existir una oportunidad de reducir los costos por este concepto. Es este el motivo por el cual se define la siguiente hipótesis de esta investigación:

Ho: Si se implementa un procedimiento basado en la “Optimización mediante Colonia de Hormigas”, entonces podrán establecerse rutas óptimas lo que permitirá hacer un uso más racional y eficiente de los medios de transporte con la consecuente disminución de los costos de transportación y los tiempos de entrega de las mercancías.

Para validar la hipótesis se trazó como objetivo general de la investigación:

Diseñar e implementar un procedimiento que permita la selección de las rutas de distribución óptimas utilizando un algoritmo de OCH en la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales.

Como objetivos específicos se proyectan:

1. Construir el marco teórico-referencial derivado de la literatura internacional y nacional que sirva como base teórica para la realización de esta investigación.
2. Diseñar un procedimiento para la determinación de rutas óptimas de distribución basado en la “Optimización mediante Colonia de Hormigas”.
3. Aplicar el procedimiento en la Sucursal Villa Clara de “Almacenes Universales S.A.” y evaluar el impacto económico del mismo.

La estructura del este trabajo presenta la siguiente forma:

Se sistematiza en el Capítulo 1 el marco teórico referencial de la investigación, donde se recogen conceptos generales de la logística, sus actividades claves, centrando la atención en el transporte, específicamente en lo concerniente a las rutas de distribución; además se recogen algunos métodos metaheurísticos de selección de rutas, profundizando en la “Optimización mediante Colonia de Hormigas”.

En el Capítulo 2 se hace una caracterización de la Sucursal Villa Clara de “Almacenes Universales S.A.”, se diseña el procedimiento general basado en la “Optimización mediante Colonia de Hormigas” para la selección de rutas de distribución óptimas y se describen los métodos utilizados en la investigación.

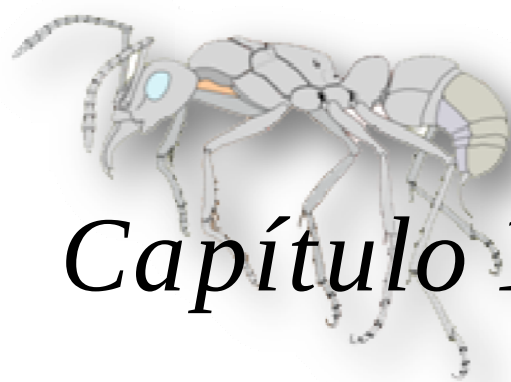
En el Capítulo 3 se selecciona dentro de la cantera de clientes de “Almacenes Universales S.A.” el objeto específico de la investigación, caracterizándose el mismo y el territorio que se abarca; se ubican en mapa los puntos de distribución de las mercancías y se miden las distancias entre estos, construyéndose las matrices a

introducir como base de datos en el software que se aporta y se analizan los resultados. También en este capítulo se calcula la efectividad o impacto de la intervención.

El informe incluye las conclusiones en correspondencia con cada objetivo específico, recomendaciones y anexos.

Se utiliza en la investigación una metodología cuantitativa debido a que su estudio se basa en aspectos medibles de cómo se manifiestan los hechos.

Este trabajo tiene novedad científica debido a que en el país no se encontraron antecedentes de aplicación de la “Optimización mediante Colonia de Hormigas” en empresas cubanas y posee gran importancia práctica al brindar un método que define con exactitud matemática y rapidez las rutas óptimas para la distribución de las mercancías de uno de los clientes de la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales, generalizable a otros productos y clientes de la propia empresa, así como a cualquier empresa que enfrente problemas de este tipo.



Capítulo 1

1 Marco teórico referencial de la investigación.

1.1 Introducción del marco teórico referencial.

Con el objetivo de sentar las bases teóricas para desarrollar la investigación se elaboró este marco teórico, donde se hace referencia a los principales conceptos sobre la metaheurística, en específico en la Optimización por Colonias de Hormigas, así como su uso para la solución de problemas de rutas de distribución. Para esto se diseñó el hilo conductor del marco teórico (Figura 1.1.) que se muestra a continuación.

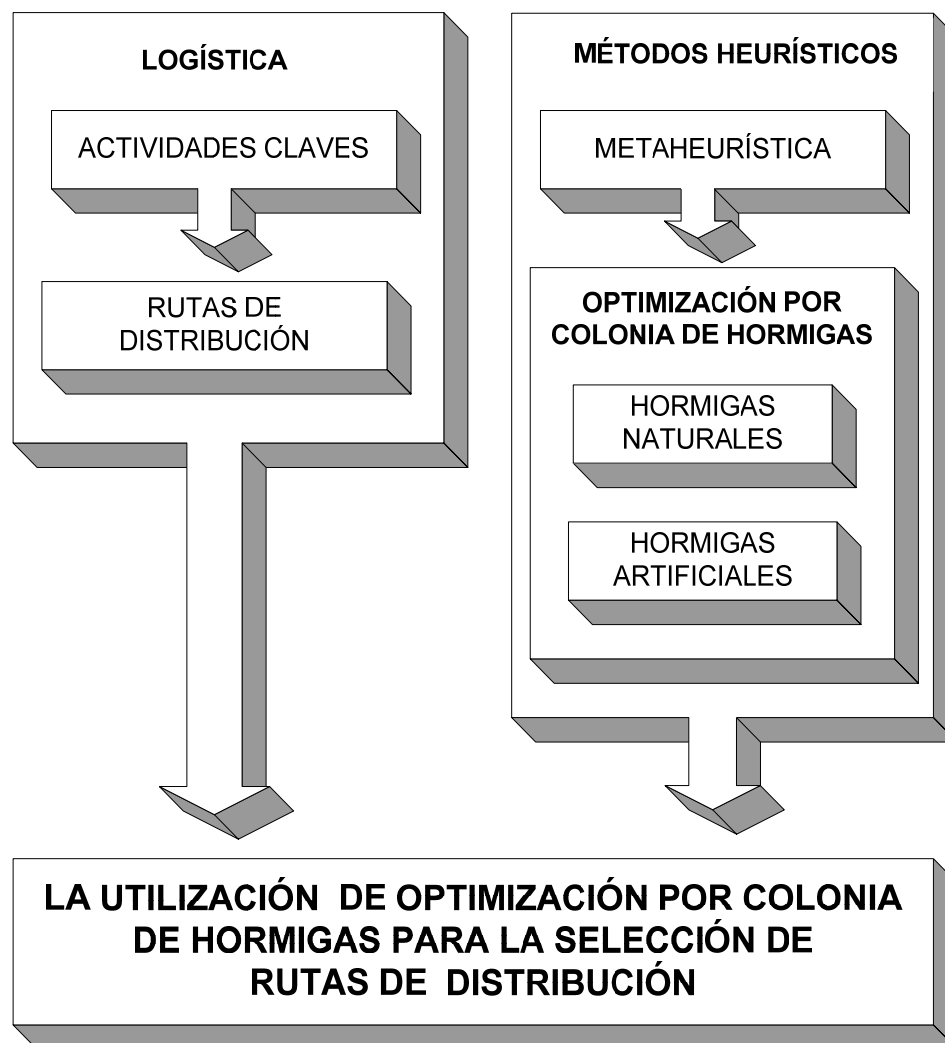


Figura 1.1. Hilo conductor del marco teórico y referencial de la investigación.

1.2 Conceptos generales sobre la logística.

La primera referencia escrita sobre un problema logístico aparece en Génesis del Antiguo Testamento y está relacionada con la famosa leyenda de los sueños de un faraón. En esta referencia bíblica se plantea la necesidad de almacenar alimentos durante los años fructíferos para ser consumidos en los períodos de escasez.

En Grecia en el año 489 a.n.e se utilizó por primera vez el término “logística” con el significado de hacer lo lógico. La esencia de esta palabra ha evolucionado en la medida que se ha enriquecido también su propia concepción a partir de la práctica humana y el conocimiento.

En la literatura existen más de treinta definiciones sobre el término logística desde algunas muy simples hasta otras mucho más abarcadoras apuntando a un concepto integrador, sistémico y racionalizador, fundamentalmente orientado a la satisfacción del cliente con los costos mínimos, con la calidad requerida, en el tiempo requerido, y en la cantidad y lugar especificadas por los clientes.

A continuación se relacionan las definiciones más reconocidas de logística a partir de la segunda mitad del siglo pasado:

En 1968 J. F. Magee en su libro “Industrial Logistics” definió la logística como “el movimiento de los materiales desde una fuente u origen hasta un destino o usuario”.

Bernald Lalonde, profesor de la Universidad Estatal de Ohio y Martin Christopher, profesor de la Cronfield School of Management en sendos artículos publicados en 1971 y en 1972 respectivamente, definen la logística como “la unión de la Gestión de los Materiales con la Distribución Física”. Para esos tiempos se desarrolla el término “Business Logistics” o sea Logística de Negocios con el fin de diferenciarla de la logística militar (Lalonde, 1971; Christopher, 1972).

Bowersox en un artículo publicado en 1979 asocia el concepto de logística a la aplicación del enfoque en sistema en la solución de los problemas de suministro y distribución de las empresas.

Las actividades logísticas como distribución, transporte y almacenaje han existido siempre y la novedad en este campo se centra en el tratamiento coordinado de estas actividades, ya que en la práctica están estrechamente relacionadas (Ballou, 1991).

Posteriormente, se definió esta actividad compuesta por dos funciones básicas: la gestión de distribución y la gestión de materiales (Centro Español de Logística [CEL], 1993).

El Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP) hasta el año 1999, definía la logística como: “el proceso de planificación, implementación y almacenaje eficiente y efectivo de materias primas, inventarios en proceso, productos acabados, servicios e información relacionados con ello, desde el punto de origen al punto de consumo (incluyendo los movimientos de entrada, internos y externos) con el propósito de conformar los requerimientos del cliente”. Esta definición fue cambiada a partir del año 2000, por el auge alcanzado por la Administración de la Cadena de Suministros.

Logística (CSCMP, 2000) “es la parte de la administración de la cadena de suministro que planea, implementa y controla, efectiva y eficientemente, el flujo directo e inverso, el almacenamiento de bienes y la información relacionada entre el punto de origen y el punto de consumo, para conocer los requerimientos del consumidor”.

La logística centra su atención en la gestión de flujos físicos y de información que comienza en la fuente de aprovisionamiento y acaba en el punto de consumo (Barcos, Rodríguez, Álvarez, Robusté, 2002).

En Cuba, varios profesionales relacionados con la logística han escrito diversas definiciones; por ejemplo, el Ing. Héctor Conejero González con un colectivo de autores

definen en 1998 la logística como el sistema que garantiza el movimiento óptimo de las cargas y la información desde la fuente hasta un cliente.

El Dr. Roberto Cespón Castro y la MSc. María Auxiliadora Amador en el libro "Administración de la Cadena de Suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial", definen la logística como el proceso de gestionar los flujos material e informativo de materias primas, inventario en proceso, productos acabados, servicios y residuales desde el suministrador hasta el cliente, transitando por las etapas de gestión de los aprovisionamientos, producción, distribución física y de los residuales (Cespón, Auxiliadora, 2002).

La logística es un conjunto de técnicas que de por sí tienen cuerpo propio, no formando parte de ninguna en específico y sirviéndose de elementos de diferentes áreas como: la matemática, la informática económica, la administración de empresas y otras (Torres, 2003).

Según el Ing. Michael Feito Cespón, existen dos corrientes: autores que utilizan los términos de logística y administración de la cadena de suministros indistintamente como un mismo concepto y, los que lo diferencian que definen la gestión de la cadena de suministros como la integración estratégica y sistémica de las funciones comerciales tradicionales y las tácticas de los proveedores originales hasta los usuarios finales que proporcionan los productos, servicios, e información que agregan valor para el cliente (Feito, 2005), es decir que conciben la Administración de la Cadena de Suministros como una filosofía de gestión, no como una función empresarial con objetivos concretos (Cespón, Auxiliadora, 2002).

"La Gestión de la Cadena de Suministros, es la planificación, organización y control de las actividades de la cadena de suministros. En estas actividades está implicada la gestión de flujos monetarios, de productos o servicios de información, a través de toda la cadena de suministros, con el fin de maximizar, el valor del producto/servicio entregado al consumidor final a la vez que disminuimos los costes de la organización" (PILOT, 2004).

La representación gráfica de esta definición se ilustra en la Figura 2.2. que se muestra a continuación.

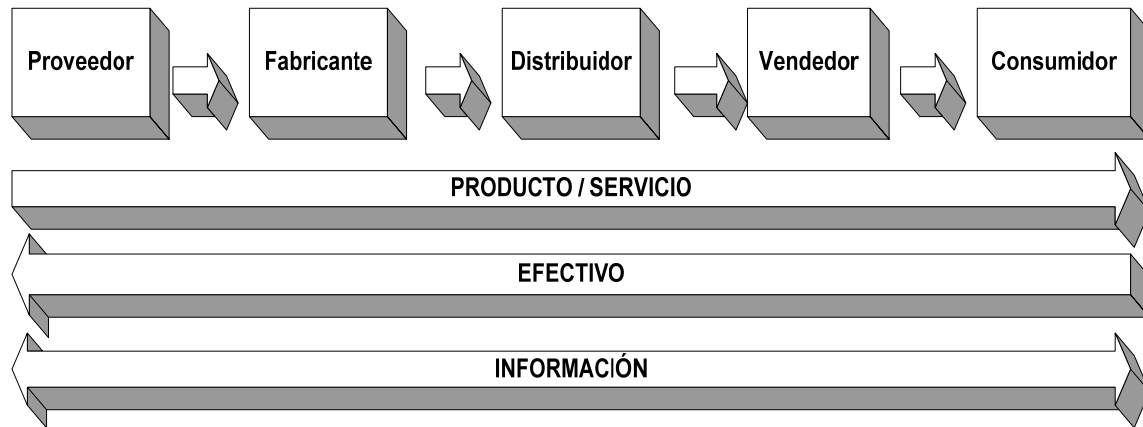


Figura 2.2. Gestión de la Cadena de Suministros.

1.2.1 Actividades claves de la logística.

Según Ballou H. R. en su libro “La logística empresarial” publicado en 1991, las actividades empresariales que forman parte de la logística, varían de empresa a empresa, dependiendo de características como: la estructura organizativa, las diferentes opiniones de los directivos acerca del alcance de la logística o la importancia de cada actividad dentro del ámbito de las operaciones de la firma. No obstante existen un grupo de actividades que tienen como característica el hecho de estar presentes en todo sistema logístico, dichas actividades son conocidas con el nombre de actividades claves.

Una panorámica de las actividades claves de la logística se muestra a continuación y se completa con algunas de las decisiones asociadas a cada actividad.

1. Servicio al cliente.

El servicio al cliente tiene gran importancia por ser la actividad clave que regula a las restantes, y que por lo general, se encuentra relacionada con los objetivos empresariales., al definir el nivel y el grado de respuesta que debe tener el sistema

logístico. Por ello, el establecimiento de estos niveles va a afectar al costo de la logística (a mejor y mayor servicio, mayor costo), pudiéndose llegar a la situación de que si el nivel exigido es muy alto o los servicios son muy particulares, las alternativas para proporcionar dichos servicios sean tan restringidas que los costos lleguen a ser excesivamente altos. (Ballou, 1991).

Para la realización del servicio al cliente la cooperación con el departamento de ventas se realiza mediante (Cespón, Auxiliadora, 2002):

- La determinación de las necesidades y deseos del usuario en relación con el servicio logístico.
- La determinación de la respuesta del cliente al servicio que se le ha brindado.
- El establecimiento de los niveles de servicio al cliente.

2. Gestión de inventarios:

La gestión de inventario es el proceso de administración del inventario de manera que se logre reducir al máximo su cuantía, sin afectar el servicio al cliente, mediante una adecuada planeación y control del mismo. El enfoque tradicional, en lo que respecta a la gestión de inventarios, se basa en los conceptos de punto de pedido y cantidad a pedir, como base para tomar las decisiones de: ¿qué pedir?, ¿cuánto pedir?, ¿cuándo pedir? y ¿cómo pedir? Dentro de la gestión de inventario se encuentran:

- Política de inventarios tanto a nivel de materias primas como de producción final.
- Proyección de las ventas a corto plazo.
- Relación de productos en los almacenes.
- Número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento.
- Estrategias de “entrada - salida” de productos del almacén.

3. Procesamiento de pedidos.

El procesamiento de pedidos está asociado a:

- El procedimiento de interacción entre la gestión de pedidos y la de inventarios.
- Los métodos de transmisión de información sobre los pedidos.
- Las reglas para la confección de los pedidos.

4. Transporte.

El transporte como actividad clave de la logística influye sobre dos aspectos esenciales: la utilidad de lugar y de tiempo, lo cual significa tener la mercancía en el lugar y el momento que se necesita. Atendiendo a estos criterios, existe una gran variedad de conceptos alrededor de esta importante actividad, siendo algunos de los más utilizados tanto en la práctica como en el mundo académico, los siguientes:

- Transporte: Actividad clave de la logística, cuya función es el traslado de materiales y mercancías hasta los puntos de consumo.
- Transporte: Actividad clave de la logística, cuya función es añadir valor de tiempo y lugar.

El proceso de transporte abarca las siguientes actividades:

- Selección del modo y medio de transporte.
- Consolidación de envíos.
- Establecimiento de rutas de transporte.
- Distribución y planificación de los vehículos de transporte.

1.2.1.1 Rutas de distribución.

Independientemente de que se han abordado cuatro actividades indispensables en todo sistema logístico, la presente investigación centra su atención en la actividad de transporte, específicamente en el establecimiento de rutas de distribución.

La distribución física no es más que el conjunto de acciones que realizan los suministradores o comerciantes para colocar los productos en manos del cliente, en el momento y lugar oportuno, con los requerimientos y especificaciones de calidad establecidos y con el mínimo costo posible (Ballou, 1991).

La distribución surge debido al desequilibrio entre la oferta del fabricante y la demanda del consumidor, por lo que su tarea consiste en reducir las diferencias generadas entre los lugares, los momentos y modos de fabricación y consumo, creándose de esta forma el valor añadido de la distribución, el cual posibilita el traslado de los bienes y/o servicios al lugar de adquisición y/o consumo (Carrazana, 2003).

El problema de la distribución de productos a varios puntos a través de múltiples rutas posibles, en dependencia de las distancias constituye un problema usualmente encontrado en el campo de la logística. No obstante, teniendo en cuenta la gran cantidad de alternativas a seleccionar, su solución en general, resulta compleja y costosa en tiempo.

Las soluciones encontradas en la literatura, están orientadas hacia tres grupos de métodos fundamentales (Cespón, Auxiliadora, 2002): los de prueba y error, métodos heurísticos y métodos de optimización. De ellos, los que mayor aplicación han encontrado en la práctica son los dos primeros, dado que permiten llegar a soluciones adecuadas de una manera relativamente rápida como lo exige la mayoría de los Sistemas Logísticos, a lo que cabe añadir que su carácter práctico y de fácil análisis los hacen apetecidos por la mayoría de los profesionales que se desempeñan en el campo de la Administración de Cadenas de Suministros.

En el propio manual el Dr. Roberto Cespón Castro y la MSc. María Auxiliadora Amado exponen dos de los métodos más divulgados y de mayor aplicación práctica: el del Barrido, que se incluye dentro del grupo de prueba y error, y el método del Agente Viajero, considerado dentro de los denominados métodos heurísticos.

La naturaleza del procedimiento del “Método del Barrido” resulta muy práctica, dado que obedece al sentido lógico que requiere un análisis de rutas. Constituye quizás la herramienta que mayor empleo posee en la práctica, dado que el propio sentido común lleva a su concepción. Se recomienda en situaciones relativamente sencillas para el profesional encargado de trazar las rutas y en aquellos casos en que las distancias entre los puntos a recorrer son similares, tanto a la ida como al regreso, por lo que la mayor atención se dirige hacia la cantidad de materiales o productos que deben ser distribuidos y la capacidad estática de los medios de transporte seleccionados.

Por otra parte el “Método del agente viajero” a diferencia del “Método del Barrido” considera las distancias entre los diferentes puntos a distribuir, estableciendo secuencias de recorrido. Existe una gran cantidad de variantes de este procedimiento, muchas de las cuales pueden considerarse como métodos de optimización, aplicables fundamentalmente cuando no son muchos los puntos a distribuir. Sin embargo, la complejidad de las mismas y la limitación en cuanto al número de puntos, hizo que se desarrollaran toda una gama de procedimientos basados en reglas heurísticas, que si bien no siempre ofrecen un resultado óptimo, si permiten lograr buenos resultados de una manera mucho más rápida.

En este sentido, la presente investigación, basándose en estos métodos, centra su atención en la utilización de un procedimiento heurístico que, de igual forma, pretende encontrar las mejores vías de distribución posibles de una forma más ágil.

1.3 Generalidades sobre la heurística.

1.3.1 Heurística. Concepto.

Se denomina heurística a la capacidad de un sistema para realizar de forma inmediata innovaciones positivas para sus fines. La capacidad heurística es un rasgo característico de los humanos, desde cuyo punto de vista puede describirse como el arte y la ciencia del descubrimiento y de la invención o de resolver problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral o pensamiento divergente.

En la enciclopedia libre la etimología de heurística es la misma que la de la palabra eureka, cuya exclamación se atribuye a Arquímedes en un episodio tan famoso como fabuloso.

La palabra heurística aparece en más de una categoría gramatical. Cuando se usa como sustantivo, identifica el arte o la ciencia del descubrimiento, una disciplina susceptible de ser investigada formalmente. Cuando aparece como adjetivo, se refiere a cosas más concretas, como estrategias heurísticas, reglas heurísticas o silogismos y conclusiones heurísticas. Claro está que estos dos usos están íntimamente relacionados ya que la heurística usualmente propone estrategias heurísticas que guían el descubrimiento.

La popularización del concepto según la enciclopedia libre se debe al matemático George Pólya, con su libro “Cómo resolverlo” (*How to solve it*). Habiendo estudiado tantas pruebas matemáticas desde su juventud, quería saber cómo los matemáticos llegan a ellas. El libro contiene la clase de recetas heurísticas que trataba de enseñar a sus alumnos de matemáticas. Cuatro ejemplos extraídos de él ilustran el concepto mejor que ninguna definición:

- Si no consigues entender un problema, dibuja un esquema.
- Si no encuentras la solución, haz como si ya la tuvieras y mira a ver qué puedes deducir de ella (razonando hacia atrás).

- Si el problema es abstracto, prueba a examinar un ejemplo concreto.
- Intenta abordar primero un problema más general (en la “paradoja del inventor”: el propósito más ambicioso es el que tiene más posibilidades de éxito).

En computación, dos objetivos fundamentales para la mayoría de los casos son encontrar algoritmos con buenos tiempos de ejecución y buenas soluciones, preferiblemente las óptimas. Una heurística es un algoritmo que ofrece uno o ambos objetivos. El caso más simple son los algoritmos de mejora iterativos: si en el vecindario de la solución actual s se encuentra una solución mejor s' , ésta reemplaza la solución actual y se continúa la búsqueda a partir de s' ; si no se encuentra una solución mejor en el vecindario, el algoritmo termina en un óptimo local (Alonso, Cordón, Fernández de Viana, Herrera, 2004).

Desafortunadamente, los algoritmos de mejora iterativos pueden estancarse en soluciones de baja calidad (óptimos locales muy lejanos al óptimo global). Para permitir una mejora adicional en la calidad de las soluciones, la investigación en este campo en las últimas dos décadas ha centrado su atención en el diseño de técnicas de propósito general para guiar la construcción de soluciones o la búsqueda local en las distintas heurísticas. Estas técnicas se llaman comúnmente metaheurísticas (Osman, Kelly, 1996; Glover, Kochenberger, Handbook, 2003; Voss, Martello, Osman, 1999).

1.3.2 Metaheurística. Concepto.

Las metaheurísticas consisten en conceptos generales empleados para definir métodos heurísticos” (Alonso et al., 2004). Dicho de otra manera, una metaheurística puede verse como un marco de trabajo general referido a algoritmos que puede aplicarse a diversos problemas de optimización (combinatoria) con pocos cambios significativos si ya existe previamente algún método heurístico específico para el problema. De hecho, las metaheurísticas son ampliamente reconocidas como una de las mejores aproximaciones para atacar los problemas de optimización combinatoria (Aarts, Lenstra, 1997; Michalewicz, Fogel, 2000; Reeves, 1995).

Una metaheurística es un método heurístico para resolver un tipo de problema computacional general, usando los parámetros dados por el usuario sobre unos procedimientos genéricos y abstractos de una manera que se espera sea eficiente. Normalmente, estos procedimientos son heurísticos. El nombre combina el prefijo griego "meta" ("más allá", aquí con el sentido de "nivel superior") y "heurístico" (de εὑρίσκειν, heuriskein, "encontrar").

Las metaheurísticas generalmente se aplican a problemas que no tienen un algoritmo o heurística específica que dé una solución satisfactoria; o bien cuando no es posible implementar ese método óptimo. La mayoría de las metaheurísticas tienen como objetivo los problemas de optimización combinatoria, pero por supuesto, se pueden aplicar a cualquier problema que se pueda reformular en términos heurísticos.

Las metaheurísticas incorporan conceptos de muchos y diversos campos como la genética, la biología, la inteligencia artificial, las matemáticas, la física y la neurología, entre otras.

Algunas de las metaheurísticas más conocidas son:

- Búsqueda primero el mejor (Best-first search): es un algoritmo de búsqueda el cual optimiza primero la más amplia búsqueda expandiendo el nodo más prometedor seleccionado en correspondencia con alguna regla.
- Optimización aleatoria (Random optimization): es el nombre aplicado a una clase de algoritmo que puede ser usado para solucionar problemas de optimización. La optimización aleatoria es relativamente poco conocida, pero puede ser comparada con algoritmos genéticos, y además esta sobrepasa en funcionamiento otros métodos con una convergencia significativa más rápida.
- Búsqueda Tabú (Tabu search): es un método de optimización matemática perteneciente a la clase de técnicas de búsqueda local. La Búsqueda Tabú

enfatisa el valor de la ejecución de un método de búsqueda local usando estructuras de memoria; es generalmente atribuida a Fred Glover.

- Enfriamiento simulado (Simulated annealing): es un meta-algoritmo probabilístico genético para problemas de optimización global, localizando una buena aproximación al óptimo global de una función dada en un gran espacio de búsqueda. Fue independientemente inventado por S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt and M. P. Vecchi en 1983 y por V. Černý en 1985.
- El Procedimiento de búsqueda adaptativa aleatoria amplia (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure), más conocido por GRASP, es un algoritmo metaheurístico comúnmente aplicado a problemas de optimización combinatoria. GRASP típicamente consiste en iteraciones hechas desde sucesivas construcciones de una solución amplia y la mejora iterativa subsecuente de la misma a través de una búsqueda local. Las soluciones amplias son generadas por la adicción de elementos al juego de solución de problemas, desde una lista de elementos asignados por rangos por una función amplia en correspondencia de la calidad de la solución esperada. Para obtener variabilidad en el juego candidato de soluciones, los elementos candidatos bien asignados por rangos son puestos en una lista restringida de candidatos y se cambian aleatoriamente cuando se va construyendo la solución amplia.
- Búsqueda por difusión estocástica (Stochastic Diffusion Search), descrita por primera vez por Bishop en 1989 como un algoritmo de base poblacional y corrida de patrones. Pertenece a la familia de Inteligencia de Enjambre, inspirado en búsquedas naturales y algoritmos de optimización entre los cuales se incluyen la Optimización por Colonia de Hormigas, la Optimización por Enjambre de Partículas y Algoritmos Genéticos.
- Inteligencia de enjambre (Swarm intelligence): es una técnica de inteligencia artificial basada en el estudio del comportamiento colectivo en sistemas descentralizados, autoorganizados. La expresión “inteligencia de enjambre” fue

introducida por Beni y Wang en 1989, en el contexto de sistemas robótico-celulares.

- Algoritmo Genético (Genetic Algorithm): es una búsqueda técnica usada en la computación para encontrar soluciones reales o aproximadas para la optimización y solución de problemas de búsqueda. Los algoritmos genéticos son categorizados como heurísticas de búsqueda global. Los algoritmos genéticos son una clase particular de los algoritmos de evolución que usan técnicas inspiradas en la biológica evolutiva, tales como herencia, mutación, selección y cruzamiento (también llamado recombinación).
- El algoritmo de Optimización por Colonia de Hormigas es una técnica probabilística para solucionar problemas computacionales que pueden reducirse a encontrar buenos caminos mediante gráficos, inspirado en el comportamiento de las hormigas en la búsqueda de alimentos; este algoritmo aplica integradamente conocimientos de la biología, las matemáticas y la inteligencia artificial.

Hay un número enorme de variables e híbridos propuestos, y se han probado muchas más aplicaciones de las metaheurísticas a problemas específicos.

1.3.3 La Optimización por Colonia de Hormigas.

En diversos campos como la economía, el comercio, la ingeniería, la industria o la medicina han existido siempre problemas de optimización. Sin embargo, a menudo estos problemas son muy difíciles de resolver en la práctica ya que muchos de ellos pertenecen a la clase de problemas NP-duros, lo que significa que no existe un algoritmo conocido que los resuelva en un tiempo polinomial y esto implica que para instancias suficientemente grandes no hay mucha esperanza de resolverlos rápidamente (Garey, Jonson, 1979). Dichos problemas solo tienen solución en el campo de las ciencias de la computación.

Día tras día, siguen apareciendo nuevos problemas de este tipo, lo que ha dado lugar a que se hayan realizado muchas propuestas de algoritmos para tratar de solucionarlos. Uno de los más utilizado en los últimos tiempos es el algoritmo basado en Optimización mediante Colonia de Hormigas.

La Optimización por Colonia de Hormigas (OCH) o Ant Colony Optimization (ACO) es una metaheurística que se inspira en el comportamiento que rige a las hormigas de diversas especies para encontrar los caminos más cortos entre las fuentes de comida y el hormiguero (Alonso et al., 2004). Esta metaheurística ha sido exitosamente empleada en la solución de difíciles problemas de optimización como la distribución de mercancías.

1.3.4 Las colonias de hormigas naturales.

Las hormigas son insectos sociales que viven en colonias y debido a su colaboración mutua, son capaces de realizar tareas que serían imposibles de ejecutar para una hormiga por sí sola. Tal es el caso de la habilidad que poseen muchas especies de hormigas para encontrar los caminos más cortos entre su hormiguero y las fuentes de alimento. La ruta seguida por los insectos es más o menos una línea directa (si acaso bordeando obstáculos mayores) entre la colonia y la fuente de alimentos.

Cuando las hormigas se mueven entre el hormiguero y la fuente de alimento, van depositando a su paso una sustancia química denominada feromona (Alonso et al., 2004; Barcos et al., 2002; Barán, Almirón, 2002). Si no se encuentra ningún rastro de feromona, las hormigas se mueven de manera básicamente aleatoria, pero cuando existe feromona depositada, tienen mayor tendencia a seguir el rastro. Por este motivo al no existir ningún rastro de feromona en el medio inicialmente, cuando una hormiga llega a una bifurcación, elige al azar una de las vías posibles.

Las feromonas son un sistema indirecto de comunicación química entre animales de una misma especie, que transmiten información acerca del estado fisiológico, reproductivo y social, así como la edad, el sexo y el parentesco del animal emisor, las

cuales son recibidas en el sistema olfativo del animal receptor, quien interpreta esas señales, jugando un papel importante en la organización y la supervivencia de muchas especies (Barán, Almirón, 2000).

Según transcurre el tiempo y mientras que las hormigas están recorriendo los caminos, estos van recibiendo feromona. En la medida en que una hormiga llegue primero que otra a la fuente de alimento (encuentre un camino más corto) regresará antes al hormiguero, por lo que será más elevada la concentración de feromona en su camino y mayor la probabilidad de que tanto ella como la otras hormigas sigan dicha ruta. Como al principio el rastro de feromona no es muy fuerte, las primeras hormigas que siguen el camino hacia la comida pueden desviarse y encontrar atajos dentro del mismo, con lo que se perfecciona la solución propuesta.

De esta manera la probabilidad de que una hormiga escoja el camino más corto aumenta progresivamente y al final, el recorrido de la colonia converge al más corto de todos los caminos posibles (Ver figura 2.3).

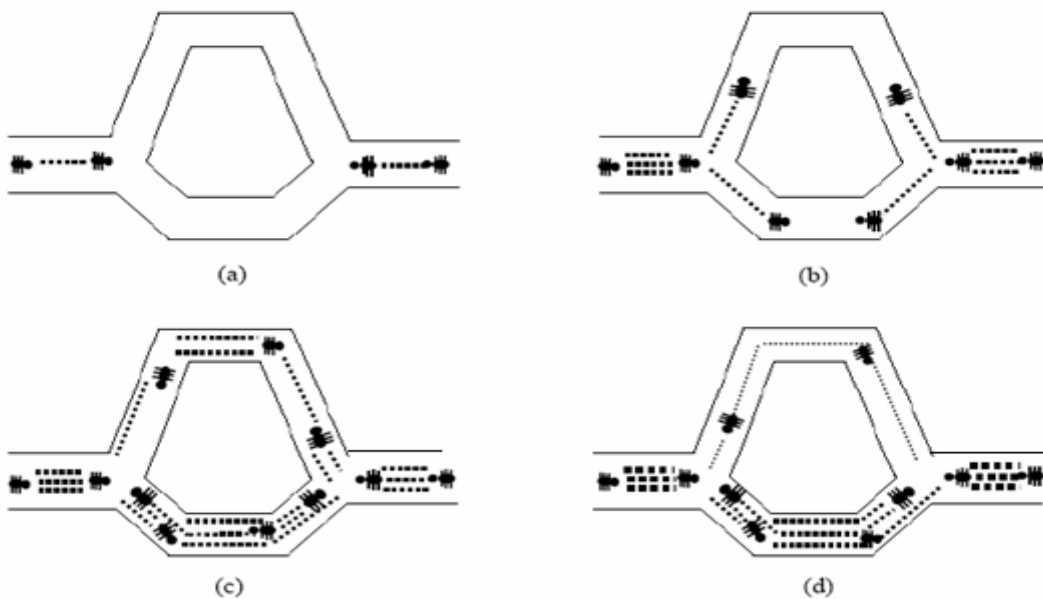


Figura 2.3. Comportamiento de la colonia de hormigas naturales.

1.3.5 Hormigas artificiales.

Las colonias de hormigas artificiales se basan en el comportamiento de las hormigas naturales. La colonia de hormigas artificiales está compuesta por unos agentes computacionales simples que trabajan de manera cooperativa con el fin de construir soluciones factibles al problema, comunicándose entre ellas mediante rastros de feromona (también artificial) y la información heurística.

En el caso de las hormigas artificiales (Alonso et al., 2004), los rastros de feromona artificiales son valores numéricos que están disponibles únicamente de manera local y construyen las soluciones iterativamente, aplicando una estrategia de transición local estocástica para moverse entre estados adyacentes, como hacen las hormigas naturales, no obstante existen diferencias tales como:

- Las hormigas artificiales pueden hacer uso de la información heurística (no solo de los rastros locales de feromona) en la política estocástica de transición que apliquen.
- Tienen una memoria que almacena el camino seguido por la hormiga.
- La cantidad de feromona depositada por la hormiga artificial es función de la calidad de la solución encontrada.
- Otra gran diferencia se refiere al momento de depositar la feromona. Las hormigas artificiales normalmente sólo depositan feromona después de generar una solución completa.
- La evaporación de feromona en los algoritmos de OCH es diferente a como se presenta en la naturaleza, ya que la inclusión del mecanismo de evaporación es una cuestión fundamental para evitar que el algoritmo se quede estancado en óptimos locales. La evaporación de feromona permite a la colonia de hormigas artificiales olvidar lentamente su historia pasada para redireccionar su búsqueda

hacia nuevas regiones del espacio, esto evita una convergencia prematura del algoritmo hacia óptimos locales.

1.4 OCH. Evolución.

El primer algoritmo basado en la optimización mediante colonias de hormigas según apunta Lucía Barcos y otros autores fue aplicado al Problema del Viajante (TSP, Traveler Salesman Problem) por Dorigo en 1996 (Alonso et al., 2004). Este problema refleja la tarea de un vendedor que necesita iniciar un recorrido en su ciudad de residencia, visitar clientes en varias ciudades, exactamente una vez y posteriormente regresar a su propia ciudad, minimizando el costo total del esfuerzo.

Basándose en el comportamiento de las hormigas Dorigo y Gambardella (Dorigo, Gambardella, 1996), propusieron una técnica conocida como Ant system (AS) para el conocido paradigma del cajero viajante (Reinelt, 2000) que presentaba tres variantes que se diferencian simplemente en el momento y la manera de actualizar una matriz que representa las feromonas de los sistemas biológicos.

Trabajos posteriores de los mismos autores extendieron los alcances del paradigma AS, aplicando algoritmos de aprendizaje con realimentación positiva (Dorigo, Gambardella, 1995; 1996).

Con el Ant Colony System (ACS) se presentaron mejoras sustanciales a su antecesor Ant System en tres aspectos principales (Dorigo, Gambardella, 1997):

- El procedimiento que realizan las hormigas para la elección de la siguiente ciudad a visitar: se ofrece un balance entre la exploración de nuevos caminos y la explotación del conocimiento acumulado acerca del problema.
- Actualización global: permite modificar la matriz de feromonas solo con la mejor ruta encontrada hasta el momento.

- La regla de actualización local: permite a todas las hormigas actualizar la matriz de feromonas al terminar su recorrido.

El paralelismo es inherente al funcionamiento del algoritmo, esto es, un conjunto de agentes cooperativos intercambian información de manera indirecta, pero independientes unos de otros. Así en “Parallelization Strategies for the Ant System”, se publican detalles de una implementación paralela síncrona y otra parcialmente asíncrona que utilizan barrera de sincronización. Las particularidades de estas dos variantes se resumen a continuación (Bullnheimer, Kotsis, Strauss, 1997):

- En la implementación paralela síncrona, un proceso inicial (master) levanta a un conjunto de procesos hijos, uno para cada hormiga. Después de distribuir la información inicial acerca del problema, cada proceso inicia la construcción del camino y calcula la longitud del camino encontrado. Después de terminar este procedimiento, los resultados son enviados al master, quien se encarga de actualizar el nivel de feromonas y calcular la mejor ruta encontrada hasta ese momento. Se inicia una nueva iteración con el envío de la nueva matriz de feromonas.
- En la implementación parcialmente asíncrona, se propone reducir la frecuencia de la comunicación, para esto, cada hormiga realiza un cierto número de iteraciones del algoritmo secuencial, independientemente de las otras hormigas. Solo después de estas iteraciones locales, se realiza una sincronización global entre las hormigas. Entonces, el máster actualiza el nivel de feromonas y se inicia el proceso de nuevo.

Como una extensión de este trabajo, Tomas Stützle presenta otra estrategia de paralelización (Stützle, 1998), proponiendo corridas independientes y paralelas de un mismo algoritmo (Ant Colony Optimization). El método funciona solo si el fundamento del algoritmo es aleatorio, como en el caso de Ant System. La mejor solución de k corridas es elegida al final.

1.5 Procedimiento de Optimización mediante Colonia de Hormigas en la solución de problemas de distribución.

El modo de operación básico de un algoritmo de Optimización por Colonia de Hormigas se muestra a continuación (Alonso et al., 2004): las m hormigas (artificiales) de la colonia se mueven, concurrentemente y de manera asíncrona, a través de los estados adyacentes del problema. Este movimiento se realiza siguiendo una regla de transición que está basada en la información local disponible en los nodos. Esta información local incluye la información heurística y memorística (rastros de feromona) para guiar la búsqueda. Al moverse por el grafo de construcción, las hormigas construyen incrementalmente soluciones.

Los algoritmos de OCH son esencialmente algoritmos constructivos: en cada iteración del algoritmo, cada hormiga construye una solución al problema recorriendo un grafo de construcción. Cada arista del grafo, que representa los posibles pasos que la hormiga puede dar, tiene asociada dos tipos de información que guían el movimiento de la hormiga (Alonso et al., 2004):

El algoritmo utiliza una matriz de feromonas $\tau = \{\tau_{ij}\}$ para la construcción de soluciones potencialmente buenas. En otras palabras, τ_{ij} representa la cantidad de feromona que se va almacenando entre cada par de nodos (i, j) . Los valores iniciales de τ son fijados a un valor constante: $\tau_i = \tau_0$ para todo (i, j) siendo $\tau > 0$.

El algoritmo también aprovecha la información heurística utilizando el parámetro $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$ conocido como peso y puede estar asociado a distancia a recorrer, costo de transportación, etc. Situados en el nodo i , N_i representa el conjunto de nodos aún no visitados. La probabilidad de escoger el nodo j estando en el nodo i está definida por la ecuación 1. (Dorigo M, Di Caro G, Gambardella L. M, 1996; Maniezzo V, Pacciello J. M, Martínez H. D, Lezcano Ch. G, Barán B. 2006; Stützle T, 1998):

$$\text{Ecuación 1} \quad p_{ij}^k(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{i \in N_i^k} [\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}(t)]^\beta} \text{ con } j \in N_i^k$$

donde:

α y β son constantes que expresan la importancia del sendero de feromonas y la distancia entre los nodos respectivamente. Así, un alto valor de α significa que el sendero de feromonas es muy importante y que las hormigas tienden a elegir caminos por los cuales otras hormigas ya pasaron. Si por el contrario, el valor de β es muy alto una hormiga tiende con alta probabilidad a elegir la ciudad más cercana.

Al completar una solución o durante la construcción de la misma, la hormiga evalúa la solución y modifica los rastros de feromonas en las componentes de la matriz de feromonas τ que de esta forma guarda el conocimiento de las áreas ya exploradas. Esta información de feromonas guiará la búsqueda de futuras hormigas.

Los rastros de feromonas reflejan que los estados más visitados son altamente deseables, implementando de esta manera un proceso de auto catálisis o retroalimentación, mientras que la visibilidad refleja que estados menos costosos (evaluados según los objetivos a optimizar) son también deseables.

El algoritmo también puede incluir un proceso de evaporación de rastros de feromonas, y otras acciones como realizar optimizaciones locales sobre soluciones encontradas o actualizar la información global para guiar el proceso de búsqueda desde una perspectiva no local. La actualización y evaporación de feromonas se realiza según la ecuación 2. que se muestra a continuación:

$$\text{Ecuación 2.} \quad \tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau$$

donde:

ρ representa el coeficiente de evaporación y $\Delta\tau$ se calcula como:

$$\Delta\tau = \frac{1}{f_k(x)}$$

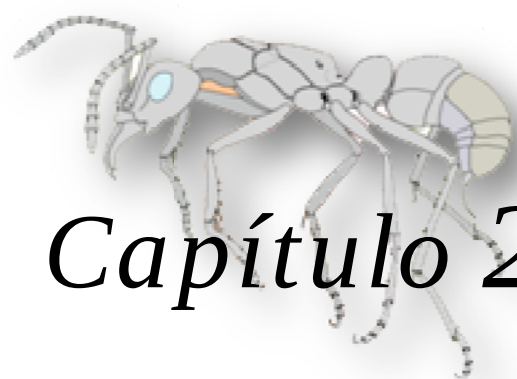
con $k \in \{1, 2, \dots, b\}$ en el caso de realizar una actualización basada en un solo objetivo. Para el caso de actualización considerando los “ b ” objetivos al mismo tiempo, se calcula:

$$\Delta\tau = \frac{1}{\sum_{k=1}^b f_k(\vec{x})}$$

1.6 Conclusiones parciales del Marco Teórico.

Luego del análisis realizado a la bibliografía se concluye que:

1. La logística está vinculada al sistema que garantiza el movimiento óptimo de las cargas y la información asociada a las mismas desde los proveedores originales hasta los usuarios finales. Una de las principales actividades de la logística es el transporte por lo que su estudio es de vital importancia para las empresas cubanas.
2. Para la solución de problemas de rutas de distribución resultan válidos el empleo de técnicas heurísticas y metaheurísticas. La “Optimización por Colonia de Hormigas” ofrece resultados muy satisfactorios para estos problemas cuando un algoritmo exacto no es factible de utilizarse.
3. En la búsqueda bibliográfica realizada no se encontró referencia sobre la utilización práctica de la “Optimización por Colonia de Hormigas” dentro del territorio nacional.



Capítulo 2

2 Diseño del procedimiento basado en Optimización por Colonia de Hormigas para la selección de rutas de distribución.

2.1 Pasos del procedimiento basado en la OCH.

Para dar respuesta a la hipótesis planteada es necesario el diseño de un procedimiento que guíe metodológicamente el curso de esta investigación. En consecuencia con ello para dar cumplimiento a la determinación de rutas óptimas de distribución basado en la OCH se definen los siguientes pasos:

1. Caracterizar brevemente el sistema de distribución de la entidad donde se aplicará el algoritmo.
2. Determinar los nodos o puntos de distribución del campo seleccionado y precisar su ubicación geográfica.
3. Caracterizar la situación vial del territorio objeto de estudio.
4. Medir las distancias entre todos los nodos.
5. Introducir los datos y definir los parámetros del algoritmo, usando el software *Anthill* v0.1, que permite dar solución a problemas de optimización basándose en la “Optimización mediante Colonia de Hormigas”.
6. Interpretar los resultados.

2.2 Caracterización del sistema de distribución de la entidad donde se aplicará el algoritmo.

Para definir dónde aplicar el algoritmo “Optimización mediante Colonia de Hormigas” dentro de la gama de servicios y clientes de la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A. resulta imprescindible la caracterización de la misma.

2.2.1 Caracterización de la Empresa Almacenes Universales Sucursal Villa Clara.

La compañía “Almacenes Universales. S.A.” es una sociedad mercantil, constituida el 3 de febrero de 1994. Su nivel de dirección principal se denomina Casa Matriz, la cual constituye la oficina central del órgano superior de dirección empresarial. La Sucursal Villa Clara fue creada, el día 30 de agosto de 1995 en el lugar que actualmente se encuentra enclavada.

El propósito esencial de la empresa, tal y como se consigna en la documentación de la entidad, es ser un operador logístico integral con capacidad para cubrir las expectativas de los clientes, aumentando con ello la calidad de las ofertas, disminuyendo los costos, participando de forma modesta y ordenada en el desarrollo económico del país mediante una eficiente coordinación interna y un trabajo armónico con otras entidades y brindando servicios de excelencia y alto valor añadido.

Misión.

La misión de “Almacenes Universales” Sucursal Villa Clara es garantizar una logística integral en función de facilitar el movimiento y traslado de mercancías desde y hacia nuestra provincia, y la preservación de estas, logrando de forma competitiva la satisfacción del cliente, utilizando la posición geográfica de la provincia en el “centro del país” de manera que garantice el cumplimiento del plan de aportes y demás compromisos financieros con la dirección del país.

Visión.

La Sucursal Villa Clara es una unidad empresarial de base con un balance financiero independiente y gestión económica, financiera, organizativa y contractual autónoma, creada para la dirección técnica, económica y comercial de los procesos de prestación de los diferentes servicios previstos en el objeto social de la compañía en el territorio central y se ha convertido en líder en logística integral en el centro del país, distinguida

por la calidad de su amplia gama de servicios con máxima seguridad y confianza para el cliente, incrementando la participación, prestación y calidad de servicios.

Objeto Social.

El objeto social fue aprobado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros el 17 de junio del 2003, siendo el siguiente:

- Brindar servicios transitorios en ambas monedas.
- Realizar la venta de combustibles y lubricantes a las entidades del Grupo de Administración Empresarial (GAE) en ambas monedas.
- Prestar servicios de transportación multimodal de cargas, en ambas monedas.
- Actuar como agente de embarque, consignación y fletamiento de buques dentro y fuera del territorio nacional en ambas monedas.
- Importar y exportar mercancías según las nomenclaturas aprobadas por el Ministerio de Comercio Exterior.
- Brindar servicios de almacenaje de mercancías, tanto en régimen de depósito de aduana, como nacionalizadas, en ambas monedas.
- Ofrecer servicios de arrendamiento de almacenes tanto en régimen de depósito de aduana, como nacionalizadas, en ambas monedas.
- Brindar servicio de alimentación a sus trabajadores en moneda nacional y a las entidades del GAE en ambas monedas según esquema financiero de cada uno.
- Alquilar, comercializar de forma mayorista y prestar servicios de mantenimiento y reparación de montacargas y equipos de izaje, en ambas monedas.
- Ensamblar, alquilar medio de ensamblaje, paletas, cajas paletas y otros muebles especiales relacionados con la actividad de almacenaje y efectuar su comercialización de forma mayorista, en ambas monedas.
- Ofrecer servicios de consultoría logística especializada en ambas monedas.
- Prestar servicios de incineración de desechos, control de plagas y vectores y de fumigación, en ambas monedas.

- Brindar servicios de control e inspección de inventarios, en ambas monedas.
- Efectuar llenado y vaciado de contenedores en ambas monedas.
- Brindar el servicio de grupo y desagrupe de cargas, despachos, facturación y entrega de mercancías en destino indicado, en ambas monedas.
- Realizar la proyección y el montaje de sistemas de alarmas para sus instalaciones que se arriendan, en ambas monedas.
- Realizar el suministro de la fuerza de trabajo, en ambas monedas.
- Llevar a cabo la distribución de mercancías hasta el destino indicado en ambas monedas.
- Actuar como concesionario y operador de zonas francas, en ambas monedas.
- Prestar servicio de arrendamiento de oficinas comerciales, salones de exposiciones temporales y permanentes, y servicios administrativos en ambas monedas.
- Ofrecer servicio de corretaje aduanal y seguro de cargas, en ambas monedas.

Infraestructura.

La Sucursal Villa Clara cuenta con una base de almacenes compuesta por tres áreas de trabajo, dispone además de una filial de transporte y a partir del año 2005 se incorporó un Centro de Negocios para el arrendamiento de oficinas comerciales y otros locales.

La base de almacenaje y la filial de transporte se encuentran aproximadamente a 12 kilómetros del centro de la ciudad, junto a la Carretera Central y a 12 kilómetros de la Autopista Nacional, lo que permite fácil acceso a la misma desde cualquier región del país; por su parte el Centro de Negocios está ubicado a 200 metros de la Circunvalación al oeste de la ciudad y a escasos 3 kilómetros de la Autopista Nacional.

La Sucursal tiene una superficie para almacenamiento techado de 14214 m², a “cielo abierto” de 300 m², para el arrendamiento de oficinas cuenta con 801 m² y para el arrendamiento de almacenes refrigerados cuenta con 609 m².

Estructura de Dirección.

La estructura de dirección de la Sucursal Villa Clara de “Almacenes Universales S.A.” es la siguiente:

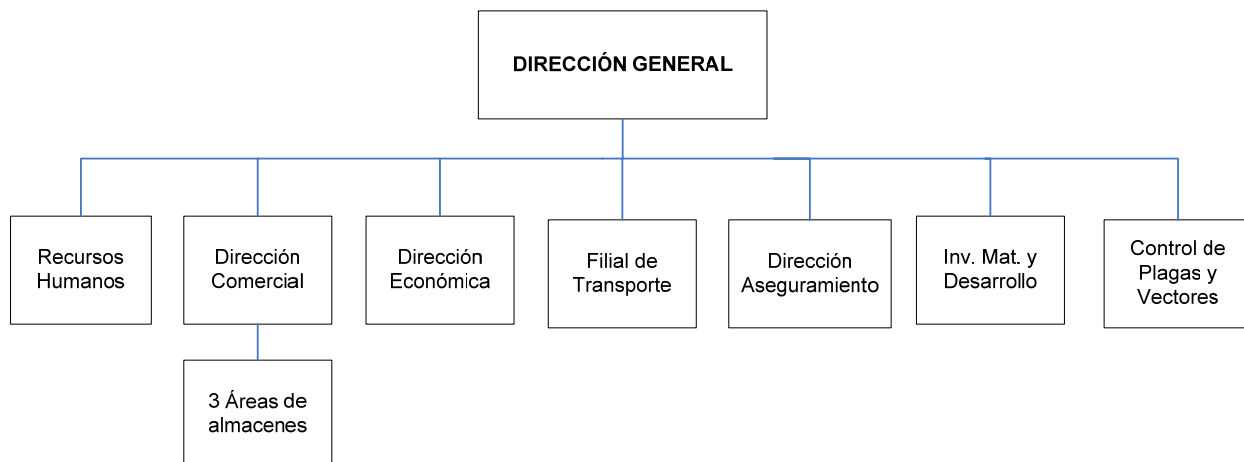


Figura 1.2. Organigrama de la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A.

Fuerza de Trabajo.

La empresa cuenta con una plantilla de 201 empleados (Anexo 1), distribuidos de la siguiente forma: 9 Administrativos, 23 Dirigentes, 24 Técnicos, 128 Obreros y 17 de Servicio.

Principales clientes.

La empresa cuenta con una numerosa la cantidad de clientes lo que está asociado a la amplia gama de servicios que brinda la misma, la relación de todos los clientes se muestra en el Anexo 2.

Almacenes Universales - Sucursal Villa Clara clasifica sus medios de transportación en dos grupos: Transporte de Carga Pesada y Transporte de Distribución. La Carga Pesada está vinculada a la transportación en mayores distancias con rutas

establecidas, presentando la empresa las mayores complejidades en el Transporte de Distribución; las entidades que tienen contrato en esta alternativa de servicio se muestran en el Anexo 3.

2.2.2 Método para la definición del campo donde se aplicará el algoritmo.

Dentro del espectro de clientes de Almacenes Universales S.A. se define el campo de estudio de la investigación mediante el “Principio de Pareto” (Juran, 1998) que establece que cualquier colección natural de elementos sigue la regla “Pocos Vitales – Muchos Triviales”. Según este principio, una parte relativamente pequeña de los clientes de una empresa (cerca del 20%) representa la mayor parte de las ventas (cerca del 80%).

Se construye el gráfico de Pareto, teniéndose en cuenta el alquiler por concepto de “transporte de distribución” de todos los clientes de este servicio.

2.3 Ubicación geográfica, caracterización vial del territorio y medición de las distancias entre los nodos.

La ubicación de los puntos de distribución se hizo en un mapa digital de Santa Clara a partir de las direcciones de los mismos. Para la correcta determinación de las distancias entre ellos se utilizó el software “Auto CAD” con un mapa de la ciudad realizado a escala que permitió se lograra establecer dichas longitudes de una forma muy precisa.

Se realizó una caracterización vial de la ciudad de Santa Clara en la que se describen sus principales vías, peculiaridades de tránsito del centro de la ciudad y de la principal zona comercial. Para la realización de la misma se partió del estudio de un mapa confrontado con la experiencia de choferes y vivencias personales.

Para establecer las distancias entre los puntos de distribución o nodos se tuvieron en cuenta el sentido y dirección de las calles, así como el criterio de choferes, de forma tal

que fuese más exacta la medición. Al existir más de una alternativa de enlace entre dos nodos se compararon estas, asumiéndose como mejor opción el menor de los recorridos.

2.4 Algoritmo que presenta el software empleado en el trabajo.

Para Implementar el algoritmo propuesto se utilizó el software *Anthill v0.1* diseñado por el Ing. Igr. Alexánder Fernández Saúco, profesor de la Universidad de Ciencia Informáticas (UCi). Este programa requiere para su funcionamiento del Microsoft .Net Framework v2.0 cuyos requerimientos de hardware pueden consultarse en el Anexo 6.

Los datos necesarios para el funcionamiento del software propuesto son:

El parámetro grafo (η_{ij}) está dado por la distancias entre los nodos, que no es más que las distancias entre los puntos de distribución, así como la longitud entre los propios puntos de distribución y “Almacenes Universales”.

La cantidad de hormigas se selecciona en dependencia del tamaño de la matriz y del grado de exactitud que se quiera.

El coeficiente de evaporación de feromona se selecciona previamente y se basa en cuán rápido se quiere que se evapore la feromona, dicha evaporación es inversamente proporcional a la exactitud del resultado.

El comportamiento de la colonia de hormigas está dado por el tipo de problema que se quiera resolver, ya sea “Camino mínimo” o “TSP”.

La fuelle constituye el punto de partida que en la mayoría de los casos será “Almacenes Universales”.

El destino, está dado por los puntos de distribución a los que se quiera ir o por el propio “Almacenes Universales” en dependencia del comportamiento seleccionado.

El algoritmo está constituido por una serie de procesos generales que permiten la solución de múltiples problemas trazando una metaheurística, tal y como se muestra en la Figura 1.2.

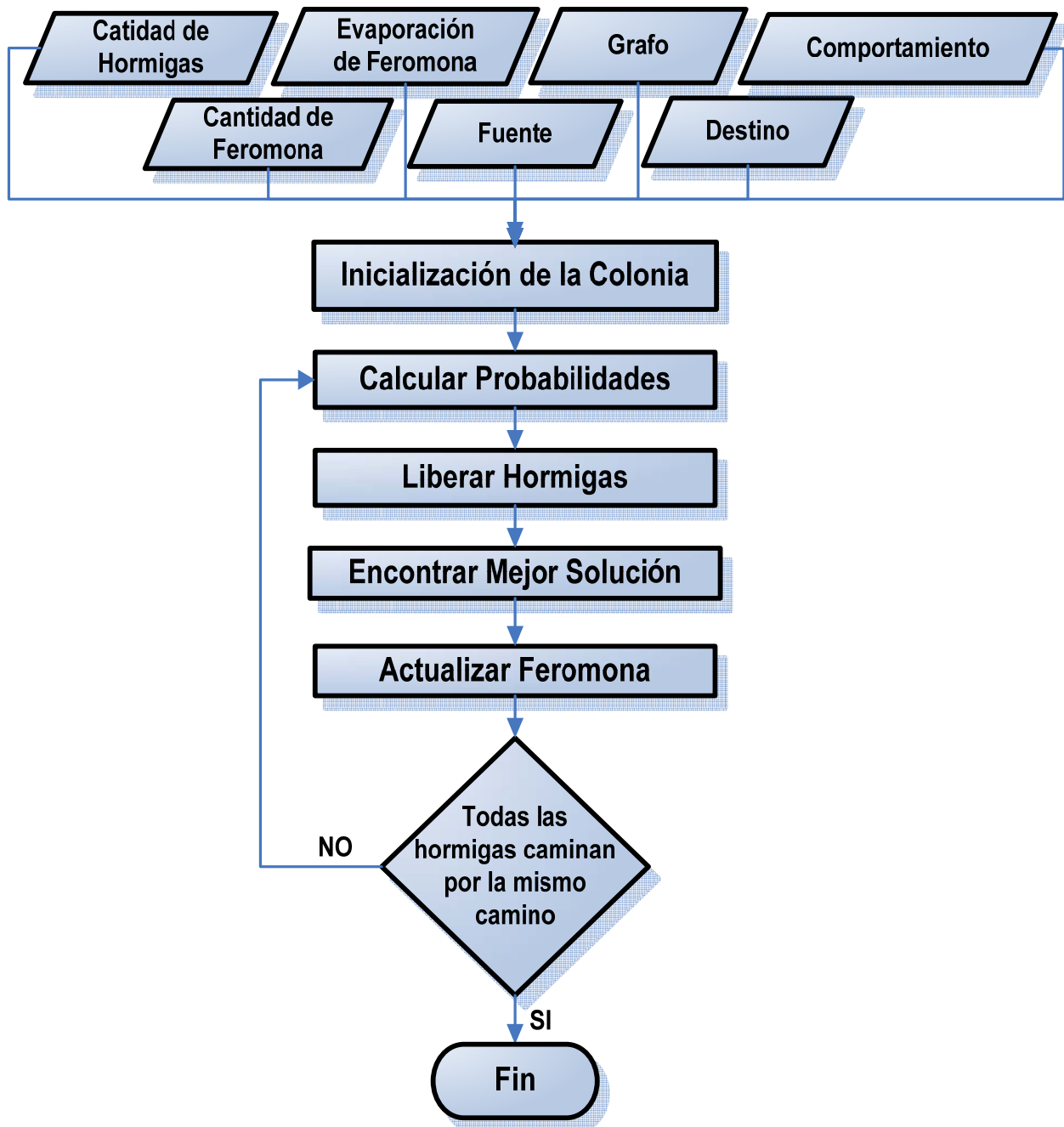


Figura 1.2. Algoritmo OCH empleado por el software AntHill v0.1.

La descripción detallada de los procesos se muestra a continuación:

Inicialización de la colonia de hormigas: Se configuran cada una de las hormigas de la colonia con el nodo origen y el nodo destino. Además se inicializan todos los enlaces del grafo con la máxima cantidad de feromona y se marcan como no explorados.

Cálculo de probabilidades: Se realiza el cálculo de la probabilidad, que tiene una hormiga a escoger un enlace determinado, para cada uno de los enlaces del grafo en función de la cantidad de feromona, de la distancia entre los nodos y del tipo de problema a resolver (Maximización o Minimización), utilizando la Ecuación 1, descrita anteriormente en la página 24.

Liberar hormigas: Se liberan las hormigas para que lleguen desde el origen hasta el destino. Este procedimiento de búsqueda se realiza mientras la hormiga no llegue al destino. A medida que las hormigas avanzan sobre el grafo se almacena en su memoria el camino que ha sido recorrido.

Encontrar mejor solución: Se realiza una comparación de los caminos almacenados en la memoria de todas las hormigas que llegaron al destino y se escoge el mejor según el comportamiento (Mejor Camino ó TSP) seleccionado para la colonia.

Actualización de feromona: A todos los enlaces que han sido explorados en el grafo se les evapora la feromona, seguido de un depósito de feromona que se realiza en los enlaces que pertenecen a la mejor solución encontrada.

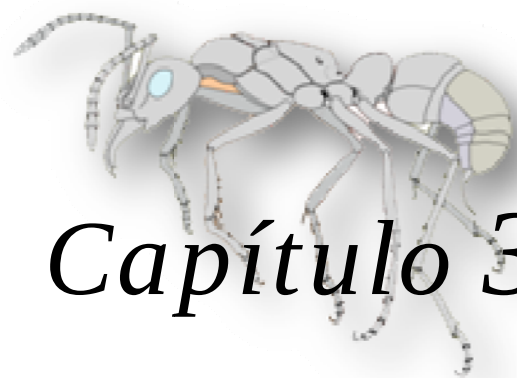
El procedimiento que se sigue para correr el software incluye la introducción de los datos, la definición de los parámetros del algoritmo, la ejecución del mismo.

2.5 Interpretación de los resultados.

Para la interpretación de los resultados se establece una comparación de los resultados que se obtienen con la aplicación del algoritmo y la documentación que consta en la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A.

2.6 Conclusiones.

1. Se diseñó un procedimiento basado en la Optimización mediante Colonia de Hormigas para la determinación de las rutas óptimas de distribución.
2. La Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A. cuenta entre sus servicios con Transporte de Distribución, no tiene establecidas sus rutas de distribución mediante el uso de herramientas matemáticas por lo que resulta importante para la misma la aplicación de dicho procedimiento.



Capítulo 3

3 Aplicación de la Optimización por Colonia de Hormigas.

3.1 Determinación del Objeto de Estudio.

Para definir el campo donde aplicar el algoritmo OCH, se partió de estudiar la gama de clientes con “Transporte de Distribución” de la Sucursal Villa Clara de “Almacenes Universales”; con este fin se elaboró un Diagrama de Pareto, analizando el importe en CUC del alquiler de transporte de los distintos clientes.

No.	Cliente
1	BANCO INTERNACIONAL DE COMERCIO S.A BICSA
2	BANCO INTERNACIONAL DE COMERCIO S.A BICSA
3	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)
4	BRASCUBA CIGARRILLOS, S.A.
5	CADENA DE TIENDAS CARACOL S.A.
6	CENTRO DE INFORMACION DE LA CONSTRUCCION, CIC
7	CORPORACION COPEXTEL S.A.
8	CORPORACION DE COMERCIO Y
9	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.
10	CUEX S.A
11	CURPSAP SL
12	EFTS "ABEL SANTAMARIA CUADRADO"
13	EL ESTABLO SRL
14	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA
15	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO
16	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE MAQUINARIAS Y EQUIPO
17	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE MATERIALES
18	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA
19	EMPRESA DE ANTENAS
20	EMPRESA DE GANADO MENOR
21	EMPRESA DE PRODUCTOS LACTEOS RIO ZAZA
22	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES
23	FONDO CUBANO DE BIENES CULTURALES
24	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE SANCTI SPIRITUS "PES
25	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE VILLA CLARA "PESCAVILLA
26	GRUPO NUEVA BANCA S.A.
27	HAVANA CLUB INTERNATIONAL
28	LOS PORTALES, S.A.
29	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL
30	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES
31	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES
32	UNION DE INDUSTRIAS LOCALES VARIAS DE CIUDAD DE LA HABANA
33	UNITIDSA S.A.
34	UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS

Tabla 3.1. Clientes con servicio de “Transporte de Distribución” en la Sucursal Villa Clara de “Almacenes Universales”.

Fuente: Dirección Comercial Almacenes Universales.

El importe en CUC del alquiler de transporte de los distintos clientes se muestra en el Anexo 3.

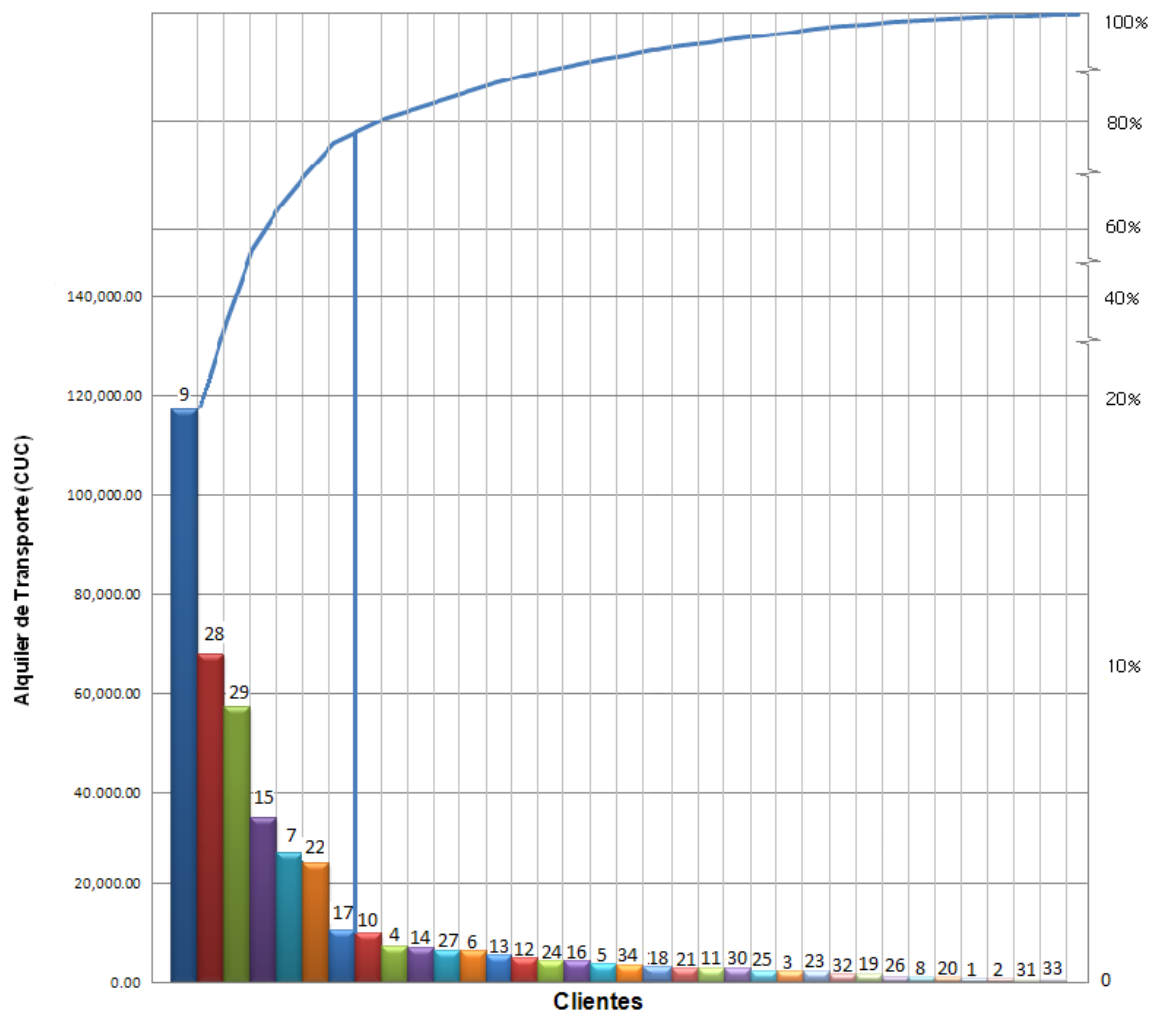


Figura 3.1. Principales clientes de “Almacenes Universales” con “Transporte de Distribución” (Diagrama de Pareto).

En 7 de las 34 empresas que alquilan “Transporte de Distribución” (20,58 %) radica el 78,51 % de los ingresos por dicho servicio, cumpliéndose el principio de distribución de Pareto.

En consecuencia con lo anterior los principales clientes de esta alternativa de transporte ordenadamente son:

1. Corporación de Comercio y Servicios CUBALSE S.A.

2. Los Portales S.A.
3. Ministerio de la Industria Alimenticia, MINAL.
4. Empresa Cubana Importadora de Artículos de Consumo.
5. Corporación COPEXTEL S.A.
6. Empresa Importadora y Exportadora de Objetos Industriales.
7. Empresa Cubana Importadora y Exportadora de Materiales.

Una vez definidos los principales clientes, teniéndose en cuenta que “Los Portales S.A.” en cuanto a cantidad de puntos de distribución resulta mucho más abarcador y complejo, se decide centrar la investigación en la distribución de los productos que comercializa dicha entidad.

3.1.1 Breve caracterización de “Los Portales S.A.”

La compañía “Los Portales S.A.” tiene como misión producir y comercializar refrescos, agua mineral, natural y carbonatada para satisfacer las necesidades crecientes del mercado teniendo la visión de ser líder nacional con reconocimiento internacional de sus marcas.

El almacenamiento de sus productos se realiza en el “Área 1” de “Almacenes Universales” y las mayores complejidades en cuanto a la distribución de los mismos en la provincia se sitúan en la ciudad de Santa Clara, al abarcar todos los puntos de venta, tiendas y servicentros de las empresas CIMEX y CUBALSE, así como al almacén central de TRD y una de las tiendas de dicha entidad.

A continuación se presenta el nombre y el lugar donde radican los puntos de distribución de cada una de estas empresas en el municipio de Santa Clara.

NOMBRE	LUGAR DONDE RADICA
Tienda “Las Villas”	Colón y Carretera Central.
Punto de Venta “La Nueva”	Cuba y Hospital.
Punto de Venta “La Central”	Carretera Central y Ceiba.
Tienda “Loly”	Colón y Serafín García.
Servi Cupet “La Estrella”	Carretera Central y Caridad.
Punto de Venta “El Pinto”	Carretera Central y Virtudes

Tienda “Los Framboyanes”	Prolongación de Colón y Calle 8.
Rápido “8 de Marzo”	Prolongación de Colón y Ave. 26 de julio.
Tienda “El Encanto”	Máximo Gómez No. 52.
Servi Cupet “Las Villas”	Carretera Central y Maceo.
Servi Cupet “El Internacional”	Carretera Central y 1ra, Vigía.
Rápido “El Pinto”	Calle Virtudes y Carretera Central.
Tienda “Variedades Riviera”	Carretera Central Banda Esperanza.
Punto de Venta “Antón Díaz ”	Carretera Central, Antón Díaz.
Rápido “Riviera”	Carretera Central Banda Esperanza.
Video Centro “Santa Clara”	Calle Gloria y Parque.
Servi Cupet “El Camionero”	Carretera de Sub-planta y Circunvalación.
Photo service “La Riviera”	Carretera Central Banda Esperanza.
Tienda “Las Avenidas”	Carretera de Sagua y Maleza.
Rápido “La Taberna”	Lorda No 8, e/ Independencia y Parque.
Rápido “Sagua y Maleza ”	Carretera de Sagua y Maleza.
Punto de Venta “El Parquecito”	Calle Martí y Juan Bruno Zayas.
Servi Cupet “El Capiro”	Carretera de Camajuaní y Calle J, Capiro.
Photo service “La Libertad”	Máximo Gómez e Independencia.
Tienda “Praga”	Independencia y Máximo Gómez.

Tabla 3.2. Puntos de Distribución de la Empresa CIMEX.

NOMBRE	LUGAR DONDE RADICA
Tienda “Las Novedades”	Colón y Mujica.
Servicentro Oro Negro V. Clara	Avenida 9 de Abril y Carretera Central.
Servicentro “La Riviera”	C. Central Km. 299 Banda. Esperanza.
Servicentro “Los Pinos”	Avenida 7 de Diciembre, Escambray.
Tienda “La Reina”	Independencia y Máximo Gómez.
Supermercado “Siboney”	Independencia y Villuendas.
Servicentro “Sagua y Besada”	Carretera de Sagua 8va.
Tienda “El Almacén”	Cuba No. 4 (al lado de CADECA).
Complejo Gastronómico.	Maceo, esquina San Miguel.
Panadería “Doña Nelly”	Maceo y San Miguel.
Fotovideo “Villa Clara”	Villuendas entre Independencia y Martí.
Fotovideo “Sandino”	San Miguel, Sandino.

Tabla 3.3. Puntos de Distribución de la Empresa CUBALSE.

NOMBRE	LUGAR DONDE RADICA
Almacenes de TRD.	Carretera Central, Antón Díaz.
Tienda “La orquídea”	Avenida Sandino y 3ra. Vigía.

Tabla 3.4. Puntos de Distribución de la Empresa TRD.

3.1.2 Caracterización de la ciudad de Santa Clara.

Para poder enfrentar objetivamente la distribución de las mercancías de “Los Portales, S.A.” se impone el estudio de las particularidades de la vialidad en la ciudad de Santa Clara, que están dadas por su red de viales, las calles preferenciales, el sentido del tránsito, las peculiaridades de acceso al centro histórico de la ciudad y la zona comercial, entre otras.

Santa Clara se ubica entre los cinco municipios más importantes de Cuba, su economía global ha ido creciendo considerablemente y posee la más alta expectativa de vida de todo el país, que llega a los 76 años; esta ciudad fue fundada el 15 de julio de 1689, cuenta en la actualidad con cerca de 232000 habitantes y debe su nombre a la patrona de la localidad “Santa Clara de Asís”, además se conoce como “la ciudad de Marta” en recordatorio a Marta Abreu y “la ciudad del Che”.

La ciudad se encuentra ubicada en el centro de la provincia de Villa Clara y posee un área geográfica total de 513.7 kilómetros cuadrados, limita al norte con Cifuentes, Camajuaní y Placetas, al sur con Manicaragua y con Ranchuelo por el oeste.

La ciudad de Santa Clara desde su fundación ha tenido 4 etapas de crecimiento urbanístico: 1689 - 1750, 1750 – 1850, 1850 – 1959 y desde 1959 hasta la actualidad, lo que trae consigo una diferencia arquitectónica sustancial en la misma.

El centro de la vida social de la ciudad es el parque “Leoncio Vidal” que por criterios de conservación del patrimonio se liberó del tránsito de vehículos limitándose al tráfico peatonal, permitiéndose solamente el tránsito en la calle “Máximo Gómez - Cuba”. De igual modo, la principal zona comercial de la ciudad: “El Boulevard”, imposibilita la circulación por la calle “Independencia” desde “Maceo” hasta “Juan Bruno Zayas”, limitando el acceso a la red de

tiendas y puntos de venta existentes a las calles adyacentes: “Placido”, “Luis Estévez”, “Lorda” y “Máximo Gómez”.

Las principales arterias de la ciudad son: las carreteras Central, de Camajuaní, de Maleza, de Sagua, Subplanta, las avenidas 9 de Abril (San Miguel), Ana Pegudo, Doble Vía, Paseo de la Paz, las calles Maceo, Colón, Cuba, Alemán, Luis Estévez, Máximo Gómez, Unión, Juan Bruno Zayas, Villuendas, Julio Jover, Martí, Independencia, Marta Abreu y Rafael Tristá.

3.2 Ubicación en el mapa y determinación de las distancias entre los nodos.

En el mapa digital se ubicaron los puntos de distribución como se muestra a continuación.

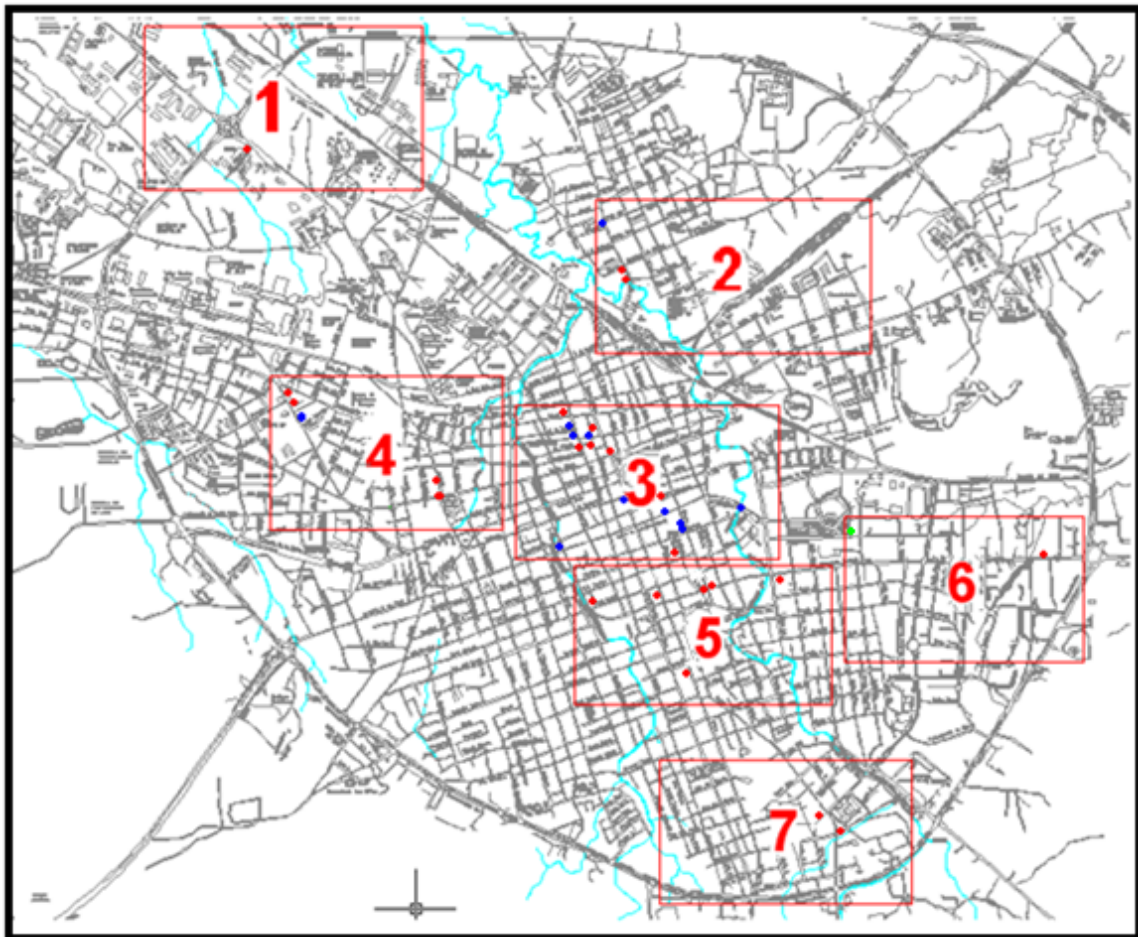


Figura 3.2. Áreas donde radican los puntos de distribución en la ciudad de Santa Clara.

Para una mejor visualización de la ubicación de los puntos de distribución en la ciudad se dividió el mapa de Santa Clara en 7 áreas fundamentales en las que radican los puntos de distribución tal y como se muestra en la figura. La leyenda y el detalle de los mapas según recuadros señalizados se anexan (Anexo 5).

Los puntos de distribución o nodos que corresponden a las empresas CIMEX, CUBALSE y TRD se muestran en los colores rojo, azul y verde respectivamente.

En la Figura 3.2. no aparecen señalizados el punto de venta “Antón Díaz”, los almacenes de TRD y el de “Los Portales” en “Almacenes Universales” que se localizan en la Carretera Central banda Esperanza, fuera de los límites de la ciudad, por lo no se reflejan en el mapa.

Mediante el programa Auto CAD se realizaron las mediciones de las distancias entre los nodos, conformándose dos matrices: una que representa los trayectos entre los puntos de distribución pertenecientes a CIMEX (Tabla 3.5.) y otra con los de CUBALSE – TRD (Tabla 3.6.); ambas incluyen los recorridos entre dichos puntos y el almacén de “Los Portales” en “Almacenes Universales”.

3.3 Introducción de los datos y definición de los parámetros del algoritmo.

3.3.1 Introducción de los datos en la matriz (*Ni*).

El software cuenta con una interfaz gráfica que permite la entrada tanto de nodos como de enlaces entre ellos a modo de diagrama o pueden ser importados a partir de un fichero texto (*.txt) con los pesos de los enlaces separados por el carácter tabulador (*Tab delimited text file*).

		Servi Cupet					Puntos de Venta					Rápido					Tiendas CIMEX							Photo-Services	Video Centro	Almacenes Universales
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7			
Servi Cupet	1		1.07	0.68	3.34	2.88	0.80	1.01	1.47	13.4	1.15	1.90	1.08	2.30	1.51	2.35	0.56	0.58	1.31	2.29	2.29	1.07	2.03	1.40	1.56	14.9
	2	1.07		0.38	4.41	1.92	0.96	1.01	2.55	14.5	1.85	1.69	2.14	1.99	2.22	1.91	0.57	0.82	1.79	1.98	1.98	1.63	1.82	1.87	1.21	15.9
	3	0.68	0.38		4.02	2.20	0.57	1.41	2.17	14.1	1.46	1.31	1.75	2.96	1.82	1.85	0.18	0.42	1.63	2.95	1.92	1.22	1.44	1.70	1.12	15.6
	4	3.42	4.23	3.84		4.98	3.95	5.24	2.15	9.8	2.50	5.02	2.23	3.01	2.86	3.20	3.71	3.77	2.65	3.02	3.27	3.01	5.15	2.73	3.31	11.3
	5	2.88	1.94	2.07	3.20		2.63	1.76	3.44	13.1	1.76	3.02	3.02	4.22	2.13	1.78	2.25	2.09	1.93	4.21	1.71	2.13	3.14	2.01	1.51	14.6
Puntos de Venta	1	0.91	0.92	0.53	4.25	2.48		1.93	2.38	12.8	1.69	1.07	1.98	3.18	2.06	2.40	0.41	0.65	1.85	3.19	2.47	1.46	1.20	1.94	1.78	14.3
	2	2.08	1.01	1.41	5.42	1.76	1.97		3.57	15.5	2.86	1.74	3.15	1.76	3.23	2.94	1.59	1.82	3.03	1.75	3.01	2.64	1.87	3.11	2.36	16.9
	3	1.23	2.29	1.90	2.34	3.06	2.01	3.30		10.9	1.22	3.08	0.08	1.28	1.58	2.38	1.78	1.72	1.38	1.27	2.45	1.73	3.21	1.46	2.01	12.4
	4	13.4	12.8	12.4	9.80	12.8	12.7	13.8	10.7		11.1	13.7	10.8	9.62	11.4	12.2	12.4	12.6	11.2	9.63	12.3	11.6	13.8	11.3	11.8	1.50
	5	1.61	1.77	1.38	2.69	1.73	1.48	2.78	1.56	11.9		2.66	1.15	2.35	0.37	1.16	1.26	1.13	0.15	2.34	1.23	0.66	2.79	0.25	0.79	13.4
Rápido	1	1.89	1.90	1.51	5.23	3.02	1.26	1.78	3.36	13.8	2.66		2.96	4.16	3.63	3.36	1.38	1.62	2.83	4.15	3.43	2.44	0.13	2.92	2.77	15.3
	2	1.15	2.21	1.82	2.26	2.98	1.93	3.22	0.41	10.8	1.14	3.00		1.20	1.50	2.30	1.70	1.64	1.30	1.29	2.37	1.65	3.13	1.38	1.93	12.3
	3	2.30	3.34	2.99	2.43	3.44	3.19	4.39	1.20	9.60	1.70	4.18	1.28		2.06	2.88	2.96	2.82	1.86	0.01	2.94	2.21	4.31	1.95	2.51	11.1
	4	1.86	1.73	1.34	3.15	2.04	1.91	2.74	2.39	12.8	1.10	2.65	1.99	3.20		1.16	1.52	1.36	0.78	3.19	1.23	1.56	2.77	0.88	0.79	14.3
	5	2.50	2.20	1.81	3.20	1.78	2.39	3.20	1.88	11.8	1.49	3.12	1.90	2.86	1.28		2.01	2.24	1.13	2.87	0.07	1.48	3.25	1.22	2.92	13.3
Tiendas CIMEX	1	0.68	0.70	0.30	3.93	2.06	0.57	1.72	2.08	13.9	1.30	1.65	1.67	2.87	1.51	1.97		0.24	1.31	2.86	2.04	1.11	1.78	1.40	1.37	15.4
	2	0.95	0.88	0.50	3.68	1.81	1.02	1.89	1.82	12.2	1.03	1.80	1.41	2.62	1.41	1.71	0.67		1.21	2.61	1.79	0.83	1.93	1.29	1.13	13.7
	3	1.44	1.61	1.22	3.24	2.17	1.33	2.62	1.38	11.4	0.57	2.40	0.97	2.18	0.76	1.98	1.10	1.15		2.17	2.11	0.35	2.53	0.08	1.09	13.3
	4	2.29	3.33	2.98	2.44	3.45	3.18	4.38	1.21	9.61	1.71	4.17	1.29	0.01	2.07	2.89	2.95	2.81	1.87		2.95	2.22	4.30	1.96	2.52	11.1
	5	2.57	2.27	2.88	3.27	1.71	2.46	3.27	1.95	11.8	1.56	3.19	1.97	2.93	1.35	0.07	2.08	0.31	1.20	2.94		1.55	3.32	1.29	2.99	13.3
	6	2.11	1.80	1.41	3.21	1.77	1.68	2.80	1.61	12.9	1.03	2.71	1.20	3.31	0.42	1.22	1.57	1.42	0.22	3.30	1.29		2.84	0.30	0.85	14.4
	7	2.11	2.12	1.73	5.45	3.22	1.48	2.00	3.58	13.6	2.88	0.22	3.18	4.38	3.85	3.58	1.60	1.84	3.05	4.37	3.65	2.66		3.14	2.99	15.1
Photo Servi		1.38	1.52	1.13	3.16	2.03	1.24	2.52	1.31	11.7	0.48	2.32	0.90	2.10	0.68	1.48	1.01	0.88	0.48	2.09	1.55	0.26	2.39		1.11	13.2
Video Centro		1.51	1.21	0.82	3.79	1.46	1.39	2.22	2.12	12.3	1.10	2.47	1.71	2.74	1.31	1.29	1.01	0.85	1.11	2.71	1.42	0.88	2.60	1.19		13.8
Alm. Univ.		14.9	14.3	13.9	11.3	14.3	14.2	15.3	12.2	1.50	12.6	15.2	12.3	11.1	12.9	13.7	13.9	14.1	12.7	11.1	13.8	13.1	15.3	12.8	13.3	

Tabla 3.5. Matriz de distancia en kilómetros entre los nodos pertenecientes a la empresa CIMEX.

		Serví centros			Doña Nelly		Tiendas CUBALSE				Foto-video		Almacenes TRD	Tienda TRD "La Orquídea"	Almacenes Universales
		1	2	3	1	2	1	2	3	4	1	2			
Servi-centros	1		2.4	3.80	1.74	1.75	1.82	1.55	1.73	1.83	1.66	2.36	12.2	2.77	13.7
	2	2.39		2.13	0.71	0.70	0.66	1.08	1.04	0.61	0.98	1.20	11.6	1.61	13.1
	3	4.01	2.13		2.30	2.31	2.25	2.64	2.39	2.21	2.45	2.55	9.7	2.96	11.2
Doña Nelly	1	2.11	0.65	2.08		0.01	0.37	1.25	1.21	0.78	1.15	0.61	12.2	1.02	13.7
	2	2.10	0.64	2.07	0.01		0.38	1.26	1.22	0.79	1.16	0.60	12.2	1.01	13.7
Tiendas CUBALSE	1	1.76	0.96	2.37	0.30	0.31		1.00	0.96	0.41	0.89	0.93	12.0	1.34	13.5
	2	2.39	0.90	2.30	0.73	0.72	0.66		0.31	0.27	0.38	1.33	11.7	1.74	13.2
	3	1.61	1.15	2.55	0.93	0.92	1.02	0.25		0.53	0.06	1.53	12.0	1.94	13.5
	4	2.10	0.61	2.01	0.44	0.43	0.37	0.73	0.48		0.54	1.04	11.9	1.45	13.4
Foto-Video	1	1.54	1.09	2.49	0.85	0.86	0.95	0.19	0.06	0.47		1.47	11.9	1.88	13.4
	2	1.86	1.01	2.40	0.38	0.37	0.74	1.38	1.56	1.67	1.49		12.6	0.41	14.1
Alm. TRD		12.6	11.6	9.7	11.9	11.9	12.0	11.3	11.2	11.8	11.2	12.5		12.9	1.50
T. La orquídea		2.27	1.42	2.81	0.79	0.78	1.36	1.79	1.97	2.08	1.90	0.41	12.3		13.8
Alm. Univ.		14.1	13.1	11.2	13.4	13.4	13.5	12.8	12.7	13.3	12.7	14.0	1.50	14.4	

Tabla 3.5. Matriz de distancia en kilómetros entre los nodos pertenecientes a las empresas CUBALSE y TRD.

3.3.2 Definición de los parámetros del algoritmo.

Ante cada situación que demande toma de decisiones sobre los recorridos a los puntos de distribución de mercancías se define en la interfaz el comportamiento deseado para las hormigas, seleccionándose para el caso camino mínimo: “*Path Finder*” y para el caso TSP: “*Traveler*”; así como se define también si se desea maximizar o minimizar los resultados (para el problema que nos ocupa siempre sería minimizar), como se muestra en la Figura 3.3.

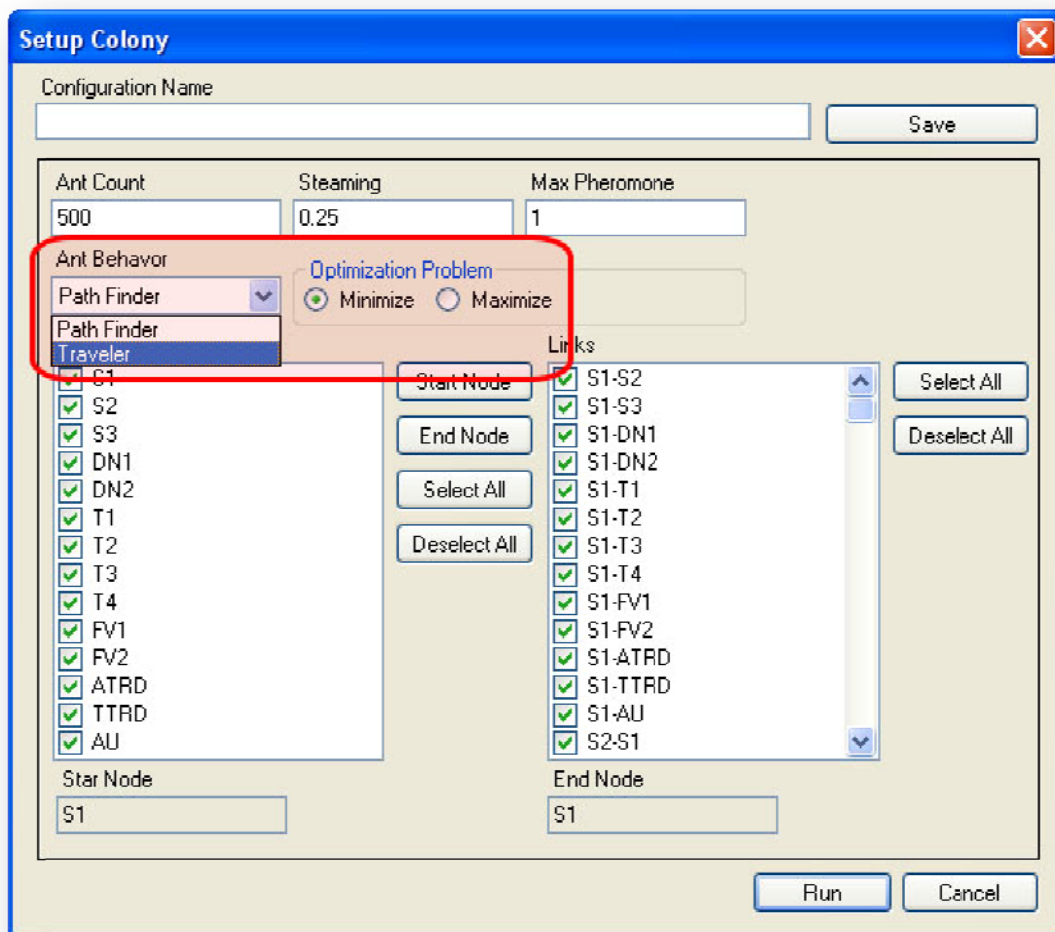


Figura 3.3. Opciones de tipo de problema.

La matriz que muestra cantidad de feromona en esta investigación $\tau = \{\tau_{ij}\}$ tomó valores iniciales de $\tau = 1$, con el fin de no dar una mayor importancia ni al sendero de feromonas ni a las distancias entre los nodos. La cantidad de hormigas propuesta en el presente algoritmo es 500, dada la magnitud de las matrices, satisfaciéndose los requerimientos de velocidad de procesamiento y aportando muy buenas soluciones, que difieren entre sí en sólo unos pocos metros. En caso que la cantidad de nodos no sea excesiva (la práctica más habitual) se obtienen soluciones óptimas en el caso que la cantidad de nodos sea grande las soluciones siguen siendo buenas.

Seguidamente como estamos en el caso “*Traveler*” (más frecuentemente utilizado) debe definirse cuáles son los nodos a visitar, a partir de las necesidades de distribución, desmarcándose los que no serán visitados; se selecciona entonces el nodo de inicio (usando el botón *Start Node*) y el final (*End Node*) que en el caso probado sería Almacenes Universales (AU). Es importante señalar que la simbología utilizada está en correspondencia con la leyenda del mapa que se anexa (Anexo 4).

Con el fin de realizar una comparación entre los resultados obtenidos con la aplicación del algoritmo propuesto y la documentación que consta en la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A., se realizó el estudio de las Hojas de Ruta realizándose una comparación entre el comportamiento actual de la distribución de mercancías de “Los Portales S.A.” con el mismo caso de distribución pero calculado según el procedimiento aportado.

Caso 1. Recorrido del Camión 2014 correspondiente al 29 de mayo del 2007				
Punto de partida	Destino	Odómetro inicial	Odómetro final	Km
Almacenes Universales	SC. La Estrella	668088	668102	14
SC. La Estrella	PV. La Central	668102	668120	8
PV. La Central	R. La Taberna	668120	668124	4
R. La Taberna	S. El Camionero	668124	668132	8
S. El Camionero	S. Capiro	668132	668139	7
S. Capiro	Almacenes Universales	668139	668153	14

Tabla 3.6. Hoja de Ruta con el recorrido realizado el 24 de mayo del 2007.

Los nodos visitados en ese caso se seleccionaron en la interfaz tal como se aprecia en la Figura 3.4.

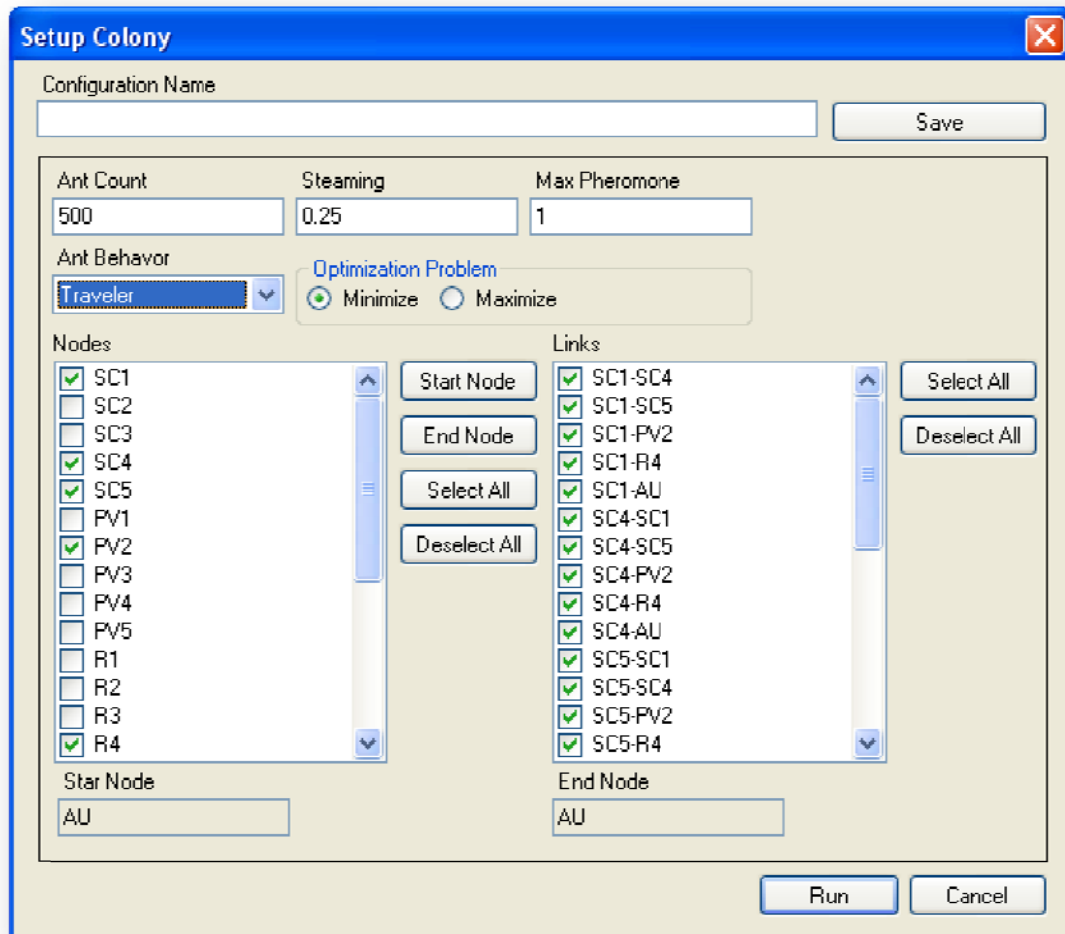


Figura 3.4. Selección de nodos, inicio fin del recorrido, y enlaces transitables

Habiéndose introducido todos los datos se procede a la ejecución, dando clic en el botón “Run” para buscar solución.

3.4 Interpretación de los resultados.

La salida del software se emite en dos formatos diferentes que se complementan entre sí: el primero brinda una información gráfica donde se resalta la ruta a seguir y el

segundo detalla la ruta, especificando la secuencia de los enlaces y la distancia total del recorrido.

En la Figura 3.5. se ilustra el esquema correspondiente al ejemplo descrito anteriormente, al tiempo que en la Figura 3.6. se presenta el reporte en modo texto del software en el mismo caso.

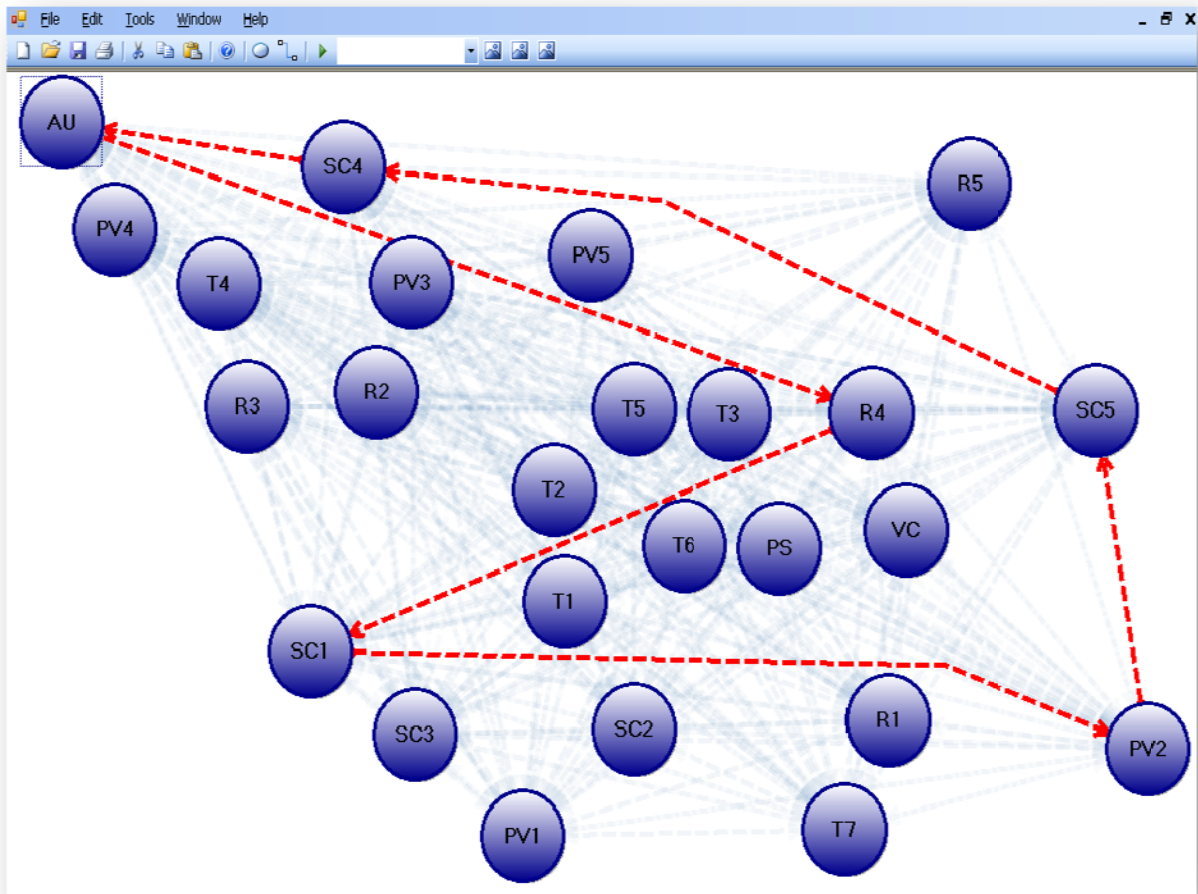


Figura 3.5. Reporte esquemático del software.

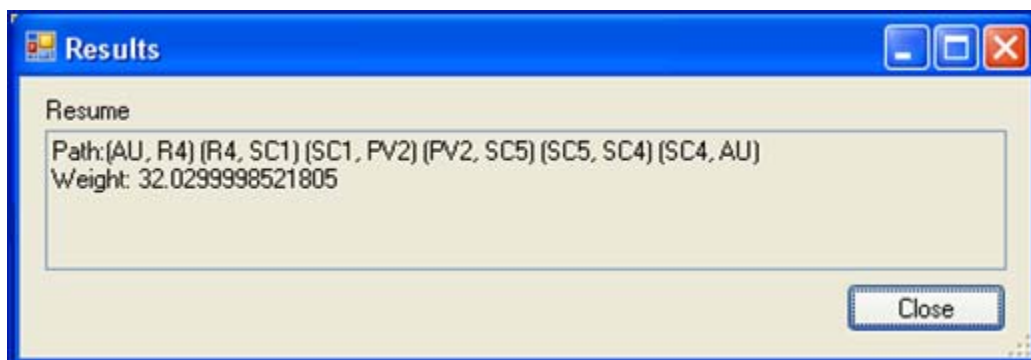


Figura 3.6. Reporte en modo texto del software.

Como puede apreciarse en el caso estudiado, el recorrido total luego de haberse culminado la distribución de los 5 puntos señalados fue de 55 Km. La mejor ruta según el procedimiento propuesto sería: Almacenes Universales – Rápido “La Taberna” – Servi Cupet “La Estrella” – Punto de Venta “La Central” - Servi Cupet “Capiro” - Servi Cupet “El Camionero” - Almacenes Universales y no: Almacenes Universales - Servi Cupet “La Estrella” - Punto de Venta “La Central” - Rápido “La Taberna” - Servi Cupet “El Camionero” - Servi Cupet “Capiro” - Almacenes Universales, como muestra la Hoja de Ruta. El recorrido propuesto representa, en consecuencia, 22 Km menos.

De la misma forma se procedió con otros cinco casos estudiados. Al revisar la Hoja de Ruta con el recorrido del Caso 2. (Tabla 3.7.) se confirma un recorrido de 19 Km. La ruta óptima que propone el procedimiento coincide con la realizada por el chofer, no obstante, la distancia calculada siguiendo el algoritmo OCH es de 14 Km.

Caso 2. Recorrido del Camión 2014 correspondiente al 22 de mayo del 2007				
Punto de partida	Destino	Odómetro inicial	Odómetro final	Km
Almacenes Universales	S. Oro negro	667531	667546	15
S. Oro negro	Panadería Doña Nelly	667546	667550	4

Tabla 3.7. Hoja de Ruta con el recorrido realizado el 22 de mayo del 2007.

Cuando se realizó la distribución correspondiente al tercer caso (Tabla 3.8.) siguiendo la ruta: Punto de Venta “La Central” - Rápido “8 de Marzo” –Tienda “Las Villas” – “Almacenes Universales”, con una trayectoria de 26 Km coincidió con la trayectoria

óptima, según el procedimiento, no obstante, la distancia recorrida según cálculo es de 19 Km, es decir, 7 Km menos.

Caso 3. Recorrido del Camión 2014 correspondiente al 22 de mayo del 2007				
Punto de partida	Destino	Odómetro inicial	Odómetro final	Km
PV. La Central	R. 8 de Marzo	667555	667561	6
R. 8 de Marzo	T. Las Villas	667561	667567	6
T. Las Villas	Almacenes Universales	667567	667581	14

Tabla 3.8. Hoja de Ruta con el recorrido realizado el 22 de mayo del 2007 (A).

En el caso 4 (Tabla 3.9.) se muestra la distribución de mercancías partiendo de Almacenes Universales hacia las tiendas “Las Novedades” y el “Supermercado Siboney”, mas teniéndose en cuenta que luego de esto se dirigiría al punto de venta “La Nueva”, el recorrido más apropiado según el procedimiento propuesto sería Almacenes Universales – Tienda “Supermercado Siboney” – Tienda “Las Novedades”. El recorrido total sería de 14 Km, no de 28 como muestra la hoja de ruta.

Caso 4. Recorrido del Camión 2014 correspondiente al 24 de mayo del 2007				
Punto de partida	Destino	Odómetro inicial	Odómetro final	Km
Almacenes Universales	T. Las Novedades	667783	667797	14
T. Las Novedades	T. Siboney	667797	667811	14

Tabla 3.9. Hoja de Ruta con el recorrido realizado el 24 de mayo del 2007 (B).

El recorrido descrito en el caso 5 (Tabla 3.10.) a partir del Punto de Venta “La Nueva” hasta Almacenes Universales fue de 28 Km, sin embargo si se hubiese realizado siguiendo el procedimiento que se aporta, este fuese de 18 Km, siguiendo la secuencia de ruta: Punto de Venta “La Nueva” – Rápido “8 de Marzo” – Tienda “Praga” – Almacenes Universales, no: Punto de Venta “La Nueva” – Tienda “Praga” – Rápido “8 de Marzo”, como muestra la hoja de ruta. Este recorrido se traduciría en 10 Km menos de distancia.

Caso 5. Recorrido del Camión 2014 correspondiente al 24 de mayo del 2007				
Punto de partida	Destino	Odómetro inicial	Odómetro final	Km
PV. La Nueva	T. Praga	667818	667824	6
T. Praga	R. 8 de Marzo	667824	667831	7
R. 8 de Marzo	Almacenes Universales	667831	667846	15

Tabla 3.10. Hoja de Ruta con el recorrido realizado el 24 de mayo del 2007 (A).

Al revisar la hoja de ruta con el recorrido del caso 6 (Tabla 3.11.) se constata un recorrido de 30 Km. La ruta óptima que propone el procedimiento coincide con la realizada por el chofer, sin embargo, la distancia calculada es de 6 Km menos.

Caso 6. Recorrido del Camión 2014 correspondiente al 28 de mayo del 2007				
Punto de partida	Destino	Odómetro inicial	Odómetro final	Km
Almacenes Universales	PV. Antón Díaz	668058	668060	2
PV. Antón Díaz	T. Riviera	668060	668074	14
T. Riviera	Almacenes Universales	668074	668088	14

Tabla 3.11. Hoja de Ruta con el recorrido realizado el 24 de mayo del 2007 (B).

El resumen de la muestra estudiada aparece reflejado en la Tabla 3.12.

Caso No.	Recorrido Total (Km)		Diferencia (Km)	Porcentaje (%)
	Por Hoja de Ruta	Según procedimiento		
1.	55	33	22	40.0
2.	19	14	5	26.3
3.	26	19	7	26.9
4.	28	14	14	50.0
5.	28	18	10	64.2
6.	30	24	6	20.0
Total	186	122	64	34.4

Tabla 3.12. Resumen de la muestra.

A partir del análisis de los resultados es posible estimar la reducción de las distancias a recorrer en el orden de un 30%.

3.5 Determinación del impacto de la investigación.

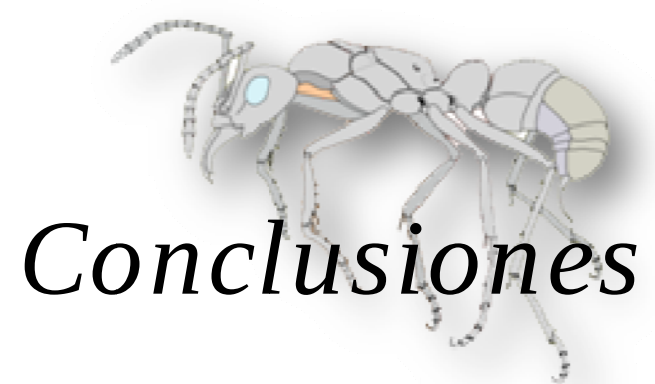
Teniéndose en cuenta que “Los Portales S.A.” tiene contratado con la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales un plan mensual a recorrer de 3 700 Km que equivale a 2 923 CUC al estar establecido un costo de 0.79 CUC por kilómetro para el Furgón Internacional (medio de transporte utilizado), según Ficha de Costo de la entidad (Anexo 7). Con la implementación del procedimiento basado en OCH se realizaría la misma distribución pero en 2 590 Km, es decir, 2 046.1CUC en costo de transportación, lo que representa un ahorro de 876 CUC al mes y 10 512 CUC al año.

Es importante señalar que la aplicación del procedimiento propuesto no representa gastos adicionales para la empresa pues cuenta con los medios computacionales necesarios y dado que el Microsoft .Net Framework v2.0, necesario para el funcionamiento del *Anthill* v0.1., se encuentra disponible de manera libre en el territorio nacional.

3.6 Conclusiones parciales del capítulo.

1. La implementación del procedimiento propuesto basado en OCH presupone la reducción de los recorridos en la distribución de mercancías de “Los Portales S.A.” en el orden del 30%, lo que trae consigo un ahorro aproximado de más de 800 CUC al mes y 10 mil CUC al año.
2. Al no estar predeterminadas en la actualidad las rutas de distribución no existe un criterio técnico para el control eficiente del recorrido.

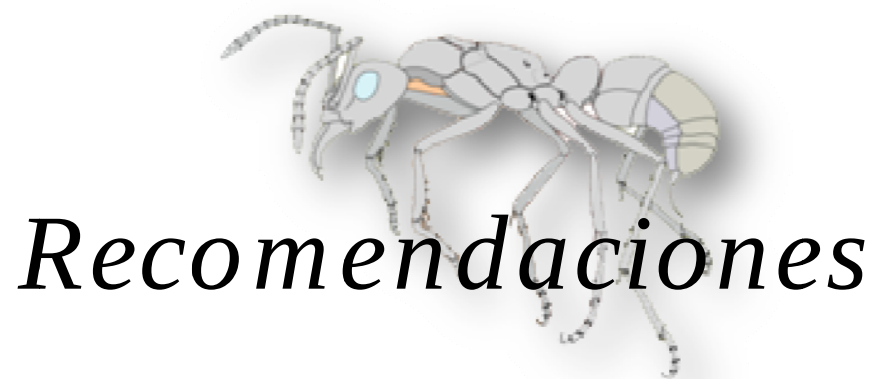
Se constata que al margen de la ausencia de rutas preestablecidas deben tomarse medidas para un sistemático control de las Hojas de Ruta independientemente de que se aplique o no el procedimiento propuesto.



Conclusiones

Conclusiones.

1. Para la solución de problemas de rutas de distribución resulta válido el empleo de metaheurísticas, en específico la Optimización por Colonia de Hormigas.
2. En la búsqueda bibliográfica realizada no se encontró referencia sobre la utilización práctica de la Optimización por Colonia de Hormigas en el territorio nacional.
3. Se diseñó un procedimiento para la determinación de rutas óptimas de distribución en la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales S.A. basado en la OCH.
4. Al no estar predeterminadas en la actualidad las rutas de distribución no existe un criterio técnico para el control eficiente del recorrido, debiéndose tomar medidas para un sistemático control de las Hojas de Ruta, independientemente de que se aplique o no el procedimiento propuesto.
5. Aplicándose el procedimiento propuesto en la distribución de mercancías de “Los Portales S.A.” se reducen los recorridos en el orden del 30 %, lo que representa un ahorro aproximado de más de 800 CUC al mes y 10 mil CUC al año lo que constituye un efecto económico considerable para la empresa, validándose de esa forma la hipótesis de la investigación.



Recomendaciones

Recomendaciones.

1. Generalizar la aplicación del procedimiento propuesto a otros clientes de la empresa siguiendo el orden definido por el Principio de Pareto descrito en el Capítulo 3:
 1. Corporación de Comercio y Servicios CUBALSE S.A.
 2. Ministerio de la Industria Alimenticia, MINAL.
 3. Empresa Cubana Importadora de Artículos de Consumo.
 4. Corporación COPEXTEL S.A.
 5. Empresa Importadora y Exportadora de Objetos Industriales.
 6. Empresa Cubana Importadora y Exportadora de Materiales.
2. Deben tomarse medidas para un sistemático control de las Hojas de Ruta independientemente de que se aplique o no el procedimiento propuesto.
3. Se recomienda también seguir este tema de investigación para mejorar el procedimiento propuesto y divulgar el contenido de esta investigación en Fóruns y otras actividades investigativas con el objetivo de generalizar el aporte de esta investigación.

Referencias Bibliográficas



Referencias Bibliográficas.

- 1 Aarts E. H. L, Lenstra J. K. Local Search in Combinatorial Optimization. John Wiley & Sons, Chichester, 1997.
- 2 Alonso S, Cordon O, Fernández de Viana I, Herrera F. La Metaheurística de Optimización Basada en Colonia de Hormigas: Modelos y Nuevos Enfoques. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, E.T.S. Ingeniería Informática. Granada. España. 2004.
- 3 Ballou H. R. La logística empresarial, Control y Planificación. Ediciones Díaz Santos. Madrid. 1991.
- 4 Barán B, Almirón M. Colonia de Hormigas en un Ambiente Paralelo Asíncrono. Universidad Nacional de Asunción Centro Nacional de Computación San Lorenzo. Paraguay. 2002.
- 5 Barán B, Almirón M. Colonia distribuidas de hormigas en un entorno paralelo asíncrono. XXVI Conferencia Latinoamericana de Informática – CLEI'00, México, 2000.
- 6 Barcos L, Rodríguez V.M, Álvarez M.J, Robusté F. Algoritmo basado en la optimización mediante colonias de hormigas para la resolución del problema del transporte de carga desde varios orígenes a varios destinos. Santander. España. 2002.
- 7 Bowersox D. J. Towards Total Logistical Management. Gower Press. Wentworth. 2001.
- 8 Bullnheimer B, Kotsis G, Strauss C. Parallelization Strategies for the Ant System. Reporte Técnico POM 9/97. Universidad de Viena. Viena – Austria. 1997.
- 9 Carrazana D. Diagnóstico y Diseño del Sistema Logístico de la Sucursal CIMEX Granma. Tesis para optar por el Título Académico de Master en Dirección, 2003
- 10 Centro Español de Logística. Diccionario de términos y definiciones logísticas. España. 1993.
- 11 Cespón R, Auxiliadora M. Administración de la Cadena de Suministros. Universidad Tecnología Centroamericana UNITEC. 2002.
- 12 Christopher M. Business Logistics. Cronfield School of Management. Managing International Distribution. Cronfield 1972.

- 13 Conejero H. C, Hernández R., Cespón R. Logística de la distribución comercial, un enfoque sistémico. Revista Logística Aplicada. Ciudad de la Habana. Cuba. 1998.
- 14 Council Logistic Management [<http://www.clm.org>]
- 15 Council of Supply Chain Management Professional. Logistic Definition; <http://www.cscmp.org>, 2005.
- 16 Dorigo M, Di Caro G, Gambardella L. M. Ant algorithms for discrete optimization. Artificial Life, 5: 2, páginas 137-172, 1999.
- 17 Dorigo M, Di Caro G. The Ant Colony Optimization meta-heuristic. En Corne D, Dorigo M, Glover F. editores, New Ideas in Optimization, páginas 11-32. McGraw Hill, London, UK, 1999.
- 18 Dorigo M, Gambardella L. A study of some properties of Ant-Q. IV International Conference on Parallel Problem from Nature, Berlin – Alemania: Springer-Verlag, pg. 656-665, 1996.
- 19 Dorigo M, Gambardella L. Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem. IEEE Transaction on Evolutionary Computation. Vol 1, No.1, pg. 53-66, 1997.
- 20 Dorigo M, Maniezzo V, Colomi A. The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Transaction on Systems. Man & Cybernetics. Vol 26, No. 1, pg. 1-13, 1996.
- 21 Enciclopedia libre, <http://es.wikipedia.org/wiki/Heurística>
- 22 Feito M. Estudio Empírico sobre Estrategias de Logística Inversa en el Sector Industrial de Villa Clara. 2005.
- 23 Gambardella L, Dorigo M. Ant-Q: A reinforcement learning approach to the traveling salesman problem. 12th International Conference on Machine Learning. San Francisco, pg. 252-260, 1995.
- 24 Garey M. R, Jonson D.S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. Freeman. San Francisco. 1979.
- 25 Glover F, Kochenberger G. Handbook of Metaheuristics. Kluwer Academic Publishers. Boston. 2003.

- 26 Juran. Programa para la mejora de la calidad. Industria Básica, 1998.
- 27 Lalonde B. La unión de la Gestión de los Materiales con la Distribución Física. Universidad Estatal de Ohio. 1971.
- 28 Magee J. F. Industrial Logistics. 1968.
- 29 Michalewicz Z, Fogel D. B. How to Solve It: Modern Heuristics. Springer Verlag, Berlín, Alemania, 2000.
- 30 Osman H, Kelly J. P. Meta-Heuristics: Theory & Applications. Kluwer Academic Publishers. Boston. 1996.
- 31 Paciello J. M, Martínez H. D, Lezcano Ch. G, Barán B. Algoritmos de Optimización multi-objetivos basados en colonias de hormigas. Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica San Lorenzo. Paraguay. 2006.
- 32 PILOT. Folleto de Inscripción, www.logispilot.com , 2004.
- 33 Reeves C. Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems. McGraw Hill, London, 1995.
- 34 Reinelt G. TSP, <http://www.iwr.uniheidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/TSPLIB.html>. Universität Heidelberg, Institut für Angewandte Mathematik, Alemania. 2000.
- 35 Stützle T. Parallelization Strategies for Ant Colony Optimization. Proc. of Parallel Problem Solving from Nature – PPSN-V, Springer Verlag, Vol. 1498, pg. 722-731, 1998.
- 36 Torres Gemeil M. 2003
- 37 Voss S, Martello S, Osman I. H, Roucairol C. Meta-Heuristics: Advances and Trends in Local Search Paradigms for Optimization. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999.



Anexos

Anexo 1. Plantilla de Trabajadores.

Dirección General	
Especialista B en Ciencias Informáticas	1
Asesor C Jurídico	1
Especialista C en Gestión de la Calidad	1
Auditor A Asistente	1
Chofer D Asistente	1
Subtotal	6
Dirección de Recursos Humanos	
Director de Recursos Humanos	1
Especialista C en Gestión de Recursos Humanos	3
Subtotal	4
Dirección Económica	
Director Económico	1
Contador C	3
Contador D	1
Cajero Pagador	1
Subtotal	6
Dirección Comercial - Centro de Negocios	
Director Comercial	1
Especialista C en Gestión Comercial	3
Encargado de Actividades Generales	1
Encargado de Recepción y Pizarra Telefónica	1
Jardinero	1
Agente B de Seguridad y Protección	5
Auxiliar de Limpieza	1
Operario de Mantenimiento General	1
Departamento Integral D de Gastronomía	1
Subtotal	15
Dirección de Aseguramiento	
Director de Aseguramiento	1
Especialista B en Abastecimiento Técnico Material	1
Técnico en Climatización y Refrigeración	1
Técnico D en Distribución de Combustible	1
Abastecedor de Combustible	3
Dependiente Almacén	1
Dependiente de Almacén (J.B)	1
Cocinero Integral C	2
Ayudante General de Elaboración	1
Auxiliar General de Cocina	2
Departamento Integral de Gastronomía	1
Oficinista	1
Auxiliar de Limpieza	1
Jardinero	1
Subtotal	18
Dirección de Seguridad y Protección	
Director de Seguridad y Protección	1
Jefe de Grupo	1
Operativo de Puesto de Mando del Transporte	4
Agente B de Seguridad y Protección	11
Subtotal	17
Área 1.	
Jefe de Operaciones Comerciales	1
Jardinero	2
Dependiente Almacén	6
Operario de Montacargas	4
Subtotal	13

Área 2.	
Jefe de Operaciones Comerciales	1
Auxiliar General de Servicios	1
Jardinero	1
Operario de Montacargas	2
Ayudante	3
Jefe de Turno	4
Agente B de Seguridad y Protección	4
Subtotal	16
Área 3.	
Jefe de Operaciones Comerciales	1
Auxiliar General de Servicios	1
Jardinero	3
Operario de Montacargas	2
Ayudante	3
Jefe de Grupo	1
Jefe de Turno	4
Agente B de Seguridad y Protección	17
Subtotal	32
Gerencia General Filial de Transporte	
Gerente General Filial de Transporte	1
Especialista B en Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotor	1
Técnico A en Explotación de Transporte Automotor	1
Técnico A en Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotor	1
Mecánico A Automotor (J. Taller)	1
Electricista B Automotriz	1
Ponchero	1
Chofer A	17
Chofer B	1
Chofer C	11
Chofer de Ómnibus B	1
Mecánico A Automotor	4
Engrasador Automotor	1
Mecánico de Suspensión y Tren de Arrastre (J.B)	1
Mecánico de Suspensión y Tren de Arrastre	2
Operador de Máquinas Herramientales	1
Subtotal	46
Dirección de Control de Plagas y Vectores	
Director de Control de Plagas y Vectores	1
Especialista Integral en Control de Plagas e Higienización Industrial	1
Operario Control de Vectores e Higienización (J.B)	3
Operario Control de Vectores e Higienización	10
Carpintero A	1
Operario Int de la Inv. Mat. Const. C	1
Chofer B	1
Subtotal	18
Dirección Investigación Construcción y Desarrollo	
Director Investigación Construcción y Desarrollo	1
Operario Int de la Inv. Mat. Const. B (J.B)	1
Técnico A Proyectos de Ingeniería	1
Operario Int de la Ind. Mat. Cont B	4
Chofer C	1
Subtotal	8
TOTAL	201

Anexo 2. Clientes de la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales.

- 1 UNIÓN LÁCTEA VC
- 2 PODER POPULAR MUNICIPAL SANTA CLARA
- 3 CUEX S.A.
- 4 EL ESTABLO S.R.
- 5 TRANS GAVIOTA RENT A CAR
- 6 HOTEL SOL-MELIA DUNAS
- 7 HOTEL ENSENACHOS
- 8 TENERIA VILLA CLARA
- 9 PRODUCTOS LACTEOS RIO ZAZA
- 10 EMI CHE GUEVARA
- 11 UNIL
- 12 VICLAR
- 13 MAQUIMPORT
- 14 MAPRINTER
- 15 CONSUMIMPORT
- 16 CONAZUCAR
- 17 ACOPIO VC
- 18 ECIMETAL
- 19 CAYO CONUCO
- 20 TECNOTEX
- 21 TRD CARIBE DIVISAS CENTRO
- 22 TRD CARIBE DIVISAS HABANA
- 23 COMUNALES SANTA CLARA (CEMENTERIO)
- 24 COMUNALES CAIBARIEN
- 25 UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS
- 26 PESCAVILLA SANTA CLARA
- 27 PESCAPIR SANTIS SPIRITUS
- 28 DIRECCION PROVINCIAL DE JUSTICIA
- 29 EMPRESA DE ANTENAS VC
- 30 ALMEST

31	SALUD PUBLICA SANTIAGO DE CUBA
32	ECASOL
33	CENTRO I.C.
34	FONDO CUBANO DE BIENES CULTURALES
35	ESCUELA FORMADORA DE TRABAJADORES SOCIALES
36	HAVANA CLUB INTERNACIONAL
37	ETECSA
38	ULAEX
39	BRASCUBA
40	LOS PORTALES
41	BECASA
42	BUCANERO
43	COPEXTEL
44	ARTEX VC
45	GRUPO NUEVA BLANCA
46	CARACOL S.A.
47	SASA VILLA CLARA
48	AT COMERCIAL
49	CUBALSE ALMACENES
50	CUBALSE SUCURSAL
51	CAYO SOL SANTA MARIA
52	CAYO MELIA SANTA MARIA
53	CUBAMETALES
54	CURPSAP
55	UNIIDSA
56	ABRAXAS
57	E ES GANADO MENOR

Anexo 3. Clientes con “Transporte de Distribución” en la Sucursal Villa Clara de Almacenes Universales.

Almacenes Universales S.A, Sucursal Villa Clara			
No.	Fecha	Clientes	Cuentas por Cobrar a Corto Plazo
1	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	240
2	10/1/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	7,166.29
3	10/1/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	4,059.30
5	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	150
6	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,188.00
8	10/1/2007	BRASCUBA CIGARRILLOS, S.A.	1,419.00
9	10/1/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	9,040.00
10	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,426.50
12	10/1/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	1,092.00
13	10/1/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	520.15
14	10/1/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	300
15	10/1/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS IND	2,997.31
16	10/1/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS IND	1,443.75
17	10/1/2007	CUEX S.A	1,975.46
18	10/1/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE MAQUINARIAS Y EQUIPO	954.62
19	10/1/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE MATERIALES	1,783.51
21	10/1/2007	DIRECCION PROVINCIAL DE JUSTICIA DE VILLA CLARA	0
22	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
23	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
24	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,037.04
25	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,823.70
26	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,320.00
27	10/1/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	2,648.00
28	10/1/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE VILLA CLARA "PESCAVILLA	420
29	10/1/2007	UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS	600
30	10/1/2007	EFTS "ABEL SANTAMARIA CUADRADO"	1,650.00
31	10/1/2007	LOS PORTALES, S.A.	13,870.00
32	10/1/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	463.96
33	11/1/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	43.29
35	11/1/2007	CADENA DE TIENDAS CARACOL S.A.	756
36	11/1/2007	EMPRESA DE ANTENAS	331.2
37	11/1/2007	GRUPO NUEVA BANCA S.A.	380
38	11/1/2007	PROMOCIONES ARTISTICAS Y LITERARIAS, S.A. (ARTEX)	576
39	11/1/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS IND	12
40	11/1/2007	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA	350
41	11/1/2007	CENTRO DE INFORMACION DE LA CONSTRUCCION, CIC	1,540.00

42	12/1/2007	EL ESTABLO SRL	1,566.72
46	12/1/2007	UNION DE INDUSTRIAS LOCALES VARIAS DE CIUDAD DE LA	365.6
47	13/01/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	3
50	15/01/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA DIRECCION MUNICIPAL DE COMUNA	0
51	15/01/2007	EMPRESA OPERADORA DE AZUCAR Y SUS DERIVADOS VILLA	0
55	22/01/2007	FONDO CUBANO DE BIENES CULTURALES	461.8
58	26/01/2007	EMPRESA DE PRODUCTOS LACTEOS RIO ZAZA	600
59	26/01/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE SANCTI SPIRITUS "PES	1,120.00
77	31/01/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA MUNICIPAL SERVICIOS COMUNALES	0
78	31/01/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA MUNICIPAL SERVICIOS COMUNALES	0
79	31/01/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	1,150.00
80	31/01/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	78.5
81	31/01/2007	BRASCUBA CIGARRILLOS, S.A.	17
82	31/01/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	80
83	31/01/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	186
84	31/01/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	1,900.00
87	31/01/2007	LOS PORTALES, S.A.	374
100	5/2/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE MATERIALES	1,790.01
101	5/2/2007	LOS PORTALES, S.A.	13,870.00
102	5/2/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	9,040.00
103	5/2/2007	CENTRO DE INFORMACION DE LA CONSTRUCCION, CIC	1,540.00
104	5/2/2007	BRASCUBA CIGARRILLOS, S.A.	1,419.00
106	7/2/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	463.96
107	7/2/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	7,166.29
108	7/2/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	4,059.30
110	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	150
111	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,188.00
112	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,426.50
113	7/2/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS IND	3,351.31
114	7/2/2007	EL ESTABLO SRL	1,011.16
115	7/2/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS IND	1,443.75
116	7/2/2007	CUEX S.A	1,975.46
117	7/2/2007	FONDO CUBANO DE BIENES CULTURALES	461.8
120	7/2/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE MAQUINARIAS Y EQUIPO	962.62
121	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
122	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
124	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,037.04
125	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,823.70
126	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,320.00
127	7/2/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	2,648.00

129	7/2/2007	DIRECCION PROVINCIAL DE JUSTICIA DE VILLA CLARA	0
130	7/2/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE VILLA CLARA "PESCAVILLA"	420
131	7/2/2007	UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS	600
133	7/2/2007	PROMOCIONES ARTISTICAS Y LITERARIAS, S.A. (ARTEX)	576
134	7/2/2007	EMPRESA DE ANTENAS	331.2
135	7/2/2007	GRUPO NUEVA BANCA S.A.	392
136	7/2/2007	CADENA DE TIENDAS CARACOL S.A.	756
139	9/2/2007	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES	423.3
140	9/2/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	1,260.00
141	9/2/2007	PODER POPULAR MUNICIPAL DE SANTA CLARA	0
142	9/2/2007	PODER POPULAR MUNICIPAL DE SANTA CLARA	0
145	13/02/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	300
149	17/02/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	120
152	19/02/2007	UNION DE INDUSTRIAS LOCALES VARIAS DE CIUDAD DE LA	365.6
153	19/02/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	3.75
156	19/02/2007	EMPRESA OPERADORA DE AZUCAR Y SUS DERIVADOS VILLA	0
157	22/02/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	67.85
159	22/02/2007	EMPRESA DE PRODUCTOS LACTEOS RIO ZAZA	600
160	23/02/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE SANCTI SPIRITUS "PESCAVILLA"	1,120.00
161	23/02/2007	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA	350
164	22/02/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA MUNICIPAL SERVICIOS COMUNALES	0
165	23/02/2007	UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS	480
166	28/02/2007	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA	550
181	28/02/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	1,340.00
188	28/02/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	132
189	28/02/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	600
191	28/02/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	1,180.00
192	28/02/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	42.5
193	28/02/2007	EMPRESA DE ANTENAS	48
194	28/02/2007	LOS PORTALES, S.A.	384
198	6/3/2007	CENTRO DE INFORMACION DE LA CONSTRUCCION, CIC	1,540.00
199	6/3/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE MATERIALES	1,794.01
201	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	120
202	6/3/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	463.96
203	6/3/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	7,166.29
204	6/3/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	4,059.30
206	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	150
207	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,188.00
208	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,426.50
209	6/3/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	1,443.75

210	6/3/2007	CUEX S.A	1,975.46
211	6/3/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE MAQUINARIAS Y EQUIPO	974.62
212	6/3/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	1,392.00
214	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
215	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
216	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,037.04
217	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	3,803.70
218	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,320.00
219	6/3/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	2,648.00
220	6/3/2007	EMPRESA DE ANTENAS	331.2
221	12/3/2007	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES	0
222	6/3/2007	GRUPO NUEVA BANCA S.A.	387
223	6/3/2007	PROMOCIONES ARTISTICAS Y LITERARIAS, S.A. (ARTEX)	576
224	7/3/2007	DIRECCION PROVINCIAL DE JUSTICIA DE VILLA CLARA	0
225	7/3/2007	UNION DE INDUSTRIAS LOCALES VARIAS DE CIUDAD DE LA	365.6
229	9/3/2007	CADENA DE TIENDAS CARACOL S.A.	756
230	9/3/2007	EL ESTABLO SRL	1,011.16
231	9/3/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	1,260.00
233	9/3/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA DIRECCION MUNICIPAL DE COMUNA	0
234	10/3/2007	UNION DE INDUSTRIAS LOCALES VARIAS DE CIUDAD DE LA	0
235	12/3/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE VILLA CLARA "PESCAVILLA	420
236	12/3/2007	UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS	600
237	12/3/2007	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA	350
238	10/3/2007	FONDO CUBANO DE BIENES CULTURALES	461.8
239	13/03/2007	BRASCUBA CIGARRILLOS, S.A.	1,438.50
240	13/03/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	9,040.00
241	14/03/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	8,920.00
242	15/03/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	3,268.31
243	15/03/2007	PODER POPULAR MUNICIPAL DE SANTA CLARA	0
244	16/03/2007	UNITIDSA S.A.	135
246	16/03/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE MAQUINARIAS Y EQUIPO	132.22
247	19/03/2007	CURPSAP SL	966.15
250	20/03/2007	EMPRESA OPERADORA DE AZUCAR Y SUS DERIVADOS VILLA	0
256	26/03/2007	EMPRESA DE PRODUCTOS LACTEOS RIO ZAZA	600
257	26/03/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE SANCTI SPIRITUS "PES	1,120.00
258	26/03/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	526.5
277	30/03/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA MUNICIPAL SERVICIOS COMUNALES	0
280	31/03/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	116
281	31/03/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	1,644.00
284	31/03/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	64

285	31/03/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	30
286	31/03/2007	LOS PORTALES, S.A.	384
291	31/03/2007	LOS PORTALES, S.A.	12,350.00
300	31/03/2007	LOS PORTALES, S.A.	350
302	9/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	120
303	9/4/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	563.96
304	9/4/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	7,166.29
305	9/4/2007	BRASCUBA CIGARRILLOS, S.A.	1,440.50
306	9/4/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	5,319.30
308	9/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	150
309	9/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,188.00
310	9/4/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	9,000.00
311	9/4/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	1,443.75
312	9/4/2007	CUEX S.A	1,975.46
313	9/4/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE MAQUINARIAS Y EQUIPO	1,107.23
314	9/4/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE MATERIALES	1,783.51
315	9/4/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	1,392.00
317	9/4/2007	BANCO INTERNACIONAL DE COMERCIO S.A BICSA	386
318	9/4/2007	EL ESTABLO SRL	1,011.16
319	9/4/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE METALE	722.1
320	9/4/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	12
321	10/4/2007	FONDO CUBANO DE BIENES CULTURALES	466.43
325	10/4/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	3,734.31
326	10/4/2007	UNION DE INDUSTRIAS LOCALES VARIAS DE CIUDAD DE LA	365.6
327	10/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,426.50
328	10/4/2007	DIRECCION PROVINCIAL DE JUSTICIA DE VILLA CLARA	0
329	10/4/2007	CADENA DE TIENDAS CARACOL S.A.	756
330	10/4/2007	PROMOCIONES ARTISTICAS Y LITERARIAS, S.A. (ARTEX)	576
331	10/4/2007	EMPRESA DE ANTENAS	331.2
332	10/4/2007	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES	0
333	10/4/2007	LOS PORTALES, S.A.	12,350.00
334	10/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
335	10/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
336	10/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,037.04
337	10/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,052.70
338	10/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,320.00
339	10/4/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	2,648.00
340	12/4/2007	UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS	600
341	16/04/2007	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA	900

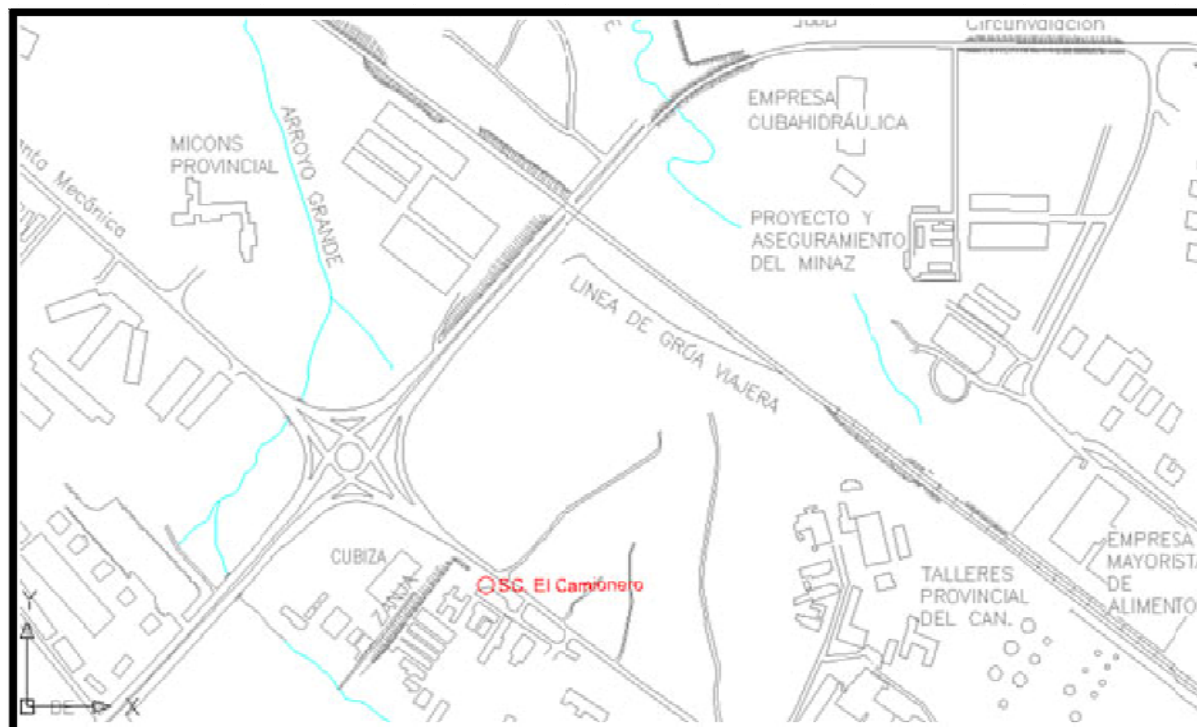
342	12/4/2007	EFTS "ABEL SANTAMARIA CUADRADO"	1,650.00
343	12/4/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE VILLA CLARA "PESCAVILLA	560
344	16/04/2007	CENTRO DE INFORMACION DE LA CONSTRUCCION, CIC	200
346	16/04/2007	CURPSAP SL	966.15
347	19/04/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE SANCTI SPIRITUS "PES	1,120.00
348	19/04/2007	EMPRESA DE PRODUCTOS LACTEOS RIO ZAZA	600
351	19/04/2007	UNITIDSA S.A.	135
354	19/04/2007	PODER POPULAR MUNICIPAL DE SANTA CLARA	0
355	21/04/2007	EMPRESA OPERADORA DE AZUCAR Y SUS DERIVADOS VILLA	0
360	25/04/2007	LOS PORTALES, S.A.	350
361	25/04/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA MUNICIPAL SERVICIOS COMUNALES	0
366	27/04/2007	EMPRESA CENTRAL DE EQUIPOS CIUDAD HABANA	0
368	30/04/2007	LOS PORTALES, S.A.	384
369	30/04/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	48
372	30/04/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	108
373	30/04/2007	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES	80
374	30/04/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	394
375	30/04/2007	CURPSAP SL	4.04
376	30/04/2007	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA	2.39
379	30/04/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	240
394	30/04/2007	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES	0
406	5/5/2007	BRASCUBA CIGARRILLOS, S.A.	1,448.00
407	5/5/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE MATERIALES	1,868.01
408	5/5/2007	CENTRO DE INFORMACION DE LA CONSTRUCCION, CIC	0
409	5/5/2007	HAVANA CLUB INTERNATIONAL	1,392.00
411	8/5/2007	CENTRO DE INFORMACION DE LA CONSTRUCCION, CIC	1,540.00
412	8/5/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	3,343.31
413	8/5/2007	EMPRESA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE OBJETIVOS INDUSTRIALES	1,491.75
414	8/5/2007	CUEX S.A	1,975.46
415	8/5/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE MAQUINARIAS Y EQUIPO	1,124.23
416	8/5/2007	CURPSAP SL	966.15
417	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	0
418	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	120
419	8/5/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	0
420	8/5/2007	BEBIDAS DEL CARIBE, S.A. (BECASA)	190.46
422	8/5/2007	BANCO INTERNACIONAL DE COMERCIO S.A BICSA	378
423	8/5/2007	EL ESTABLO SRL	1,011.16
424	8/5/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE METALE	722.1
428	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40
429	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,406.40

430	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,037.04
431	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	0
432	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	4,320.00
433	8/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	2,648.00
436	9/5/2007	LOS PORTALES, S.A.	12,350.00
437	9/5/2007	LOS PORTALES, S.A.	350
438	10/5/2007	CORPORACION COPEXTEL S.A.	5,229.30
439	10/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	150
440	10/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,150.50
441	10/5/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	1,426.50
442	10/5/2007	FONDO CUBANO DE BIENES CULTURALES	461.8
443	10/5/2007	DIRECCION PROVINCIAL DE JUSTICIA DE VILLA CLARA	0
444	10/5/2007	CADENA DE TIENDAS CARACOL S.A.	756
445	10/5/2007	PROMOCIONES ARTISTICAS Y LITERARIAS, S.A. (ARTEX)	576
446	10/5/2007	EMPRESA DE ANTENAS	331.2
447	10/5/2007	UNION DE CONFECCIONES TEXTILES	0
448	10/5/2007	UNITIDSA S.A.	135
449	10/5/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE VILLA CLARA "PESCAVILLA	560
450	10/5/2007	UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS	600
453	10/5/2007	MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, MINAL	8,840.00
457	14/05/2007	UNION DE INDUSTRIAS LOCALES VARIAS DE CIUDAD DE LA	365.6
458	16/05/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA MUNICIPAL SERVICIOS COMUNALES	0
459	16/05/2007	PODER POPULAR MUNICIPAL DE SANTA CLARA	0
466	22/05/2007	BANCO FINANCIERO INTERNACIONAL S.A.	100.38
469	23/05/2007	EMPRESA OPERADORA DE AZUCAR Y SUS DERIVADOS VILLA	0
470	24/05/2007	EMPRESA DE ACOPIO VILLA CLARA	783.33
472	24/05/2007	EMPRESA DE PRODUCTOS LACTEOS RIO ZAZA	600
473	24/05/2007	GRUPO EMPRESARIAL PESQUERO DE SANCTI SPIRITUS "PES	1,120.00
474	24/05/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	0
475	24/05/2007	EMPRESA DE GANADO MENOR	1,050.00
477	26/05/2007	EFTS "ABEL SANTAMARIA CUADRADO"	1,650.00
478	29/05/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	6,834.60
480	29/05/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	510
481	29/05/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	510
482	29/05/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	54
483	29/05/2007	EMPRESA CUBANA IMPORTADORA DE ARTICULOS DE CONSUMO	12
508	31/05/2007	CORPORACION DE COMERCIO Y SERVICIOS CUBALSE S.A.	90
511	31/05/2007	UNIDAD PRESUPUESTADA DIRECCION MUNICIPAL DE COMUNALES	0
515	31/05/2007	LOS PORTALES, S.A.	384
		Total:	134,345.24

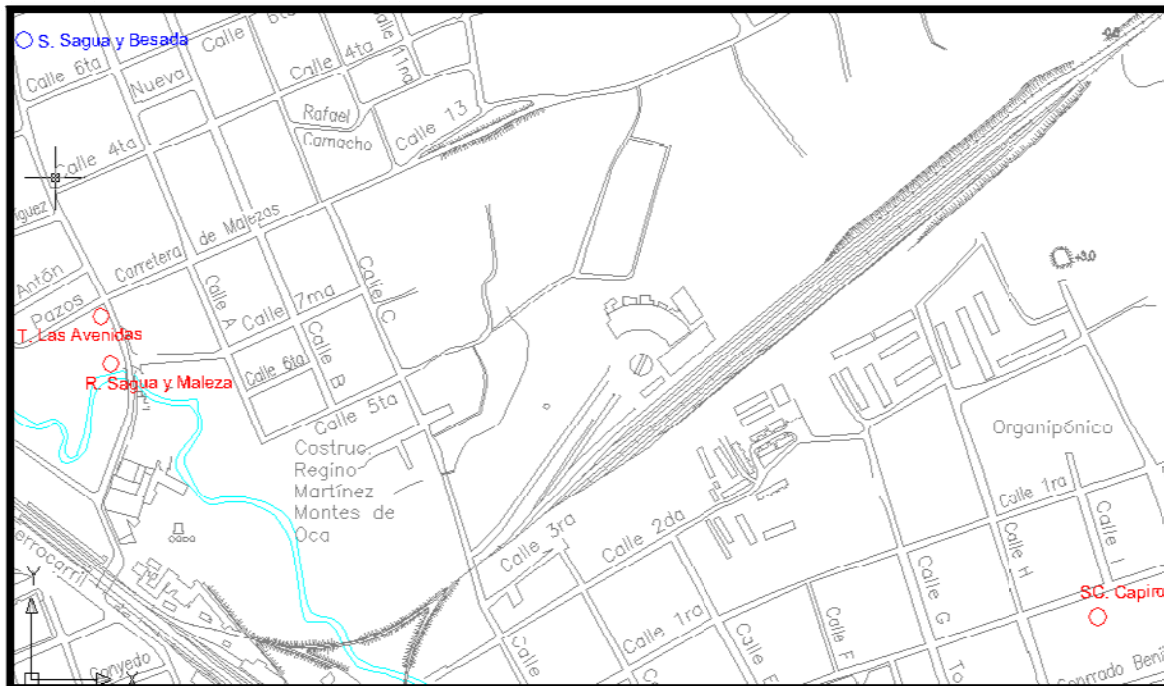
Anexo 4. Leyenda de los puntos de distribución o nodos.

CIMEX			
T. Tienda CIMEX	SC. ServiCupet	R. Rápido	PV. Puntos de Venta
1. Las Villas.	1. La Estrella.	1. 8 de Marzo.	1. La Nueva.
2. Loly.	2. El Internacional.	2. El Pinto.	2. La Central.
3. El Encanto.	3. Las Villas.	3. Riviera.	3. El Pinto.
4. Variedades Riviera.	4. El Camionero.	4. La Taberna.	4. Antón Díaz.
5. Las Avenidas.	5. El Capiro.	5. Sagua y Maleza.	5. El Parquecito.
6. Praga.	PS. Photoservice.	Video Centro “Santa Clara”	
7. Los Frambollanes	1. La Riviera.		
	2. La Libertad.		
CUBALSE			
S. Servicentros	T. Tienda CUBALSE	Doña Nely	FV. Fotovideo.
1. Sagua y Besada.	1. Las Novedades.	1. Complejo	1. Villa Clara.
2. Oro negro	2. La Reina.	Gastronómico.	2. Sandino.
“Villa Clara”.	3. Supermercado Siboney.	2. Panadería.	
3. La Riviera.	4. El Almacén.		
4. Los Pinos.			

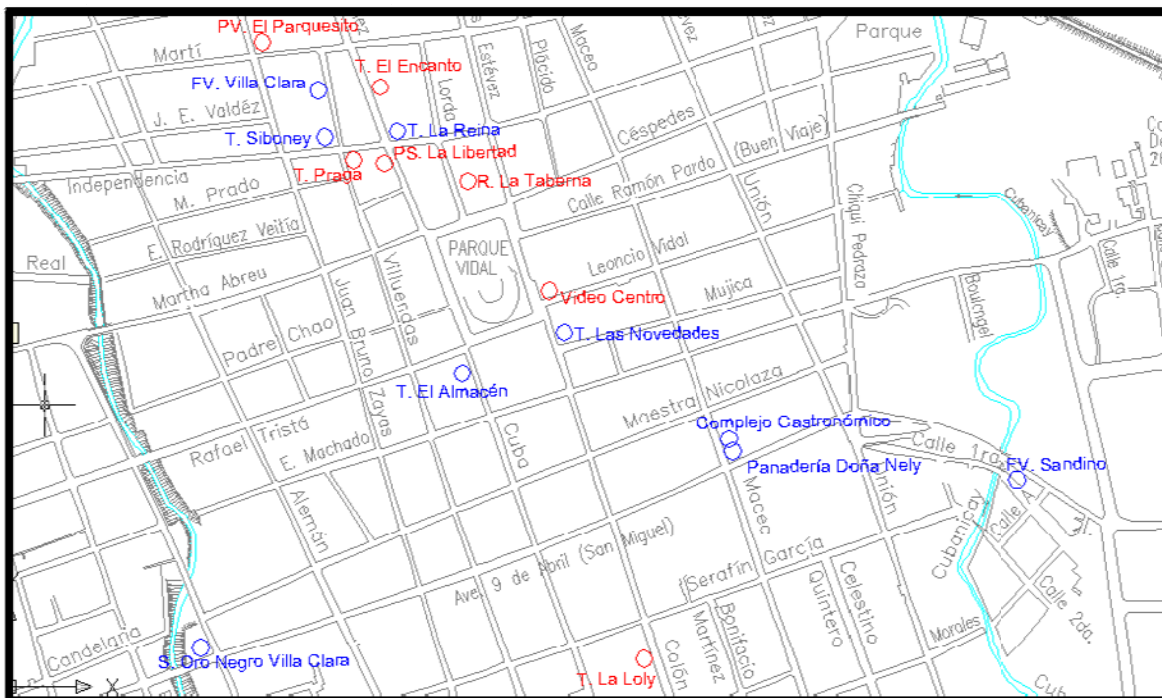
Anexo 5. Puntos de distribución en Santa Clara por áreas.



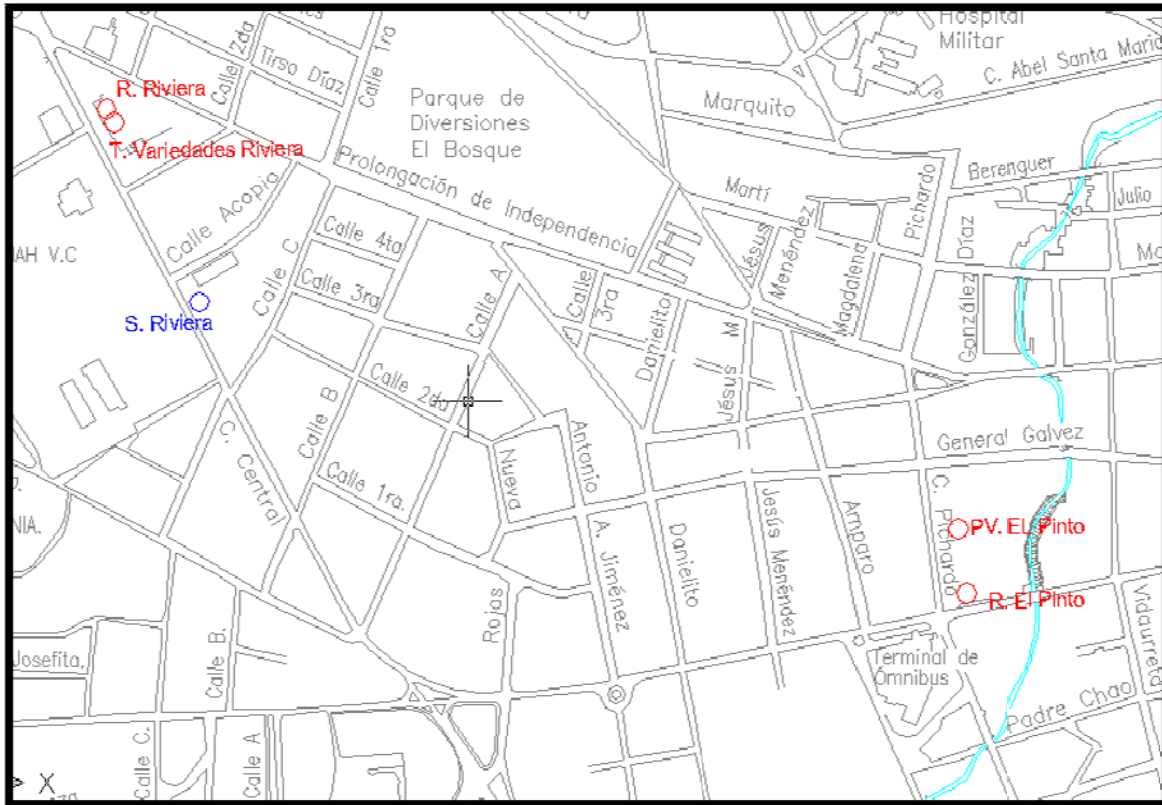
Anexo 5.1. Puntos de distribución localizados en el Área 1.



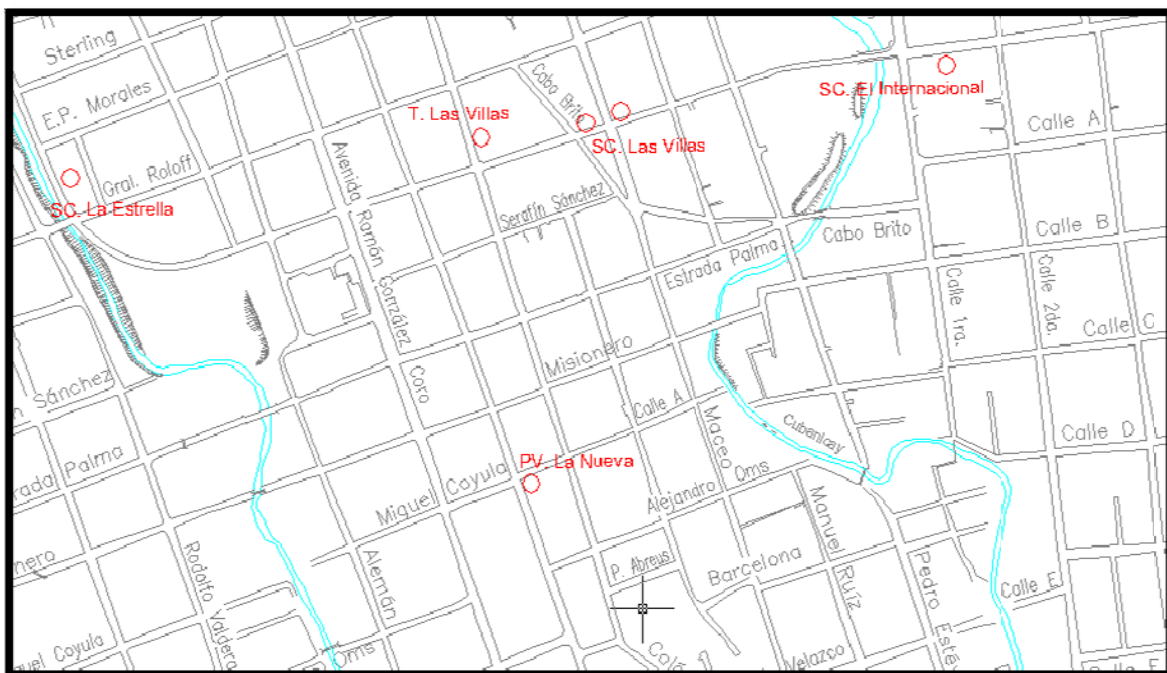
Anexo 5.2. Puntos de distribución localizados en el Área 2.



Anexo 5.3. Puntos de distribución localizados en el Área 3.



Anexo 5.4. Puntos de distribución localizados en el Área 4.



Anexo 5.5. Puntos de distribución localizados en el Área 5.

Anexo 6. Requerimientos de hardware.

Microsoft .NET Framework puede ser instalado en las siguientes plataformas y sistemas operativos.

Escenario		Target platforms
x32-bit based systems		Microsoft® Windows® 98
		Windows 98 Second Edition
		Microsoft Windows 2000 Professional with SP4
		Windows 2000 Server with SP4
		Windows 2000 Advanced Server with SP4
		Windows 2000 Datacenter Server with SP4
		Microsoft Windows XP Professional with SP2
		Windows XP Home Edition with SP2
		Windows XP Media Center Edition 2002 with SP2
		Windows XP Media Center Edition 2004 with SP2
		Windows XP Media Center Edition 2005
		Windows XP Tablet PC Edition with SP2
		Windows XP Starter Edition
		Microsoft Windows Millennium Edition
		Microsoft Windows Server™ 2003 Standard Edition
		Windows Server 2003 Enterprise Edition
		Windows Server 2003 Datacenter Edition
		Windows Server 2003 Web Edition
		Windows Server 2003 R2, Standard Edition
		Windows Server 2003 R2, Enterprise Edition
		Windows Server 2003 R2, Datacenter Edition

x64-bit systems based	Windows XP Professional x64 Edition Windows Server 2003, Standard x64 Edition Windows Server 2003, Enterprise x64 Edition Windows Server 2003, Datacenter x64 Edition Windows Server 2003 R2, Standard x64 Edition Windows Server 2003 R2, Enterprise x64 Edition Windows Server 2003 R2, Datacenter x64 Edition  Nota Supported on WOW64.
Itanium-based systems	Windows Server 2003 with SP1, Enterprise Edition for Itanium-based Systems Windows Server 2003 with SP1, Datacenter Edition for Itanium-based Systems Windows Server 2003 R2, Enterprise Edition for Itanium-based Systems Windows Server 2003 R2, Datacenter Edition for Itanium-based Systems

Anexo 6.1. Sistemas Operativos para los que no se da soporte

.NET Framework no puede ser instalado en los siguientes sistemas operativos.

Escenario	Sistema Operativos
Todas las plataformas	Microsoft Windows 95 Microsoft Windows NT® Server Windows NT Workstation Windows Server 2003, Enterprise Edition for Itanium-based

	Systems Windows Server 2003, Datacenter Edition for Itanium-based Systems
--	--

Anexo 6.2. Requerimientos Mínimos de Software y Hardware

Software

- Microsoft Internet Explorer 6.0 with Service Pack 1.
- Microsoft Data Access Components (MDAC) 2.8 for data access applications.
- Windows Installer version 3.0.

Procesador

Escenario	Mínimo
.NET Framework redistributable	400 megahertz (MHz)

RAM

Escenario	Mínimo
.NET Framework	96 megabytes (MB)

Disco Duro

Escenario	Mínimo
32-bit	280 MB
64-bit	610 MB

Anexo 7. Ficha de costo del Furgón Internacional.

FICHA DE COSTO										
	UNIDAD:	Sucursal Villa Clara			FECHA:			17-May-07		
	SERVICIO:	Furgon-Internacional			UNIDAD DE COSTO:			KM		
					UNIDADES FISICAS MENSUALES:					
No	PARTIDAS	COSTOS VARIABLES			COSTOS FIJOS			COSTOS TOTALES		
		CUP	CUC	TOTAL	CUP	CUC	TOTAL	CUP	CUC	TOTAL
1	Materias primas y Materiales.	0.02	0.19	0.21				0.02	0.19	0.21
1.1	Combustibles y lubricantes		0.13	0.13					0.13	0.13
1.2	Energía									
1.3	Agua									
2	Sub. Total (Gastos de Elaboración)	0.44	0.08	0.52	-	0.06	0.06	0.44	0.14	0.58
3	Otros Gastos Directos	0.03	0.05	0.08		0.06	0.06	0.03	0.11	0.14
3.1	Depreciación					0.06	0.06		0.06	0.06
3.2	Arrendamiento de Equipo									
3.3	Ropa y Calzado (Trabajadores Directo)									
4	Gastos de la fuerza de trabajo	0.26		0.26				0.26		0.26
4.1	Salarios.	0.14		0.14				0.14		0.14
4.2	Vacaciones	0.04		0.04				0.04		0.04
4.3	Contribución a la Seguridad Social	0.03		0.03				0.03		0.03
4.4	Impuesto Utilización Fuerza de trabajo	0.05		0.05				0.05		0.05
4.5	Estimulación en Divisa									
5	Gastos Indirectos de Producción	0.15	0.03	0.18				0.15	0.03	0.18
5.1	Depreciación.									
5.2	Mantenimiento y reparación.									
6	Gastos Generales y de Admon.									
6.1	Combustibles y lubricantes									
6.2	Energía									
6.3	Depreciación									
6.4	Ropa y Calzado									
6.5	Alimentos									
6.6	Otros									
7	Gasto Bancario									
8	Gastos Totales o Costo de Prod.	0.46	0.27	0.73	-	0.06	0.06	0.46	0.33	0.79
Conf:		Revisa:			Aprueba:					
Nom:		Nombre: Carlos Mora Martínez			Nombre: Ricardo Álvarez Cobelo					
Carg:		Cargo:			Cargo:					
Firm:		Firma:			Firma:					