



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Trabajo de Diploma

*Título: Mejoras a la planificación del transporte en la
Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos
Universales Villa Clara.*

Autora: Leidy Laura Sarduy Ponce

Tutores: Lic. José Carlos La Rosa Ortiz

Dr. C.Ing. José Alberto Knudsen González

Año: 2017



Pensamiento

*Hay una fuerza motrix más poderosa que el vapor, la electricidad
y la energía atómica: la voluntad.*
Albert Einstein

Dedicatoria

A mi madre que siempre me apoyó en estos cinco años de sacrificio.

Agradecimientos

*A mi tutor Dr. Jose Alberto Knudsen González por su
ayuda, paciencia, dedicación y contribución a mi formación
profesional.*

*A mi madre, a mi abuela y a Over por estar siempre junto a
mí.*

A mi familia por su apoyo y cariño.

*A mis compañeros Michel Alexander e Indira por ayudarme
tanto en estos cinco años de carrera.*

*A los trabajadores de la Empresa Universal Villa Clara por
su acogida y ayuda en todo momento.*

*A mis profesores por su contribución a mi formación como
ingeniera industrial.*

*A mis compañeras del 404 C por tantos momentos compartidos
inolvidables.*

*A todo aquel que de una forma u otra haya contribuido en la
realización de este sueño.*

Muchas gracias.

Resumen

Resumen

El presente trabajo de diploma fue realizado en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara. En el mismo se hizo una caracterización de la actividad de transporte de dicha empresa para detectar los principales problemas que afectan el buen funcionamiento de esta actividad en el centro. Para ello se realizaron visitas a la empresa y entrevistas a los trabajadores involucrados en la actividad de transporte, dando como resultado cuatro problemas principales que fueron ordenados según un orden de prioridad establecido por un grupo de expertos. El principal problema encontrado fue el desaprovechamiento de las capacidades de carga de los medios de transporte, para dar solución a este problema fue aplicado parcialmente un procedimiento seleccionado que si bien el mismo está concebido para el ruteo de vehículos teniendo en cuenta la conformación de la carga a transportar en este trabajo no fue utilizado con el mismo propósito pues las prioridades de entrega ya estaban concebidas con anterioridad por lo que solo se tuvo en cuenta la conformación de las cargas múltiples para obtener un mejor aprovechamiento de las capacidades de los medios de transporte, obteniéndose con la aplicación parcial del procedimiento un ahorro de 23.23 \$/día.

Abstract

Summary

The present work of diploma was realized in the Marketing and Services Company of Universal Products, Villa Clara. In the same one was made a characterization of the activity of transport of this company to detect the main problems that affect the good operation of this activity in the center. To this end, company visits and interviews with the workers involved in the transport activity were carried out, resulting in four main problems that were ordered according to an order of priority established by a group of experts. The main problem encountered was the wastage of the freight capacities of the means of transport, to give solution to this problem was applied partially a selected procedure that although the same is conceived for the routing of vehicles taking into account the formation of the load to be carried in this work was not used for the same purpose because the delivery priorities were already conceived in advance, so that only the conformation of the multiple loads was taken into account in order to obtain a better use of the capacities of the means of transport, obtaining with the partial application of the procedure a saving of 23.23\$/day.

Indice

Contenido

Introducción	1
Capítulo I: Marco teórico referencial	4
1.1. Introducción:.....	4
1.2. Transporte como actividad clave de la logística.....	4
1.3. Planificación del transporte. Técnicas empleadas	6
1.3.1. Procedimientos relacionados con la planificación del transporte	11
1.4. Particularidades del transporte automotor de carga en Cuba. Antecedentes y situación actual	29
1.4.1. Marco regulatorio del transporte en Cuba	33
1.5. Situación actual del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.....	34
1.6. Conclusiones parciales.....	35
Capítulo II. Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos, Universales Villa Clara.	52
2.1. Caracterización de la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.	52
2.2. Caracterización del transporte de distribución en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara	54
2.3. Insuficiencias encontradas en el transporte de distribución en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.	58
2.3.1. Aplicación del método de los expertos	58
2.4. Mejoras propuestas	63
2.5. Elaboración del plan de acción	70
2.6. Conclusiones parciales.....	71
Conclusiones generales.....	64
Recomendaciones	65
Bibliografía.....	66
Anexos	69

Introducción

Introducción

Introducción

En los últimos años se ha venido tomando conciencia de la necesidad objetiva de efectuar cambios directivos, organizativos y tecnológicos en las empresas a escala mundial, en respuesta a las transformaciones que han tenido lugar en el entorno. Dentro de ellos especial interés tiene la integración que debe existir entre todas las áreas de la empresa, para que el funcionamiento coordinado de las mismas tribute al logro del objetivo general trazado por la organización. Se busca, de esta forma, minimizar el conflicto de metas que se genera cuando cada área se proyecta de manera independiente. Esto es válido en aquellas empresas que tienen dentro de sus funciones hacer llegar los productos a sus clientes.

Es por esto que el transporte posee en la actualidad una extraordinaria importancia por su capacidad para mover bienes de todo tipo y personas, pues como rama de la economía nacional perteneciente al sector de la producción de bienes y servicios y factor de continuidad del proceso de producción, debe realizarse con un alto grado de eficiencia y calidad.

Concretamente en Cuba, se han venido dando pasos firmes en la implantación de alternativas para proporcionar soluciones económicas derivadas de una mayor eficiencia y productividad en aras de consolidar la economía cubana. Desde los inicios de la Revolución el pensamiento de Fidel Castro Ruz sobre los cambios que debían producirse en la política del transporte en el país fue claro, para que el mismo jugara el rol que le corresponde al ser soporte de las necesidades sociales de la población y facilitador del desarrollo integral del país, tanto interno como en sus relaciones con el exterior. Derivado de lo anterior se puede plantear que un transporte de carga eficiente es aquel que hace llegar los productos a sus clientes con el menor gasto posible y en el menor tiempo para lograr esto se requiere aprovechar al máximo sus capacidades, entregar los productos a tiempo y minimizar los gastos en esta actividad.

La Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara no puede estar ajena a lo anterior ya que constituye el principal canal de distribución mayorista de los productos industriales que se comercializan en la provincia y de los resultados de la gestión del transporte dependerá el cumplimiento de las ventas en la empresa. Sin embargo, en la actualidad un conjunto de dificultades que se presentan a diario en la prestación de estos servicios y todas de una manera u otra, corroboran que el sistema de gestión de transporte actual no es el adecuado. Entre las insuficiencias se destacan: el desaprovechamiento de las capacidades de los vehículos, las deficiencias en la planificación del transporte, fundamentalmente en su balance de cargas y el descontrol de los indicadores de explotación del transporte. Todo lo cual afecta la gestión del transporte en dicha entidad.

Introducción

Todo lo anterior constituye la **situación problemática** de la presente investigación, la cual dio origen al **problema de investigación** siguiente: ¿Cómo mejorar la planificación del transporte en el proceso de conformación de las cargas de múltiples productos sobre los medios de transporte garantizando un uso racional de los recursos?

Objetivo general:

Utilizar herramientas matemáticas en la planificación del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Objetivos Específicos:

1. Analizar la literatura existente y elaborar el marco teórico referencial de la investigación a partir de las temáticas relacionadas con el tema objeto de estudio.
2. Caracterizar la actividad de transporte de distribución en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara, destacando las deficiencias actuales que presenta el mismo.
3. Elaborar un plan de acción para mejorar en el proceso de conformación de las cargas de múltiples productos sobre los medios de transporte.

Esta investigación tiene valor metodológico, práctico y económico.

El **valor metodológico** se manifiesta al disponer de una guía metodológica para la conformación de las cargas de múltiples productos a partir de la aplicación parcial del procedimiento propuesto.

El **valor práctico** radica en la posibilidad que tiene la empresa objeto de estudio de aumentar el aprovechamiento de las capacidades de los medios de transporte al aplicar el algoritmo de la mochila en la conformación de las cargas a transportar.

El **valor económico** de la investigación queda expresado con la posible reducción de los recursos utilizados en las transportaciones, a partir de la conformación de las cargas múltiples siguiendo el procedimiento propuesto en esta investigación.

El informe de investigación tiene dos capítulos, el primero referido al marco teórico referencial de la investigación, este recopila distintos conceptos del transporte como parte esencial de la logística. El segundo capítulo dedicado a la caracterización de la actividad de transporte en la organización y a la aplicación de mejoras. Presenta, además, introducción, conclusiones, recomendaciones y los anexos correspondientes para la mejor explicación de lo expuesto.

Capítulo 1

Capítulo I: Marco teórico referencial

Capítulo I: Marco teórico referencial

1.1. Introducción:

Con el propósito de sustentar teóricamente la presente investigación se elabora este capítulo. El desarrollo de este apartado de la presente investigación tiene su fundamento en el análisis de la bibliografía consultada y otras fuentes; donde se detallan de manera concreta y pragmática los aspectos teóricos tratados en la investigación. Es por esta razón que se confecciona una estrategia o hilo conductor (ver figura 1.1) donde se evidencia el estado del arte y la práctica y se muestra el vínculo entre el caudal de información encontrado en la bibliografía y el objeto de estudio.

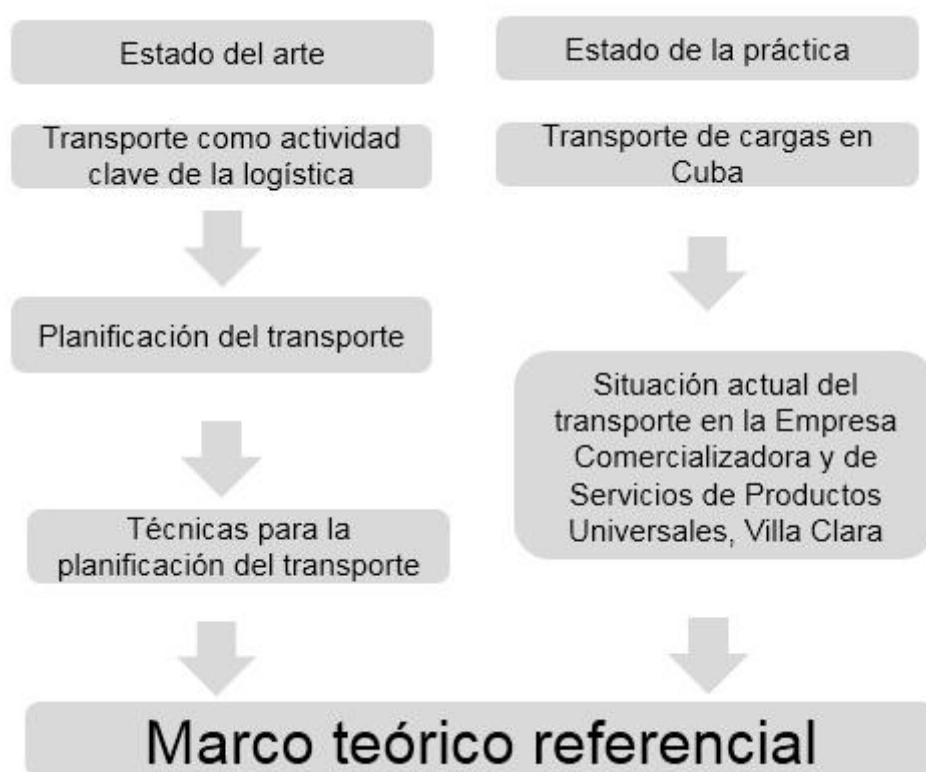


Figura 1.1: Hilo conductor del marco teórico referencial. Fuente: Elaboración propia.

1.2. Transporte como actividad clave de la logística

El transporte se define según (Norman, 2000) y (Ballou, 2004), como una de las principales funciones logísticas, que representa la mayor parte de los costos asociados en la mayoría de las organizaciones y que juega un papel fundamental en el desempeño de diversas dimensiones del servicio al cliente; por lo que se hace necesario mejorar la eficiencia del mismo. Esta se garantiza mediante la utilización máxima del equipo y del personal empleado en dicha actividad, y buscando la

Capítulo I: Marco teórico referencial

reducción de sus costos, para lo que es conveniente la selección de rutas y la planificación que minimice el tiempo y la distancia de transporte. Es por esto que, (Puchades Cortés et al., 2008), establece la gestión de rutas como una decisión fundamental en las empresas cuya actividad principal se basa en el transporte y la describe como una técnica que determina las rutas de un conjunto de vehículos que deben iniciar un recorrido en los almacenes, para atender la demanda en una red logística.

La logística del transporte, como un servicio, debe facilitar y mantener controles sobre los flujos de comercio, componentes y productos, mientras, que simultáneamente, propician suficiente flexibilidad para reaccionar a los rápidos cambios en la demanda del mercado. Factores tales como flexibilidad, rapidez y fiabilidad son de primaria importancia:

- ❖ Flexibilidad: debido a que la logística del transporte debe ser adaptable a las variaciones en las demandas del consumidor y a las circunstancias imprevistas.
- ❖ Rapidez: posibilidad que existe para reducir el tiempo durante el cual los productos y, por tanto, el capital está inmovilizado en dependencia de la rapidez con que sean llevadas a cabo las operaciones de transporte.
- ❖ Fiabilidad: se reducen los riesgos de una interrupción del suministro y la distribución de las mercancías y, por consiguiente, se hace menor la necesidad de mantener stocks de seguridad.

La logística del transporte también depende de los servicios como resultado de los costos totales más bajos en la entrega de los productos. La diferencia principal del transporte con otras ramas de la producción material consiste en que éste no crea ningún objeto material nuevo y tangible. Se trata de un proceso productivo, que aumenta la riqueza nacional, al transferir valor de uso a los bienes materiales existentes. Un producto está totalmente terminado, listo para su uso, solamente cuando termina su traslado desde el punto de producción al de consumo. Esta última es la razón por la que muchas veces el transporte es enfocado como un producto.

Cualquier producto material puede ser sustituido por otro de uso equivalente. El transporte es insustituible. Su producción consiste en el traslado de cargas (bienes materiales) y de pasajeros (personas) de un lugar a otro, fundamentalmente a cielo abierto, en condiciones atmosféricas no siempre favorables.

Los atributos fundamentales del producto “transporte”, según (Millán Guerra, 2007) son los siguientes:

- ❖ La frecuencia y la oportunidad de su realización
- ❖ La rapidez en la prestación del servicio (el tiempo entre la expedición y la entrega)
- ❖ La puntualidad en la realización de la transportación

Capítulo I: Marco teórico referencial

- ❖ La confiabilidad, en cuanto a respuesta eficaz a los requerimientos del cargador
- ❖ La seguridad en la transportación (cero pérdidas o daños)
- ❖ La conectividad o posibilidad de interconexiones (multimodalismo)
- ❖ El precio.

El producto “transporte”, al igual que cualquier otra mercancía, tiene características específicas que lo distinguen desde el punto de vista de su valor de uso. Dichas características dependen del tipo de carga a transportar, de la ruta o distancia de la transportación y de las formas organizativas bajo cuales se preste el servicio. (Millán Guerra, 2007).

La selección de los medios de transporte a utilizar reviste vital importancia para el desempeño de la empresa, primero, como proyecto de inversión y segundo, para las decisiones operativas en función de satisfacer las demandas, con sus desviaciones en cantidad, tiempo y lugar. Existen una amplia variedad de clasificaciones del tipo de transporte a emplear que van desde la consideración de las propiedades de los diferentes medios de transporte, hasta la zona geográfica en la que son utilizados pero las más conocidas según (Cespón Castro, 2011) son las siguientes:

- ❖ Atendiendo al modo de transporte.
- ❖ Atendiendo a su pertenencia.
- ❖ Según el lugar que ocupa en la cadena de suministros (interno, primario y secundario).

En el próximo capítulo se detallará al respecto cuando se analice el transporte en la entidad objeto de estudio.

1.3. Planificación del transporte. Técnicas empleadas

Para (FUNDORA MIRANDA, 1987) la planificación es una necesidad del socialismo, pues ella garantiza el desarrollo proporcional del país y la mejor utilización de los recursos materiales, laborales y financieros existentes. La economía nacional no puede desarrollarse sin un plan que conscientemente permita establecer y sostener la proporcionalidad, desarrollar la economía en correspondencia con los intereses, y las necesidades de la sociedad. La planificación socialista rechaza los enfoques subjetivos, pues los planes han de ser científico, técnico y económicamente fundamentados y, además, tiene como ley irrevocable combinar orgánicamente los planes perspectivas y los corrientes, así como los planes de los tramos y los territoriales, para poder unificar armoniosamente los intereses de cada región con los intereses estatales. Los planes aprobados por el órgano supremo de poder, comprenden tareas de obligatorio cumplimiento, tienen un carácter directivo y fijan

Capítulo I: Marco teórico referencial

claramente la responsabilidad que corresponde a cada uno de sus ejecutores en el cumplimiento de la parte encomendada.

En el caso específico de la planificación del transporte se define como un proyecto que estudia demandas presentes y futuras de movilidad de personas y material. Estos proyectos están precedidos por estudios de movimientos y necesariamente involucran a los diferentes medios de transporte. Está estrechamente relacionado con el campo de la ingeniería de transporte. La planificación es la fase fundamental del proceso de desarrollo y organización del transporte, pues es la que permite conocer los problemas, diseñar o crear soluciones y, en definitiva, optimizar y organizar los recursos para enfocarlos a atender la demanda de movilidad. En ella hay que destacar la importancia de asignar en los presupuestos los recursos necesarios para su ejecución. (J.Monge, 2011)

Precisamente este último criterio es el que se pretende considerar en la presente investigación a partir del problema de investigación definido en la introducción, pues se pretende mejorar la planificación del transporte en el proceso de conformación de las cargas de múltiples productos sobre los medios de transporte garantizando un uso racional de los recursos.

Técnicas empleadas en la planificación del transporte

Existen diversas herramientas o técnicas que auxilian al ejecutivo, administrador o empresario para ejecutar el proceso de planificación. Las técnicas de planificación permiten adelantarnos al futuro, lograr minimizar riesgos y además minimizar los recursos. Dichas técnicas pueden clasificarse como generales cuando apoyan la toma de decisiones o específicas cuando se utilizan en cada área de la organización. Las técnicas de planificación pueden ser cuantitativas cuando se aplican métodos matemáticos o estadísticos y cualitativos cuando se utilizan métodos no matemáticos, el criterio y/o la experiencia. (GALINDO, 2006)

En el proceso de planificación del transporte existen dos indicadores que son imprescindibles para el análisis, los cuales se relacionan de forma directa con los medios de transporte. Estos indicadores son: la cantidad de viajes y el ciclo de transportación. En lo adelante se comentan los mismos.

Determinación de la cantidad de viajes o medios de transporte.

Los medios constituyen el elemento principal de un sistema de transporte, por lo que la organización de los mismos para su empleo eficiente, resulta sumamente importante. En este proceso de organización, el punto de partida lo constituye la determinación de la cantidad de viajes o de medios de transporte a efectuar para el traslado de determinada orden de compra o del cliente. Para ello, se emplea el procedimiento

Capítulo I: Marco teórico referencial

mostrado en la Figura 1.2, el cual, aunque concebido para cálculos de carácter global, es ampliamente utilizado dada su sencillez, sentido práctico y relativa exactitud en una gran cantidad de casos.

Los términos utilizados en el procedimiento son explicados a continuación del mismo, debiéndose resaltar, que las dos ramas de la izquierda consideran el caso de que la carga a trasladar sea pesada, es decir, el caso de cargas que ocupan poco volumen pero cuyo peso es significativo para el medio de transporte seleccionado, mientras que las dos ramas de la derecha se aplican en presencia de carga ligera, la cual se caracteriza por ocupar mucho volumen pero con un peso poco significativo respecto al medio. Es importante destacar que una carga puede resultar pesada o ligera, en dependencia del equipo de transportación que se utilice, de manera tal que una misma orden puede ser ligera respecto a determinado vehículo y pesada respecto a otro. (Cespón Castro, 2011)

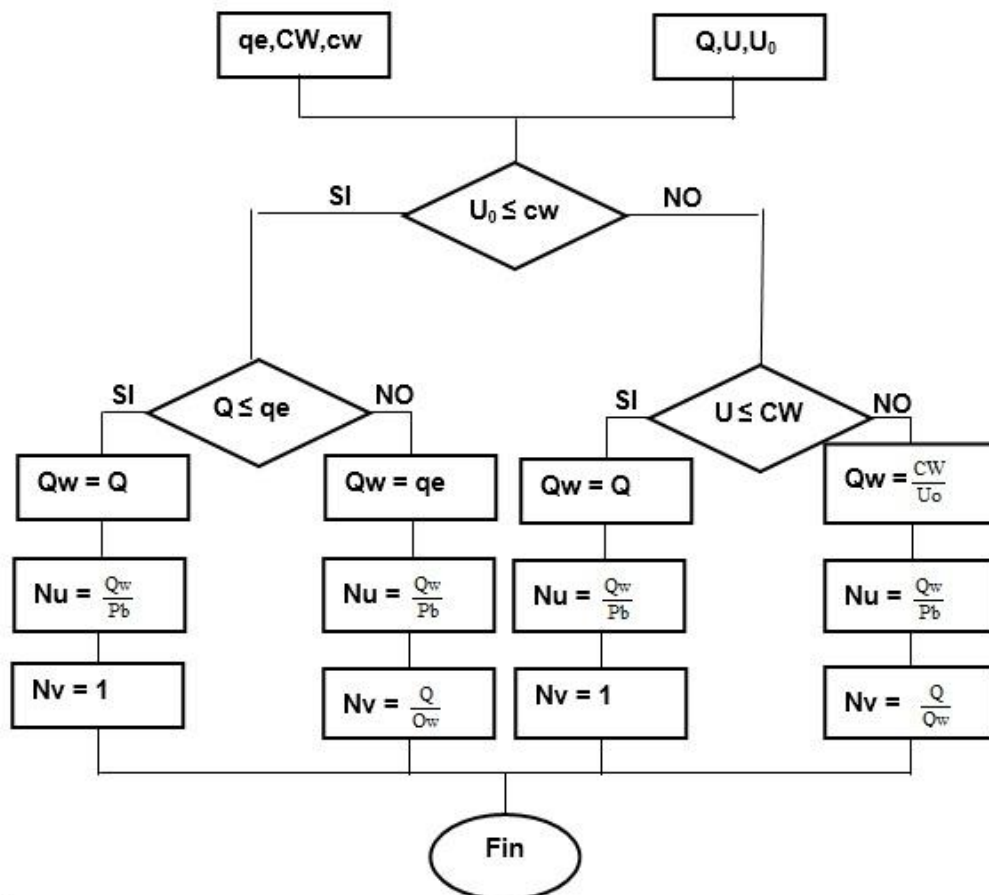


Figura 1.2. Procedimiento para la determinación de los medios de transporte.

Fuente: (Cespón Castro, 2011)

Donde:

Q_w : cantidad de carga a transportar en el medio.

Nu : total de unidades de carga a transportar en el medio

Capítulo I: Marco teórico referencial

Nv: cantidad de medios de transporte.

Elementos a considerar para la determinación de los viajes y medios de transporte.

Principales parámetros de los medios.

Capacidad de carga estática (qest): Carga máxima que admite el medio de transporte, atendiendo al peso, en toneladas.

Capacidad volumétrica del medio (CW): volumen máximo que es capaz de cargar el medio de transporte, en metros cúbicos. Generalmente es una magnitud conocida o de fácil estimación. La mayor dificultad se presenta en el caso de camiones plataforma, para el cual se aplica la fórmula (1.1)

$$CW = L * A * (4.8 - hc) \quad (1.1)$$

Donde:

L: largo de la plataforma del camión

A: ancho de la plataforma del camión

hc: altura desde el suelo hasta la plataforma

El valor “4.8” se refiere a la altura máxima permitida de la carga, especificada generalmente en el Código del Tránsito de varios países, por lo que, de diferir esta magnitud de la reglamentada, debe hacerse la rectificación pertinente. Puede notarse que la expresión (1.1), tiende a crear un prisma imaginario para la estimación de la capacidad volumétrica del medio.

Capacidad volumétrica específica (cw): Son los metros cúbicos de volumen que admite el medio de transporte por tonelada de carga, en m³/ t. Se calcula mediante la fórmula (1.2)

$$cw = \frac{CW}{qe}, \text{ en m}^3/\text{t}. \quad (1.2)$$

Principales parámetros de la carga.

Cantidad de carga a transportar (Q).

Volumen a transportar (U).

Volumen de obstrucción (U_o).

Para unidades de carga.

$$U_o = \frac{vc}{Pb} * km, \text{ en m}^3/\text{t} \quad (1.3)$$

Donde:

vc: volumen de la unidad de carga, en m³ / unidad.

Pb: peso bruto de la unidad de carga, en t /unidad.

Capítulo I: Marco teórico referencial

km: coeficiente de aprovechamiento del volumen útil del espacio de carga. Si $km = 1$, significa que se utiliza todo el espacio de carga.

- Para estimados:

$$U_o = \frac{U}{Q}, \text{ en m}^3/\text{t} \quad (1.4)$$

Si:

$U_o = Cw$: La carga ocupa todo el volumen y el medio de transporte se aprovecha al máximo.

$U_o < Cw$: Sobra volumen, o sea, carga pesada, refiriéndose a cargas de mucho peso, pero que ocupan poco volumen.

$U_o > Cw$: Falta volumen, o sea, carga ligera, refiriéndose a cargas que ocupan mucho volumen pero que tienen poco peso.

Es pertinente destacar, que los parámetros de los medios expresan las capacidades de los mismos, mientras que los de la carga, las exigencias que a ellos se le imponen. En tal sentido el algoritmo de la figura 1.2 realiza un balance de ambos aspectos, lo que permite obtener, la cantidad de medios de transporte a emplear en el traslado de una orden o la cantidad de viajes que los mismos deben dar, cuando los vehículos a emplear constituyen un valor fijo. Otro elemento importante es que, si se transportan cargas a granel, no se calcula el parámetro “Nu”, pues ello carece de sentido práctico. Además, cuando “Nu” da como resultado un valor que no es entero, debe ser aproximado al entero inferior y con este nuevo valor se debe recalcular la carga a transportar en un viaje (parámetro “Qw”).

Otras dos últimas restricciones del procedimiento de la figura 1.2 son en primer lugar, que no considera el peso de los envases, el cual en algunos casos puede ser significativo, en segundo lugar, que no es aplicable para situaciones donde se presenten combinaciones de cargas de productos diferentes. Es por ello que, para la primera restricción, una vez obtenida la cantidad de envases, la misma debe ser adicionada al parámetro “Qw” antes de calcular “Nv”, siempre que su valor (nuevo valor de “Qw”) no exceda la capacidad estática del medio de transporte o la capacidad volumétrica, en dependencia del caso que se presente. Por su parte cuando está presente la segunda restricción (combinaciones de carga de productos diferentes en un mismo viaje) se recomienda el empleo de métodos alternativos como es el caso de la utilización de sistemas de ecuaciones y de la Programación Dinámica.

Determinación del ciclo de transportación

En un mercado de alta competencia, como es el del transporte, conocer, incrementar y

Capítulo I: Marco teórico referencial

mantener los niveles de calidad son condiciones necesarias para poder asegurar el futuro de la empresa. El conjunto de parámetros que sirven para medir la calidad del transporte difiere según su naturaleza y características.

El empleo racional de los medios de transporte, así como el logro de la satisfacción de los clientes, deberán ser objetivos claves de cualquier organización. En tal sentido, el conocimiento de los diferentes ciclos que ocurren en el proceso de transportación de cargas permite una toma de decisiones más acertada y con ello una mayor sincronización dentro de toda cadena de suministros.

Existen varios enfoques sobre el tratamiento de los ciclos de transportación y la utilidad que los mismos representan, por lo que en lo adelante se analizarán algunos de los más frecuentes. Se conoce como ciclo: *el período de tiempo que emplea un vehículo en el cumplimiento de una actividad asignada, medido desde que esta comienza hasta que termina.*

Ciclo de viaje: Tiempo transcurrido desde que un vehículo sale de viaje de un origen determinado, para trasladar una orden hasta que efectúa su última operación de descarga. De esta forma, el ciclo de viaje permite caracterizar el recorrido de una carga en particular.

Ciclo operativo o de rotación: Comienza y termina en una base de operación, caracterizando así el tiempo que media desde que un vehículo sale a prestar un servicio hasta que regresa. Puede contener varios ciclos de viaje.

Ciclo de disponibilidad técnica: Comienza y termina en una base o taller de mantenimiento preventivo.

Ciclo total: Contempla la trayectoria del vehículo durante el año o período de análisis. Por esta razón, incluye al ciclo de disponibilidad técnica, al tiempo consumido para mantenimiento preventivo y al tiempo en que el vehículo está sin trabajar o inactivo.

1.3.1. Procedimientos relacionados con la planificación del transporte

Varios han sido los procedimientos relacionados con la planificación de los medios de transporte encontrados en la literatura. Estos son los casos de, (Marrero Delgado, 2001),(Knudsen González, 2005), (Delgado Sobrino, 2009),(Fowler Casademont, 2010)y(Figueredo Muñoz, 2011). En el caso de los dos primeros no planifican rutas, pero sí entregas directas al contrario de los restantes que sí las planifican. Cabe destacar, que los únicos que abordan la conformación de las cargas sobre los medios de transporte son(Fowler Casademont, 2010) y(Figueredo Muñoz, 2011). Al analizar en detalle ambos procedimientos se decidió seleccionar para ser aplicado en esta investigación el primero. Esta selección se fundamenta en lo siguiente:

Capítulo I: Marco teórico referencial

- ❖ Incluye una serie de etapas y fases, en las cuales se conjugan una serie de herramientas matemáticas que permiten dar un carácter más científico a las decisiones que se adoptan.
- ❖ Permite la determinación de indicadores para evaluar las transportaciones que se planifican.
- ❖ Es perfectamente adaptable al sistema de trabajo de las empresas comercializadoras.

Como resultado de lo anterior en lo adelante se detalla este procedimiento.

1.3.1.1. Procedimiento general para el diseño de rutas a partir de la conformación de la carga

Este procedimiento propuesto por (Fowler Casademont, 2010) está estructurado en diez etapas, que se encuentran distribuidas en cuatro fases de acción a realizar (especificar y planificar; hacer; realizar; evaluar y controlar) ver figura 1.5.

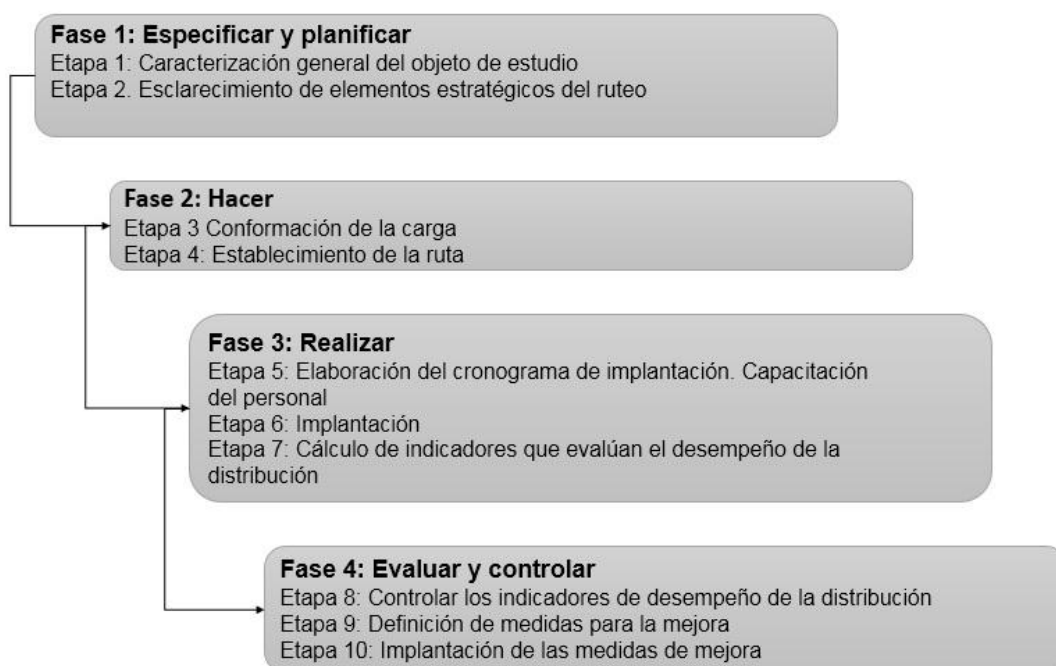


Figura 1.5: Procedimiento de (Fowler Casademont, 2010) simplificado. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describen cada una de estas fases y sus etapas de manera precisa y detallada.

Fase 1: Especificar y planificar

Especificar y planificar constituye el primer paso del procedimiento. En este se incluyen dos etapas, la primera vinculada a la caracterización del objeto de estudio, donde se tienen en cuenta varios elementos a detallar; mientras que la segunda está

Capítulo I: Marco teórico referencial

vinculada al esclarecimiento de elementos estratégicos del ruteo, tal y como se explica seguidamente.

Etapas 1: Caracterización general del objeto de estudio

Esta etapa está constituida por 7 pasos que se detallan a continuación:

1.1. Definir los datos de la entidad

Este elemento está vinculado a un conjunto de datos que identifican a la empresa tales como: su domicilio social; la provincia y municipio en la que se encuentra; el código del

REEUP (Registro Estatal de Empresas y Unidades Presupuestadas); su razón social (nombre o denominación oficial); el organismo de la Administración Central del Estado, Consejo de la Administración Provincial o Municipal, o Institución a la que se subordina, además de la actividad económica fundamental.

1.2. Precisar el objeto social

Este punto se precisa en la empresa, como el giro o actividad que tiene por meta la organización, relacionado a actos de comercio propios de la actividad empresarial, según es establecido por el Ministerio de Economía y Planificación.

1.3. Definir la misión, visión, objetivos estratégicos, áreas de resultados claves, etc.

Para este punto se debe tener en cuenta que:

- ❖ La misión no es más que, la razón de ser de la organización, para la cual se ha detenido presente, para qué existe ésta, cuál es su función social, qué hace o debe hacer. No obstante, los elementos componentes de la misión dispuestos de una forma adecuada y que expresan en realidad para qué existe la organización son (Empresarial., 2009):

1. Definición del negocio o actividad: en qué está la entidad, dónde actúa, para quiénes lo hace.

2. Cuáles son sus Metas Principales, a dónde aspira llegar o que desea mantener.

- 3.Cuál es su filosofía corporativa, en el sentido de cómo actúa o actuará, cómo expresa y materializa sus valores, las prioridades que deben orientar el comportamiento de la organización y sus integrantes.

- ❖ La visión es el paso que sigue a la definición de la misión, el cual no puede considerarse un paso más, sino un paso decisivo porque en la concepción de la visión es que se logra definir lo que debe llegar a ser la organización, el estado deseado mínimo que se propone alcanzar en un futuro, y por lo tanto es lo que permite establecer con precisión un balance objetivo - problema, en términos factibles y reales, y conformar la formulación estratégica de un problema y de su solución a través del logro de un estado deseado mínimo aceptable (Empresarial., 2009). La visión debe responder a las preguntas siguientes:

Capítulo I: Marco teórico referencial

1. ¿Qué es lo singular, lo que distingue a la organización de las demás?
 2. ¿Qué valores son verdaderas prioridades en la era próxima?
 3. ¿Qué necesita verdaderamente el país, la organización, la empresa, el territorio, etc. (a su nivel), que puede la organización, empresa, territorio, etc., aportar?
 4. ¿Qué se quiere que alcance la organización, fábrica, taller, etc., de manera que se vea comprometido, implicado, alineado y orgulloso de la asociación con ella o él?
- ❖ Los objetivos estratégicos constituyen una de las categorías fundamentales de la actividad de dirección, debido a que condicionan las actuaciones de la organización y en especial de sus dirigentes. Un objetivo constituye la expresión de un propósito a obtener (Ronda Pupo, 2002). Por su precisión los objetivos se clasifican en:

1. Objetivos trayectoria
2. Objetivos normativos
3. Objetivos tareas

Desde el punto de vista jerárquico, el primer nivel de objetivo está definido por la misión de la organización como la expresión más general de su razón de ser en cuanto a su papel económico y social. El segundo nivel de los objetivos de una organización son los objetivos generales, los cuales expresan los propósitos o metas a escala global, y a largo plazo, en función de su misión, pero también en función de la situación del entorno y sobre todo de su evolución futura, en especial de las oportunidades y amenazas que éste presenta, así como de la propia situación interna de la organización.

Las áreas de resultados claves son los departamentos o grupos de la organización primordialmente responsables de que ésta pueda lograr un factor clave de éxito determinado. Depende del tipo de factor clave que se busque para que sean claves unas u otras áreas de la organización. Las áreas de resultados claves establecen los lugares dónde se van a situar los recursos y esfuerzos individuales y colectivos (Ronda Pupo, 2002).

Los resultados, normalmente, no se producen como resultado de una sola actividad específica, sino que se obtienen a través y mediante varias actividades, las cuales, en su conjunto, forman lo que se llama un área de resultados. De esta manera las áreas de resultados son procesos y las actividades que forman cada una que pueden ser subprocesos.

1.4. Precisar composición estructural de la organización

Es el elemento mediante el cual se define la composición física del establecimiento en su totalidad, en cuanto a las diferentes áreas que la componen y que describen su estructura como unidad empresarial.

Capítulo I: Marco teórico referencial

1.5. Precisar los objetivos del estudio

La precisión de objetivos del estudio del capítulo está relacionada con el diseño y rediseño de las rutas de distribución basado en la conformación de la carga, para lograr un mejor desempeño de la distribución e incrementos satisfactorios en el nivel de servicio al cliente.

1.6. Confeccionar el cronograma de trabajo

Por medio de la confección de un cronograma se pretende estructurar una propuesta de trabajo o una secuencia de actividades a efectuar en vistas de desarrollar el procedimiento general. La planificación de este trabajo debe contemplar un listado de todas las actividades que se realizarán, los plazos de cada una de ellas y el responsable de que ellas se realicen. En la literatura técnica, esta metodología es conocida como carta Gantt. Se construye un cronograma de trabajo, un cuadro de doble entrada. En el eje de las ordenadas se anotan las actividades y en el de las abscisas los tiempos estimados para cada una de ellas. Es conveniente listar las actividades que comprenderán la propuesta siguiendo una secuencia lógica y cronológica (Monterrey., 2002).

1.7. Precisar el compromiso de la organización

Está encaminada a conseguir el grado necesario de entendimiento entre el personal involucrado en el proceso de distribución de la leche fluida pasteurizada y el personal encargado de efectuar el estudio. Además, en este punto, se identifica y asigna prioridades a los objetivos planteados, haciendo uso de métodos de trabajo en grupo y de métodos de expertos.

Etapla 2. Esclarecimiento de elementos estratégicos del ruteo (Dimensión estratégica 1 a 3 años).

Esta etapa consta de 4 pasos y se fundamenta a través de varios elementos que aparecen seguidamente, los cuales a su vez constituyen decisiones estratégicas de alcance de 1 a 3 años.

2.1. Determinar el tamaño y composición de flota de vehículos

Por medio de este paso se determina la cantidad de vehículos que se encuentran disponibles para realizar la tarea de distribución, como también la capacidad de transportación que poseen éstos. Durante el desarrollo de este paso pueden presentarse al menos dos situaciones, una de ellas es que todos los camiones tengan la misma capacidad; la otra pudiera ser que todos los medios para realizar el ruteo no tengan la misma capacidad, por lo que el autor recomienda ordenar los vehículos en orden decreciente de su capacidad.

2.2 Definir nodos/clientes

Capítulo I: Marco teórico referencial

Mediante este paso quedan establecidos los nodos/clientes hacia los cuales el centro de distribución tendrá que enviar los vehículos. De estos clientes es necesario conocer la nomenclatura y demanda expresada en unidades físicas, de cada uno de los productos. Estos datos resultan de suma importancia para poder establecer el valor de la carga a enviar a cada nodo en función de su demanda. Para mantener un adecuado nivel de servicio al cliente es necesario realizar la previsión o pronóstico de la demanda.

2.3 Determinar el nivel de servicio al cliente (NSC)

La efectividad de cualquier sistema logístico está en función del NSC que brinde. Para la evaluación del nivel de servicio al cliente existen en la literatura diferentes indicadores que muestran la relación que se tiene entre los proveedores y sus clientes. A partir de esta evaluación se puede definir el grado de satisfacción de los clientes, que permite si es necesario una elevación del nivel de servicio al cliente en la entidad.

Según (Tieles Martín, 2008) existen indicadores como:

- ❖ Calidad de los productos.
- ❖ Flexibilidad
- ❖ Restricciones en los plazos de entrega.
- ❖ Atención a reclamaciones.
- ❖ Respuestas a emergencias.

Su cálculo se prolonga trabajoso ya que se necesita contactar con los clientes y la respuesta sería según la perspectiva de los mismos, para el cálculo del servicio al cliente se utilizará un grupo de indicadores que, pueden dividirse en aquellos que son fácilmente medibles mediante unidades de tiempo o en un por ciento de cumplimiento de un parámetro determinado como son:

- ❖ Ciclo del plazo de entrega del pedido.
- ❖ Ciclo del plazo de atención al comprador.
- ❖ Disponibilidad del inventario.
- ❖ Completamiento de pedidos contra facturas.
- ❖ Fiabilidad en la entrega en tiempo.
- ❖ Completamiento de pedidos contra facturas.
- ❖ Información del estado de los pedidos.

Según (Cespón Castro, 2011), dos de las medidas más utilizadas se centran en el tiempo de entrega y en la disponibilidad del producto. Aunque en la actualidad todavía se emplean estos sencillos indicadores, existen muchos otros que también pueden utilizarse.

Capítulo I: Marco teórico referencial

2.4 Determinar los indicadores claves de meta (KGI), los indicadores claves de desempeño (KPI), y el indicador integral del nivel de desempeño de la distribución (IINDD)

En este punto es favorable la determinación de indicadores que al igual que el NSC, posibilitan una vez realizada la investigación y aplicado el procedimiento propuesto en el objeto estudio, efectuar una comparación sobre el comportamiento de tales indicadores mediante un estado (antes) y un estado (después), para luego razonar la validez e importancia de las soluciones obtenidas. Sobre el análisis del caso específico de cada uno de estos indicadores, se procede a detallar los indicadores claves de meta (KGI), planteando que son muy utilizados en el contexto de la medición y el análisis de los objetivos a lograr por una organización. De ahí que dentro de estos KGI se ubican los KPI a nivel de procesos estratégicos de la organización, por ser un calibrador cuantificable que una organización puede utilizar para medir su desempeño en términos de alcanzar el éxito, así como también están dentro de este tipo de indicador clave de meta el IINDD y el NSC, todos medibles cuantitativamente.

Pasando a analizar los indicadores claves de desempeño, así como el asociado a la distribución se puntualizaría primeramente que tales indicadores agrupados por dimensiones, y pueden variar en dependencia de los objetos de estudio, los mismos conforman en su conjunto el **IINDD** que por su parte se encarga de medir el estado de la distribución en la cadena.

Algunos de los términos que deben tenerse presentes en la determinación de tales indicadores son:

- ❖ Costo total de distribución: es la suma de los costos en que se incurre en la distribución, o al menos de tantos elementos de costo como sea posible, entre ellos: depreciación del activo fijo, mano de obra, combustible, lubricantes, etc.
- ❖ Envíos: se entiende por envío el llevar productos a cada nodo o cliente (100 clientes= 100 envíos).

Número de envíos urgentes: en una cadena de distribución de lácteos, este indicador está vinculado a la respuesta que el sistema de transporte brinda, ante una determinada eventualidad, que bien puede ser el deterioro de la calidad de los productos a raíz de una distribución ineficiente, esto último se considera como un envío urgente. Todos los envíos urgentes implican devoluciones, no sucediendo así en caso contrario.

- ❖ Número total de horas trabajadas: está referido a las horas trabajadas para poder hacer el envío del pedido y puede ser una medida de la disminución de la productividad del proceso, hombre, etc. ante una mala distribución.

Capítulo I: Marco teórico referencial

- ❖ Problemas en la distribución: estos pueden estar dados por retrasos en la misma y su vínculo con la calidad del producto en relación con las condiciones de los medios de transporte, tales retrasos pueden ser condicionados por decisiones al azar en el enrutamiento de los vehículos por parte de los choferes o indisciplinas de éstos en sus recorridos, la manipulación indebida de la mercancía enmarcada en el proceso también puede generar un problema de este tipo, etc.
- ❖ Fiabilidad: probabilidad del buen funcionamiento. En este sentido se hace referencia a la dimensión relacionada, donde todo aquello que interfiera en el éxito del proceso de distribución y conlleve a disgustos, devoluciones o reembolsos a los clientes estará enmarcado en ella.
- ❖ Tiempo perdido en la distribución: se entiende como las pérdidas de tiempo noreglamentadas o concebidas que retrasen la entrega a los clientes, roturas por problemas de mantenimiento, falta de gasolina, indisciplinas del conductor, accidentes u otros incidentes no deseados.

Fase 2: Hacer

Hacer constituye el segundo paso del procedimiento. En este se incluyen dos etapas, la primera vinculada a la conformación de la carga; mientras que la segunda está vinculada al establecimiento de la ruta.

Etapas 3 Conformación de la carga

Esta etapa cuenta con 9 pasos y se ejecuta uno de los pilares sobre los que se basa la presente investigación; que en este caso es, la conformación de la carga a partir de la aplicación de los métodos de solución del problema de la mochila.

3.1 Aplicación del problema de mochila para encontrar la ruta

Una vez que se ha definido el tamaño de la flota de vehículos, la capacidad individual de cada uno de éstos y la demanda de cada nodo/cliente, se puede pasar a conformar la carga. La solución del problema de la mochila permite prescindir de aquellos objetos que menos valor aporten a ésta y a la vez más peso le adicione, logrando establecer una relación de compromiso entre la mayor cantidad de objetos posibles que aporten de conjunto el mayor beneficio. Sin embargo, en la situación que se presenta; si se desea mantener un adecuado nivel de servicio al cliente, no se debe excluir ningún objeto de los que el nodo/cliente solicita.

En el caso que se presenta, la cuestión se trata de conformar la carga de los vehículos con aquellos objetos que más valor aporten a ésta; y que, a la vez, se ajusten a las restricciones de capacidad, ya sea volumétrica, estática o volumétrica. En este caso, si las capacidades de los vehículos de la flota fueran uniformes, el problema de enrutamiento de vehículos que se presenta es el SDVRP, problema de ruteo de vehículos con demanda compartida.

Capítulo I: Marco teórico referencial

3.2 Metodología para la conformación de la carga

La conformación de la carga se corresponde con los métodos de solución del problema de la mochila, este tipo de problema está reconocido, por algunos autores como un problema NP Completo. Según la clasificación que establece la teoría de la complejidad, puede inferirse que la solución de este problema tiene asociado un elevado grado de dificultad.

Por otra parte, en la presente investigación se trata de proponer un método que rompa con el empirismo que ha caracterizado a la actividad de ruteo de vehículos en Cuba, sin embargo, resulta contraproducente proponer un método para la conformación de la carga con un alto grado de complejidad, debido a que lo que se desea es diseñar un procedimiento asequible. Por esta razón, se ha decidido conformar la carga mediante un algoritmo que se base en los algoritmos voraces.

3.3 Determinación del tipo de carga

La carga para el desarrollo de la actividad de ruteo se puede clasificar en dos tipos; monoproducto o multiproducto. En el primer caso, como su nombre lo indica se trata de una carga compuesta solamente por un producto, esto puede estar dado por varios factores, uno de ellos puede ser que las características del producto a transportar no permitan que se envíe otro objeto junto con éste; ya sea por peligro de contaminación o deterioro de la carga. El tipo de carga también puede estar determinado por los requerimientos del cliente, que puede solicitar un solo producto al centro de distribución o por la cantidad de un determinado producto a enviar que rebasa la capacidad de transportación del vehículo utilizado para la cobertura de una determinada ruta.

La carga multiproducto es aquella que está compuesta por dos productos o más, este tipo de carga tiene la particularidad de que puede contener todos o algunos de los productos de los que se desea enviar; en este caso se trata de tomar una decisión de acuerdo a determinadas características del producto como: la masa, el volumen, la resistencia o fragilidad, uniformidad, diseño, etc. Por tal razón, deben quedar bien definidos aquellos atributos que identifican a las unidades a transportar; porque no basta con conformar la carga y determinar quién la compone y quien no, sino que se debe tomar en consideración la distribución espacial de ésta. Por solo citar un ejemplo práctico, no sería factible colocar en una carga, un refrigerador sobre un televisor; en el caso de este tipo de decisión, el personal encargado de la estiba de los productos debe tener establecidas normas que le permitan la distribución espacial de la carga, por lo que en la presente investigación no se hará énfasis en este aspecto particular.

3.4 Determinación del número de expertos

Capítulo I: Marco teórico referencial

Es preciso calcular el número de expertos que definirán que criterios serán considerados para determinar el valor de la carga. Los expertos pudieran obtenerse del personal que realiza la actividad de enrutamiento de vehículos, del personal que labora en el área comercial y quizás pudiera tomarse como alternativa seleccionar a alguien dentro de los propios clientes a servir.

3.5 Definir criterios de decisión para determinar el peso de los objetos (Cm)

En este paso se determina que factores o criterios de decisión pueden ser tomados en consideración para la conformación de la carga. El fundamento de este paso viene dado por el hecho de que existen varios factores a tener en cuenta al determinar el peso de los objetos que componen la carga, de esta manera se propone una función basada en el producto ponderado de los criterios empleados; dentro de los criterios a tener en cuenta pudieran considerarse el peso del objeto, su volumen, los ingresos que reporta el objeto, etc.

3.6 Definir importancia relativa de los criterios de decisión (Wl)

En este paso se asigna un peso (Wl) que representa de manera cuantitativa la importancia de cada criterio de decisión. La determinación del peso relativo de los criterios puede lograrse mediante la aplicación de varios métodos como el Triángulo de Füller, el Método AHP de Saaty o el Modelo grupal para la determinación de pesos subjetivos; que resulta relativamente sencillo, por lo que se recomienda su aplicación en el marco de la presente investigación.

Modelo grupal para la determinación del peso subjetivo W_r^S

$$W_{z,r} = \frac{P_{z,r}}{\sum_{r=1}^c P_{z,r}} \quad (1.7)$$

$$W_r^z = \frac{\sum_{z=1}^n W_{z,r}}{\sum_{r=1}^c \sum_{z=1}^n W_{z,r}} \quad (1.8)$$

Donde:

n: número de jueces o decisores

c: número de criterios

$P_{z,r}$: votación para el criterio r emitida por el juez z

$W_{z,r}$: peso subjetivo del criterio r emitido por el juez z

Capítulo I: Marco teórico referencial

Los valores de todos los pesos deben cumplir con las condiciones siguientes:

$$0 \leq W_r \leq 1 \text{ y } \sum_{r=1}^c W_r = 1$$

3.7 Definir la función de peso del objeto (FPOI)

El autor propone el uso de una función que contemple el comportamiento de cada uno de los criterios de decisión, para establecer el peso de cada uno de los objetos. Para el caso de la presente investigación, se propone que el peso de cada uno de los productos esté sustentado en el producto ponderado de cada uno de los criterios de decisión, aunque se puede tomar en consideración una suma ponderada. La función de peso del objeto i puede formularse de la manera siguiente:

$$FPO_i = \prod (C_{mi})^{W_i} \quad (1.9)$$

Donde:

C_m : criterio de decisión

W_i : importancia relativa del criterio de decisión

3.8 Determinación de la función de peso relativo del objeto (FPROI)

La función de peso relativo del objeto permite determinar cuáles son los objetos que entrarán a formar parte de la carga a transportar, de ahí que pueda expresarse que es el punto culminante para la conformación de la carga. La mencionada función de peso relativo del objeto puede formularse de la manera siguiente:

$$FPRO_i = \frac{FPO_i}{\sum FPO_i} \quad (1.10)$$

3.9 Conformación de la carga

Una vez definida la función de peso relativo del objeto se debe determinar el valor que toma ésta para cada uno de los objetos. Para la conformación de la carga se debe comenzar tomando aquellos objetos de mayor valor de la función **FPROI**; es decir, se ordenan los valores de **FPROI** de mayor a menor y se comienza la conformación de la carga a partir del mayor.

En el proceso de establecimiento y conformación de las cargas, debe quedar bien definido el tamaño de la flota de vehículos con el que cuenta la organización que realiza el enrutamiento de los medios de transportación. En esta etapa se pueden presentar dos situaciones; la primera es que todos los medios de transporte tengan la

Capítulo I: Marco teórico referencial

misma capacidad estática y volumétrica; es decir, que sean iguales, este contexto no requiere que se tome ninguna decisión en cuanto a la selección del medio de transportación; es decir, como los vehículos son iguales se puede tomar cualquiera de manera arbitraria sin el uso de ninguna herramienta matemática para la toma de decisiones.

La segunda situación es que no todos los vehículos sean iguales; para esta situación se recomienda, ordenar todos los medios de transporte en orden descendente de su capacidad. Mediante este ordenamiento, se pretende que aquellos productos que tengan mayor peso sean ubicados dentro de los vehículos que tienen mayor capacidad de transportación, para de esta manera lograr un mejor aprovechamiento de los recursos destinados al transporte de los productos.

En la conformación de la carga se destaca un aspecto de singular relevancia y se trata del caso en que existan varios nodos/clientes dentro de una misma corrida que tengan una demanda multiproducto, donde por cuestiones de capacidad haya un nodo/cliente o más de uno, cuya demanda no pueda ser satisfecha completamente. En tal situación, se genera un problema que amerita un cierto análisis; es decir, se debe decidir si entregar la carga de todos los nodos/clientes completos hasta donde sea posible, y entregar una fracción a aquellos que su demanda no puede ser cubierta totalmente; o de lo contrario, no fraccionar la carga, sustituir el o los productos que no caben por otro(s) que cumplan con la restricción de capacidad y en el próximo envío entregar la carga completa a aquellos nodos/clientes que no pudieron ser serviciados, acompañada de otros productos si caben en el vehículo.

En dependencia de la determinación que se tome, este factor puede provocar una reestructuración en la carga a distribuir y por consiguiente una variación en la ruta que se vaya a trazar; de modo que, se requiere de la realización de un balance costo-beneficio. Donde el beneficio debe ser evaluado en aspectos que vayan más allá del componente económico-financiero.

Etapas 4: Establecimiento de la ruta

Esta etapa cuenta con 3 pasos relacionados al establecimiento de la ruta de distribución.

4.1 Definición del tipo de ruta y análisis de rutas únicas

La definición del tipo de ruta está sujeta a las condiciones del objeto de estudio y a los objetivos del estudio que se desea realizar. De manera general, el autor sugiere utilizar dos términos muy comunes, aprovisionamiento y/o distribución.

En caso de existencia de nodos/clientes cuya demanda sea mayor o igual a la capacidad de los medios de transportación, se procede a formar las denominadas rutas únicas o unitarias de demanda equivalente a la capacidad del medio ($D = C_v$).

Capítulo I: Marco teórico referencial

Con la conformación de la carga, quedan establecidas lo que se ha denominado como **rutras básicas iniciales**, que también pueden ser designadas como **corridas**. Estas corridas marcan los nodos/clientes a visitar por cada vehículo, según los productos que contenga su carga a transportar. Sin embargo, se desea que en cada corrida se reduzcan las distancias a recorrer; o sea, se debe determinar el camino mínimo para optimizar las corridas y poder establecer la ruta óptima para cada medio de transportación. Mediante el procedimiento propuesto puede darse la situación de que un nodo/cliente sea visitado por más de un vehículo.

4.2 Optimización de las corridas

Para optimizar las corridas o lo que es lo mismo, determinar cuál es la ruta factible se debe establecer el camino mínimo dentro de una misma corrida. En este caso, el autor recomienda el uso de un método monocriterial; debido a que, la reducción de la distancia dentro de una misma corrida se traduce en reducción del consumo de combustible, del lubricantes y de otros recursos que generan serios gastos para la organización encargada de la actividad de enrutamiento de los vehículos de carga.

Autores como (Calvo Reyes, 2009) y (Delgado Sobrino, 2009), proponen métodos multicriteriales para el establecimiento de rutas lo más cercano posible al óptimo según la evaluación de varios criterios; sin embargo, el autor considera que no resulta necesario la aplicación de un algoritmo de esta magnitud. Para la determinación del camino óptimo se recomienda hacer uso de Teoría de redes, en este caso se propone el uso del algoritmo de Foulkes; ver (González Méndez, 1981).

Algoritmo de Foulkes

- ❖ Calcular la matriz C a partir de su matriz booleana.

$$C = (I + B)^{n-1}b$$

Donde:

n: número de vértices

B: matriz booleana

I: matriz diagonal

- ❖ Tomar como vértice inicial el centro de distribución.
- ❖ A partir de la determinación de C, se pueden agrupar los vértices de la red en componentes y ordenar éstas según la cantidad de unos que contengan en sus filas. O sea, si en la matriz C existe un vértice X_i (puede ser más de uno) cuya fila está compuesta solamente por 1, y cuya columna contiene solo ceros solo en la casilla (i,i) , esto significa que X_i es un vértice predecesor de todos los vértices de la red y debe ser por tanto el origen del camino; por lo tanto, quedará formada la componente 1.

Capítulo I: Marco teórico referencial

- ❖ Para determinar la componente 2 se debe eliminar la fila y la columna correspondiente a X_i y realizar el mismo análisis en la submatriz resultante buscando la o las filas cuyos elementos sean todos unos.
- ❖ Se continúa este procedimiento hasta determinar el orden de todas las componentes.

En este caso el método propuesto resulta relativamente simple en su esencia, pero implica un gran número de iteraciones en la medida que la cantidad de nodos/clientes aumenta; por lo que se requiere de gran cantidad de tiempo para determinar la secuencia en que los nodos/clientes deben ser visitados. Por otra parte, debe tomarse en consideración que existe más de una corrida a la cual se ha de aplicar el procedimiento por lo que se propone la utilización de un software que se base en el algoritmo propuesto o en cualquier otro, siempre que permita viabilizar el trabajo.

4.3 Elaboración de la matriz de vías y distancias

Para la determinación del camino mínimo, debe quedar inicialmente determinada la vía entre nodos/clientes por la que se pretende circular. En este caso (Delgado Sobrino, 2009) propone un método de selección de vías entre nodos tomando en consideración un conjunto de criterios. Por medio de la matriz de vías y distancias quedan definidas las vías de acceso definitivas entre los nodos/clientes de la red. La vía definitiva entre un nodo/cliente y otro, es aquella que muestre un equilibrio o relación de compromiso adecuada entre los diferentes criterios de selección. La importancia de la matriz de vías y distancias radica, en que de ella se extrae parte de la información requerida para la obtención del valor ponderado VP que permite determinar la mejor vía entre dos nodos/clientes.

Las restricciones del problema están dadas por las características del objeto de estudio.

Dados los objetivos del presente estudio, las restricciones están dirigidas a las fechas de entrega, a los horarios de los nodos/clientes y a la capacidad de los medios de transportación en conjugación con la demanda. No obstante, a los ejemplos citados las restricciones pueden variar en dependencia de la situación problemática que se presente.

Fase 3: Realizar

Esta fase está compuesta por tres etapas, que están dirigidas a la implementación del procedimiento.

Etapas 5: Elaboración del cronograma de implantación. Capacitación del personal

Para su ejecución deben ser establecidos los programas de capacitación del personal involucrado en el proceso de implantación del procedimiento propuesto (conferencias, disertaciones, cursos de preparación, etc.). Se establece el plan de implantación;

Capítulo I: Marco teórico referencial

normalmente para esto se emplea un gráfico de Gantt o PERT según la complejidad. También, esta etapa, incluye la implantación de los métodos y procedimientos de trabajo. Según Bender (1998) citado en (Marrero Delgado, 2001), el plan de implantación contempla los elementos siguientes:

- ❖ Definición de elementos (tareas y proyectos).
- ❖ Definición de objetivos de cada elemento.
- ❖ Características de las actividades (recursos necesarios, duración esperada de la actividad y responsabilidad para su desempeño).
- ❖ Secuencia de actividades (PERT o CPM).
- ❖ Identificación de hechos (incluyendo fechas esperadas para la realización de cada proyecto y las tareas principales, así como las fechas tope y puntos del chequeo a lo largo del plan).
- ❖ Identificación de restricciones (financieras, humanas o legales).
- ❖ Cálculo de datos y holguras (Cálculo de las fechas más tempranas y más tardías de inicio y fin de cada actividad).
- ❖ Declaración financiera (identificando la magnitud y registrando las inversiones necesarias y economías esperadas).
- ❖ Identificación de riesgos.
- ❖ Plan de auditoría.

Los métodos y procedimientos de trabajo se implantarán de la forma en que se describe en la etapa siguiente.

Etapas 6: Implantación

En esta etapa, se realiza la distribución de los productos hacia todos los clientes siguiendo las rutas establecidas en las etapas previas del procedimiento.

Etapas 7: Cálculo de indicadores que evalúan el desempeño de la distribución

En esta etapa del procedimiento se realiza la evaluación del proceso de distribución mediante el cálculo de un grupo de indicadores claves de desempeño (KPI). De esta manera, pueden valorarse las ventajas y potencialidades que ofrece el procedimiento propuesto al realizar una comparación de estos indicadores con un antes y un después.

Como parte de la presente investigación se presentan algunos indicadores que están dirigidos al monitoreo del aprovechamiento de las capacidades de los medios destinados al transporte de mercancías.

Índice de aprovechamiento de la capacidad volumétrica

$$IACV = \frac{V_{oi}}{V_{ui}} \quad (1.11)$$

Donde:

Capítulo I: Marco teórico referencial

V_{oi} : volumen ocupado en el medio de transporte i

V_{ui} : volumen útil del medio de transporte i

Índice de aprovechamiento de la capacidad de carga

$$IACC = \frac{CC_{ui}}{q_{ei}} \quad (1.12)$$

Donde:

CC_{ui} : capacidad de carga del medio de transporte i

q_{ei} : capacidad estática del medio de transporte i

Índice general de aprovechamiento de la capacidad volumétrica

$$IGACV = \frac{\sum V_{oi}}{\sum V_{ui}} \quad (1.13)$$

Para el caso en que haya n vehículos iguales la expresión anterior puede formularse de la manera siguiente.

$$IGACV = \frac{\sum V_{oi}}{n * V_u} \quad (1.14)$$

Índice general de aprovechamiento de la capacidad de carga

$$IGACC = \frac{\sum CC_{ui}}{\sum q_{ei}} \quad (1.15)$$

Al igual que en el $IGACV$, si todos los medios tienen la misma capacidad de carga, el $IGACC$ puede expresarse de la manera siguiente.

$$IGACC = \frac{\sum CC_{ui}}{n * q_e} \quad (1.14)$$

Índice integral de aprovechamiento de la capacidad

$$IIAC = \frac{\sum (V_{oi} * CC_{ui})}{\sum (V_{ui} * q_{ei})} \quad (1.15)$$

Capítulo I: Marco teórico referencial

Tal y como ocurre con los dos indicadores anteriores, si se diera el caso de que todos los medios de transporte poseen la misma capacidad; la expresión de cálculo del IAC puede ser transformada y expresada de la manera siguiente.

$$IAC = \frac{\sum(V_{oi} * CC_{ui})}{n * V_u * q_u} \quad (1.16)$$

De los indicadores propuestos, debe tenerse en cuenta que como son una propuesta realizada por el autor no existe una escala que defina cuál debe ser el rango de comportamiento adecuado de éstos. Por otra parte, debe destacarse que estos indicadores entran dentro del grupo de indicadores KPI porque evalúan el comportamiento del proceso de distribución. En el caso de los indicadores claves de meta, resultaría necesario realizar un estudio cuya duración oscile entre uno y tres años; en otras palabras, el cálculo y estudio del comportamiento de este tipo de indicadores trae asociado un costo de tiempo bastante elevado, en comparación con el tiempo con que se cuenta para la realización de la presente investigación.

Fase 4: Evaluar y controlar

Esta fase está compuesta por 3 etapas.

Etapas 8: Controlar los indicadores de desempeño de la distribución

El control y monitoreo de los indicadores que miden el desempeño de la distribución, permite conocer en qué estado se encuentra el proceso de reparto de pedidos a los clientes. Si los indicadores muestran un comportamiento favorable de acuerdo a los rangos establecidos, no es necesario dedicar ningún tipo de esfuerzo a realizar mejoras; en caso contrario, si los indicadores fundamentales muestran resultados desfavorables es necesario realizar investigaciones dirigidas a determinar dónde se concentran las deficiencias del proceso de ruteo, por lo que será tomar medidas correctivas para la mejora.

Etapas 9: Definición de medidas para la mejora

Esta etapa está dirigida a determinar qué medidas pueden contribuir al mejoramiento del proceso de ruteo que será necesario desarrollar, para dar solución a las deficiencias y problemas detectados a partir del estudio de los indicadores propuestos.

Etapas 10: Implantación de las medidas de mejora

En esta etapa deben ser implementadas las medidas definidas en la etapa 9, con el objetivo de elevar la calidad del proceso de ruteo de vehículos y de esta manera mejorar los resultados de la entidad encargada de la ya mencionada actividad. Previo

Capítulo I: Marco teórico referencial

a la ejecución de las medidas establecidas, se debe diseñar un cronograma de implementación para las medidas formuladas. Para ello, debe establecerse la secuencia de ejecución de las medidas de mejoramiento considerando la duración de cada una de éstas, los recursos necesarios y las responsabilidades de los ejecutores y controladores.

Se recomienda el uso de diagramas y gráficos de Gantt para la representación del cronograma.

Indicadores de explotación para la planificación y control del transporte

Cada uno de los índices de explotación expresa un aspecto esencial del proceso de transportación. Todos ellos en conjunto representan un sistema único, vinculados entre sí, que permiten determinar los resultados y las causas de los cambios que se operan en el proceso de transporte y facilitan la búsqueda y la adopción de las medidas que contribuyan a elevar la eficiencia de las transportaciones.

Los índices que más se utilizan según (MITRANS, 2002) son los mostrados en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Indicadores de explotación del transporte.

Indicadores	Unidad de medida
Carga transportada	toneladas
Tráfico producido	toneladas – kilómetros
Viajes realizados	uno
Distancia media de una tonelada	kilómetros
Ciclo de un viaje	horas
Coeficiente de disponibilidad técnica	por ciento
Coeficiente de aprovechamiento del parque	por ciento
Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad estática	por ciento
Coeficiente de Aprovechamiento de la Capacidad Dinámica	por ciento
Coeficiente de aprovechamiento del recorrido	por ciento
Rendimiento de la capacidad trabajando	toneladas
Costo por tonelada transportada	pesos/t
Costo por tonelada kilómetro	pesos/t-km
Índice de consumo de combustible	t-km/Litro
Rotación	días

Fuente: (MITRANS, 2002)

Capítulo I: Marco teórico referencial

1.4.Particularidades del transporte automotor de carga en Cuba. Antecedentes y situación actual

El transporte automotor es el transporte iniciador o continuador de las transportaciones realizadas por otros modos de transporte. (Millán Guerra, 2007).

El transporte automotor es de alta maniobrabilidad, que se manifiesta en sus cualidades de poder cambiar en cualquier momento la dirección o el sentido de la transportación, circular por lugares donde no existen vías pavimentadas, al no depender de una vía rígida que le imponga ciertos requerimientos técnicos, como es el caso del transporte por ferrocarril. En comparación con otros modos de transporte, el medio automotor tiene las siguientes ventajas:

- ❖ Bajas inversiones iniciales para la organización.
- ❖ Rapidez en la entrega, que permiten mantener bajos inventarios.
- ❖ Alta maniobrabilidad, pudiendo introducirse en lugares intrincados de zonas urbanas y rurales.
- ❖ Posibilidades de transportaciones directas de origen a destino, sin necesidad de efectuar trasbordos, por lo que constituye el modo insustituible para la recogida y la distribución puerta a puerta.
- ❖ No se requiere de gran acumulación de cargas para realizar la transportación.
- ❖ Gran diversidad de vehículos de diferentes capacidades y características para el transporte de distintos tipos de cargas y condiciones de trabajo. (camiones, cuñas, remolques y semirremolques, vagón cerrado (furgón), plataformas o planchas, cisternas, refrigerados, isotérmicos, volteos y otros especializados.)

Sus principales desventajas son las siguientes:

- ❖ Elevados costos de operación por unidad de carga.
- ❖ Baja capacidad de carga.
- ❖ Altos requerimientos de mantenimiento y reparación.
- ❖ Relativamente corta vida útil de los medios, debido a los cambios tecnológicos y a las exigencias de seguridad en la vía.
- ❖ Dificultades para el parqueo de vehículos en zonas urbanas.
- ❖ Alto nivel de contaminación ambiental, ruidos y peligrosidad en el tránsito.

La gestión del transporte en Cuba viene desarrollándose desde el triunfo revolucionario en 1959 y como ejemplo de ello se evidencia lo siguiente:

- ❖ Después de la confiscación de las empresas privadas en 1960 el transporte de cargas se mantuvo con un alto grado de centralización, hasta finales de esta década, en que se inicia un proceso de especialización y descentralización del transporte.

Capítulo I: Marco teórico referencial

- ❖ A mediados de la década del 70, la necesidad de implementar el balance de cargas y de controlar la expedición, a través de la Agencia EXPEDITRANS.
- ❖ EXPEDITRANS se extingue en 1992, como consecuencia del inicio del período especial, en que las transportaciones se reducen en un 70 %. Cerca de 5000 camiones del sistema del MITRANS se transfieren a diferentes empresas.
- ❖ En 1993 se crea la Unidad Estatal de Tráfico para exigir el cumplimiento del proceso de ejecución del balance y garantizar el control estatal sobre la expedición, coordinación y entrega de las cargas. No obstante, no se continuó realizando balances de cargas.
- ❖ Paralelamente con la descentralización, los suministradores desarrollan la práctica de entregar los productos en origen, obligando a cada comprador a gestionar el transporte para recoger los productos

Estas condiciones imposibilitan la planificación centralizada del transporte.(MITRANS., 2008)

La situación sector del transporte durante los años 90 se caracterizó por el decrecimiento de los niveles de actividad del transporte de carga, la descapitalización de los fondos básicos, la paralización de inversiones en proceso y el deterioro de la red vial, las instalaciones portuarias y la infraestructura en general.

Las transportaciones de carga a nivel municipal han pasado por varias fases en los últimos años, incrementándose durante el Período Especial la tendencia a que cada entidad realizara sus propias gestiones con el objetivo de garantizarse sus abastecimientos y poder concretar, de cualquier forma, sus producciones o servicios.

Lo anterior ha provocado un movimiento continuo y desordenado de vehículos en el marco municipal y nacional, realizando gestiones de abastecimiento por cuenta propia, sin tener en consideración la baja utilización de la capacidad de carga de los vehículos y el consumo de combustible y moto-recursos.

Según (MITRANS., 2008), todo lo planteado anteriormente ha sido validado a través de evaluaciones realizadas en varios municipios del país, en las que se han obtenido los resultados siguientes:

- ❖ La mayoría de las transportaciones internas de abastecimiento de las entidades se realizan con un bajo aprovechamiento de la capacidad de carga y de los recorridos, los cuales no sobrepasan, en muchos casos, el 50%.
- ❖ Viajes de retorno vacíos, sin carga e inclusive sin pasar por las Terminales de Ómnibus o Puntos de Pasaje para facilitar la transportación de la población.
- ❖ Vehículos de entidades vecinas, del mismo municipio o rama de la economía, acuden al mismo tiempo y lugar, para realizar gestiones similares.

Capítulo I: Marco teórico referencial

- ❖ No se emplean las cadenas de distribución y prácticamente todos los clientes acuden a los centros generadores o distribuidores a buscar sus abastecimientos.
- ❖ En cerca del 40% de los viajes no se logran los objetivos de la gestión, consumiéndose combustible y moto-recursos en vano.
- ❖ Bajo aseguramiento de los costos de explotación en las empresas especializadas de transporte, lo que conlleva al deterioro y buen funcionamiento de las cadenas de distribución.
- ❖ Acopio de diferentes productos desde los municipios hacia la cabecera provincial, para después reenviarlos de vuelta a su lugar de origen.

Además de estas deficiencias existen otras abordadas por (Knudsen Gonzalez, 2016) como por ejemplo:

- ❖ La capacitación y formación del personal que en la mayoría de los casos es muy pobre.
- ❖ Débil investigación y desarrollo en el tema.
- ❖ Excesiva confianza en los mecanismos económico-financieros, no reconociendo que los cambios se concretan en los factores técnico-organizativos.

Como se puede apreciar la mayoría de las dificultades enumeradas pueden ser solucionadas con la aplicación de sistemas organizativos diseñados a partir de las características de cada territorio, sin afectar el funcionamiento de las entidades. Es precisamente el Reordenamiento del Transporte, el proceso que permite organizar de la manera más eficiente, la explotación centralizada del transporte con un mayor aprovechamiento de la capacidad de carga de ida y retorno, minimizando el consumo de combustible y de moto-recursos.(MITRANS., 2008)

Con el objetivo de erradicar las deficiencias expuestas anteriormente el Ministerio del Transporte (MITRANS) desde el año 2008 estableció que la planificación del transporte en Cuba se realiza mediante el balance de cargas. El mismo puede definirse como: ``un método de dirección para planificar, organizar, ejecutar y controlar transportaciones de cargas, a partir de la compatibilización de los planes de transportación de las entidades que poseen medios del transporte de carga´´.

El Balance de Cargas consiste en el análisis continuo de los flujos de cargas y de la relación demanda-capacidad y en la adopción de medidas para lograr el máximo aprovechamiento de las capacidades y recursos existentes, y en particular, combustible.(MITRANS., 2009)

Los principios generales del balance de cargas son:

- ❖ Planificar las transportaciones a partir del origen de las cargas.

Capítulo I: Marco teórico referencial

- ❖ Planificar el combustible a partir del nivel de transportación en toneladas-kilómetros, tomando en cuenta las características de cada tráfico.

En el balance se definen:

- ❖ ¿Qué cargas a transportar y su cantidad por origen y destino?
- ❖ ¿Quién las transportará, con qué medios, formas y frecuencia, y cuál será el gasto de combustible?

Es importante tener presente que en el balance de cargas participan todas las entidades estatales radicadas en el territorio que posean medios del transporte de cargas y los principales demandantes de transportaciones.

El balance se prepara y presenta por la Unidad Estatal de Tráfico (UET) en:

- ❖ Un Resumen de las transportaciones por empresas y sus índices de explotación.
- ❖ Un Resumen de las transportaciones por origen y destino.
- ❖ Proceso del balance de cargas
- ❖ Implantación del sistema de registro de la información.
- ❖ Realización Inventario de capacidades.
- ❖ Determinación demanda transportación.
- ❖ Elaboración de los planes de transportación.
- ❖ Compatibilización de los planes por origen y destino
- ❖ Informes y análisis sobre el comportamiento de las transportaciones.

Procedimiento para la elaboración del balance de cargas incluye:

1. El Modelo BC-1(Anexo 1) “Inventario de Medios del Transporte” lo elaboran y presentan las entidades que posean medios del transporte de cargas, en la oportunidad en que se solicite por la Unidad Estatal de Tráfico.
2. Las entidades que requieran servicios de transportación de cargas le presentan directamente al transportista su solicitud mensual, en el Modelo BC-2(Anexo 2), “Demanda de Transportación de Cargas”, por origen y destino, productos y embalaje, hasta los días 20 de cada mes.
3. Los transportistas, incluyendo las entidades que poseen medios propios, elaboran el Plan Mensual de Transportación en los modelos BC-3(Anexo 3) y BC-

Capítulo I: Marco teórico referencial

4(Anexo4)y se lo presentan a la UET, hasta los días 25 de cada mes, firmados por el Director o persona facultada por éste.

4. Los modelos BC-3 y BC-4 se presentan y analizan en los municipios y provincias donde se encuentran basificados los vehículos, con independencia de que las bases que los operen estén subordinadas a una empresa nacional. (Certificación de la Dirección de Planificación)
5. Modelo BC-5 “Carga a transportar por clientes” (Anexo 5)
6. Modelo BC-6 “Entidades incorporadas al BC” (Anexo 6)
7. La UET elabora y le presenta al Grupo Ejecutivo del Territorio el Resumen del Balance del Territorio, hasta los días 30 de cada mes, para su análisis y aprobación. El mismo consta de dos partes:

Breve Informe, de una o dos cuartillas, en el que se expongan los aspectos cualitativos fundamentales.

Anexos:

- ❖ Resumen del Modelo BC-1 (Solo al inicio del proceso y cuando resulte necesario)
- ❖ Resumen del Modelo BC-3
- ❖ Resumen del Modelo BC-4 (Se convierte en Modelo BC-5)
- ❖ Resumen Comparativo de los Principales Indicadores.

1.4.1. Marco regulatorio del transporte en Cuba

El objetivo fundamental de este epígrafe es dar a conocer algunas normas, resoluciones y decretos que ha establecido el MITRANS para poder garantizar un buen funcionamiento del transporte. En lo adelante se abordan de forma general las mismas:

Tabla 1.2: Marco regulatorio del transporte en Cuba

Instrumento jurídico	Año	Contenido
Decreto Ley 168/1996	1996	Normas generales para regular la Licencia de Operación del Transporte
Resolución No. 86/2002	2002	Reglamentación de la Licencia de Operación del Transporte
Norma cubana XX: 2002	2002	Ofrece los términos, definiciones, símbolos y métodos de cálculo utilizados en los servicios de transportación de cargas en el transporte automotor
Norma ramal No. 94-2004	2004	Requisitos generales para la elaboración de los documentos de mantenimientos

Capítulo I: Marco teórico referencial

		técnicos que deben confeccionar las entidades que dirigen y/o ejecutan estos trabajos a los vehículos de carretera
Resolución 382/2013	2013	Normas complementarias para la seguridad vial
Resolución 383/2013	2013	Normas sobre el reporte de combustible habilitado kilómetros recorridos
Resolución 384/2013	2013	Normas para el uso del permiso especial

Fuente: Elaboración propia a partir de normas, resoluciones y decretos del MITRANS

1.5. Situación actual del transporte en la Empresa Comercializadora de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Como resultado del incremento sostenido en los últimos años de los volúmenes de productos, así como la diversificación de surtidos, unido esto a un deterioro considerable del estado técnico del parque de vehículos de la empresa, fundamentalmente por los años de explotación y por la falta de piezas de repuestos, la empresa se ha visto obligada de forma reiterada, a contratar el servicio de terceros mensualmente. Esto lo ha logrado mediante la convocatoria por parte del Gobierno en la provincia a diferentes transportistas, muchas veces en jornadas maratónicas en fines de mes para lograr el cumplimiento de los planes de distribución del aseo y los demás surtidos que comercializa la empresa. Es importante destacar que en los últimos tres años la empresa ha mantenido como promedio 9 equipos trabajando.

Para garantizar las transportaciones actuales del balance de la empresa se requiere como mínimo que trabajen diariamente 9 camiones con un coeficiente de disponibilidad técnica del 70 %. Esto ha sido imposible ya que en la actualidad el transporte de la empresa presenta las insuficiencias siguientes:

- ❖ La empresa no utiliza un método científico para el cálculo del número de viajes, el ciclo de viaje y la rotación.
- ❖ Se cometen errores en la elaboración del balance de cargas.
- ❖ No existe control de los indicadores de explotación del transporte.
- ❖ No se aprovechan al máximo las capacidades de carga de los medios de transporte

1.6. Conclusiones parciales

1. En la bibliografía científica consultada existen varios procedimientos para el diseño de rutas a partir de la conformación de la carga en los medios de transporte. En esta investigación se selecciona el planteado por (Fowler Casademont, 2010) debido a que incluye una serie de fases y etapas, en las cuales se conjugan varias herramientas matemáticas que permiten darle un carácter más científico a las decisiones que se adoptan, permite la determinación de indicadores para evaluar las transportaciones que se planifican y es perfectamente adaptable al sistema de trabajo de las empresas comercializadoras.
2. La bibliografía consultada aporta un grupo de técnicas empleadas en la planificación del transporte; las mismas están encaminadas a determinar varios indicadores, entre los que se destacan: el número de viajes para las transportaciones, el ciclo de viaje, la rotación de los vehículos y el aprovechamiento de las capacidades de los medios de transporte.
3. La situación actual del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara evidencia una serie de deficiencias en la planificación del transporte, entre las que se destaca el desaprovechamiento de las capacidades de carga de los medios de transporte automotor; esto unido a la no utilización de técnicas cuantitativas para la determinación de algunos indicadores demuestran la correcta formulación del problema de investigación planteado en la introducción, el cual aún no está resuelto.

Capítulo 2

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Capítulo II. Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos, Universales Villa Clara.

2.1. Caracterización de la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

La Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales Villa Clara, con domicilio legal en Carretera Central 105 entre San Pedro y Virtudes, Reparto Raúl Sancho, Santa Clara, se subordina al Grupo Comercializador de Productos Industriales y de Servicios del MINCIN, constituye el principal canal de distribución mayorista de los productos industriales que se comercializan en la provincia.

Para la gestión y cumplimiento de su misión y funciones tiene una dirección general, dos direcciones funcionales y tres unidades empresariales de base. Tiene también 13 almacenes, nueve propios y cuatro arrendados y una base de transporte para la carga y distribución de los productos (ver anexo 7).

La **misión** de dicha entidad es comercializar de forma mayorista bienes de consumo e intermedios en moneda nacional garantizando la presencia estable en la red de comercio minorista del 100% de los surtidos inventariados; así como la transportación de los mismos a los diferentes destinos basados en los principios de profesionalidad, prontitud y excelencia en el servicio.

Su **visión** es mantener su posición de empresa líder del territorio en la comercialización mayorista de bienes de consumo e intermedios en moneda nacional, solventados en una excelsa Política de Calidad lo que permite incorporarse al mercado con un alto nivel de competencia.

El objeto social aprobado según Resolución No.52/2014, con fecha 7 de enero del 2014 es comercializar productos no alimenticios.

Como actividades secundarias derivadas del objeto social, las siguientes:

- ❖ Comercializar de forma mayorista bienes de consumo e intermedios, para el sistema de comercio interior, los programas priorizados por la dirección del país y para otras formas de gestión no estatal.
- ❖ Comercializar de forma mayorista bienes de consumo e intermedios no alimenticios a personas jurídicas y otras formas de gestión no estatal.
- ❖ Comercializar de forma mayorista productos ociosos y de lento movimiento.
- ❖ Prestar servicios de almacenamiento y conservación de las mercancías de la reserva especial y estatal.

Como actividades de apoyo derivadas del objeto social, están las siguientes:

- ❖ Brindar servicios de alquiler de almacenes y cámaras frías.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

- ❖ Brindar servicios de transportación de los productos que se comercializan dentro del sistema de comercio y a terceros.
- ❖ Brindar servicios de transportación de personal a los trabajadores de la entidad y otras personas naturales dentro del itinerario establecido por esta instancia.
- ❖ Brindar servicios de comedor y cafetería a sus trabajadores.
- ❖ Brindar servicios de recreación con gastronomía asociada a sus trabajadores.
- ❖ Brindar servicios de parqueo.

La organización atiende los programas priorizados del Estado y Gobierno siguientes: materiales de la construcción, aseo e higiene (incluyendo la frazada de piso), uniforme escolar, encamados y canastilla.

Además de ello atiende la comercialización de: programa de insumos agrícolas, abastecimiento a los trabajadores por cuenta propia, programa de ahorro energético, servicio de almacenaje, conservación y rotación de productos de la reserva estatal, ropa reciclada, entre otros.

Recientemente se le incorpora a sus funciones las siguientes:

- ❖ Comercializar en CUC y CUP de forma mayorista productos de bienes de consumo e intermedios no alimenticios, equipos con prestación de servicios de post-venta y promoción como aseguramiento para los siguientes destinos:
- ❖ Comercializar en CUP de forma mayorista productos de la nomenclatura de los Programas Materiales de la Construcción e Insumos Agrícolas para: Formas productivas de la agricultura (CPA, CCS, UBPC Y Granjas Estatales).
- ❖ Comercializar productos adquiridos en la concentración de compra con las importadoras como: papel, papel de corte especial, madera, pintura y neumáticos.
- ❖ Comercializar productos adquiridos con financiamientos propios de las empresas por importación que no pertenecen a los productos de concentración de compra y están en correspondencia con el nomenclador de producto de cada empresa.

Los clientes finales son: empresas del sistema, entidades de la economía, otras formas de gestión estatal y no estatal, los OACES que solicitaron su demanda partir de sus necesidades y otros organismos.

Dentro de estos, los principales clientes son: empresas que centralmente poseen cifras de alcohol, formas productivas (CCS, CPA y UBPC, empresa hortícola y empresa de suministro agropecuario), empresas de comercio y gastronomía de los trece municipios y entidades subordinadas a organismos (para ventas en CUC).

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

2.2. Caracterización del transporte de distribución en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara

La planificación del transporte en la empresa objeto de estudio se realiza mediante el balance de cargas anual establecido por el MITRANS, considerando el plan de productos de cada municipio. El balance de cargas es realizado en un documento Excel, el mismo tiene cinco hojas: la primera corresponde al modelo BC-1 A (Anexo 8), que no es más que un inventario de la capacidad de los medios de transporte automotor donde se establecen 8 viajes al día mientras que en la realidad según visitas a la base de almacenes es que se dan alrededor de 5 ó 6 viajes, cabe destacar que este modelo no está establecido por el MITRANS como BC-1 A sino como BC-3. La segunda hoja corresponde al BC-4 (Anexo 9), en la misma se ofrece el plan de transportación por origen y destino para el año en curso, cabe destacar que en este modelo se ofrece la demanda mensual, la misma es calculada dividiendo la demanda anual entre los 12 meses del año, esto no se considera correcto pues la demanda no debe ser constante. La tercera hoja es una tabla de propuesta de indicadores de explotación del transporte para el año, el mes y el día (Anexo 10). La cuarta hoja corresponde al modelo BC-6 (Anexo 11), que no es más que el resumen del balance de cargas en el mismo no se planifican transportaciones con terceros mientras que la realidad de la empresa es que el 67% de las transportaciones no se realizan con medios propios. La quinta corresponde al modelo BC-1 (Anexo 12), el mismo es el inventario del parque de vehículos, donde se puede observar que la empresa tiene un parque de 9 camiones y además que hay 5 propuestas de adquisición, es decir 14 camiones en total; estos datos son de 2016 que es cuando la empresa realiza el balance del próximo año, pues actualmente la empresa solo cuenta con 6 camiones funcionando. Cabe mencionar que esta empresa no realiza los modelos BC-3 y BC-5 pues en el caso del primero su organismo (MINCIN) no lo requiere y en el caso del segundo no es necesario hacerlo porque dicha empresa solo transporta mercancía propia.

En cuanto al plan de productos se puede decir que se satisface según las existencias del almacén, pues en caso de que no existan mercancías suficientes para satisfacer todos los municipios de la provincia ya sea por demora de los proveedores o por cualquier otra razón, lo que se hace es distribuir la mercancía que hay en existencia por todos los municipios para de esta forma todos cubran al menos una parte de sus necesidades.

También se realiza diariamente una reunión (cuadre diario de operaciones) en la que la dirección de comercial hace ofertas de productos y las mismas van a los almacenes y según las existencias de transporte se planifican y organizan los vehículos del día

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

siguiente (en realidad lo que se hace es confirmar los camiones del día siguiente o en caso de que haya algún cambio en la organización mensual se arregla la misma) y finalmente se convierten la ofertas en facturas para al día siguiente distribuir los productos ofertados.

El transporte de carga de la empresa está centralizado en la base de transporte de Guacalote. No está definido que los carros que se encuentran en mejor estado sean los que realicen lo viajes más largos, simplemente todos los camiones van a todos los municipios, en la empresa trabajan 14 choferes (uno por cada camión), la empresa no tiene contrato con ninguna empresa para que le realice el mantenimiento a sus medios de transporte por lo que ellos mismos lo realizan como se muestra en la Tabla 2.1, existen tres tipos de mantenimiento en la empresa: 1, 2 y 3.

Tabla 2.1. Forma de aplicación del mantenimiento en la empresa objeto de estudio

Km recorridos	Tipo de mantenimiento aplicado
Cada 5000 km recorridos	1
Cada 5000 km más	1
Cada 5000 km más	2
Cada 5000 km más	1
Cada 5000 km más	1
Cada 5000 km más	2
Cada 5000 km más	1
Cada 5000 km más	1
Cada 5000 km más	3

Fuente: elaboración propia.

La empresa tiene un parque de 14 camiones de los que actualmente solo están trabajando 6 por diversos motivos en especial por el deterioro que presenta el parque automotor; para garantizar las transportaciones actuales del balance de la empresa se requiere como mínimo que trabajen diariamente 9vehículoscon un coeficiente de disponibilidad técnica cercano al 70 % que esta empresa no ha logrado en los últimos años y contar al menos con 14 camiones funcionando en su parque.

Los productos se distribuyen según las prioridades siguientes:

- ❖ Plan Turquino Banguranao: Manicaragua, Remedios, Caibarién.
- ❖ Prioridades geográficas (municipios más lejanos): Quemado, Carralillo, Placetas, Camajuaní, Santo Domingo.
- ❖ Resto de los municipios (municipios más cercanos): Encrucijada, Ranchuelo, Cifuentes, Sagua.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

❖ Tiendas de la ciudad de Santa Clara.

Las mercancías se distribuyen según las existencias en los almacenes y priorizando los programas especiales: canastilla, encamado, postrado, uniforme escolar, aseo, materiales de la construcción y el resto de los productos. Actualmente la empresa distribuye mercancías en los 13 municipios de la provincia a 457 puntos, con un promedio mensual entre 8 y 10 viajes. El plan de distribución se ejecuta considerando los porcentajes siguientes:

❖ Con medio de transporte propio: 33%.

❖ Con servicios prestados por UDECAM y Transcontenedores: 15%.

❖ Con fletes alquilados a terceros: 52%.

En relación a la forma en que se conforman las cargas se puede decir que no se utiliza ningún método específico, lo que se hace es poner en el camión todo lo que quepa por espacio y solamente tienen en cuenta que no se rompan los embalajes; todos los camiones pueden llevar cualquier tipo de mercancía ya sea ligera o pesada pues en la empresa no se tiene en cuenta esto; situación que dificulta el buen aprovechamiento de los medios de transporte además de que no tienen sogas ni lonas por lo que en el caso de los camiones plataforma solo se llenan hasta el alto de la baranda desaprovechándose sus capacidades.

En cuanto al control del transporte en la empresa se puede decir que:

❖ Se cumple de forma obligatoria que todos los equipos posean sus normas de consumo específicas, las que se deberán fundamentar en pruebas de consumo (prueba del litro) anuales realizadas a cada uno de ellos a los diferentes niveles.

❖ Se cumple estrictamente lo establecido en cuanto al empleo de la información contenida en las Carta Porte y Hojas de Ruta, chequeando diariamente, respecto a cada vehículo, la correspondencia entre ambos documentos en cuanto a los horarios de recepción y entrega de las cargas, las distancias recorridas y el combustible consumido.

❖ Se realizan además conciliaciones decenales del consumo de combustible utilizado en las actividades fundamentales, en las administrativas y en otras que sean aprobadas por la autoridad facultada, comprobando la correspondencia entre el nivel de actividad y el recurso consumido.

❖ Se trabaja para lograr que todos los equipos en explotación posean los odómetros en buen estado, quedando encargados la UEB de Transporte y Aseguramiento, de proponer las medidas que deben ser adoptadas para garantizar el funcionamiento de tales instrumentos y su costo. Para los equipos con odómetros rotos, se habilita una hoja de ruta a fin de establecer un método para el control de la cantidad de

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

kilómetros recorridos y el consumo de combustible acorde al itinerario recorrido como complemento del reporte de combustible habilitado y kilómetros recorridos.

- ❖ Se revisa la calidad de la información reportada en el Modelo 5073 «Balance de consumo de portadores energéticos» según su metodología y se comprueba la correspondencia entre los datos del Modelo 5073 “Balance de consumo de portadores energéticos” y los registros primarios de combustible.
- ❖ Se establecen las normas de consumo para todos los equipos y la periodicidad en que se revisarán, a fin de mantenerlas actualizadas, utilizándose estas para el control del consumo de combustible a los medios de transporte y maquinarias. El consumo de combustible está en correspondencia con el parque de vehículos asignados a la entidad y por regla no se entrega a vehículos que no se encuentren funcionando y /o revisión técnica automotor vencida.
- ❖ Se deja evidencia documental del cálculo de las desviaciones del consumo de combustible, constando su análisis en los Consejos de Dirección o en el Comité de Prevención y Control, así como la toma de medidas y/o acuerdos en casos de los desvíos en caso de proceder.
- ❖ En cuanto a las tarjetas prepagadas de combustible se puede decir que se controlan por medio de un registro en el que se reflejan todos los movimientos realizados en cada una de ellas. El referido registro de control de tarjetas prepagadas para combustible no se puede encontrar en la caja o en poder de la persona responsabilizada con la entrega y liquidación de las tarjetas y debe constar como mínimo de la siguiente información:
 1. Organismo y entidad.
 2. Número de la tarjeta de combustible
 3. Tipo de combustible
- ❖ El Jefe de Transporte supervisa la actualización del registro de control de entrega y recepción de hojas de ruta en poder del técnico responsable comprobando que las hojas de ruta utilizadas se correspondan con la oficialmente establecida, y que el No de control consecutivo sea impreso en imprenta. La hoja de ruta que se habilita y se entrega al conductor del vehículo se hace por el técnico de transporte que se autoriza o faculta para ello mediante documento firmado por la Directora de la Empresa.
- ❖ Diariamente se controlan las mercancías distribuidas y los viajes realizados mediante las facturas.
- ❖ En cuanto a los indicadores de explotación del transporte se puede decir que no existe control de ellos.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

2.3. Insuficiencias encontradas en el transporte de distribución en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Luego de muchas visitas a la empresa objeto de estudio, entrevistas a los trabajadores relacionados con la actividad de transporte y observación directa, se identificaron como principales problemas de la actividad de transporte los siguientes:

- ❖ No se utiliza ningún método científico para calcular el número de viajes por lo que se puede decir que el valor ofrecido en el balance es poco confiable y al estar alterado este valor la rotación también lo está pues la misma depende del número de viajes.
- ❖ El balance de cargas además de los errores antes mencionados solo cuenta con los modelos BC-1, BC-6 y BC-4, faltando el modelo BC-2, lo que no significa que los modelos presentados en el balance de la empresa (BC-1, BC-6 y BC-4) estén bien elaborados pues en los mismos faltan informaciones esenciales que los mismos requieren para su correcto llenado, por ejemplo: en el modelo BC-1 falta el lugar de basificación y el estado técnico de los medios de transporte. En el modelo BC-4 falta poner la empresa demandante, la demanda no cubierta y el código de los productos.
- ❖ No existe control de los indicadores de explotación del transporte.
- ❖ No se aprovechan al máximo las capacidades de los medios de transporte.

Después de encontradas las principales deficiencias que afectan el transporte de la empresa es necesario aplicar el método de los expertos para ordenarlas según el orden de prioridad que establezcan estos y darles solución mediante este orden.

2.3.1. Aplicación del método de los expertos

La cantidad de expertos depende de la complejidad y las características de trabajo a realizar. En la medida en que se aumente la cantidad de expertos en un grupo se influye negativamente en la calificación, además la reducción de los mismos disminuye el nivel de confianza de los resultados. Por estas razones, el grupo de expertos debe estar entre 7 y 15 para mantener el nivel de confianza y una calificación elevada. Sus integrantes deben ser en su mayoría miembros competentes del consejo de dirección de la empresa y especialistas de las diferentes áreas del grupo, además, el equipo contará con la presencia de algún experto externo que brinde ayuda con la información más actualizada acerca del tema.

Los expertos seleccionados deben tener:

- ❖ Interés en participar en el estudio; el personal debe estar de antemano motivado a participar y a obtener sus criterios sin perjuicios de ninguna índole.
- ❖ Poseer una formación de tipo empresarial en general.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

- ❖ Competencia profesional; deben poseer un nivel de formación superior y estar relacionados en alguna medida, con las teorías y conceptos sobre los que se fundamenta el problema abordado.
- ❖ Objetividad; ser profundo y objetivo en los análisis y juicios aportados.

La determinación del número de expertos se realiza utilizando criterios basados en la distribución binomial de probabilidad. Para la determinación del número de expertos (M) se utiliza la siguiente expresión:

$$M = \frac{P(1-P)K}{i^2} \quad (2.1)$$

Donde:

M: cantidad necesaria de expertos

P: error estimado.

K: constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido.

i: nivel de precisión deseado.

Los valores de K se ofrecen a continuación:

Nivel de confianza (%)	Valor de K
99	6.6564
95	3.8416
90	2.6896

Como se había planteado anteriormente, el número de expertos debe variar de 7 a 15, lo cual se comprobará a continuación:

Si se considera:

$$P = 0.01$$

$$P = 0.06$$

$$i = 0.10 \implies M = 7$$

$$i = 0.10 \implies M = 15$$

$$K = 6.6564$$

$$K = 2.6896$$

Para valorar la concordancia de los expertos, cada uno analiza los problemas y los clasifica según su juicio por orden de importancia, asignándole un rango A_{ij} . Estos rangos toman los valores 1, 2, ..., K pertenecientes al conjunto de números naturales.

Para esto se construye una tabla conocida como matriz de rangos con el resultado de la evaluación de los mismos, esta tabla se muestra a continuación:

Tabla 2.2. Matriz de Rangos

Expertos	1		M	$\sum A_{ij}$	Δ	Δ^2
Componentes						
1						
2						

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

•						
•						
K						

Fuente: elaboración propia

Con el mismo resultado de la evaluación de los expertos se puede determinar si es o no confiable el mismo, utilizando para ello el coeficiente de concordancia de Kendall (W):

$$W = \frac{12 \sum \Delta^2}{M^2 (K^3 - K)} \quad (2.2)$$

W debe estar entre (0....1), en ese rango se plantea que:

(0.5.....1): es confiable

(0....0.49): no es confiable

Donde:

M: número de expertos

K: número de propiedades o índices a evaluar

Δ : Desviación del valor medio de los juicios emitidos

Es importante conocer el valor, pues es quien permite ordenar los indicadores, e incluso clasificarlos. Valor que se determina por la fórmula siguiente:

$$\Delta = \left[\begin{array}{c} M \\ \sum_{j=1} A_{ij} - \tau \end{array} \right] \quad (2.3)$$

Donde:

A_{ij} : juicio de importancia del índice i dado por el experto j.

$\sum A_{ij}$: es la suma de los criterios de los expertos con relación a un indicador, los que ocupan los primeros lugares tienen $\sum A_{ij}$ y son estos los que después de restar τ quedan con un valor negativo, esto se corresponde con los más importantes.

τ : factor de comparación (valor medio de los rangos).

$$\tau = \frac{1}{2} M (K + 1) \quad (2.4)$$

El coeficiente de concordancia de Kendall expresa el grado de asociación entre los M expertos, por tanto, es una medida de correlación utilizando rangos.

Muestras grandes:

Si $K > 7$ (No. de índices) se calcula el estadígrafo

$$X^2 \text{ calculada} = M (K - 1) W$$

Si el valor del estadígrafo cumple la restricción:

RC: Si $X^2 \text{ calculada} > X^2 \alpha$; γ , se rechaza la hipótesis nula.

H1: el juicio es consistente

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Ho: el juicio no es consistente

Muestras pequeñas:

Si $K \leq 7$ se compara el valor de $S = \sum \Delta^2$ con el valor de STAB en la tabla de Friedman.

RC: Si $S \geq STAB$, la hipótesis nula se rechaza al 5% o 1 % de significación donde:

H1: el juicio es consistente

Ho: el juicio de los expertos no es consistente.

Una vez validado el resultado de los expertos se debe proceder a establecer el orden definitivo de importancia del objeto de estudio, o sea, de las insuficiencias encontradas.

En la empresa objeto de estudio se identificaron cuatro problemas principales en la actividad de transporte, para seleccionar los de mayor importancia para la empresa se utilizará el método de los expertos. Utilizando la fórmula 2.1 se determina la cantidad de expertos, donde se establece: nivel de precisión deseado 0.1, error estimado entre los expertos 0.01, k igual a 6.6564 y un nivel de confianza del 99% y se obtuvo la cantidad de expertos que se muestra a continuación:

$$M = \frac{0.01 (1 - 0.01) 6.6564}{0.1^2}$$

$M = 6.589$ expertos ≈ 7 expertos

Como muestra el resultado son necesarios 7 expertos, los cuales deben tener conocimiento del funcionamiento de la unidad objeto de estudio e intervienen en el proceso de prestación del servicio (directa o indirectamente), además deben saber que constituyen un punto de apoyo para el desarrollo de la investigación. A partir de lo planteado se escogen a los expertos que se muestran a continuación en la tabla 2.3:

Tabla 2.3. Expertos seleccionados

No	Nombre y Apellidos	Categoría Ocupacional	Años de experiencia
1	Larissa Torres Niebla	Directora General	25
2	José Carlos La Rosa Ortiz	Director UEB Aseguramiento	24
3	Yoel Gonzalez Moya	Director de Transporte	15
4	Jesús Ger Pérez	Director Comercial	2
5	Jaine Villasante Beltran	Especialista de Comercial	18
6	Yaser Oliva Conyedo	Especialista Principal Ventas	4

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

7	Ricardo Nelson Hernández García	Especialista Compras	Principal	4
---	------------------------------------	-------------------------	-----------	---

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.4. Juicios emitidos por los expertos

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	$\sum A_{ij}$	Δ	Δ^2
Problemas										
Ausencia de un método científico para el cálculo del número de viaje, el ciclo de viaje y la rotación.	2	3	2	2	3	2	2	16	- 1,5	2,25
Errores en el balance de cargas.	4	4	4	4	4	3	3	23	8,5	72,25
No existe control de los indicadores de explotación del transporte.	3	1	3	3	2	4	4	20	2,5	6,25
Desaprovechamiento de las capacidades de carga de los medios de transporte.	1	2	1	1	1	1	1	8	- 9,5	90,25
										$\sum \Delta^2=171$

Fuente: elaboración propia.

Utilizando la expresión 2.4 se calculó el factor de comparación o valor medio de los rangos dando como resultado:

$$\tau = \frac{1}{2} 7 (4 + 1) = 17.5$$

Luego mediante la expresión 2.2 se procedió a calcular el coeficiente de concordancia de Kendall el mismo dio como resultado:

$$W = \frac{12 \cdot 133}{7^2 (4^3 - 4)} = 0.54$$

Por medio del cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall, se determinó que existe un 54% de confiabilidad en el juicio de los expertos.

Para demostrar significación del grado de concordancia de los expertos se procedió de la manera siguiente:

Planteamiento de las hipótesis:

H0: se rechaza el criterio de los expertos.

H1: se acepta el criterio de los expertos.

R.C: $S \geq S_{\text{tabulada}}$

$$171 \geq 137.4$$

Como se cumple la región crítica o de rechazo, se rechaza la hipótesis nula y se acepta el criterio de los expertos, tal como lo plantea la hipótesis alternativa.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Después de aplicado el método de los expertos y de validados los juicios emitidos por los mismos, se obtuvo como resultado los principales problemas detectados ordenados según su nivel de importancia; el resultado final fue el siguiente:

1. Desaprovechamiento de las capacidades de carga de los medios de transporte.
2. Ausencia de un método científico para el cálculo del número de viaje, el ciclo de viaje y la rotación.
3. No existe control de los indicadores de explotación del transporte.
4. Errores en el balance de cargas.

Luego de ordenados los principales problemas según el orden de prioridad establecido por los expertos se procedió a realizar un diagrama Causa-Efecto para determinar cuáles son las causas y subcausas que influyen en el problema principal. (Anexo 13)

12.4. Mejoras propuestas

Aplicación parcial del procedimiento propuesto por Fowler Casademont, 2010:

Se realizará la aplicación parcial del procedimiento seleccionado hasta la Etapa 9 pues a partir de esta es necesaria la implementación del procedimiento propuesto para continuar y esto se sale del marco de la presente investigación.

Fase 1: Especificar y planificar

Etapla 1: Caracterización general de la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Esta etapa ya fue abordada en el epígrafe 2.1 por lo que no hay necesidad de volver a tratarla.

Etapla 2: Esclarecimiento de elementos estratégicos del ruteo

Primeramente, hay que partir de que la organización cuenta 13 almacenes, tal y como se explica en el epígrafe 2.1.

Utilizando indicadores para medir el nivel de servicio al cliente se utilizó el indicador pedidos entregados en tiempo. Se determinó mediante la división de la cantidad de pedidos entregados en menos de 72 horas y la cantidad de pedidos totales que la empresa, el valor obtenido fue de un 87 %. Este indicador se tomó de una investigación que se realiza de forma paralela a esta (Hernandez Cesar, 2017) relacionada con la definición de la estrategia de servicio al cliente en la entidad.

Determinar el tamaño y composición de flota de vehículos

Actualmente la distribución de los productos se realiza con el empleo de seis vehículos diferentes como se muestra en la tabla 2.5:

Tabla 2.5. Características técnicas de los vehículos

Marca	Tipo de vehículo	Capacidad volumétrica(m ³)	Capacidad de carga(t)	Norma de consumo(km/l)
Zil	Furgón	28.6	6	4

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Zil	Furgón	28.6	5	4.5
Maz	Furgón	28.6	9	4
Fiat	Plataforma	30.8	11	2.5
Ford	Plataforma	30.8	8	4
Fiat	Plataforma	30.8	11	4

Fuente: elaboración propia

Definir nodos/clientes

Por razones de tiempo y en aras de no complejizar en exceso el desarrollo de la investigación, el autor solo escogió al azar un día de trabajo y los nodos/clientes a los que se les distribuyó mercancía ese día (5 clientes y 5 camiones). Los datos de las demandas de los productos que solicitan los nodos/clientes se presentan en la tabla 2.6.

Tabla 2.6: Cantidades de producto(cajas) demandada por cliente para el día analizado

Nodo/cliente	Productos			
	Jabón Lis	Jabón Batey	Pasta Denti-fresh	Detergente liquido
Camajuaní	0	200	200	0
Remedios	0	300	200	0
Caibarién	200	0	0	300
Manicaragua	0	0	0	300
Placetás	140	40	0	120

Fuente: elaboración propia

Determinar el nivel servicio al cliente, indicadores claves de meta (KGI), los indicadores claves de desempeño (KPI), y el indicador integral del nivel de desempeño de la distribución (IINDD)

Anteriormente fue mencionado en la Etapa 2 que el NSC de la empresa es de 87%; como se trata de una aplicación parcial del procedimiento no se calcularán los indicadores KGI, KPI y IINDD.

Fase 2: Hacer

Etapas 3: Conformación de la carga

Dadas las características del objeto de estudio y los requerimientos de los clientes, se puede clasificar la carga como multiproducto.

Cálculo del número de expertos

Para determinar qué criterios resultan preponderantes en la valoración de un producto debe acudir a un grupo de expertos. Para la presente investigación, se seleccionó el mismo grupo de siete expertos utilizados anteriormente en el epígrafe 2.3.1.

Definir criterios de decisión para determinar el peso de los objetos (C_m)

Con el conceso de los expertos, se generó una tormenta de ideas que permitió la definición de dos criterios de decisión que permitirán dar una valoración de los productos tomados en consideración para la aplicación del procedimiento,

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

estos criterios de decisión están tomados en el sentido de maximizar la cantidad de carga a transportar en cada vehículo. Las características o criterios aparecen con sus respectivos valores cuantitativos en la tabla 2.7

Tabla 2.7: Criterio de selección de los productos

Criterios	Productos			
	Jabón Lis	Jabón Batey	Pasta Denti-Fresh	Detergente líquido
VO_i	0.017	0.01272	0.0108	0.01716
MO_i	0.0141	0.01198	0.006725	0.0132

Fuente: elaboración propia

Donde:

VO_i : volumen del objeto i (m^3)

MO_i : masa del objeto i (t)

Definir importancia relativa de los criterios de decisión

En este acápite del procedimiento se haría uso del modelo grupal para la determinación del peso subjetivo WI , este método resulta más cómodo con respecto a otras técnicas por su sencillez y facilidad para su aplicación. El autor propone utilizar como jueces o decisores a los expertos que han sido seleccionados para definir los criterios de decisión. Los pesos de cada criterio se muestran a continuación.

Tabla 2.8. Pesos subjetivos de criterios de decisión

Criterios	VO_i	MO_i
Pesos	0.55	0.45

Fuente: elaboración propia.

Definir la función de peso del objeto (FPO_i)

La función de peso (FPO_i) da la posibilidad de determinar el peso de cada producto considerando un grupo de criterios, en el caso de la presente investigación se trata de dos criterios. La función (1.9) toma en consideración el producto ponderado de los criterios de decisión, conjugados con su respectivo peso subjetivo. Los resultados del producto ponderado del criterio se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 2.9: Función de producto ponderado

Productos	Jabon Lis	Jabon Batey	Pasta Denti-Fresh	Detergente líquido
FPO_i	0.016	0.012	0.009	0.015

Fuente: elaboración propia

Definición de la función de peso relativo del objeto i ($FPRO_i$)

Luego de haber definido la función de peso de objeto i (FPO_i), se procede a determinar la función de peso relativo de los objetos. El valor que toma la función (1.10) para cada uno de los productos se muestra en la tabla 2.10.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Tabla 2.10: Función de peso relativo del objeto i (FPRO_i)

Productos	Jabon Lis	Jabon Batey	Pasta Denti-Fresh	Detergente líquido
FPRO _i	0.301	0.238	0.168	0.293

Fuente: elaboración propia

Conformación de la carga

A partir de la obtención del valor que toma la función de peso relativo del objeto i (FPRO_i) para cada uno de los productos, se procede a conformar la carga que debe transportar el vehículo de mayor capacidad de carga(11t) hacia Remedios y Caibarién. Por los resultados obtenidos, el primer producto que debe conformar la carga a enviar es el jabón Lis, cuya demanda es de 200 cajas que equivalen a 2.82toneladasyocupan un volumen aproximado de 3.40 m³por lo que se ajusta a las restricciones de capacidad del vehículo.El segundo producto en pasar a conformar la carga es el detergente líquido que tiene una demanda de 300 cajas que equivalen a 5.15 toneladas y un volumen de 3.96 m³.El próximo objeto que debe conformar la carga es el jabón Batey cuya demanda es de 500 cajas, las mismas no pueden ser trasladadas en su totalidad por este vehículo pues se pasan de su capacidad de carga por lo tanto solo serán trasladadas 300 cajas que tienen un peso de 3.36 toneladas y ocupan un volumen de 3.80 m³. Con estos tres productos el vehículo ya está casi lleno (10.14 t) por lo que se procede a formar una nueva carga.

La nueva carga a conformar en el próximo vehículo de mayor capacidad(11t) aunque se propone utilizar el vehículo de 6 toneladas para obtener un mejor aprovechamiento del mismo tiene como primer producto las 200 cajas de jabón Batey que no pudieron llevarse en el primer vehículo, las mismas constituyen 2.24 toneladas y ocupan 2.53 m³, seguidamente será adicionado la pasta Denti-Fresh que tiene una demanda de 400 cajas que equivalen a 2.69toneladas y ocupan un volumen de 4.32 m³; por lo que pasa a formar parte de la carga. De esta forma queda conformada la carga que será enviada a Camajuaní y Remedios.

Luego se procede a conformar las cargas que serán enviadas a Manicaragua y Placetas. La carga a conformar para Manicaragua está constituida por 300 cajas de detergente líquido, las mismas tienen un peso de 3.6 toneladas y ocupa un volumen de 5.148 m³, por lo tanto se adecua a las condiciones de capacidad del vehículo de 5 toneladas y así queda conformada la carga a transportar en éste.

La carga a conformar para Placetas está constituida por 120 cajas de detergente líquido equivalentes a 1.584 toneladas y 2.0592 m³; 140 cajas de jabón Lis que representan 1.974 toneladas y 2.38 m³y 40 cajas de jabón Batey que equivalen a 0.448 toneladas y 0.507 m³ por lo que se propone transportar esta carga en el vehículo de 8 toneladas.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

El conformar la carga aporta dos datos fundamentales, el primero está relacionado con la cantidad de vehículos a utilizar en la transportación que en este caso serían cuatro; por lo tanto puede afirmarse que hay un ahorro de medios de transporte. El segundo es relativo al establecimiento de las corridas que se forman para la realización de la distribución; que marcan lo que pudiera denominarse como el ciclo de la distribución de cada medio de transporte, que comienza cuando un vehículo sale de del centro de distribución y termina cuando el mismo vehículo regresa al punto de partida luego de haber visitado todos los nodos/clientes que tiene asignado.

Etapas 4: Establecimiento de las rutas

Elaboración de matriz de vías y distancias

La selección de vías entre nodos/clientes, debe realizarse de modo tal que se consideren un conjunto de criterios que estén directamente relacionados con los atributos de éstas; y los objetivos del centro que se encarga de desarrollar la actividad de ruteo de vehículos (Delgado Sobrino, 2009) propone un método de selección multicriterial de vías entre nodos, cuya aplicación resulta recomendable para la ejecución del procedimiento propuesto. No obstante, para la elaboración de la matriz de vías y distancias se tomó en consideración un solo criterio, que en este caso es la distancia. Tal decisión se justifica por la similitud de las vías entre los nodos/clientes. A partir de los datos obtenidos por el MITRANS, se elaboró la matriz de distancias, ver anexo 14.

Optimización de las corridas

Para la optimización de las corridas o establecimiento de un ciclo de distribución óptimo; se debe encontrar el camino mínimo entre los nodos/clientes, para el caso particular de la empresa objeto de estudio no se va a realizar este paso pues la misma cuenta con rutas de distribución ya establecidas y el ruteo no es objetivo de este trabajo de diploma.

Fase 3: Realizar

Etapas 5: Elaboración de un cronograma de implantación. Capacitación del personal

Tareas a realizar en proceso de implantación:

1. Capacitación del personal involucrado en la actividad de transporte en el uso de las técnicas de planificación del transporte, en la elaboración del balance de cargas, el cálculo de los indicadores de explotación del transporte, en la conformación de las cargas múltiples; así como en la aplicación del procedimiento propuesto.
2. Elaboración y entrega de los documentos pertinentes (datos concernientes al nuevo consumo de combustible, al kilometraje a recorrer), con el objetivo de lograr una mayor

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

comprensión por parte del personal involucrado y con ello hacer más eficiente el nuevo sistema de conformación de las cargas.

3. Implantación parcial, a modo de experimento, del nuevo sistema de conformación de las cargas a una de las cargas.

4. Análisis de los resultados de la implantación parcial buscando fallas y elementos de éxito que deberán ser transmitidos de manera masiva al personal involucrado en la implantación.

5. Eliminación de las fallas encontradas.

6. Extensión del procedimiento a todas las cargas.

7. Monitoreo constante del sistema.

Etapla 6: Implantación del sistema

Teniendo en cuenta que la implantación del procedimiento desarrollado en la presente investigación está fuera de los marcos establecidos para ésta, queda, una vez definido el cronograma de implantación basado en las tareas definidas en la etapa anterior, a consideración de la empresa cuándo y a qué ritmo realizar la misma.

Etapla 7: Cálculo de indicadores clave de desempeño

En esta etapa del procedimiento se debe realizar el cálculo de indicadores clave del desempeño para de esta manera, tener una idea lo más amplia posible del aprovechamiento de los recursos de los que se dispone para la realización de la distribución de los productos hacia los diferentes nodos/clientes. A continuación se presenta el cálculo de los indicadores propuestos.

Índice de aprovechamiento de la capacidad volumétrica (1.11)

$$IACV_{Carga\ 1} = \frac{12.35\ m^3}{30.8\ m^3} = 44.9\%$$

$$IACV_{Carga\ 2} = \frac{6.85\ m^3}{28.6\ m^3} = 23.97\%$$

$$IACV_{Carga\ 3} = \frac{5.148\ m^3}{3.96\ m^3} = 18\%$$

$$IACV_{Carga\ 4} = \frac{4.946\ m^3}{30.8\ m^3} = 16.06\%$$

Mediante el cálculo de estos indicadores se ha podido determinar que existe un desaprovechamiento de la capacidad volumétrica de los medios de transporte, este resultado desfavorable se debe a que se trata de cargas pesadas, las mismas tienen mucho peso, pero ocupan poco volumen.

Índice de aprovechamiento de la capacidad de carga (1.13)

$$IACC_{Carga\ 1} = \frac{10.37\ t}{11\ t} = 94.31\%$$

$$IACC_{Carga\ 2} = \frac{5.09\ t}{6\ t} = 84.77\%$$

$$IACC_{Carga\ 3} = \frac{3.96\ t}{5\ t} = 79.2\%$$

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

$$IACC_{Carga\ 4} = \frac{4.06t}{8t} = 50.07\%$$

Por medio del cálculo de este indicador se ha podido determinar el aprovechamiento de las capacidades estáticas de los vehículos.

Tabla 2.10: comportamiento de los indicadores calculados antes y después de la aplicación parcial del procedimiento

Vehículos	Aprovechamientos			
	Capacidad volumétrica antes	Capacidad volumétrica después	Capacidad estática antes	Capacidad estática después
Camión 11t	19,4	44,1	44,9	94,31
Camión 11t	16,06	No se utiliza	36,7	No se utiliza
Camión 9t	18	No se utiliza	44	No se utiliza
Camión 8t	11,14	16	35,25	50,07
Camión 6t	20,9	23,97	82,32	84,47
Camión 5t	no se utiliza	18	no se utiliza	79,2

Fuente: elaboración propia

Fase 4: Evaluar y controlar

La realización de esta fase del procedimiento está compuesta por 3 etapas que se muestran a continuación:

Etapas 8: Controlar los indicadores de desempeño de la distribución

Mediante la entrevista con los choferes y el personal que interviene en la actividad de conformación de las cargas; se ha podido conocer que, para la distribución de las mercancías se empleaban todos los vehículos disponibles. Por lo tanto, en esta etapa se pretende realizar una comparación, entre un grupo de indicadores para poder apreciar de qué manera beneficia a la empresa la aplicación del procedimiento desarrollado en la presente investigación; por ejemplo anteriormente se utilizaron 5 vehículos y con la aplicación del procedimiento se utilizan 4 lo que constituye un ahorro tanto de vehículos como de combustible y de salario pues al no utilizar un vehículo tampoco se utiliza al chofer, aunque esto último no es lo más importante sino que ese camión que no se utiliza pudiera ser empleado en otras transportaciones. En la tabla 2.11 se puede observar el comportamiento de los indicadores mencionados.

Etapas 9: Definición de medidas para la mejora

Etapas 10: Implantación de las medidas de mejora

El cumplimiento de las dos últimas etapas de esta fase, está directamente relacionado con la implementación del procedimiento propuesto, por lo que, se salen del marco de la presente investigación; no obstante se realizó un plan de acción para poder garantizar el objetivo de esta investigación.

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

Tabla 2.11: Comportamiento de los indicadores diarios antes y después de la aplicación parcial del procedimiento

Indicadores	Antes	Después	Ahorros diarios
Cantidad de medios	5 vehículos	4 vehículos	1 vehículo
Distancia	464 km	254 km	210 km
Consumo de combustible	79.02 l	62.67 l	16.35 l
Costo de combustible	45.51 \$	36.35 \$	9.17 \$
Costo de mano de obra	70.32 \$/chofer	56.25 \$/chofer	14.06 \$/chofer
Cantidad de viajes	5 viajes	4 viajes	1 viaje
Lugares visitados	5	5	0
Total			23.23 \$

Fuente: elaboración propia.

2.5. Elaboración del plan de acción

Para poder dar cumplimiento a las etapas 9 y 10 del procedimiento se elaboró un plan de acción, el mismo se muestra en la tabla 2.12.

Tabla 2.12: Plan de acciones a implementar por la empresa

Medidas	Responsable	Fecha cumplimiento	Participantes
Capacitar al personal en temas relacionados con las técnicas utilizadas en la presente investigación.	Director de recursos humanos	Julio de 2017	Personal del almacén, dependientes, estibadores jefe de almacén, director de la UEB mayorista.
Hacer un software que agilice los cálculos y dé la posibilidad de seleccionar el vehículo adecuado para las diferentes combinaciones de cargas que se puedan dar en función de los pedidos solicitados por los clientes.	Técnico de informática	Agosto de 2017	
Adquisición de sogas y lonas para	Director Aseguramiento	Septiembre de 2017	

Capítulo II: Caracterización del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara.

que se pueda utilizar la capacidad volumétrica de los camiones plataforma.			
--	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

2.6. Conclusiones parciales

Una vez terminado este capítulo se pueden enunciar las conclusiones siguientes:

1. Las deficiencias detectadas al caracterizar la planificación del transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara fueron:
 - ❖ Desaprovechamiento de las capacidades de carga de los medios de transporte.
 - ❖ Ausencia de un método científico para el cálculo del número de viaje, el ciclo de viaje y la rotación.
 - ❖ No existe control de los indicadores de explotación del transporte.
 - ❖ Errores en el balance de cargas.
2. Después de aplicado parcialmente el procedimiento general en la conformación de las cargas que se transportan en la empresa objeto de la investigación quedó evidenciada la posibilidad de utilizar racionalmente los recursos en el transporte de distribución que realiza la empresa.
3. Después de la aplicación parcial del procedimiento seleccionado se puede observar un aumento en el aprovechamiento de las capacidades de los medios de transporte, que si bien todas no dan valores óptimos sí se aprecia un aumento en todas.
4. Como principal resultado de la aplicación parcial del procedimiento en el día analizado se pudo obtener un ahorro de 23.23 \$ y 16.35 l de combustible.

Conclusiones generales

Conclusiones generales

Conclusiones generales

Una vez terminada esta investigación se pueden destacar las conclusiones siguientes:

1. En la bibliografía científica consultada existen varios procedimientos para el diseño de rutas a partir de la conformación de la carga en los medios de transporte. En esta investigación se selecciona el planteado por (Fowler Casademont, 2010) debido a que incluye una serie de fases y etapas, en las cuales se conjugan varias herramientas matemáticas que permiten darle un carácter científico a las decisiones que se adoptan, permite la determinación de indicadores para evaluar las transportaciones que se planifican y es perfectamente adaptable al sistema de trabajo de las empresas comercializadoras.
2. La caracterización de la actividad de transporte en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara; evidenció una serie de problemas que obstaculizan el buen funcionamiento del transporte en el centro; destacándose como problema principal el desaprovechamiento de las capacidades de los vehículos de carga.
3. La aplicación parcial del procedimiento general propuesto por (Fowler Casademont, 2010) para el diseño de rutas; a partir de la conformación de la carga en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales, Villa Clara, evidencia resultados significativos en cuanto a la planificación de los recursos implicados en la distribución. Siendo este un factor de suma importancia para comparar la forma actual en que se conforman las cargas y la forma propuesta para su conformación de una manera más adecuada en aras de elevar los resultados de la organización.
4. Se elaboró un plan de acción que permite garantizar que la conformación de las cargas a ubicar sobre los medios de transporte eleve los aprovechamientos actuales que se obtienen en los mismos y con la aplicación del procedimiento propuesto se lograron ahorros diarios de 23.23 \$ y 16.35 l de combustible.

Recomendaciones

Recomendaciones

Recomendaciones

Una vez concluida la investigación se recomienda lo siguiente:

1. Continuar la aplicación parcial del procedimiento en la empresa.
2. Elaborar un software que agilice los cálculos y permita mejorar la toma de decisiones al conformar las cargas sobre los medios de transporte.
3. Presentar los resultados obtenidos en eventos científicos para contribuir a su divulgación.

Bibliografia

Bibliografía

Bibliografía

1. Ballou, R. H. 2004. *"Logística: Administración de la cadena de suministro"*, México, Prentice Hall.
2. Calvo ReyeS, Y. 2009. *Procedimiento general para el ruteo de vehículos en la distribución de productos. Aplicación parcial en la Pasteurizadora Placetas.*, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
3. Cespón Castro, R. 2011. Administración de la cadena de suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial. *Tegucigalpa Universidad Tecnológica Centroamericana de Honduras.: UNITEC.*
4. Delgado Sobrino, D. R. 2009. *Procedimiento general para el diseño, implantación y control de rutas en cadenas de productos lácteos. Aplicación a la distribución de productos de la Pasteurizadora de Sancti Spiritus.* Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Ciencias Técnicas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
5. Empresarial., C. D. E. D. D. 2009. Introducción a la dirección estratégica. concepto de misión y visión. Material electrónico.
high\Docs\Industrial\4to\DirecciónEstratégica\Estrategia.memo.doc
6. Figueredo Muñoz, K. 2011. *Procedimiento general para el ruteo de vehículos a partir de la conformación de la carga. Aplicación en la distribución de productos en el Complejo de turismo Topes de Colantes.* Trabajo de diploma, Universidad Central Marta abreu de Las Villas.
7. Fowler Casademont, R. 2010. *Procedimiento general para el ruteo de vehículos a partir de la conformación de la carga. Aplicación en la distribución de productos en la Pasteurizadora Placetas.* Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
8. Fundora Miranda, A. 1987. *Organización y Planificación de la Producción II.*
9. Galindo, L. M. 2006. *Fundamentos de Administración. Casos y Prácticas, México.*
10. González Méndez, L. F. V., PILAR. 1981. *Introducción a la teoría y aplicaciones de las redes.* , elgadoCiudad de la Habana. , Ed. Pueblo y Educación.
11. Hernandez Cesar, Y. 2017. *Diseño del servicio al cliente, para la cadena de suministro de Aseo e Higiene en la Empresa Comercializadora y de Servicios de Productos Universales de Villa Clara.* Trabajo de diploma, Universidad central Marta abreu de Las Villas.
12. J.Monge 2011. Planificación del transporte. *PITRA*, Vol.2 No.19.
13. Knudsen Gonzalez, J. 2016. Curso de Logística. Edición 13 Diplomado de cuadros
14. Knudsen González, J. 2005. *Diseño y gestión de la cadena de suministro de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Aplicados a los residuos agroindustriales cañeros, el bagazo y las mieles.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. , Universidad Central Marta Abreu de las Villas. .
15. Marrero D, F. 2001. *Procedimiento para la toma de decisiones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y tiro de la caña de azúcar. Aplicaciones en la provincia de Villa Clara. Santa Clara.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas., Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. .
16. Millán Guerra, E. 2007. *Elementos básicos sobre la explotación del transporte automotor.*, Ciudad de la Habana.
17. MITRANS 2002. Norma cubana de indicadores de carga. *In: MITRANS (ed.) NC XX:2002.*
18. MITRANS. 2008. Guía básica para el Reordenamiento del Transporte. Ciudad de La Habana. Cuba.
19. MITRANS. 2009. Curso de Balance de Cargas.

21. Monterrey., I. T. Y. D. E. S. D. 2002. Available: http://www.ruv.itesm.mx/especiales/citela/documentos/material/modulos/modulo1/contenido_iii.htm.
22. Norman, P. 2000. *Logística*. [Online]. Available: <http://www.weblogistica.com/logistica.htm>.
23. Puchades Cortés, V., Mula Bru, J. & Rodríguez Villalobos, A. 2008. *Aplicación de la Teoría de Grafos para mejorar la planificación de rutas de trabajo de una empresa del sector de la distribución automática*. [Online]. Available: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art21.pdf>.
24. Ronda Pupo, G. A. 2002. *De la estrategia a la dirección estratégica*.
25. Tiele Martín, R. 2008. *Procedimiento para la mejora del Nivel de Servicio al Cliente en la empresa TRANSCAR GC.*, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Anexos

Anexos

Anexos

Anexo 1

Modelo BC-1. Inventario de capacidades de transportación

Indicativo	Tipo de Vehículo	Capacidad (t)	Marca	Año	Estado técnico	Tipo de Combustible	Índice (km/l)

Fuente: (MITRANS., 2009)

Anexo 2

Modelo BC-2 para determinación de la demanda de transportación

Org/ Emp	Carga	Envase o embalaje	Línea de recorrido		Distancia mensual (km)	Demanda Mensual (t)	Contratación
			Origen	Destino			
TOTAL							

Fuente: (MITRANS., 2009)

Anexo 3

Modelo BC-3 plan de operaciones por vehículo

No chapa	Tipo de medio	Capacidad (t)	Norma consumo (km/l)	Viajes a realizar	Km a recorrer		Carga a transportar (t)	Tráfico (t-km)	Comb consumido
					Total	Con carga			
TOTAL									

Fuente: (MITRANS., 2009)

Anexo 4

Modelo BC-4 plan de transportación origen destino

Emp demandante	Producto	Código	Embalaje	Municipios Origen - destino		Distancia (km)	Plano del mes (t)	Demandas no cubierta
Total								

Fuente: (MITRANS., 2009)

Anexo 5

Modelo BC-5 "Carga a Transportar por Clientes"

Empresa transportista _____ Año _____

<u>Conceptos</u>	<u>Real</u> <u>Año Anterior</u>	<u>Estimado</u> <u>Este Año</u>	<u>Plan</u> <u>Próximo Año</u>
------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

Carga Total a Transportar (En Mt)

De ello:

1. CUPET
2. GEOMINSAL
3. UNIÓN ELÉCTRICA
4. GESIME
5. GEI LIGERA
6. GEI QUÍMICA
7. AZCUBA
8. MINAGRI
9. MICONS
10. GEI ALIMENTICIA
11. MINCIN
12. MINTUR
13. CIMEX
14. TRD-CARIBE
15. MINED
16. MES
17. MINSAP
18. INRH
19. PALCO
20. BIOCUBAFARMA
21. PROVARI
22. MININT
23. MINFAR
24. OTROS GAE-FAR
25. ENTIDADES DEL MINCEX
26. ENTIDADES DEL MITRANS
27. ENTIDADES DEL CAP
28. ENTIDADES EXTRANJERAS
29. COOPERATIVAS
30. PRIVADOS
31. OTROS CLIENTES

TOTAL _____

Presentado por: _____ Cargo _____ Firma _____
Fecha y Cuño _____

Fuente: (MITRANS., 2009)

Anexo 6

Modelo BC - "RESUMEN DEL BALANCE DE CARGA AUTOMOTOR"

Empresa Transportista _____ Provincia _____ Año _____
 Grupo Empresarial _____
 Organismo _____

<u>Conceptos</u>	<u>Unidad Medida</u>	<u>Real Año Anterior</u>	<u>Estimado Este Año</u>	<u>Plan Próximo Año</u>
<u>A. Carga Total a Transportar</u>	Mt			
▪ Con Medios Propios ▪ Demandado al MITRANS ▪ Aceptado por el MITRANS - FERROCARRILES - UDECAM - TRANSCONTENEDORES - ETAG - CABOTAJE E.N. CARIBE - CABOTAJE BUQUES FLETADOS ▪ Por los CAP ▪ Por Almacenes Universales ▪ Por Cooperativas ▪ Por Porteadores Privados ▪ Por Otros Transportistas				

B. Índices de Explotación Transportaciones con Medios Propios Automotor

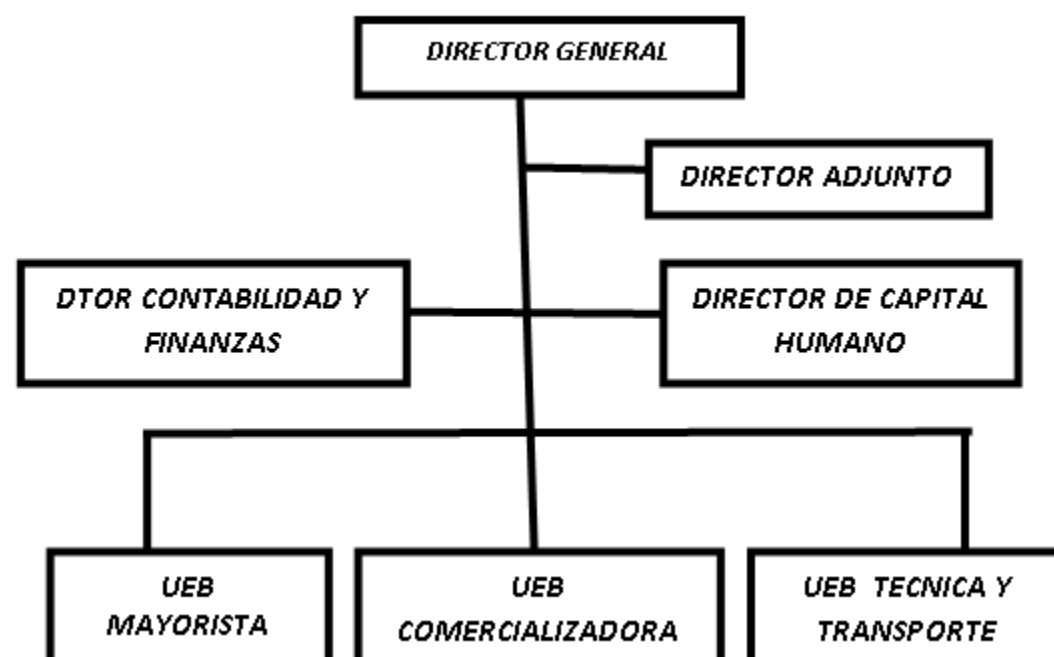
<u>Conceptos</u>	<u>Unidad Medida</u>	<u>Real Año Anterior</u>	<u>Estimado Este Año</u>	<u>Plan Próximo Año</u>
<u>INDICADORES DIRECTIVOS</u>				
1. Carga a Transportar	Mt			
2. Tráfico	MM tkm			
3. Distancia Media de una Tonelada	km			
4. Consumo de Combustible	t			
5. Intensidad Energética	t/MM tkm			
<u>INDICADORES COMPLEMENTARIOS</u>				
1. Vehículos Promedio Existentes	Uno			
2. Vehículos Promedio Trabajando	Uno			
3. Capacidad Promedio Trabajando	t			
4. Cantidad de Viajes	Uno			
5. Carga Posible	Mt.			
6. Kilómetros Total	Mkm			
7. Kilómetros con Carga	Mkm			
8. Distancia Promedio de un Viaje	km			
9. Coef. Aprovechamiento del Parque	%			
10. Capacidad Prom. un Vehículo Trabajando	t			
11. Coef. Aprov. Capacidad de Peso	%			
12. Coef. Aprovechamiento Recorrido	%			
13. Índice de Consumo	km/ℓ			

Presentado por: _____ Cargo _____ Firma _____ Fecha y Cuño _____

Fuente: (MITRANS., 2009)

Anexo 7

Estructura empresarial



Fuente: Documentación de la empresa

Anexo 8

BC-1A

OACE / OSDE / CAP:				Empresa:				Fecha:		
Tipo de Vehículo	Cantidad de Vehículos			Capacidad	Índice	Distancia	Rotación	Cantidad	Transportación (En Mt)	
	Inventario	Disponible	% CDT	Promedio	Aprov. Cap	Media (km)		Viajes	Capacidad	Demanda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Existentes										
Cuñas Tractoras			0.0					0	0.0	
Camiones Plataforma	4	2	50.0	10.2	0.65	42.4	1.15	359	4.8	
Camiones Volteo	1	1	100.0	8.0	0.65	42.4	1.15	359	1.9	
Camiones Furgón	4	3	75.0	8.0	0.66	42.4	1.15	359	5.6	
Camiones Cisterna			0.0					0	0.0	
Camionetas			0.0					0	0.0	
Paneles			0.0					0	0.0	
Semirremolques			0.0							
Remolques	1	1	100.0							
Subtotal Tractivos	9	6	66.7					1076	12.3	
Nuevas Incorporaciones										
Cuñas Tractoras			0.0					0	0.0	
Camiones Plataforma	5	3	60.0	10.2	0.65	42.4	1.15	358.8	7.1	
Semirremolques			0.0					0	0.0	
Remolques	1		0.0	10.0	0.65	42.4	1.15	359	0.0	
			0.0					0	0.0	
			0.0					0	0.0	
			0.0					0	0.0	
Subtotal Tractivos	5	3	60.0					359	7.1	
Total General	14	9	64.3					1435	19.4	
Nombre y Apellidos, Firma y Cuño				Cargo que ocupa						

Fuente: Documentación de la empresa

Anexo 9

Fragmento del BC-4

Organismo:							MINCIN						
Municipios							Balance Mensual						
PRODUCTOS	EMBALAJ	ORIGEN	DESTINO	Plan Ton	Dist	Tráfico	PRODUCTOS	EMBALAJ	ORIGEN	DESTINO	Plan Ton	Dist	Tráfico
Aseo	Cjs	SC	Manicaragua(Ibacoa)	170	50	8500	Aseo	Cjs	SC	Manicaragua(Ibacoa)	14.17	50	708
	Cjs	SC	Manicaragua(Guina)	150	60	9000		Cjs	SC	Manicaragua(Guina)	12.50	60	750
	Cjs	SC	Manicaragua	250	36	9000		Cjs	SC	Manicaragua	20.83	36	750
Subtotal				570	46.5	26500.0	Subtotal				47.5	46.5	2208
Aseo	Cjs	SC	Camajuaní(Vueltas-Sagua la	150	60	9000	Aseo	Cjs	SC	Camajuaní(Vueltas-Sagua	12.50	60	750
	Cjs	SC	Camajuaní(Vega Alta)	130	41	5330		Cjs	SC	Camajuaní(Vega Alta)	10.83	40	433
	Cjs	SC	Camajuaní	250	30	7500		Cjs	SC	Camajuaní	20.83	30	625
SubTotal				530	41	21830	SubTotal				44.2	40.9	1808
Aseo	Cjs	SC	Placetas(Falcón)	90	23	2070	Aseo	Cjs	SC	Placetas(Falcón)	7.50	23	173
	Cjs	SC	Placetas(Báez)	100	35	3500		Cjs	SC	Placetas(Báez)	8.33	35	292
	Cjs	SC	Placetas(Guaracabulla)	150	30	4500		Cjs	SC	Placetas(Guaracabulla)	12.50	30	375
	Cjs	SC	Placetas	250	42	10500		Cjs	SC	Placetas	20.83	42	875
Sub Total				590	34.9	20570	Sub Total				49.2	34.9	1714

Fuente: Documentación de la empresa

Anexo 10

RESUMEN DE INDICADORES PROPUESTOS				
ACTUAL	U/M	Propuesta Reordenado un Año	Propuesta Reordenado un Mes	Propuesta a Reordena
Camiones Existentes	Uno	14	14	14
Camiones Trabajando	Uno	9	9	3
CDT		0.65	0.65	0.65
Capacidad promedio de los Equipos	Ton	9.43	9.43	9.43
Capacidad de Transp Diaria	Ton	84.87	84.87	28.29
Carga a Transportar	Ton	26839.06	2237	86.0
Carga Posible	Ton	40284.96	3187.34	122.6
Viajes a realizar	Uno	4272	356	13
Kilómetros recorridos con carga	Km.	193094.40	16091.20	588
Kilómetros Total	Km.	410839.15	34236.60	1250
Aprovechamiento Recorrido		0.470	0.470	0.470
Aprovechamiento Capacidad		0.643	0.643	0.643
Tráfico	TKms.	1213125.49	101093.79	3888
Distancia Media 1 Tonelada.	Km.	45.1	45.1	45.1
Rotación	Uno	1.30	1.30	1.30
Índice consumo	Km/L.	3.10	3.10	3.10
Consumo de Combustible	Litros	137316.75	11443.06	440.12
Intensidad Energética	L/TKm.	0.113	0.113	0.113
Intensidad Energética	T/MMTKm.	95.22	95.22	95.22
Distancia Media del Viaje.	Km	45.2	45.2	45.2

Fuente: Documentación de la empresa

Anexo 11

BC-6

VOLUMEN DEL BALANCE DE CARGA		Año:		2017	
Empresa	UNIVERSAL	Código REEUP :			
Organismo	MINCIN	Real	Plan	Estimado	Plan
Provincia	VILLA CLARA	2015	2016	2016	2017
Conceptos		Actividad :			
CARGA TOTAL A TRANSPORTAR	Mt	25.4	25.4	0.0	26.8
TRANSPORTACIONES CON MEDIOS DE TERCEROS					
Demandado al MITRA	Mt				
Aceptado por el MITRA	Mt	0.0	0.0	0.0	0.0
FERROCARRILES	Mt				
CARGA POR CAMION	Mt				
TRANSCONTENEDORES	Mt				
ETAG	Mt				
CABOTAJE E.N. CARGA	Mt				
CABOTAJE BUQUES	Mt				
Por Transportistas de	Mt				
Por Almacenes Univer	Mt				
Por AZCUBA	Mt				
Por Cooperativas	Mt				
Por Porteadores Priv	Mt				
Por Otros Transporti	Mt				
TRANSPORTACIONES CON MEDIOS PROPIOS					
INDICADORES DIRECTIVOS					
Carga a Transportar	Mt	25.43	25.43		26.8
Tráfico	MMtkm	1.15	1.15		1.213
Distancia Media de una	km	45.2	45.2	0.0	45.2
Consumo Combustible	t	86.84	86.84		115.51
Intensidad Energética	t/MMtkm	75.51	75.51	0.00	95.22
INDICADORES COMPLEMENTARIOS					
Vehículos Promedio Ex	U	10	10		14
Vehículos Promedio Tr	U	9	9		9
Capacidad Promedio Tr	t	88.0	88.0		84.9
Capacidad de Transpor	Mt	0.0	0.0		19.4
Cantidad de Viajes	U	4127	4127		4272
Carga Posible	Mt	40.4	40.4		40.3
Kilómetros Total	Mkm	339.7	339.7		410.8
Kilómetros con Carga	Mkm	159.6	159.6		193.1
Distancia Promedio de	km	38.7	38.7	0.0	45.2
Capacidad Promedio d	t	9.78	9.8	0.0	9.4
Coeficiente Aprovecha	%	90.0	90.0	0.0	64.3
Índice Aprovechamient	U	0.47	0.47	0.00	0.47
Índice Aprovechamient	U	0.63	0.63	0.00	0.67
Norma de Consumo	km/ℓ	3.33	3.20		3.10
COMPROBACIONES					
Cantidad de Viajes	U	4127	4127	0	4272
Rotación	U	1.5	1.5	0.0	2
Índice de Consumo	km/ℓ	2.84	2.82	0.00	2.57
Intensidad Energética	t/MMtkm	75.27	77.82	0.00	78.79
Variación Intensidad E	t/MMtkm	-0.24	2.31	0.00	-16.43
Diferencia de Combust	t	-0.28	2.65	0.00	-19.93

Fuente: Documentación de la empresa

Anexo 12

BC-1

No	Chapa	Marcas y Modelo	Tipo	Cap (ton)	Ind. Consumo	Comb	Observación
1	VST260	ZIL 130	Camión furgón	5	4.5	Diesel	Distribución
2	VST826	ZIL 130	Camión furgón	6	4	Diesel	Distribución
3	VST827	ZIL 130	Camión Volteo	6	4	Diesel	Distribución
4	VSL771	MAZ- 500	Camión furgón	9	4	Diesel	Distribución
5	VSL764	Fiat-619 N.1	Camión Plataforma	11	2.5	Diesel	Distribución
6	VSS524	Fiat-619 N.1	Camión Plataforma	11	4	Diesel	Distribución
7	VSU459	Kamaz-53212	Camión Plataforma	11	2.5	Diesel	Distribución
8	VSL766	FORD-700	Camión Plataforma	8	4	Diesel	Distribución
9	VSV166	M.BENZ-508	Camión furgón	4	6	Diesel	Distribución

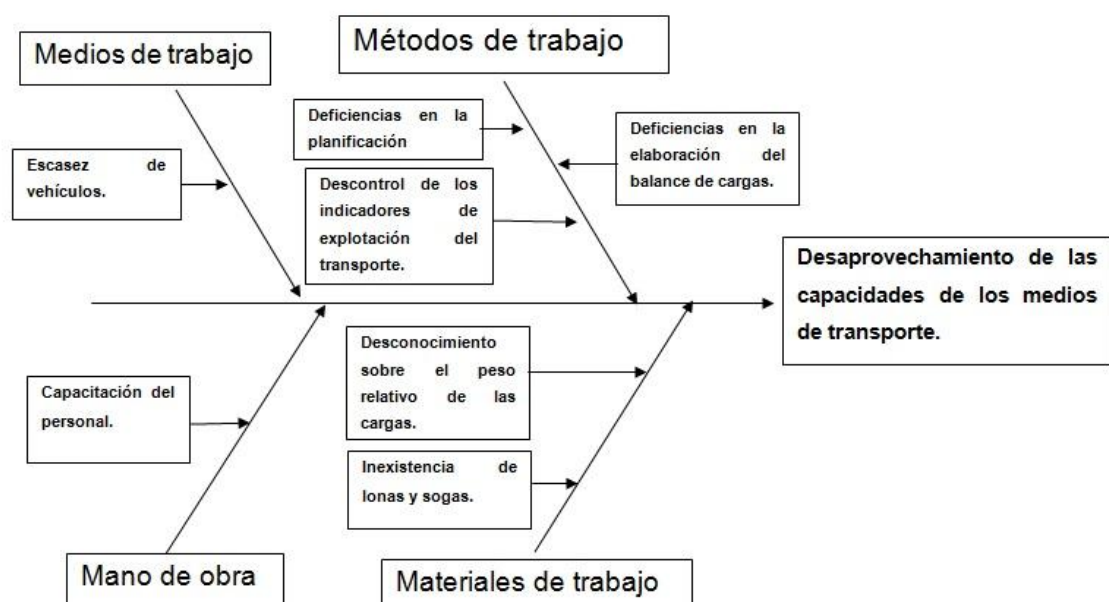
Seguidamente relacionamos los medios propuestos a traspasar desde la EMPA a la Universal Villa Clara

	CHAPAS	MARCA	TIPO	CAP	Ind. Consumo	Comb	Estado Técnico
1	VSU 572	Fiat-619 N.1	C. Plataforma	11	2.5	Diesel	Regular "motor"
2	B123387	SCODA LIAZ	C. Plataforma	10	2.0	Diesel	Bueno
3	VSN 864	SCODA LIAZ	C. Plataforma	10	2.5	Diesel	Regular "motor"
4	B123675	SCODA LIAZ	C. Plataforma	10	2.5	Diesel	Regular "motor"
5	B123395	SCODA LIAZ	C. Plataforma	10	2.2	Diesel	Bueno
	VSX 360	GKB PRATY	Remolque	10	0		faltan

Fuente: Documentación de la empresa

Anexo 13

Diagrama Causa-Efecto.



Fuente: elaboración propia

Anexo 14

Tabla de distancias entre municipios de Villa Clara

TABLA DE DISTANCIA ENTRE CIUDADES EN KM													
DISTANCIA DESDE	C O R R A L I L L O	Q U E M A D O	S A G U A	C I F U E N T E S	E N C R U C I J A D A	C A M A J U A N I	R E M E D I O S	C A I B A R I E N	P L A C E T A S	M A N I C A R A G U A	R A N C H U E L O	S T O D O M I N G O	S T A C L A R A
CORRALILLO		42	66	89	106	141	159	167	153	147	143	110	117
QUEMADO	42		21	44	61	96	114	122	108	102	98	65	72
SAGUA GRANDE	66	21		23	40	75	93	101	87	81	77	44	51
CIFUENTES	89	44	23		25	53	71	79	64	58	54	33	28
ENCRUCIJADA	106	61	40	25		35	53	61	82	83	79	58	23
CAMAJUANI	141	96	75	53	33		18	26	47	55	51	63	25
REMEDIOS	159	114	93	71	53	18		8	29	73	69	81	43
CAIBARIEN	167	122	101	79	61	26	8		37	81	77	89	51
PLACETAS	153	108	87	64	82	47	29	37		126	62	74	36
MANICARAGUA	147	102	81	58	83	55	73	81	126		56	68	30
RANCHUELO	143	98	77	54	79	51	69	77	62	10		34	26
STO. DOMINGO	110	65	44	33	58	63	81	89	74	68	34		38
SANTA CLARA	117	72	51	28	23	25	43	51	36	30	26	38	

Fuente: MITRANS