

MODELO LOGÍSTICO DE TRANSPORTE DE CARGA CON ASIGNACIONES
MONO-FUENTE A MULTI-DESTINO EMPLEANDO DINÁMICA DE SISTEMAS-
SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA: CASO (BOGOTÁ-BUENAVENTURA)

AUTORAS
IVON ALEJANDRA CHAVARRO PARDO
EDNNA XIMENA GARCÍA BENJUMEA

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C
2013

MODELO LOGÍSTICO DE TRANSPORTE DE CARGA CON ASIGNACIONES
MONO-FUENTE A MULTI-DESTINO EMPLEANDO DINÁMICA DE SISTEMAS-
SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA: CASO (BOGOTÁ-BUENAVENTURA)

AUTORAS

IVON ALEJANDRA CHAVARRO PARDO
EDNNA XIMENA GARCÍA BENJUMEA

DIRECTOR

ING. ÓSCAR MAYORGA TORRES

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C
2013

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de Grado titulado Modelo Logístico de Transporte de Carga con Asignaciones Mono-Fuente a Multi-Destino empleando Dinámica de Sistemas-Sector Transportador de Carga: Caso (Bogotá-Buenaventura), realizado por las estudiantes Ivon Alejandra Chavarro Pardo y Ednna Ximena García Benjumea con códigos 062072050 y 062072049 respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar título de Ingeniero Industrial.

Director proyecto de grado

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D.C., Febrero de 2013

DEDICATORIA

Durante este tiempo he comprendido que el esfuerzo es una de las características que te forman como ser humano, profesional e integral; este trabajo demuestra dicho rasgo, el cual ha sido inculcado por mis padres y por Dios a los cuales dedico mi trabajo de grado, ya que con su amor, unión y voluntad he logrado esta satisfacción tan anhelada en mi vida.

Ivon Alejandra Chavarro Pardo

DEDICATORIA

Es largo el camino que transitamos, como lo son las alegrías y las tristezas, por eso dedico a Dios y a mis padres, este trabajo de grado ya que ellos han llenado de fortaleza mi corazón y han iluminado mi mente para superar cada obstáculo y porque en cada uno de mis pasos me han dado su apoyo para lograr cada uno de mis sueños.

Ximena García Benjumea

AGRADECIMIENTOS

Las Autoras expresan sus más sinceros agradecimientos a:

La Universidad Libre quien les ha brindado su apoyo y compañía a lo largo de su formación académica y profesional culminando con el estudio de la presente investigación.

Al Ingeniero Óscar Mayorga Torres por aceptar la dirección de este trabajo, ya que con su apoyo, consejos, dedicación y confianza se ha desarrollado con plenitud y satisfacción.

A los docentes, administrativos, amigos y compañeros que de una u otra forma han aportado grandes sucesos en este arduo proceso el cual finalizan con esfuerzo, dedicación y profesionalismo.

A sus padres quienes les han inculcado valores con los que han sabido definir su vida personal y profesional.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
JUSTIFICACIÓN	17
1. GENERALIDADES	18
1.1 PROBLEMA	18
1.1.1 Descripción del problema	18
1.1.2 Formulación del problema	20
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 General	20
1.2.2 Específicos	20
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	20
1.4 METODOLOGÍA	21
1.4.1 Tipo de investigación	21
1.4.2 Cuadro metodológico	23
1.4.3 Marco legal y normativo	25
1.5 MARCO REFERENCIAL	27
1.5.1 Presentación del sector transportador de carga	27
1.5.2 Antecedentes	28
1.5.3 Historia del transporte en Colombia	30
1.5.4 Dinámica de sistemas	34
1.6 MARCO TEÓRICO	36
1.6.1 Logística	36
1.6.2 Cadena de suministros	38
1.6.3 Diseño de ruta para los vehículos	41
1.6.4 Transporte	42
1.6.5 Pensamiento sistémico	52
1.6.6 Dinámica de sistemas	53
1.7 MARCO CONCEPTUAL	66
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	71
2.1 LOGÍSTICA DEL SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA EN COLOMBIA	71
2.1.1 Red logística	71
2.1.2 Sistema Vial Colombiano	76
2.1.3 Escenario	88
2.1.4 Tipos de carga	91
2.1.5 Tipos de vehículos	92
2.1.6 Costos	96
2.1.7 Distancia	115
2.1.8 Condiciones climáticas	117
2.2 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA	122
2.2.1 Transporte de transporte terrestre de carga en Colombia	124
2.2.2 Movilización por sectores de la producción	125
2.2.3 Transporte de carga, negocio individual	126
2.2.4 Cadena productiva del sector de carga:	126
2.2.5 Infraestructura vial ruta Bogotá-Buenaventura	128
2.3 MODELADO MATEMÁTICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	137
2.3.1 Parámetros del modelo	137
2.3.2 Conceptualización del caso	138
2.3.3 Verbalización del sistema	140
2.3.4 Descripción de las variables para simular el sistema	140
2.4 SIMULACIÓN DEL MODELO SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA	145

2.4.1	Pictograma	145
2.4.2	Diagrama causal o influencia	147
2.4.3	Formulacion y planteamiento del modelo	151
2.5	PRUEBAS DE VERIFICACIÓN Y AJUSTE	157
2.5.1	PRUEBA DE LOS PARÁMETROS DEL MODELO	157
2.6	MODELO LOGÍSTICO PROPUESTO PARA EL SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA	166
2.6.1	Parámetros del modelo propuesto	167
	CONCLUSIONES	172
	RECOMENDACIONES	174
	BIBLIOGRAFÍA	175
	CIBERGRAFÍA	178

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad bruta de toneladas movilizadas por carretera	18
Tabla 2. Cuadro metodológico	23
Tabla 3. Marco legal y normativo	25
Tabla 4. Procesos logísticos en empresas comerciales e industriales	37
Tabla 5. Servicios intermodales	45
Tabla 6. Costos variables y fijos	47
Tabla 7. Longitud y estado de las vías troncales	78
Tabla 8. Longitud y Estado de las vías Transversales	79
Tabla 9. Datos Geográficos Colombia (Bogotá-Buenaventura)	80
Tabla 10. Categorías de los vehículos de transporte de carga con respecto a los peajes.	81
Tabla 11. Valor de los peajes con relación a la categoría	81
Tabla 12. Costo total de los peajes ruta Bogotá-Buenaventura	82
Tabla 13. Incidentes y Accidentes	83
Tabla 14. Principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito	88
Tabla 15. Tipos de vehículos de carga según su configuración y características	92
Tabla 16. Clase de Vehículo de Carga	93
Tabla 17. Pesos máximos permitidos en las carreteras Colombianas	93
Tabla 18. Longitud Máxima permitida para vehículos de carga	95
Tabla 19. Peso máximo permitido	95
Tabla 20. Peso máximo por eje permitido	96
Tabla 21. Tipos de Combustible	100
Tabla 22. Rendimiento en Kilómetros por Galón	101
Tabla 23. Parámetros Llantas	102
Tabla 24. Parámetros lubricantes	102
Tabla 25. Costos por Tonelada Tracto-camión	105
Tabla 26. Costo de un Viaje Tracto-camión	106
Tabla 27. Costo por Tonelada Doble Troque	107
Tabla 28. Costo de un Viaje Doble Troque	108
Tabla 29. Costo por Tonelada Camión Sencillo	109
Tabla 30. Costo de un viaje Camión Sencillo	110
Tabla 31. Distancias Bogotá-Buenaventura	116
Tabla 32. Matriz de Distancias	116
Tabla 33. Movilización de carga-miles de toneladas	124
Tabla 34. Agrupación de productos	125
Tabla 35. Tramos del corredor Bogotá-Buenaventura	130
Tabla 36. Parámetros del Modelo	137
Tabla 37. Pesos máximos permitidos	141
Tabla 38. Toneladas despachadas de Bogotá- Buenaventura	142
Tabla 39. Parámetros del Modelo propuesto	167

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama causa y efecto	19
Figura 2. Mapa Bogotá-Buenaventura	21
Figura 3. Modelo de dirección de cadena de suministro	38
Figura 4. Cadena de abastecimiento	39
Figura 5. La ruta más corta	42
Figura 6. Diagrama Causal Abierto	56
Figura 7. Diagrama Causal Cerrado	57
Figura 8. Bucle de realimentación positiva	58
Figura 9. Bucle de realimentación negativa	58
Figura 10. Bucle de realimentación negativa con un retraso y comportamiento correspondiente	59
Figura 11. Diagrama Forrester con una ecuación de Nivel	62
Figura 12. Diagrama Forrester con una ecuación de Flujo	62
Figura 13. Fases de modelado	64
Figura 14. Modelo general logístico integral	71
Figura 15. Modelo específico logístico integral	72
Figura 16. Red Nacional del transporte Colombiano	77
Figura 17. Lugares de Alto Riesgo Vía Bogotá-Buenaventura	84
Figura 18. Sistema seguro de transporte y manejo de materiales peligrosas en Colombia	86
Figura 19. Canal logístico Bogotá-Buenaventura	88
Figura 20. Corredor Vial Bogotá-Buenaventura	89
Figura 21. Corredor Vial detallado Bogotá-Buenaventura	90
Figura 22. Planimetría Bogotá-Buenaventura	91
Figura 23. Estructura de Costos	97
Figura 24. Indicadores de seguros	98
Figura 25. Elementos para el cálculo de costos variables	100
Figura 26. Clasificación de las llantas	102
Figura 27. Indicadores de Imprevistos	103
Figura 28. Otros Costos	115
Figura 29. Temperatura media promedio multianual	117
Figura 30. Temperatura máxima media promedio multianual	118
Figura 31. Temperatura mínima media promedio multianual	119
Figura 32. Número promedio de días con lluvia	120
Figura 33. Número Promedio de días con lluvia	121
Figura 34. Ruta Bogotá-Buenaventura	122
Figura 35. Infraestructura vial Bogotá-Buenaventura	128
Figura 36. Diseño del proyecto túnel de la línea	132
Figura 37. Conceptualización Monofuente-Multidestino	139
Figura 38. Conceptualización Bogotá-Cali-Buenaventura	140
Figura 39. Conceptualización Bogotá-Buenaventura	140
Figura 40. Pictograma del Sistema Bogotá-Buenaventura	146
Figura 41. Diagrama de realimentación negativa	148
Figura 42. Diagrama Causal o de influencia	150
Figura 43. Diagrama de Forrester	153
Figura 44. Diagrama Forrester en condiciones extremas Mínimas para todas sus Variables de Flujo	158
Figura 45. Diagrama Forrester en Condiciones Extremas Máximos Valores	161
Figura 46. Diagrama Forrester prueba de escenarios.	164
Figura 47. Diagrama Forrester Diseño Final del Modelo Logístico	166

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Costos e ingresos generalizados de transportación terrestre como función de la distancia	48
Gráfica 2. Costos e ingresos generalizados de transportación terrestre como función del volumen	48
Gráfica 3. Estado de la red vial pavimentada	78
Gráfica 4. Accidentes por Departamentos	86
Gráfica 5. Muertes peatones y ocupantes de vehículos	87
Gráfica 6. Ingresos	154
Gráfica 7. Costos	155
Gráfica 8. Rentabilidad	156
Gráfica 9. Pedido Total	157
Gráfica 10. Ingresos en Valores Mínimos Extremos	159
Gráfica 11. Costos en Valores Mínimos Extremos	159
Gráfica 12. Rentabilidad en Valores Mínimos Extremos	160
Gráfica 13. Ingresos Sistema Bogotá-Buenaventura en Condiciones Extremas Máximas	162
Gráfica 14. Costos Sistema Bogotá-Buenaventura en Condiciones Extremas Máximas	162
Gráfica 15. Rentabilidad del Sistema Bogotá-Buenaventura en Condiciones Extremas Máximas	163
Gráfica 16. Ingresos, costos y rentabilidad prueba escenarios	164
Gráfica 17. Ingresos modelo propuesto	169
Gráfica 18. Costos modelo propuesto	170
Gráfica 19. RentabilidadFuente	171

LISTADO DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Ecuación de Nivel	61
Fórmula 2. Derivada de la ecuación de nivel	62
Fórmula 3. Ecuación de Flujos	62
Fórmula 4. Multiplicador de flujo normal	63
Fórmula 5. Salario	99
Fórmula 6. Salario Básico	99
Fórmula 7. Impuestos	99
Fórmula 8. Recuperación del capital	99
Fórmula 9. Indicador de consumo de combustible	101
Fórmula 10. Indicador de consumo de llantas	101
Fórmula 11. Indicador consumo lubricante	102
Fórmula 12. Indicador de mantenimiento	103
Fórmula 13. Lavado engrase	103
Fórmula 14. Ecuación de nivel o estado 1	137
Fórmula 15. Ecuación de Flujo (Costos)	138
Fórmula 16. Ecuación de Flujo (Ingresos)	138
Fórmula 17. Ecuación de nivel o estado 2	138
Fórmula 18. Ecuación de flujo pedido total	138
Fórmula 19. Ecuación de nivel o estado 3	138
Fórmula 20. Ecuación de flujo costo de transporte	138
Fórmula 21. Combustible	143
Fórmula 22. Ecuaciones de nivel	151
Fórmula 23. Ecuaciones de flujo o tasas	151
Fórmula 24. Ecuaciones relacionadas con las tasas auxiliares	151
Fórmula 25. Ecuaciones relacionadas a las variables constantes	151
Fórmula 26. Ecuación de nivel o estado modelo propuesto 1	167
Fórmula 27. Ecuación de Flujo (Costos)	167
Fórmula 28. Ecuación de Flujo (Ingresos)	168
Fórmula 29. Ecuación de nivel o estado modelo propuesto 2	168
Fórmula 30. Ecuación de flujo pedido total	168
Fórmula 32. Ecuaciones de nivel ajustadas	168
Fórmula 33. Ecuaciones de flujo o tasas ajustadas	168
Fórmula 34. Las ecuaciones relacionadas con las tasas auxiliares ajustadas	168
Fórmula 35. La ecuaciones relacionadas a las variables constantes ajustadas	168

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1. Archivo Macroeconómico
- Anexo 2. Anuario estadístico del sector transporte 2011
- Anexo 3. Caracterización del transporte de carga
- Anexo 4. Evaluación del transporte de carga.
- Anexo 5. Operación de transporte
- Anexo 6. Tesis de Transporte de carga en Colombia.
- Anexo 7. Costos de referencia por tonelada.
- Anexo 8. Estructura de costos vehicular 2006
- Anexo 9. Simulación en Vensim Modelo TC
- Anexo 10. Simulación Vensim Modelo TC Propuesto
- Anexo 11. Instalador Vensim PLE

RESUMEN

El sector transportador de carga comprende hoy en día uno de los pilares fundamentales de la economía del país por tal razón, en la presente investigación se observa la red logística de transporte de carga, caso (Bogotá-Buenaventura), en el cual se puede identificar el flujo de mercancía desde el punto de origen (Bogotá) hasta el cliente final (Cualquiera que sea su destino dentro de la ruta establecida). Para que este transporte se lleve a cabo existen diferentes variables, actores, factores, indicadores, que interactúan entre sí, estableciendo diferentes problemáticas del sector, como lo pueden ser los sobre costos, la distancia, el tiempo de entrega que se ve reflejado en el nivel de servicio para con el cliente, entre otros.

De acuerdo a la problemática planteada se visualiza el modelado del sistema empleando dinámica de sistemas (DS), teniendo como objetivo explicar la escasa rentabilidad que se presenta al transportar mercancía en dicha ruta.

La metodología empleado dinámica de sistemas se dividió así: Conceptualización; en la cual se identificaron los parámetros, variables de nivel, flujo, auxiliares, constantes e interrelaciones del sistema; formalización; se determinó la lógica del modelado por medio de diagramas causales y de Forrester, en tal sentido que se traduce a el lenguaje de dinámica de sistemas (DS); formulación: Una vez traducido el sistema al lenguaje DS se establece la formulación y ecuaciones que relaciona las variables del mismo; implementación en computadora: Se incorpora el diagrama causal y la formulación en la herramienta computacional, para este caso se usó el software Vensim®; validación: Se realizan los ajustes en la arquitectura del modelo y la formulación según el caso que se determine; experimentación: Se generan los datos deseados, diseñando los escenarios para el análisis de sensibilidad; interpretación: Se conceptualizan los resultados obtenidos a partir del modelado deseado.

En el modelado de DS, se observa que existen diferentes factores que afectan el sistema en general como los costos fijos y variables, haciendo que este pierda efectividad.

Palabras Claves: Dinámica de sistemas, costos, variables, modelamiento, red logística.

ABSTRACT

The cargo carrier industry today comprises one of the mainstays of the economy of the country for that reason, in the present investigation shows the transport logistics network load case (Bogotá-Buenaventura), which can be identified the flow of goods from the point of origin (Bogotá) to the end customer (Whatever their destination within the established route). For this transport is carried out there are different variables, actors, factors, indicators, interacting, establishing various problems of the sector, as can be on cost, distance, time of delivery is reflected in the level of customer service, among others.

According to the problem created is displayed system modeling using system dynamics (SD), aiming to explain the low returns that occurs when transporting goods on the route.

The system dynamics methodology employed was divided thus: Conceptualization, which were identified in the parameters, variables of level, flow, auxiliaries, constants and relationships involved, formalization, we determined the logical modeling using causal diagrams and Forrester in this sense it is translated into the language of system dynamics (SD); formulation: Once translated the DS system is set to language formulation and equations relating the variables of the same; deployment computer: It incorporates the causal diagram formulation and computational tool, in this case we used the Vensim ® software; validation: adjustments are made in the architecture and development model as the case to be determined; experimentation: the desired data are generated, designing scenarios for sensitivity analysis, interpretation: We conceptualize the results obtained from the modeling desired.

In DS modeling, it appears that there are several factors that affect the overall system as fixed and variable costs, making this lose effectiveness.

Keywords: System Dynamics, costs, variables, modeling, logistics network.

INTRODUCCIÓN

El sector transportador de carga es determinante en la formación de la economía nacional y hoy en día es un factor estratégico para la globalización; durante siglos se han presentado crisis que afectaron grandes y pequeñas economías globales debido a la necesidad de movilizar la mercancía para obtener mayores utilidades y alternativas en los negocios que proporcionarán condiciones de estabilidad y crecimiento para la nación.

En la medida que existe un mundo más globalizado y competente, se hacen también más necesarias y más rigurosas las especificaciones del transporte para que cumpla con los requerimientos del comercio nacional e internacional. Al aumentar la competitividad en los principales mercados se obliga al país a adaptarse y ofrecer a los clientes ventajas de costo, rapidez, confiabilidad y flexibilidad en la distribución de las mercancías, situación que se logra a través de la dotación de una adecuada red de infraestructura vial.

En éste documento se realiza un esfuerzo inicial por presentar las condiciones actuales en materia de movilización e infraestructura que se da en el transporte de carga terrestre en Colombia, la situación actual del mismo, la evolución que tiene la malla vial de la ruta Bogotá-Buenaventura, especificando cada una de sus troncales, las variables primordiales a tener en cuenta para el funcionamiento del modelo logístico que se ejerce en el transporte de la mercancía en dicha ruta.

Así mismo se puede observar la influencia que tiene cada una de las variables, en la rentabilidad del sistema, por lo cual se hace necesario identificar cada uno de los costos en la ruta a estudiar para obtener un enfoque más óptimo en la presentación del modelado.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como fin establecer un modelo logístico para el sector transportador de carga empleando dinámica de sistemas, el cual comprende el modelamiento matemático y los indicadores de gestión, en el cual actores, recursos, relaciones, fases, niveles e indicadores interactúan entre sí.

Por otro lado, la investigación es motivada por los diferentes problemas que se han identificado en el sector transportador de carga y que hacen que no solo la productividad y competitividad del sector disminuya sino la del país en general en razón que es uno de los principales generadores de empleo. Debido a esto se destaca la importancia de dicho sector en la economía del país ya que su contribución al producto interno bruto (PIB) es de aproximadamente el 7%, esta relevancia a los beneficios del país se ve truncada por varios aspectos evidentes como la falla en la infraestructura del transporte lo cual conlleva a generar una serie de dificultades impactando diferentes procesos de la cadena logística y haciendo que esta no se cumpla con satisfacción.

Otro factor incidente en el proceso son los costos los cuales dan impacto a los precios de las mercancías transportadas, materias primas, bienes intermedios y por ende en la competitividad. Así mismo los fletes en el caso a investigar (Bogotá-Buenaventura) son más bajos que en caso contrario lo cual beneficia el sistema, otro aspecto que impacta dicho sistema es el exceso de tonelaje lo cual ha sido consecuencia negativa para el control efectivo de la cantidad de carga transportada. Son demasiados parámetros los que hacen que el sistema varíe constantemente teniendo resultados no deseables los cuales pueden ser ajustadas por medio del modelamiento matemático a estudiar.

Para llevar a cabo dicho planteamiento se debe tener en cuenta que la ingeniería industrial es una de las profesiones que debe responder de forma efectiva a las exigencias de las organizaciones contemporáneas, proponiendo en tal sentido estrategias, técnicas y herramientas que conciben sistemáticamente soluciones a los requerimientos y especificaciones de estas organizaciones (Productivas, comerciales y de servicios), para el caso la profesión se plantea un gran reto en el cual aporta desde la academia un modelo logístico para este sector el cual se simulará en software (Vensim) y se plantearán las posibles soluciones a la problemática antes expuesta.

1. GENERALIDADES

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema: El sector transportador de carga en Colombia en los últimos tiempos ha sido afectado por diferentes variables que perturban la operación dinámica y flexible del sistema en términos productivos y competitivos; disminuyendo la rentabilidad operativa de transportar una carga entre un punto origen y un punto destino determinado en una zona de actuación de la organización.

Por otro lado, condiciones internas y externas del sector hacen que el flujo de carga e información entre los nodos de interés del sistema sea interrumpido por el efecto látigo y la réplica que este genera a través de los actores de la cadena de abastecimiento.

Esta problemática, hostil para el sector hace que la rentabilidad económica, logística y de infraestructura se vea afectada por las condiciones externas del sistema, en este sentido se deben identificar los actores, escenarios, recursos, relaciones, fases, niveles e indicadores que determinan las decisiones en el sector como lo son: Precio de los combustibles y lubricantes, costo de peajes, costos operativos, gastos administrativos, tabla de fletes, costos de los generadores de carga y costos de los intermediarios nodales.

Uno de los aspectos que se puede resaltar, es la sobre oferta de capacidad que presentan los vehículos. En el 2001 se realizó un estudio que demostró que la capacidad de carga en ese año era 180.5 millones de toneladas, y por el contrario solo se utilizaron 100.2 millones de toneladas. En cuanto a las estaciones más representativas del país se encuentran (El Valle del Cauca, Antioquia y Cundinamarca) con respecto a la movilización de carga.

Tabla 1. Cantidad bruta de toneladas movilizadas por carretera (Antioquia, Atlántico, Cundinamarca, Valle y Bolívar, 2011)

Departamento	Antioquia	Valle	Atlántico	Bolívar
Cundinamarca	3589637	8567324	5983678	4246672
Antioquia		5705369	3975792	3478211
Valle			2598356	2789321
Atlántico				1873464

Fuente: Ministerio de Transporte. 2011

La tabla 1 permite establecer que el mayor intercambio de carga por carretera se

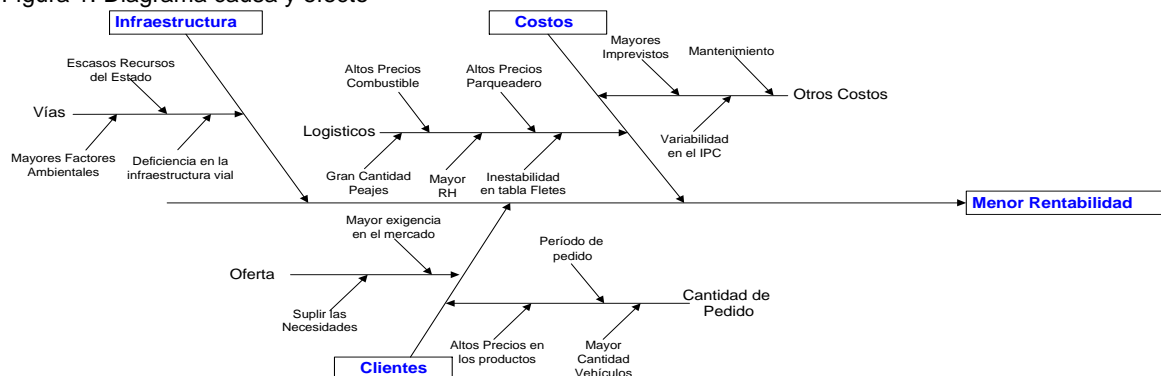
lleva a cabo en los departamentos ya mencionados, y vale la pena destacar que el caso del Valle de Cauca tiene una gran influencia por su puerto de Buenaventura, por otro lado se puede establecer con la tabla anterior que de los 100 millones de toneladas movilizadas por las carreteras del país en el 2007, en estos departamentos, se movilizó el 32.5%, es decir, no se utilizó toda la capacidad de los transportes.

Se debe resaltar que los costos de la gasolina representan el 45% de los costos totales por kilómetro recorrido y estos son los mismos, este o no esté completa la carga del camión, pero si la carga es del 100% ayudará a cubrir estos gastos. En los costos fijos por su parte, se puede observar cómo en el caso de los vehículos de mayor tamaño y capacidad (C2 y C3) pierden importancia los salarios y pasa a ser la recuperación del capital el rubro de mayor importancia seguido por el valor de los seguros, esta recuperación puede ser hasta del 50%.¹

Debido a esta problemática, se están presentando por año, pérdidas significativas para la productividad del país, por lo que se han presentado varios estudios sobre el tema, sin embargo ninguno de ellos ha planteado una solución eficaz, que represente un mejoramiento continuo en el sector transportador de carga.

La ruta de Bogotá a Buenaventura es una de las rutas con más tránsito vehicular en cuanto a transporte de carga se trata, puesto que su principal objetivo es hacer llegar los productos al puerto de buenaventura que se ha consolidado como el principal puerto multipropósito del país, epicentro de buena parte de las importaciones y exportaciones, por tal razón en esta troncal se pueden identificar fácilmente las problemáticas anteriormente mencionadas, teniendo en cuenta estas variables se ha detallado este escenario como el punto objetivo de la investigación plateada. En la figura 1 se muestra el diagrama causa y efecto con respecto a dicha ruta.

Figura 1. Diagrama causa y efecto



Fuente: Las Autoras 2012.

¹ Colombia. Ministerio de Transporte, Actualización de costos de transporte de carga, Ministerio de Transporte, Bogotá, 2003.

1.1.2 Formulación del problema: ¿Qué parámetros se pueden establecer para optimizar la rentabilidad del sistema logístico del transporte de carga en la ruta Bogotá-Buenaventura?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General: Desarrollar el modelo logístico de transporte de carga con asignaciones mono-fuente a multi-destino empleando dinámica de sistemas (Sector transportador de carga).

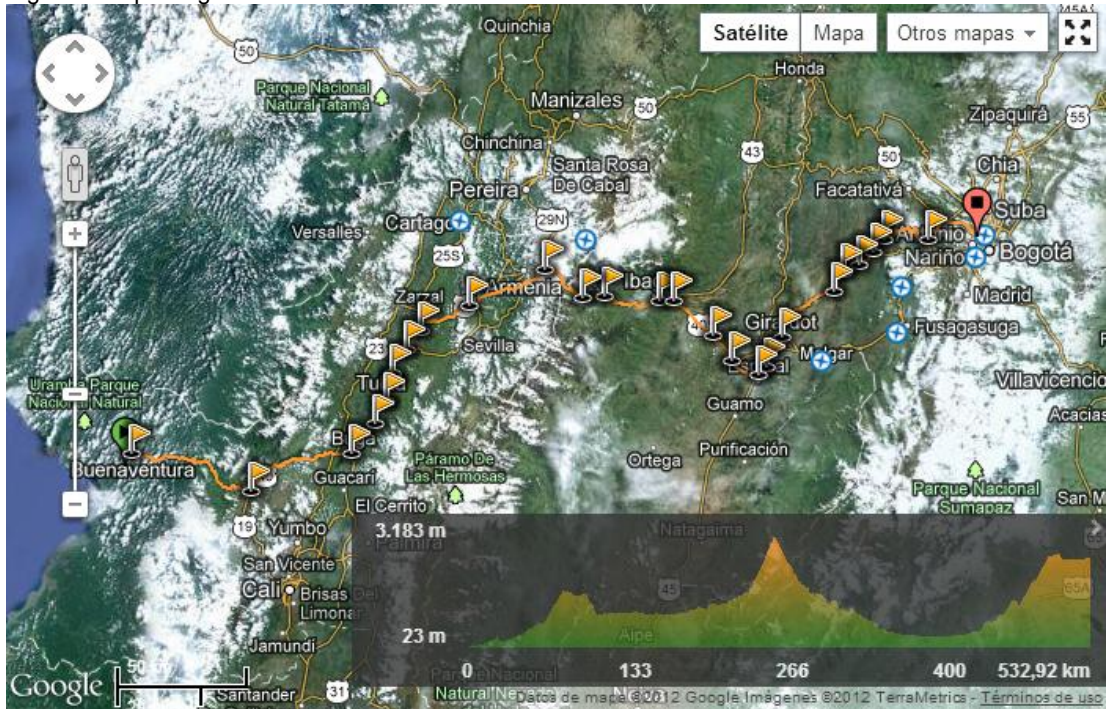
1.2.2 Específicos

- Caracterizar el proceso logístico del sector transportador de carga, identificando las variables que interactúan.
- Analizar por medio de un diagnóstico el estado actual del sector identificando sus diferentes interrelaciones.
- Establecer el modelo matemático logístico que responda a los requerimientos del sistema de transporte.
- Simular por medio del software (Vensim) el modelo de dinámica de sistemas en el sector transportador de carga.
- Realizar las pruebas de verificación y ajuste del modelo planteado minimizando la variabilidad del mismo.
- Proponer el diseño final del modelo logístico para el sector transportador de carga.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

- Temática: Modelación de un sistema logístico de transporte de carga, utilizando dinámica de sistemas.
- Alcance: La investigación consta de la modelación de un sistema logístico de transporte en el sector transportador de carga, teniendo en cuenta, diferentes escenarios como: Recursos, relaciones, fases, niveles e indicadores, que interactúan entre sí.
- Cronológica: Un año (Noviembre 2011–Noviembre 2012).
- Espacial: Ruta (Bogotá-Buenaventura) (Ver figura 2).

Figura 2. Mapa Bogotá-Buenaventura



Fuente: Google Maps 2012

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Tipo de investigación: El tipo de investigación es descriptiva ya que fundamentalmente se caracterizará un fenómeno indicando sus variables más relevantes, iniciando con modelos teóricos para así conocer las situaciones y actitudes que posee el sector transportador de carga, visualizando las relaciones que existen entre sus variables y así mismo analizarlas para adecuarlas al trabajo de simulación el cual expresará datos cualitativos y cuantitativos, teniendo un impacto social y económico al país y en otros aspectos bases a los que contribuirá significativamente.

A continuación se describirán los diferentes métodos de investigación que se usarán en la siguiente investigación.

- a. Observación: La observación se lleva a cabo en este estudio, debido a que se percibe el objeto a investigar, en este caso, el sector transportador de carga, donde existe un contacto directo con el fenómeno que se presenta, para así realizar uso de este método diagnosticando el estado actual del sector y finalmente poder apreciar la tendencia y el desarrollo que tiene dicha investigación.
- b. Sistémico: Como ya se ha mencionado el análisis que se realizará a este sector es de forma sistémica, modelando el objeto de estudio mediante las variables

reconocidas que interactúan entre sí, determinando la estructura y la dinámica de dicho campo.

- c. Análisis: Se identifican las partes que conforman el sistema y así se buscarán las causas y los efectos que hacen que este no tenga resultados deseables para así mismo ajustarlos.

1.4.2 Cuadro metodológico: En la investigación a estudiar se realizarán diferentes actividades metódicas por medio de técnicas de recolección para así cumplir con los objetivos propuestos como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Cuadro metodológico

Objetivos específicos	Actividades	Metodología	Técnicas de recolección de datos
Caracterizar el proceso logístico del sector transportador de carga, identificando las variables que interactúan.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el levantamiento de la información en el escenario objeto de estudio por medio de técnicas cuantitativas y cualitativas. - Clasificar la información obtenida en los formatos. 	Investigación documental y aplicación de procesos organolépticos.	Lecturas en diferentes fuentes (Libros, internet). Ayuda audiovisual (Noticieros). Ministerio de Transporte.
Analizar por medio de un diagnóstico el estado actual del sector identificando sus diferentes interrelaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la información obtenida. - Realizar un diagnóstico dinámico. - Determinar el pictograma de relaciones de los actores del sector. 	Observación del sistema e identificación de sus variables	Entrevista con participantes del sector. Visita al Ministerio de Transporte. Visita a Colfecar.
Establecer el modelo matemático logístico que responda a los requerimientos del sistema de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> - Escoger el modelo logístico que se utilizará para la simulación del proyecto. - Evaluar el modelo logístico, para identificar si corresponde o no aplicarlo a la temática a abordar. 	Selección del modelo adecuado para efectos de la simulación.	Análisis de variables.
Simular por medio del software (Vensim) el modelo de dinámica de sistemas en el sector transportador de carga.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar los diagramas Forrester. - Identificar la formulación de las ecuaciones de estado de los escenarios identificados de acuerdo al diagnóstico establecido. - Establecer la arquitectura del modelo base por medio de un diagrama de relaciones 	Implementación del modelos en el software Vensim	Programa de simulación vensim. Manual del software vensim. Análisis de datos.

	<p>de escenarios, para su simulación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementación del modelo en la computadora. 		
<p>Realizar las pruebas de verificación y ajuste del modelo planteado minimizando la variabilidad del mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el modelo de acuerdo a los resultados obtenidos. • Realizar un análisis de sensibilidad para identificar si modelo es óptimo, modificando diferentes valores a la vez. • Interpretación del modelo propuesto. • Comparar el modelo real, con el modelo propuesto para determinar si es eficiente, y realizar los diferentes ajustes, para la optimización de este. 	<p>Control y ajuste del modelo de acuerdo a su adaptabilidad con la realidad del sector transportador de carga.</p>	<p>Comparando los resultados de acuerdo con el análisis de la investigación, para identificar si su comportamiento si es verídico.</p>
<p>Proponer el diseño final del modelo logístico para el sector transportador de carga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer el modelo final. 	<p>Ilustración del modelo final.</p>	<p>Utilización del programa vensim</p>

Fuente: Las Autoras 2012

1.4.3 Marco legal y normativo: Teniendo en cuenta las leyes y normas que implican en el sector transportador de carga, se describe algunas de estas en la tabla 3.

Tabla 3. Marco legal y normativo

Marco Legal	Descripción
Decreto 13791 de 1988	Por el cual se determinan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de carga para su operación formal en las carreteras del país ² .
Decreto 2591 de 1990	Modifica algunas reformas al Decreto 1809 de 1990 que modificaron algunos artículos del Decreto-Ley 1344 de 1970 (Código Nacional de Tránsito Terrestre).
Resolución 1705 de 1991	Por la cual se reglamenta el transporte de combustibles, se establece un procedimiento y se adopta el formato DETC-01.
Resolución 4093 de 1991	Por el cual se reglamenta la planilla para el transporte de sustancias químicas de uso restringido, se establece un procedimiento y se adopta el formato
Decreto 1815 de 1992	Por la cual se adopta el Estatuto de Transporte Público Terrestre Automotor de Carga y se derogan los Decretos 1452 de 1987 y 1906 de 1988
Ley 105 de 1993	Disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. ³
Resolución 2025 de 1994	Por la cual se reglamenta el registro de transporte de combustible para los vehículos motorizados y no Motorizados, destinado al transporte de gas propano (GLP) y Gas Natural Comprimido (GNC); se establece un procedimiento y se adoptan unos formatos.
Resolución 777 de 1995	Por la cual se delega una función y se fija unos requisitos y procedimientos, para conceder o negar permisos para el transporte de carga extra pesada y extra dimensionada por las carreteras nacionales a cargo del Instituto Nacional de Vías ⁴ .
Decreto 540 de 1995	Por la cual se dictan disposiciones sobre la homologación de vehículos
Ley 336 de 1996	Estatuto general del transporte; La presente ley tiene por objeto unificar los principios y los criterios que servirán de fundamento para la regulación y reglamentación del transporte público aéreo, marítimo, fluvial, férreo, masivo y terrestre y su operación en el territorio nacional ⁵ .
Decreto 2295 de 1996	Por el cual se dictan normas relativas al régimen de tránsito aduanero nacional, transporte multimodal, cabotaje y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1042 de 1998	Por el cual se reglamenta la conformación y funcionamiento del

² Colombia. Ministerio de Obras Públicas y Transporte (RESOLUCIÓN 13791 DE 1988) Bogotá D.C. Ministerio de transporte 1998. Consultado el 10 Septiembre de 2011

³ Colombia. Sector y Sistema Nacional de Transporte (LEY 105 de 1993). Bogotá D.C. [Internet] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=296>. Consultado el 10 Septiembre de 2011

⁴ Colombia. Ministerio de transporte (RESOLUCIÓN 777 DE 1995) Bogotá D.C. [Internet] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=14574>. Consultado el 10 Septiembre de 2011

⁵ Colombia. Congreso de Colombia (LEY 336 DE 1996) Bogotá D.C. [Internet] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=346>. Consultado el 10 Septiembre de 2011.

	Consejo Nacional de Seguridad del Transporte-CONSET.
Decreto 2172 de 1997	Se reglamenta la conformación y funcionamiento del consejo consultivo del transporte.
Decreto 1326 de 1998	Por el cual se reglamenta el artículo 2 de la Ley 336 del 20 de diciembre de 1996. El Presidente de la República de Colombia, en ejercicio de sus facultades constitucionales y en especial las conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, y considerando que el artículo 2 literal e de la Ley 105 de 1993 establece que la seguridad de las personas constituye una prioridad del sistema y del sector transporte; que el artículo 2 de la Ley 336 de 1996 por la cual se adopta el Estatuto Nacional del Transporte establece que la seguridad, especialmente la relacionada con la protección de los usuarios, constituye prioridad esencial en la actividad del sector y del sistema de transporte ⁶ .
Decreto 650 de 1998	Por el cual se crea el Comité de Reposición y regulación del parque automotor ⁷ .
Decreto 651 de 1998	Por el cual se establecen unas sanciones en materia de transporte terrestre automotor de carga ⁸⁶ .
Decreto 173 de 2001	Por el cual se reglamenta el servicio público de transporte terrestre automotor de carga ⁸ .
Decreto 1800 de 2003	El instituto nacional de concesiones (INCO) está a cargo de la estructuración y administración de las concesiones de carreteras, fluviales, marítimas, portuarias y férreas ⁹ .
Decreto 3366 de 2003	Por el cual se establecen el régimen de sanciones por infracciones a las normas de transporte público terrestre automotor y se determinan unos procedimientos ¹⁰ .
Resolución 3924 de 2008	Ministerio de transporte por la cual se adopta el aplicativo manifiesto de carga electrónico para la generación y expedición del manifiesto único de carga, se establece el formato único del manifiesto único de carga y se dictan otras disposiciones. ¹¹
Resolución 004577 de 2009	"Por la cual se modifica parcialmente el manual de señalización vial-dispositivos para la regulación del tránsito de calles, carreteras y ciclo-rutas de Colombia, adoptado mediante la resolución N°.001050 del 5 de mayo del 2004" ¹²

Fuente: Las Autoras 2012

⁶ Colombia. La presidencia de la república (DECRETO 1326 DE 1998) Bogotá D.C. [Internet] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1236>. Consultado el 10 Septiembre de 2011.

⁷ Colombia. Ministerio de Transporte (DECRETO 650 DE 1998) Bogotá D.C. [Internet] http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1998/abril/01/dec650011998.pdf. FC Septiembre 10 de 2011

⁸ Colombia. Ministerio de Transporte (DECRETO 173 DE 2001) Bogotá D.C. [Internet] http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/2001/febrero/05/dec173052001.pdf FC Septiembre 10 de 2011

⁹ Colombia. Ministerio de Transporte (DECRETO 1800 DE 2003) Bogotá D.C. [Internet] http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto/2003/decreto_1800_2003.html FC Septiembre 10 de 2011

¹⁰ Colombia. Ministerio de transporte (DECRETO 3366 DE 2003) Bogotá D.C. [Internet] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=10797> FC Septiembre 10 de 2011

¹¹ Leyes y Normas que Regulan el Transporte de Carga en Colombia. [Internet] <http://es.scribd.com/doc/49970465/NORMAS-QUE-REGULAN-EL-TRANSP-DE-CARGA>

¹² Portal Invias Colombia [Internet] <http://www.invias.gov.co/> FC Septiembre 10 de 2011

1.5 MARCO REFERENCIAL

1.5.1 Presentación del sector transportador de carga: El transporte de carga es un sector muy importante dentro del crecimiento económico de cualquier país, hoy en día juega un papel primordial dentro de la globalización, puesto que es uno de los factores que determinan la productividad y competitividad que puede ofrecer un país en el comercio internacional. Por tal razón este sector debe elevar la prestación del servicio, en términos de tiempo, calidad y costos, así mismo debe asegurar la cobertura en regiones aisladas del territorio nacional, garantizando así la incorporación de zonas incomunicadas al marco del ordenamiento territorial, y a la economía activa del país.

Adicional a ello, la economía nacional se ve favorecida por el incremento en el porcentaje del producto interno bruto (PIB), llevando la consolidación y estabilidad financiera de un país, fomentando mayores oportunidades de empleo y por ende mayor calidad de vida. Es importante que los resultados del sector enfocados a la economía nacional sean positivos, si el estado no le da un seguimiento significativo a la infraestructura para dar continuidad a los procedimientos de carga en el ámbito logístico, no se tendrá un avance significativo en la economía nacional. Por tal razón además del mantenimiento que se le debe prestar a la red vial, también es necesaria la construcción de nuevas vías que den paso a la apertura de nuevos mercados.

El primer indicador que refleja la importancia del sector es la contribución que tiene sobre la producción nacional. Al 2011, la participación de los servicios de transporte y la construcción de obras civiles en el PIB fue del 7.9% mayor al promedio de los últimos 10 años, gracias a ello la movilización de mercancías en el modo carretero se ha convertido en el pilar, puesto que el país moviliza el 72 % de la carga total, en donde la cantidad de toneladas transportadas por año se estima en 252 millones, un crecimiento del 6% respecto años anteriores.

1.5.2 Antecedentes

- Primeros pasos hacia la logística: Los orígenes de la logística se pueden encontrar entre los hábitos de los primeros grupos humanos, cuando las familias o los individuos guardaban sus alimentos durante un determinado período del año en cuevas, con la finalidad de poder disponer de ellos durante el invierno, en un claro intento de gestión de las existencias. Dichas cuevas o lugares de almacenamiento, entre sus características, debían tener espacios apropiados para el depósito de los alimentos y ser accesibles a su usuario. Desde entonces, el desarrollo de la logística ha avanzado en paralelo con el de la humanidad, y desempeñó un papel decisivo al aplicarse en muchos avatares y situaciones críticas de la historia. Etimológicamente, la palabra logística proviene del griego *logísticos* significa que sabe calcular. Otros opinan que procede del latín *logística*, que significa intendente o administrador en los ejércitos romanos. Se dice que *logístico* era un miembro de una secta de médicos que fundaba sus teorías en la observación.¹³

No obstante, lo cierto es que el desarrollo de los primeros conocimientos logísticos se encuentra en las actuaciones guerreras. SunTzu se anticipaba a este concepto muy cerca del año 400 a.c. al mencionar que, por lo general, las operaciones guerreras requieren mil rápidos carros de cuatro caballos, mil carretas de cuatro caballos, cubiertas de cuero y cien mil guerreros revestidos con cota de malla. Cuando se transportan provisiones a mil de distancia, los gastos en la base y en el campo, los estipendios para el mantenimiento de los consejeros entre otros. El arte de previsión de la cadena logística tiene orígenes muy remotos en la historia de la humanidad entre ellos.¹⁴

- El arte militar de la logística: A lo largo de la historia las guerras se han ganado y perdido por la fuerza y la capacidad logística, o por la falta de ella. Se ha argumentado que la derrota de los británicos en la guerra de la independencia norteamericana puede atribuirse en buena medida a un fallo logístico. Durante la segunda guerra mundial, se desarrolló de una manera especial la logística, que era definida por el ejército estadounidense como a que los aspectos de las operaciones militares que tratan de:
 - a. El diseño, el desarrollo, el suministro, el almacenamiento, los movimientos, la distribución y la disponibilidad de los materiales.
 - b. Losa movimiento, la evacuación y la hospitalización del personal.
 - c. La adquisición, la construcción, el mantenimiento y la disponibilidad de los elementos
 - d. La adquisición y elaboración del servicio.

¹³ MIRA, Andrés. Operadores logísticos: Claves y perspectivas de los operadores logísticos. Barcelona (España)2006-1 ed, ISBN:84-86684-560

¹⁴Ibid 13

El mundo logístico debe tener especial intervención en las unidades de comunicación, con el fin de conocer con exactitud y precisión las situaciones. En la segunda guerra mundial la logística tuvo un importante papel. La invasión de Europa por parte de las fuerzas aliadas fue un hábil ejercicio de logística, como lo fue la derrota del general Rommel en el desierto del Sahara. Sin embargo mientras que los generales y los mariscales de campo comprendían desde el principio el papel crítico de la logística, sorprendentemente, sólo en el pasado las organizaciones empresariales han empezado a reconocer el impacto vital que tiene la gestión logística en el logro de una ventaja competitiva. Se han necesitado más de setenta años para definir con claridad los principios básicos de la gestión logística en las empresas.¹⁸

- El despertar logístico de los años ochenta: Desde la conclusión de la segunda guerra mundial hasta el final de los años setenta, se realizaron diferentes cambios en el entorno empresarial y en las actividades logísticas. Estos factores propiciaron un reconocimiento de la logística. Sin embargo fue en los años ochenta cuando la logística crece ya que paso de una etapa de evolución a un aspecto de revolución. Ya que en este período las compañías comenzaron a prestar mayor importancia a los aspectos básicos como la calidad, el valor, el servicio al cliente y la productividad.¹⁵

¹⁵Ibid 14

1.5.3 Historia del transporte en Colombia: La historia del transporte de carga en Colombia se remonta a la época de la conquista, ya que con la llegada de los españoles a esas tierras la población indígena empieza a ser la base para el comercio interno de forma más estructurada.¹⁶ Es así, como los animales son utilizados como medio de transporte para movilizar, de un lugar a otro, aquellos artículos destinados a la comercialización.

Luego de estos acontecimientos y gracias a la invención de la rueda, y de nuevos avances tecnológicos, la evolución del transporte se da entonces, cuando el ferrocarril es usado de manera frecuente en la distribución y transportación de bienes destinados a diferentes fines, además de ello, los ríos ayudan a fomentar la navegabilidad de bienes y personas. Por ende, gracias a los avances en los medios de transporte se logró disminuir el tiempo de movilización de la mercancía, el barco a vapor se convierte en la mejor opción para comercializar dentro del país. Igualmente, el cable aéreo se presenta como una alternativa de movilización, específicamente para personas; es así, como consecuencia de la segunda guerra mundial, el país realiza un convenio con una compañía alemana de aviación comercial, la cual, años después, sería remplazada por la Aerovías Nacionales de Colombia (Avianca) en 1.940.

Específicamente el transporte terrestre de carga en su evolución, avance y aporte a la economía del país fue mucho más lento, debido a la falta de infraestructura y a políticas de los gobiernos de cada época para dar prioridad a la realización de carreteras y caminos que facilitarían el transporte de mercancías o de los mismos habitantes.

Por lo que el transporte en Colombia se desarrolló exactamente en 1.845, cuando surge la primera ley nacional que se refería a la realización de un plan de caminos nacionales, partiendo de la capital hacia diferentes lugares del país, sin embargo no se completó ni la cuarta parte del plan, por la mala administración del dinero enfocado para el proyecto, ya que el presupuesto se terminó enfocando en otras actividades. Es entonces, con la llegada del primer automóvil al país, iniciando el siglo XX, se da a conocer otro medio de transporte, el cual fue integrándose a la sociedad colombiana lentamente y solamente en la élite, ya que era la única, en ese momento, que podía tener acceso a ella. Luego de la década de 1920, el Estado, deja un poco relegado la construcción y el mantenimiento de vías férreas, para dedicarse a la realización de caminos apropiados para la circulación de automóviles. Consiguiente a esto, aparecen carros con mayor capacidad, como autocamiones y autobuses.

“A partir de la crisis económica causada por la recesión del año 1.929, se decide

¹⁶ DUQUE ESCOBAR, Gonzalo. Historia del transporte en Colombia y el eje cafetero.2007. (st) recuperado en julio 07 de 2009. [Internet].<http://gduquees.blogspot.com/2077/11/historia-del-trasnporte-en-colombia-y.html>. FC Septiembre 15 de 2011.

fomentar la explosión del transporte carretero, entre cabeceras urbanas. Este nuevo medio en Colombia, facilita trasladar los beneficios del café, a la economía del campo: Además del puesto de salud, el acueducto, la electricidad y la escuela, se abren las vías rurales para el Willys y la Chiva”¹⁷

- Diagnóstico balance del sector transportador de carga por carretera: Transportadores, en busca de la carga perdida: Después de varios años hay un inusitado aumento en la flota transportadora lo cual ha generado un inquietante aumento en la cantidad de camiones circulando, el tiempo que demoran esperando en los terminales de carga y, además, las tarifas de los peajes en algunas rutas específicas. Según William Barbosa, dueño de una flota y conocedor del gremio por mucho tiempo, “aunque el sector presentó una mejoría en los últimos 3 años, la llegada de nuevas empresas con 20 o 30 mulas nuevas está dificultando la consecución de carga, generando una competencia generalizada y una demora excesiva de sus camiones en los puertos”.

“Esta búsqueda de mercancía se está convirtiendo en una verdadera “Vuelta a Colombia”, en donde sus vehículos deben recorrer todas las ciudades, evitando los trayectos que les generan más costos y demoras para conseguir qué transportar. “Cuando uno trabaja con carga debe procurar no venir a Bogotá, puesto que la mayoría del trabajo que sale de la ciudad es para movilizar contenedores vacíos y este es un viaje que no produce ganancias, lo más rentable es buscar viajes de Ibagué hacia la Costa y desde ahí para ciudades como Cali o Villavicencio”, dice Barbosa.

Esta situación tiene pensando al gremio, puesto que, hasta hace tres años, en el país existían 15 mil tractos camiones y hoy en día la cifra ha aumentado a un promedio de 25 mil. Según Herrera Murillo, la entrada de estos vehículos no sólo influye en la sobreoferta, sino que, además, perjudica a los dueños de camiones de modelos inferiores al año 95, dado que, para ellos, el transporte de mercancía a puertos se les está restringiendo, debido las exigencias por parte de las aseguradoras para este tipo de transporte”.¹⁸

¹⁷ Ibid 16

¹⁸ República de Colombia, departamento nacional de planeación, unidad de análisis macroeconómico. [Internet]. <<http://portal.araujoibarra.com/biblioteca-y-articulos/logistica-global/diagnostico-y-balance-del-sector-de-transporte-de-carga-por-carretera-transportadores-en-busca-de-la-carga-perdida>>. Consultado el 16 de Septiembre de 2011

- Problemática y posibilidades del sistema de transporte de carga en Colombia: La población de Colombia estimada en unos 44 millones de habitantes, se polariza en la zona andina, costa atlántica y margen llanero, donde se alcanza una densidad de unos 83 habitantes por km. El 94% de la población habita en el 42% del territorio colombiano. No obstante en este escenario se observan conurbaciones que permiten advertir una fortaleza asociada a la distribución de su población, donde algunos centros urbanos en virtud de su relativa proximidad, alcanzan a conturbarse e interactuar para su mayor desarrollo, logrando un mercado más amplio al vincular subregiones con una base económica complementaria.

Entre los nuevos polos de desarrollo Urabá, La Dorada y Yopal, muestran las mejores condiciones para constituir importantes centros urbanos; mientras Cali no ha aprovechado un entorno que le permite ser la mejor ciudad de Colombia, Medellín en su escenario de soledad deberá resolver su futuro con un desarrollo oportuno del eje Urabá-Eje Cafetero y la salida al mar.¹⁹ Pero también Colombia es un país que al enfrentar la apertura de sus mercados como consecuencia de la globalización, encuentra rezagada su infraestructura de transporte. Esto hace que algunos centros poblados aislados sin una producción suficiente en la región que lo contiene y explica, corran el riesgo de palidecer en un futuro. Por su entorno Montería ha persistido a pesar de estar desarticulada de las grandes rutas del transporte nacional.

El transporte de carga en Colombia tiene un medio carretero tan ineficiente, que el sector privado destina la mitad de los costos de logística a pagar costos de transporte. Además de una infraestructura asimétricamente ruinosa, nuestro parque automotor está envejecido, es excedentario en oferta e informal en su organización. Más de la mitad del parque y su edad promedio superan suficientemente los 20 años. Los camiones de servicio público donde dominan el tracto-camión, en número apenas casi duplican a los de servicio privado y que son mayoritariamente de dos ejes rígidos, lo que se explica por las falencias y costos del sistema público.²⁰

¹⁹ Ibid 17

²⁰ Estudio Sistémico de Sector de Transporte de Carga en Colombia-Caso Servientrega. [Internet] <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/1619/1/1020732731%20-%202010.pdf>. Consultado el 13 de Junio de 2011.

- Archivos de macroeconomía: El transporte de carga en Colombia: En el análisis del sector resulta importante identificar las magnitudes y características de la oferta y la demanda de transporte en el país, pues éstas pueden dar luces acerca del nivel de competencia en el sector. Los datos más confiables al respecto provienen de los sistemas de información del Ministerio de Transporte, en los cuales la oferta se define como la capacidad total de carga que pueden ofrecer los vehículos de más de dos toneladas. Esa capacidad enfrenta una demanda potencial conformada por todos los productos susceptibles de ser trasladados, tanto de origen nacional como importados. Según Ministerio de Transporte (1.998), la demanda en 1.997 fue 106.205.789 toneladas. Para enfrentar tal demanda de capacidad el país contaba, en octubre de 1.998, con 103.0043 vehículos de más de 2 toneladas, que ofrecían una capacidad total de 1'195.529 toneladas.

“La relación entre la demanda potencial de transporte y la capacidad ofrecida permite deducir el número de viajes que, en promedio, debería hacer cada camión al año para satisfacer la demanda: 88.84 viajes, es decir, 7.4 recorridos mensuales por vehículo. En 1.997 se movilizó el 84% de la demanda potencial de transporte (Casi 90.000 toneladas), con un promedio de 4.9 recorridos al mes por vehículo. Esta observación parece indicar que aún hay espacio para incrementar la movilización de carga. En otras palabras, la capacidad de carga es suficiente para atender la demanda, pero sus niveles de utilización pueden incrementarse para movilizar de forma efectiva el total de la demanda potencial”.²¹

²¹ República de Colombia departamento nacional de planeación unidad de análisis macroeconómico. [Internet]. <<http://www.slideshare.net/johnrebot/caracterizacion-transporte-colombia>>

- Retos logísticos en SsangyongMotor Colombia S.A: La revaluación del peso frente al dólar y el importante crecimiento que tuvo la economía colombiana en los años 2.005 y 2.006, dispararon las ventas de vehículos en Colombia. Para poder aprovechar ese importante aumento de la demanda, SsangYong motor Colombia S.A., empresa especializada en la importación y comercialización de vehículos diésel de última generación, se enfrentó a grandes retos logísticos, que se presentaron porque a mediados del año 2.007 se elevaron los precios de los fletes marítimos desde el lejano oriente hacia Suramérica, lo cual incrementó los costos de traslado de vehículos en contenedores.

De otro lado, la oferta de espacios en buques especializados para transportar vehículos no creció y lo que había disponible estaba totalmente vendido. A lo anterior, se suma el problema de congestión en el puerto de Buenaventura que incrementó los costos de desembalaje y transferencia de la carga, además que daban prioridad al depósito de zona franca. Para responder a estos retos, SsangYongse planteó tres posibles alternativas de solución. El caso profundiza en cada una de ellas desde la perspectiva logística de los negocios internacionales, representa una situación real a la luz de la cual se puede analizar la cambiante situación del mercado global y cómo Colombia interactúa con el mismo.²²

1.5.4 Dinámica de sistemas: En los años cincuenta comenzó a idearse una metodología sobre sistemas (Dinámica de sistemas). El ingeniero de sistemas JayForrester coordinó un proyecto de defensa con el cual se dio cuenta de la importancia del pensamiento sistémico para controlar organizaciones complejas como las que se dan por la intervención del hombre con las máquinas.

A raíz de esto Forrester tuvo sus inicios como profesor del MIT y aquí observó que en las empresas existían fenómenos de realimentación los cuales tendrían que ver con las oscilaciones en las ventas de las mismas. Esto dio inicio a la Industrial Dynamics en 1961 en la cual se observaba la construcción de modelos en los procesos industriales por medio de la simulación, siguiendo con el transcurso del tiempo se aplicarían estos métodos a problemas urbanos o de ciudades denominados Urban Dynamics (1.969).

Partiendo de Urban Dynamics, la dinámica de sistemas (DS) en los años setenta sirvió de base para estudios que se realizaban en el club de Roma en donde Forrester y su grupo estudiaban el crecimiento de la población y la actividad de la misma en un mundo con recursos limitados, de aquí se parte de la elaboración de un modelo inicial del mundo (World Dynamics, 1.971) del cual se llegaría al informe llamado los límites del crecimiento (TheLimitstoGrowth en 1.973); el cual sirvió de

²²Retos logísticos en Ssangyong Motor Colombia s.a.1. Ramírez, c. e., r., paredes, j. a. g., Carmona, j., & gil, m. a. a. (2008). Estudios gerenciales, 24(109), 169-169-198. [Internet].<<http://search.proquest.com/docview/214393657?accountid=49777>>. FC Septiembre 26 de 2011.

base para que Donella Meadows lo presentara al club de Roma y fue así como comenzó la divulgación de la dinámica de sistemas.

Otros aspectos importantes sobre los sistemas sucedieron así:

- a. 1956-1961: La estructura de los sistemas fue descrita en términos de lazos de retroalimentación y sus componentes en subestructuras.
- b. 1962-1966: Se enseñó la teoría general de sistemas, comenzaron los primeros estudios en sistemas sociales e industriales.
- c. 1967-1975: Se desarrolló reinterpretación matemática de los lazos de retroalimentación, así mismo se definieron e ilustraron los principios del comportamiento dinámico de los sistemas.

El padre de la dinámica de sistemas Jay Forrester la define de la siguiente manera:

*"System Dynamics deals with how things change through time, which includes most of what most people find important, it uses computer simulation to take the knowledge we already have about details in the world around us and to show why our social and physical systems behave the way they do... demonstrates how most of our own decision policies are the cause of the problems that we usually blame others, and how to identify policies we can follow to improve our situation"*²³

"Dinámica de sistemas se ocupa de cómo las cosas cambian con el tiempo, que incluye la mayor parte de lo que mucha gente parece importante, que utiliza simulación por ordenador para tomar el conocimiento que ya tenemos acerca de los detalles en el mundo que nos rodea y para mostrar por qué nuestros sistemas sociales y físicos se comportan de la manera que lo hacen... demuestra cómo la mayoría de nuestras propias decisiones políticas son la causa de los problemas en los que solemos culpar a los demás, y cómo identificar las políticas que pueden seguir para mejorar nuestra situación"

Por otro lado, el contexto histórico iniciando por la aparición de la informática, la cibernética y la teoría general de sistemas, las cuales interactúan entre sí para considerar una nueva metodología denominada dinámica de sistemas, la cual se desarrolló como una rama de la disciplina más amplia del pensamiento sistémico para así integrar los sistemas complejos y apostar por hacer no lineal la esencia de los modelos reales y a restar el énfasis en la predicción.²⁴

²³ ARACIL, Javier. Introducción a la Dinámica de Sistemas, 1993 Editorial Madrid: Alianza Universidad. Primera Edición, ISBN: 8220680583

²⁴ FORRESTER, JayW. Industrial Dynamics, 2010.

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 Logística: La logística es la gerencia del almacenaje y del movimiento de mercancías y de la información. La buena logística acorta los costos, las velocidades trabajan, y mejoran el nivel de servicio para el cliente.²⁵

La logística es aquella parte de la gestión de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo (Hacia atrás y adelante) y el almacenamiento eficaz y eficiente de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el objeto de satisfacer los requerimientos de los consumidores.²⁶

“El concepto de logística en la actualidad estriba en el concepto de dirección coordinada de las actividades relacionadas, en vez de la práctica histórica de manejarla de manera separa a la organización, además de que en la actualidad la logística añade valor agregado a los productos o servicios esenciales para la satisfacción del cliente y para las ventas. Aunque la dirección coordinada de logística no se había practicado de manera general sino hasta hace poco tiempo, donde la idea de comerciar un costo por otro (Costos de transporte por costos de inventario) era evidente en los diferentes tipos de transporte. En base a las definiciones anteriores se puede decir que son muy acertadas ya que menciona que los flujos de un producto deben ser manejados desde el punto donde se encuentren como materias primas hasta el punto donde finalmente son descargados. En está la logística también se ocupa del flujo de servicios, así como de los bienes físicos, un área de crecientes oportunidades de mejora”.²⁷

También sugiere que la logística es un proceso, es decir, que incluye todas las actividades que tiene un impacto en hacer que los bienes y servicios estén disponibles para los clientes cuando y donde deseen adquirirlos. Sin embargo la definición de logística implica que hace parte fundamental del proceso de la cadena de suministro, no todo el proceso. Por eso se debe mencionar sobre la administración de la cadena de suministro (SCM por sus siglas en ingles). Ya que está última enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa, y las interrelaciones que se llevan a cabo entre empresas independientes dentro del canal de flujo del producto. Las oportunidades para mejorar el costo o el servicio al cliente se alcanzan mediante la coordinación y la colaboración entre los miembros de los canales de flujo.

²⁵ ESCALONA, Iván. (2009). Trabajo final de logística de UPIICSA. El cidEditor. [Internet]. <<http://site.ebrary.com/lib/bibliounilibresp/search.action?p00=LOGISTICA&search=Buscar+en+ebrary>>. Consultado el 28 de septiembre de 2011.

²⁶ Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP. Definición de Gestión Logística» (en inglés). Consultado el 28 de septiembre de 2011.

²⁷ BALLOU, Ronald h. logística: Administración de la cadena logística de la cadena de suministro ISBN: 970-26-0540-7 México 2004 Pearson educación.

- Componentes de la logística: La logística es un conjunto de actividades que son repetidas muchas veces a lo largo de la cadena de abastecimiento, desde que las materias primas son convertidas en productos terminados y se agrega valor para los consumidores. Debido a que las fuentes de materias primas, fábricas y puntos de venta no están típicamente localizados en el mismo lugar y el canal representa una serie de pasos de manufactura. Generalmente una organización solo no es capaz de controlar su canal completo de flujo de productos, desde las fuentes de materia prima hasta los puntos de consumos final, aunque es una oportunidad emergente, para propósitos prácticos la logística tienen un alcance limitado ya que el control administrativo máximo que puede esperarse está sobre los canales de abastecimiento y distribución física.

El canal de abastecimientos físico se refiere al intervalo de tiempo y espacio entre las fuentes inmediatas de material y sus puntos de procesamiento. Igualmente, el canal de distribución física se refiere al intervalo de tiempo y espacio entre los puntos de procesamiento de la empresa y sus clientes. Debido a las similitudes en las actividades de los dos canales, el abastecimiento físico (Más comúnmente llamado manejo de materiales) y la distribución física comprenden aquellas labores que están intrínsecas en la logística.

Una variable de gran importancia es si la empresa es de carácter industrial o comercial, pues de ahí depende en gran parte cuales actividades logísticas va a desarrollar, lo cual se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Procesos logísticos en empresas comerciales e industriales

El proceso logístico en empresas comerciales e industriales	
Empresas comerciales	Empresas industriales
Pronóstico de demanda	Pronóstico de demanda
Procesamiento de pedido	Sistema de pedido
Compra de insumos	Compra de productos terminados
Almacenamiento de materias primas	Almacenamiento de materias primas
Movimiento de materiales	Movimiento de materiales
Almacenamiento de producto terminado	Planeación de la producción
Comercialización del producto	Almacenamiento de producto terminado
Transporte	Comercialización de ventas
Servicio al cliente	Servicio al cliente

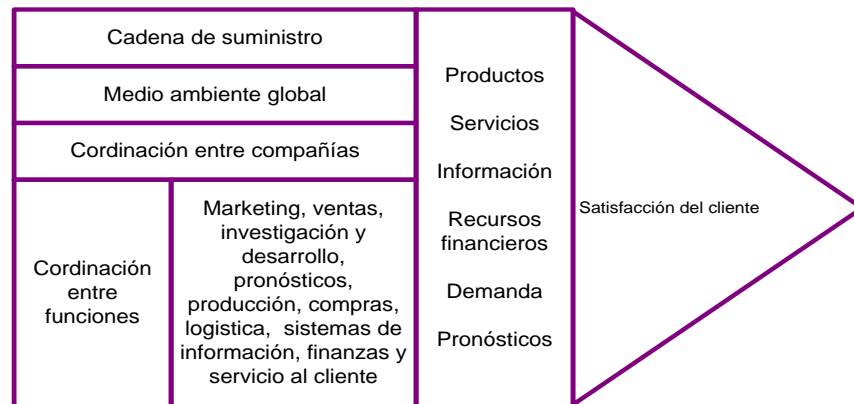
Fuente: Las Autoras 2012

Aunque es fácil pensar la logística como la gestión del flujo de productos desde el punto de adquisición hasta los clientes, para muchas compañías existe un canal logístico en reversa que debe ser administrado también. La vida de un bien desde el punto de vista lógico, no finaliza con el despacho hacia el cliente. Las mercancías se vuelven obsoletas, se averían o no son funcionales y son devueltas a sus puntos de origen. El canal de logística de reversa puede ser completo a una proporción del canal de logística futuro; o éste puede requerir un diseño separado.

La cadena de abastecimiento termina con la disposición final de un producto y el canal en reversa debe ser considerado dentro del alcance de la planeación logística.²⁸

1.6.2 Cadena de suministros: La logística no tiene como función únicamente el almacenamiento, manejo de materiales y transporte sino además es un método de dirección y gestión que se limita a ser una “esclava” de sus requerimientos. Es aquí cuando surge la gestión de cadena de suministro o SupplyChain Management, donde se integra una cobertura de la cadena de abastecimiento; vinculando las cadenas de los proveedores y clientes, más la organización logística que intervienen en la cadena logística primaria. En la figura 3 se ilustra el Modelo general de una cadena de suministros.

Figura 3. Modelo de dirección de cadena de suministro



Fuente: RONAL H. BALLOU, logística: administración de la cadena logística de la cadena de suministro.

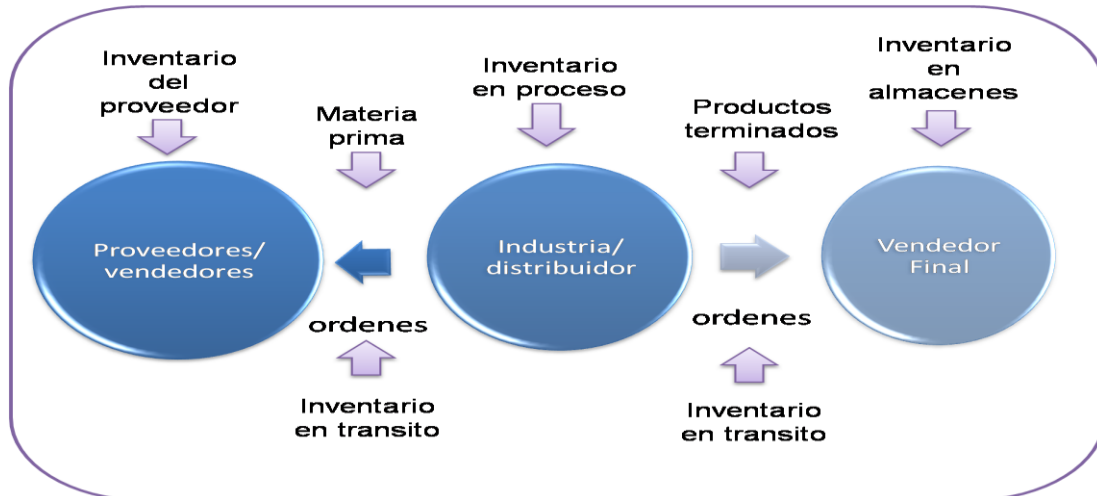
Adicionalmente los supply chain management deben reducir las interfaces en la cadena de suministros, es decir, eliminar todos aquellos procesos que no generen valor agregado y estar orientado a los procesos y no a las funciones, por tal razón su tarea es la gestión integrada de clientes, operadores y proveedores, para los cuales es un optimizador de estrategias y tácticas; con el poder suficiente para la toma de decisiones sobre las áreas funcionales de las compañías.²⁹

En la figura 4 se visualiza una cadena de suministro global, donde intervienen los diferentes factores para que esta se cumpla de forma eficiente.

²⁸ibid 27

²⁹ RUIBAL, Handabaka.2010. Gestión logística de la distribución física de mercancías. Bogotá. Editorial norma.

Figura 4. Cadena de abastecimiento



Fuente: BALLOU, Ronald h. logística: administración de la cadena logística de la cadena de suministro.

En general una sola empresa no es capaz de controlar todo su canal de flujo de producto, desde la fuente de la materia prima hasta los puntos de consumo final, aunque esto sería una oportunidad emergente. Para propósitos prácticos, la logística de los negocios para una empresa individual tiene alcance más limitado. Normalmente, el máximo control gerencial que puede esperarse acaba en el suministro físico inmediato y en los canales físicos de distribución. Como se puede observar a continuación. Canal físico de suministro se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre las fuentes inmediatas de material de una empresa y sus puntos de procesamiento. De manera similar canal físico de distribución se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre los puntos de procesamiento de una empresa y sus clientes.³⁰

Aunque es fácil pensar en la logística como la dirección del flujo de productos desde los puntos de la adquisición de materias primas hasta los consumidores finales, para muchas empresas existe un canal inverso de logística para describir el alcance que también debe ser dirigido. La vida de un producto, desde el punto de vista de la tecnología, no termina con su entrega al cliente. Los productos se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su reparación o eliminación. Los materiales empacadas pueden ser devueltos a quien los expide debido a regulaciones ambientales o porque tiene sentido económico rehusarlos. El canal inverso de la logística puede utilizar todo o una parte del canal directo de la misma, o puede requerir un diseño por separado. La cadena de suministros termina con la eliminación final de un producto. El canal inverso debe considerarse dentro del alcance de la planeación del control logístico.³¹

³⁰ Ibid 29

³¹ FLORES, Ortiz. 2007. Importancia de la incorporación temprana a la investigación científica en La Universidad de Guadalajara, México

Dentro de los factores que conforman la cadena de abastecimientos se puede decir que tanto la cantidad, calidad, tiempo y costo son factores dinámicos, que y que viene a depender de la demanda, y esta no es constante, las exigencias de calidad cada vez son mayores, los tiempos de entrega son variables, e igualmente varían los costos. Esta dinámica dificulta la gestión por lo que es necesario el uso de la tecnología de información y así facilitar la toma de decisiones. Los cinco elementos que integran una cadena de abastecimiento son:

- Proveedores
- Transporte
- La empresa
- Los clientes
- La comunicación

La administración de la cadena abastecedora es la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales de negocios y de las tácticas de estas funciones dentro de una compañía particular. La integración de procesos claves desde el usuario final hasta el proveedor original que surte los productos, servicios e información que agregar valor para el cliente y otros terceros interesados. Un producto gana valor a medida que pasa a través de la cadena abastecedora, esto es lo que se conoce como proceso de “valor agregado” si una parte de cadena no agrega valor al producto las fuerzas del mercado anularan ese eslabón, por ejemplo, una compañía compra un producto y no le hace nada y los revende a un precio más caro, sus clientes terminarían por encontrar el proveedor original y compraría el producto directamente a un precio más bajo.

La gerencia de la Cadena de Abastecimiento: Es un proceso gerencial relativamente novedoso que tuvo gran impulso en la década pasada y genera reducciones de costos significativos permitiendo a las empresas mayor nivel de competitividad y mayores ganancias. En el nuevo milenio la competencia se presenta entre las cadenas de abastecimiento y no entre las compañías individuales. La gerencia de la cadena de abastecimientos gira alrededor de la integración eficiente de proveedores, fabricantes, distribuidores, y minoristas, de esta forma se consigue reducir substancialmente los costos y al mismo tiempo se mejoran los niveles de servicio al cliente. La gerencia de la cadena de abastecimiento cubre las siguientes áreas: Red de logística, almacenaje, gerencia del inventario, compras, alianza estratégicas, informática, y telecomunicaciones como elementos claves en las comunicaciones y toma de decisiones. Las empresas que quieren tener éxito necesitan hacer eficientes sus procesos en todas las áreas. Una de las causas para el desarrollo de una gestión de la cadena de abastecimiento:

- a. El rápido desarrollo de los flujos de información.
- b. La aparición del comercio electrónico.

- c. La exigencia de los clientes.
- d. La internalización de la economía y la desregulación de los capitales.
- e. consecución de alianzas que permitan hacer más eficientes los proceso.³²

1.6.3 Diseño de ruta para los vehículos: Dado que los costos de transportación normalmente se hallan entre un tercio y dos tercios de los costos logísticos totales, mejorar la eficiencia mediante la máxima utilización del equipo de transportación y de su personal es una preocupación importante. El tiempo en el cual los artículos están en tránsito, se refleja en el número de envíos que se pueda hacer en un período y tiempo determinado, así como los costos totales. Un problema frecuente es reducir los costos y mejorar el servicio al cliente encontrando los mejores caminos que debería seguir un vehículo en una red de carreteras que minimicen el tiempo o la distancia. Está el problema de cómo hallar un camino a través de una red donde el punto de origen es diferente al punto de destino, además el problema de diseñar las rutas cuando los puntos de origen y destino son los mismos. Se considera como se puede resolver cada tipo.³³

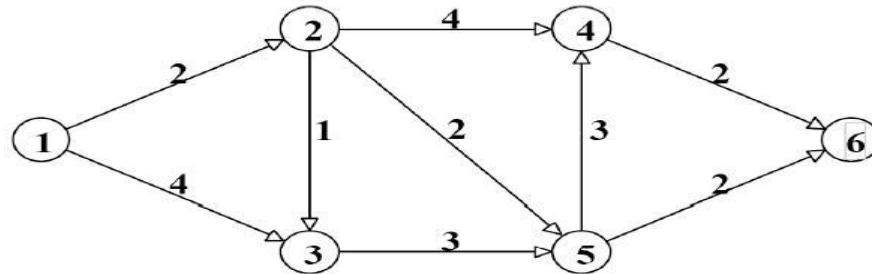
- Puntos de origen y destino separados y sencillos: El problema de las rutas para los vehículos ha sido detallado y para ello quizá la técnica más sencilla es el de la ruta más corta. Este método muestra una red representada por vínculos y nodos, donde los nodos son los puntos de conexión entre los vínculos, y los vínculos son los costos (Distancias, tiempos o una combinación entre ambos, formados como un valor promedio de tiempo y distancia) para pasar entre los nodos. Inicialmente, todos los nodos son considerados sin resolver, es decir, que todavía no se encuentran dentro de una ruta definidas. Un nodo resuelto está dentro de la ruta. Si se comienza con el origen en forma de un nodo resuelto entonces:
 - a. Objetivo de la n-ésima iteración: encontrar el n-ésimo nodo más cercano al origen. (Este paso se repetirá para $n=1,2,\dots$ hasta que el n-ésimo nodo más cercano sea el nodo destino.).
 - b. Datos para la n-ésima iteración: $n-1$ nodos más cercanos al origen (Encontrados en las iteraciones previas), incluida su ruta más corta y la distancia desde el origen. (Estos nodos y el origen se llaman nodos resueltos, el resto son nodos no resueltos.)
 - c. Candidatos para el n-ésimo nodo más cercano: Cada nodo resuelto que tiene conexión directa por una ligadura con uno o más nodos no resueltos proporciona un candidato, y éste es el nodo no resuelto que tiene la ligadura más corta. (Los empates proporcionan candidatos adicionales).
 - d. Cálculo del n-ésimo nodo más cercano: para cada nodo resuelto y sus candidatos, se suma la distancia entre ellos y la distancia de la ruta más corta

³² Logística y la cadena de abastecimiento. [Internet]. <<http://logisticarmirabal.blogspot.com/>>. Consultado el 30 de septiembre de 2011

³³ Ibid 31

desde el origen a este nodo resuelto. El candidato con la distancia total más pequeña es el n-ésimo nodo más cercano (Los empates proporcionan nodos resueltos adicionales), y su ruta más corta es la que genera esta distancia, esta explicación se puede observar en la figura 5.³⁴

Figura 5. La ruta más corta



Fuente: El problema de la ruta más corta 2011.

- Definición y aplicación del modelo de transporte: El modelo de transporte busca determinar un plan de transporte de una mercancía de varias fuentes a varios destinos. Los datos del modelo son:
 - a. Nivel de oferta en cada fuente y la cantidad de demanda en cada destino.
 - b. El costo de transporte unitario de la mercancía a cada destino.

Como solo hay una mercancía un destino puede recibir su demanda de una o más fuentes. El objetivo del modelo es el de determinar la cantidad que se enviará de cada fuente a cada destino, tal que se minimice el costo del transporte total. La suposición básica del modelo es que el costo del transporte en una ruta es directamente proporcional al número de unidades transportadas. La definición de “unidad de transporte” variará dependiendo de la “mercancía” que se transporte.³⁵

1.6.4 Transporte: En un sentido amplio, el transporte es toda actividad encaminada a trasladar el producto desde su punto de origen hasta el lugar de destino. Obviamente es una función que integra la calidad del servicio, costos e inversiones de capital. La palabra transporte se relaciona inevitablemente con el concepto de movimiento físico del producto. Sin embargo, conviene desde este momento hacer algunas aclaraciones:

- a. El llamado tiempo de transporte se refiere sólo al transporte físico del producto o mercancía en tránsito, sino desde el punto en que la mercancía está dispuesta a su carga hasta que el producto es físicamente es descargado en su punto de destino lo cual incluye; tiempos de espera, carga y descarga de

³⁴El problema de la ruta más corta. [Internet]. <http://livebinders.com/play/play_or_edit?id=119710>. Consultado el 30 de septiembre de 2011.

³⁵Método de transporte. [Internet]. <<http://www.mitecnologico.com/Main/MetodoDeTransporte>>. Consultado el 30 de septiembre de 2011.

- vehículos, parada en ruta, trasbordos, etc.
- b. Una correcta gestión del transporte obliga a que el responsable esté involucrado no solo en las tareas del día, como habitualmente ocurre, si no que sea participe en los planes estratégicos y tácticos de la empresa para adaptar los recursos a las necesidades de la empresa.
 - c. La calidad del servicio está en función de las exigencias del mercado, englobando una serie de conceptos con los siguientes aspectos:
 - Rapidez y puntualidad de la entrega.
 - Fiabilidad en las metas prometidas.
 - Seguridad e higiene en el transporte.
 - Cumplimiento de los condicionantes por el cliente.
 - Información y control de transporte.

De tal manera que en la calidad del servicio, los términos de flexibilidad y mínimo coste posible constituyen los tópicos básicos de la gestión de transporte. La complejidad en el mundo de la distribución física, las diferentes tecnologías aplicables, las exigencias del servicio y una legislación en constante evolución homologable a nivel internacional, hacen que esta función consuma en torno a un 4% de los gastos de distribución. Esta cifra constituye evidentemente un reto para las empresas que deberían centrar su responsabilidad como gestores de este servicio en los siguientes aspectos:

- a. Utilización eficiente de los vehículos, así como de la mano de obra ligada a ellos.
 - b. Máxima rapidez y fiabilidad en las entregas, con un funcionamiento eficaz de transporte.
 - c. Mantenimiento de la máxima seguridad tanto en el tráfico como en los productos que transportan.³⁶
- Objetivos del transporte: Con ellos se busca la mejora de los indicadores del transporte logístico y alcanzar mayores beneficios para con los clientes:
 - a. Alcanzar un nivel de servicio.
 - b. Rapidez-plazo.
 - c. Calidad (Temperatura, sin golpes ni manchas, etc.)
 - d. Minimizar costo de distribución física.
 - e. Directos, indirectos.
 - Tipos de transporte: Existen diferentes criterios de clasificación:
 - a. Según los medios
 - Ferrocarril.

³⁶ MORA GARCÍA, Luis Aníbal. Gestión logística integral; las mejoras prácticas de la cadena de abastecimiento. Bogotá: Ecoediciones, 2008. ISBN 978-958-648-572-2.

- Marítimo-fluvial.
 - Por carretera.
 - Aéreo.
 - Multimodal.
- b. Según la propiedad
- Medios propios.
 - Medios ajenos (Contrato en exclusiva, agencia, operador logístico).
- c. Según la ubicación de los clientes
- Local, regional, nacional, internacional³⁷
- Fundamentos del transporte: La transportación generalmente representa uno de los costos más importantes en la logística para la mayoría de las empresas, ya que absorbe entre uno y dos tercios los costos totales de la logística.

El enfoque se encuentra en las instalaciones y servicios que constituyen el sistema de transporte, y en las tarifas costos, por lo que se requiere analizar las características de las alternativas del servicio de transporte que llevan un desempeño óptimo, que es lo que finalmente compra el usuario de un sistema de transportación.³⁸

El transporte proporciona dos cosas: movimiento y almacenamiento. El aspecto del movimiento físico se puede observar con claridad, y se proporciona almacenamiento porque la carga se mantenga en óptimas condiciones durante el transcurso del viaje, ya sea días semanas o a veces hasta meses. Es también práctica común hacer el transporte más lento y así tener la carga en almacenamiento por un poco más de tiempo. Esto se hace comúnmente con el transporte marítimo de carga voluminosa donde una entrega adelantada simplemente significa que la carga necesita ser almacenado en tierra firme.

El transporte tiene algunos efectos profundo en nuestra sociedad, no solo en termino de logística ya que remplace la comunicación absoluta (Lugar) por la ubicación relativa (Situación) esto significa que el desarrollo económico tiene menos que ver con la relación nuestra con la naturaleza y más con nuestra relación a través del espacio. El transporte permite la especialización geográfica. Si no fuera por el transporte, una comunidad tendría que producir todo localmente. En cambio puede producir lo que hace mejor, exportar el exceso e importar las cosas que son producidas mejor en otro lado. Se puede notar que esta es la misma lógica del libre comercio entre naciones. La especialización puede continuar mientras los ahorros en los costos de producción sean más grandes que los costos de transporte. La producción a gran escala es también

³⁷ MAULEÓN, Mikel. Logística y costos. Ed. 2006: Editorial días santos. ISBN 84-7978-741-4

³⁸ Ibid 31

posible porque el producto no necesita ser hecho cerca del mercado. Esto también mejora la eficiencia total. Finalmente, el incremento en el valor de la tierra es el resultado directo de hecho de que la tierra puede ser utilizada para propósitos más eficientes.³⁹

- Transporte multimodal: En años recientes ha habido incremento en el envío de productos utilizados más de una modalidad de transportación en proceso. Más allá de los beneficios económicos obvios, los crecimientos envíos internacionales han sido una fuerza impulsadora. La característica más importante del servicio intermodal es el intercambio libre de equipo entre las modalidades (Ver tabla 5). Tal intercambio de equipo crea servicios de transporte que no están disponibles para un consignatario utilizando una sola modalidad de transporte. Los servicios coordinados por lo general son un compromiso entre los servicios que se ofrecen de manera individual por los transportistas participantes. Es decir, las características de costo y desempeño se clasifican entre las de los transportistas por separado.⁴⁰

Tabla 5. Servicios intermodales.

Servicios intermodales	Descripción
Remolques	Se refiere al transporte de tráiler sobre plataformas de ferrocarril, por lo general para distancias más largas que las que recorren los camiones
Carga en contenedores estándar	Es una pieza de equipo transferible a todos los modos de transportación de superficie, ya que la carga en el contenedor evita el costo de re manejo de unidades pequeñas.

Fuente: Las Autoras 2012

El sistema multimodal se conceptualiza como el conjunto de medios de transporte de un origen a un destino que combina un costo y servicio de dos o más tipos de transporte que busca agilizar la cadena de distribución de los productos dentro del ámbito territorial y en el contexto internacional. Se debe comprender entonces que el servicio intermodal presenta servicios integrados entre los distintos tipos de transporte, como lo es el transporte terrestre.

- Transporte terrestre: El transporte terrestre es una parte indispensable de cada envío local, nacional o internacional. Es un importante eslabón en la cadena de suministro y para este tipo de transporte se utilizan usualmente camiones y una de sus principales funciones es unir el puerto marítimo o la estación del ferrocarril con el punto de origen local o destino final. En otras palabras la mercancía es cargada en las instalaciones del consignatario no en un puerto. El papel del transporte en camiones varía dependiendo de la región en áreas escasamente habitadas los camiones se usan para más para entregas locales.

En el transporte terrestre hay normativas, ya que los camiones deben adherirse

³⁹ Ibid 38

⁴⁰ Truck weight limits, issued an options, special report 225 transportation research board

a las reglas por carretera, además la industria camionera tiene algunas características distintivas. Tiene bajos requisitos de entrada. Cualquiera que pueda pagar un camión (Aún si es alquilado) puede ofrecer servicios de transporte terrestre. De todos los diferentes medios, este tiene los más bajos costos de entrada. Hay relativamente, muchos participantes en este campo, lo que crea un mercado altamente competitivo.⁴¹

Algunas de las flotas de camiones pertenecen a los propios embarcadores, otras son independientes y otras más son propiedad de otras compañías de transporte. Por ejemplo una compañía de carga aérea puede tener su propio camión para hacer entregas locales desde su aeropuerto cada medio de transporte es influenciado por las regulaciones. El transporte terrestre se ve influenciado por los reglamentos locales de cada región, como límite de velocidad, registro y otros más. Esto significa que entre más largo es el viaje se atraviesan más jurisdicciones legales. Algunas características son:

- Los asuntos de seguridad son más importantes son más importantes en el transporte terrestre que en cualquier otro medio, debido a los accidentes que se pueden presentar en la carretera.
 - Capacidad de la carretera: Esta característica es medida por el equivalente de autos de pasajeros (PCE). En carreteras planas un camión sería solamente 1.2 PCE, lo que quiere decir que solo usa 20% más de la capacidad de la carretera que un auto regular. Pero en una carretera montañosa con muchas curvas el mismo camión puede ser 4PCE; lo cual se basa en el número de carriles, ancho del carril, cuestas y otros factores de ingeniería.
 - Tamaño de camiones:
Estándar actual (5 ejes al piso).
Seis ejes la piso. La seguridad aumenta la productividad en un 21 por ciento.
Siete ejes al piso. La seguridad aumenta de la productividad en 48 por ciento.⁴²
 - Leyes sobre el peso: Estas disposiciones existen por razones de seguridad y porque las carreteras solo puede soportar determinado peso. El deterioro de las carreteras está basado en el deterioro de peso por eje, conocido como el estándar equivalente a la carga por eje. El deterioro se reduce exponencialmente, así que el deterioro de un auto es cerca de 1/10000 del que causa un camión. El grosor del pavimento también varía exponencialmente.
 - Los camiones necesitan registrarse. Esto es sencillo cuando el camión se utiliza de modo domestico pero como requisito nacional esto se vuelve muy caro y molesto.⁴³
- a. Características del costo de transporte terrestre: El precio que el responsable de la logística deberá pagar por los servicios de transportación va aunado a las

⁴¹ Ibid 39

⁴² Truck weight limits, issued an options, special report 225 transportation research board.

⁴³ Ibid 40

características y variables de costos de cada tipo de servicios. Debido a que cada servicio tiene distintas características de costos, bajo un conjunto dado de circunstancias existirán potenciales tarifas de un modo que no podrán ser efectivamente igualadas por otros servicios.

- **Costos fijos y variables:** Un servicio de transportación incurre en varios costos, como mano de obra, combustible, mantenimiento, terminales y otros. La mezcla de costos puede dividirse arbitrariamente en aquellos que varían con los servicios o el volumen (Costos variables) y lo que no lo hacen (Costos fijos), sin embargo no existe una asignación precisa entre los costos fijos y variables puesto que se encuentran diversas diferencias entre los tipos de transporte, por lo tanto todos los costos son parcialmente fijos y parcialmente variables.⁴⁴ En la tabla 6 se podrán visualizar algunas diferencias entre los costos fijos y costos variables.

Tabla 6. Costos variables y fijos

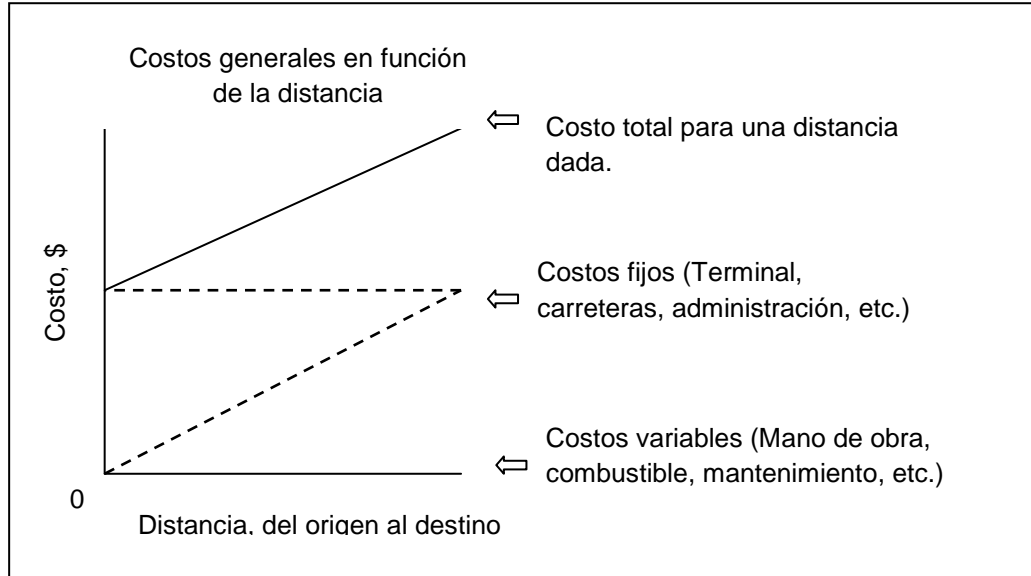
Costos fijos	Costos variables
Adquisición y mantenimiento de carreteras	Costos de transporte de línea
Instalaciones de terminales	combustible
Equipo de transporte	Mano de obra
Administración del transportista.	Mantenimiento de equipo
	Manejo y recolección de entrega

Fuente: Las Autoras 2012

Las tarifas de transportación de línea están basadas en dos dimensiones importantes: Distancia y volumen de envío. En cada caso, los costos fijos y variables se consideran en forma ligeramente distinta. Los costos totales para el servicio varean con la distancia sobre la cual deberá transportarse la carga, esto es de esperar ya que la cantidad de combustible utilizado depende de la distancia recorrida, y la cantidad de mano de obra está en función de distancia tiempo, como se puede observar en la gráfica 1 y 2.

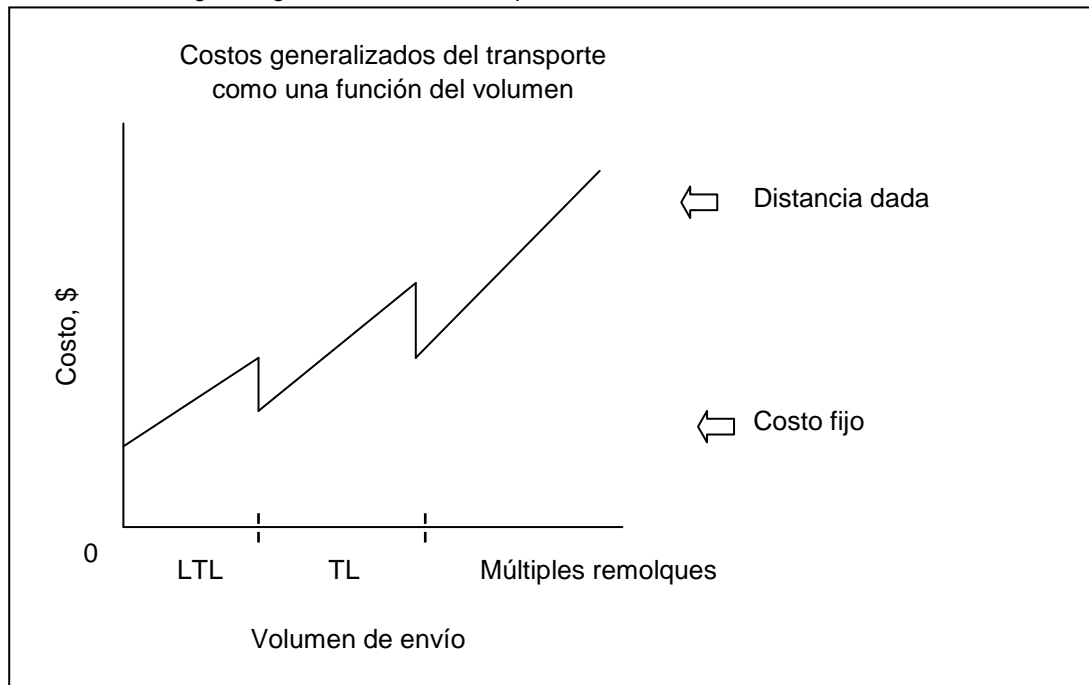
⁴⁴ Ibid 43

Gráfica 1. Costos e ingresos generalizados de transportación terrestre como función de la distancia.



Fuente: BALLOU, Ronal h. logística: Administración de la cadena logística de la cadena de suministro.

Gráfica 2. Costos e ingresos generalizados de transportación terrestre como función del volumen.



Fuente: BALLOU, Ronal h. logística: administración de la cadena logística de la cadena de suministro.

- **Costos Comunes o Conjuntos:** Más allá de la importancia de definir si un costo es fijo o variable se deben determinar cuáles son los costos reales de un envío, y el problema radica en que muchos de los costos son indivisibles. Muchos envíos de diferentes tamaños y pesos se desplazan conjuntamente. No existe una fórmula para la asignación de costos, y los costos de

producción sobre una base de envío individual son altamente juzgados.

Los transportistas rara vez pueden balancear perfectamente el tráfico entre el desplazamiento de ida y el desplazamiento vuelta. A los envíos en la transportación de regreso se les puede asignar una proporción de los costos totales de producir el transporte de regreso.

- b. Perfiles de tarifas: Las tarifas de transporte son los precios que los transportistas por contrato cobran por sus servicios. Las estructuras más comunes de tarifa se relacionan con el volumen, distancia y la demanda.⁴⁵
- Tarifas relacionadas con el volumen: Gran parte del costo de servicio se encuentra relacionado al tamaño del envío, las estructuras de tarifa en general reflejan estas economías, en cuanto a que los envíos con volúmenes consistentemente altos son transportados a menores tarifas que envíos más pequeños. El volumen se refleja en la tarifa de varias formas:
 - Las tarifas pueden cotizarse directo sobre la cantidad enviada, si el envío es pequeño y genera un ingreso igual el envío será gravado con un cobro mínimo.
 - El sistema de clasificación de carga permite cierta bonificación por volumen.
 - Tarifas relacionadas con las distancias: Estas tarifas van desde ser completamente invariables con la distancia hasta variar directamente con ella, con la mayor parte de las estructuras de tarifas entre estos extremos.
 - Tarifas uniformes: Existe una tarifa de transporte para todas las distancias de origen a destino, en el transporte terrestre los costos de transporte de línea son al menos 50% de los costos totales, haría sugerir serios cuestionamientos de discriminación de tarifas.
 - Tarifas proporcionales: Ofrece un acuerdo entre la simplicidad de la estructura de la tarifa y los costos del servicio. Al conocer solo dos tarifas, es posible determinar las demás tarifas para un artículo de consumo mediante la extrapolación de línea recta.
 - Tarifas graduales: El principal motivo para esta estructura es que con mayor distancia del envío, los costos terminales y otros costos fijos se distribuyen sobre más kilómetros
 - Tarifas generales: Son tarifas sencillas que cubren una amplia área en el origen, el destino o ambos.
 - Tarifas relacionadas con la demanda: El usuario da mucho valor a la transportación, por ello, las tarifas no pueden exceder un límite superior si el usuario va a contratar al transportista en cuestión. hay dos dimensiones

⁴⁵ Ibid 44

que sugiere el valor del servicio de transportación para un consignatario: las circunstancias económicas propias del consignatario y los servicios de transportaciones alternativos disponibles.⁴⁶

- Tarifas de transporte de línea: Los precios del transporte pueden ser cobros de servicio especial. Estas tarifas se refieren a los cargos incurridos entre las terminales de origen y destino. Los cargos de servicio especial son los precios de servicios adicionales, como los servicios de terminal, servicios de parada y detención de equipo del transportista. Estas tarifas se pueden clasificar en:
 - Tarifas por producto: Si se cotiza una tarifa, para cada tipo de artículo que se transportan, saldrían infinidad de combinaciones posibles para estos artículos, por tal razón se asignan 31 categorías, y se publican las tarifas para categorías específicas de productos.
 - Tarifas de clase: Esta tarifa está en función de la distancia entre el origen de envío y los puntos de destino así como de otros factores. Para estas distancias se utilizan guías como las: HouseholdGoodsMoversGuid, la Rnad-McNallyMileage Guide y otras guías de kilometraje aceptables tanto para el consignatario c o remitente como para el transportista.
 - Tarifas de contrato: Estas tarifas reflejan varias circunstancias alrededor de un envío individual o de un remitente, como el volumen de los envíos, la dirección del desplazamiento, y el valor general como cliente. las tarifas de contrato tienen como objetivo tener prioridad sobre las tarifas de clase más generales. Están pueden ser tarifas especiales y únicas que reflejan situaciones de envío individuales.
 - Carga de todo tipo: Cuando los transportistas cotizan tarifas para un envío sin importar la clasificación de los artículos que forman el envío, esa tarifa se conoce como tarifa de carga de todo tipo.
 - Por tamaño del envío: Esto depende del tamaño del envío, las tarifas se cotizan en los pesos nacionales y pueden ser diferentes dependiendo del lugar donde el tamaño del envío cae en relación con las cantidades mínimas recomendadas establecidas en la tarifa general.
 - Por ruta: Los transportistas utilizan un cobro de acuerdo a la cantidad desplazada, para calcular los gastos totales de envío.⁴⁷
 - Tarifas diversas: En ocasiones el destinatario está dispuesta a aceptar la posibilidad de mayor retraso en la entrega en comparación con el servicio regular a cambio de menos tarifas. Se le promete al remitente que la entrega se realizara no más tarde de la una fecha determinada. Los transportistas utilizan tales cargas para completar el espacio disponible. Los servicios diferidos se utilizan con mayor frecuencia en la transportación aérea y la marítima.

⁴⁶Ibid 45

⁴⁷ ANAYA, Julio Juan. 2011 Logística integral de transporte de carga. Madrid. Editorial Esic. Volumen 4.

- Cargos por servicio especial: Los transportistas generalmente proporcionan servicios especiales por los cuales se asignan cargos extras. Estos servicios especiales se clasifican como servicios especiales de transporte de línea o como servicio terminal. Solo se analiza los servicios utilizados con mayor frecuencia.
- Servicios de línea especiales: Estos servicios se refieren a la transporte de línea (Al desplazamiento y no a la operación terminal)
 - Desvió y re-consignación: El desvío hace referencia al cambio de destino del envío mientras se encuentra en la ruta. La re-consignación es entonces el cambio de consignatario de un envío, por lo general después de que éste llegó al destino original.
 - Privilegios de transito: Los camioneros establecieron un sistema especial que les permite que los envíos se almacenen antes de desplazarlos a su destino final. Para propósitos de tarifa, un envío se maneja como si se desplazara directo desde un punto de origen hacia un punto destino más un pequeño cobro adicional por la parada. Sin un privilegio como este los consignatarios tendrían que pagar la suma de la tarifa del origen de parada más la tarifa del punto de parada al punto de destino final. Este privilegio claramente reduce las desventajas de ubicación de los procesadores permite que el transportista enfrente mejor la competencia.⁴⁸
 - Protección: Muchos artículos debido a sus características físicas, requieren cierto tipo de protección. Los artículos perecederos requieren refrigeración, congelación, ventilación o calefacción. Los artículos frágiles necesitan mayor espacio o materia de estiba. En este caso los transportistas proveen equipo especial y se ve reflejado en los cargos en la factura.⁴⁹

⁴⁸ANAYA, Julio Juan. 2010. El transporte de mercancía, enfoque logístico de distribución. Madrid. Editorial Esic.

⁴⁹ Ibid 48

1.6.5 Pensamiento sistémico: Según Peter Senge en su libro “La Quinta Disciplina” (Dominio personal, modelos mentales, construcción de una visión compartida y aprendizaje en equipo) esta, se desarrolla como un conjunto con beneficios inmensos integrando en un cuerpo coherente de teoría y de práctica, disciplinas que se ven enfatizadas en el *pensamiento sistémico*.⁵⁰

Así mismo, los modelos mentales enfatizan la apertura necesaria para captar las limitaciones de nuestra manera actual de ver el mundo, el aprendizaje en equipo desarrolla las aptitudes de grupos de personas para buscar una figura más amplia que trascienda las perspectivas individuales. Y el dominio personal alienta la motivación personal para aprender continuamente cómo nuestros actos afectan el mundo. Sin dominio de sí mismas, las personas se afincan tanto en un marco mental reactivo que resultan profundamente amenazadas por la perspectiva sistémica. Finalmente el pensamiento sistémico da una percepción que se tiene de sí mismo y del mundo en un ámbito donde la gente descubre cómo crea su realidad y de esta forma como puede modificarla.⁵¹

En otro contexto, el pensamiento sistémico como forma organizada existe en esta investigación, ya que se poseen actores que interrelacionan entre sí para lograr un fin común donde los patrones investigados darán resultados más claros y ayudaran a la sociedad de una manera eficiente; Se sabe que PIB del transporte a pesos constantes ha oscilado entre el 5 y 6%, para el cual el modo carretero aporta el 75% del valor total del PIB transporte, mientras que el transporte por agua solamente participa con el 2%, el transporte aéreo con el 9% y el restante 14% se le atribuye a los servicios auxiliares y complementarios del sector.⁵²

Por ende se deben construir unos pensamientos para ponerlos a influencias de otros, es decir, desarrollar la intención para que se integren factores en un tiempo determinado dejando grandes beneficios.

Por otro lado, se debe aprender a alcanzar los pensamientos, experimentar con ellos, indagarlos, comentarlos, ponerlos a la vista para que así mismo se manifiesten y realicen un cambio en la sociedad.

⁵⁰SENGE, Peter, 1998: La Quinta Disciplina en la Práctica.

⁵¹Ibid 50

⁵²Ibid 17

1.6.6 Dinámica de sistemas: La dinámica de sistemas es ideada para solucionar problemas concretos, es una herramienta que ayuda indudablemente a la problemática en ámbitos organizacionales, sociales, económicos, logísticos y demás. Principalmente estudiaba dificultades que existían en empresas donde los retrasos de comunicación con la existencia de estructuras de realimentación, dan lugar a resultados indeseables con demasiadas oscilaciones. Esta implantación se produce tanto de una forma más o menos pura, siguiendo lo que podemos denominar la ortodoxia Forresteriana, como, más habitualmente, de forma ecléctica, en simbiosis con otras metodologías de análisis sistémico.⁵³

La dinámica de sistemas trata las interacciones entre los flujos de información, dinero, órdenes, materiales, recursos humanos y equipos dentro de la compañía, industria o economía nacional” caracterizado por:

- a. Manejar un lenguaje que permite expresar las relaciones que se producen dentro de un sistema.
- b. Explica de manera práctica el comportamiento de un sistema.
- c. Comprensión holística del sistema.
- d. No está restringida a sistemas lineales.

Últimamente la dinámica de sistemas va mucho más allá de estudios de casos y teorías, no se restringe a sistemas lineales, hace un avanzado uso de las caracterizaciones no-lineales de los sistemas, estas relaciones por medio de computadoras permiten una simulación de sistemas complejos y así determinar el comportamiento de los mismos.

Los métodos y herramientas que se describirán en este proyecto, eslabones, ciclos, arquetipos, modelación, tienen sus raíces en la dinámica de sistemas, que permite comprender que los procesos complejos de realimentación pueden generar conductas problemáticas dentro de las organizaciones y los sistemas humanos en gran escala.⁵⁴

Así, la dinámica de sistemas opta por acopiar una gran cantidad de bucles de realimentación para llevarlos a un modelo mental donde se desarrollará conceptual, matemática e informáticamente por medio de un software determinado (En este caso Vensim). Una vez realizado dicho procedimiento esta solemne herramienta DS permitirá “perturbar el modelo” dando lugar a la verificación de variables, puntos críticos, probables evoluciones y la resistencia al cambio que puede presentar el sistema a estudiar.⁵⁵

La dinámica de sistemas posee grandes campos de aplicación, desde aspectos

⁵³ Ibid 23

⁵⁴ SENGE, Peter, 1998: La Quinta Disciplina en la Práctica.

⁵⁵ FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics, 2010.

teóricos como la dinámica social⁵⁶ hasta cuestiones de implantación de la justicia.⁵⁷ Actualmente se aplica en economía, políticas públicas, estudios medioambientales, la defensa, ciencias sociales e infinidad de áreas.⁵⁸ Un aparte importante sobre la dinámica de sistemas es que surge de la ingeniería de servomecanismos no de la teoría general de sistemas ni cibernética.

El enfoque de la dinámica de sistemas se refiere a⁵⁹:

- a. Definición de los problemas de forma dinámica, en términos de gráficos a través del tiempo.
- b. La observación de comportamiento de la dinámica importante de un sistema, un enfoque hacia el interior de las características de un sistema que ellos mismos generan o agravan el problema percibido.
- c. Pensando en todos los conceptos en el sistema real como cantidades continuas interconectadas en los bucles de retroalimentación de la información y la causalidad circular.
- d. La identificación de acciones independientes o acumulaciones (Niveles) en el sistema y sus entradas y salidas (Las tasas).
- e. La formulación de un modelo de comportamiento capaz de reproducir, por sí mismo, el problema dinámico de preocupación, expresado en las ecuaciones no lineales, diagramando la captura de la estructura de retroalimentación causal del sistema.
- f. Derivación de entendimientos y puntos de vista de aplicación de la política del modelo resultante.
- g. Los cambios resultantes de la aplicación de modelos basados en interpretaciones y puntos de vista.

Como bien se sabe un sistema busca un fin común integrando todas sus variables, en ocasiones dan resultados indeseables y cuando estos mismos continúan después de algunas mejoras se dice que existe una resistencia. En cuanto a esto Forrester dio pie a la sistematización de comportamiento de sistemas en términos de bucles de realimentación.

- Metodología de la dinámica de sistemas: Aquí nos encargaremos de analizar las relaciones de las variables del sector transportador de carga y del comportamiento que tienen para el sistema donde el resultado de una de las partes influye sobre las otras, es decir, los cambios que se presentan van a alterar el sistema y así alcanzar una visión de la realidad.

⁵⁶ HANNEMAN, R.A. Computer-assisted Theory Building, 2008

⁵⁷ JACOBSEN, C. y R. Bronson, Simulating Violators, ORSA, 1985.

⁵⁸ System Dynamics Society, 2010.

[Internet] http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&rurl=translate.google.com.co&u=http://www.systemdynamics.org/what_is_system_dynamics.html#overview, Consultado el 30 de Septiembre de 2011.

⁵⁹ Ibíd 58

Al analizar un sistema se prevé el estudio de este de una forma conceptual y así identificar las partes que lo conforman, no obstante este simple análisis no es significativo ya que no se podrá solucionar el problema dispuesto al reconocer dichas partes; para llegar a resultados beneficiosos se es necesario saber cómo están interrelacionadas sus piezas, es decir, saber cuál es la síntesis del sistema a estudiar. Para llegar a lo anteriormente mencionado se debe seguir un proceso como el siguiente:

a. Identificación del problema y análisis del comportamiento: La clave para comprender los sistemas complejos es la generalización, por lo que el proceso debe comenzar por definir y delimitar los límites del sistema de acuerdo a la pregunta o preguntas específicas para las que se busca una respuesta.⁶⁰

Siendo así se debe iniciar a seleccionar variables y datos que interfieran en el sistema a lo largo del tiempo de estudio del mismo (Sector transportador de carga) las cuales ayudaran a caracterizar los comportamientos (Modos de referencia) y a definir las limitaciones, mostrando una evolución en cuanto a las variables.

Los modos de referencia son representaciones gráficas de los patrones de comportamiento de las variables clave a lo largo del tiempo. Estos comportamientos se pueden graficar de forma que se muestre tanto al pasado como al futuro, expresando lo que se percibe, lo que se teme o lo que se desea que suceda. Normalmente se dibuja la variable en el eje de ordenadas, mientras que en el eje de abscisas se representa el tiempo; aunque en ocasiones puede ser interesante mostrar la relación entre variables del modelo. Son útiles para identificar la estructura subyacente del modelo, para la identificación de ciclos de realimentación y como complemento a las descripciones verbales del comportamiento.⁶¹

b. Moldeo cualitativo o causal del sistema: En esta parte de la metodología DS se definen los dominios que se tienen los elementos del sistema; se representan las relaciones de influencia que se dan entre los elementos del sistema y por lo tanto permite conocer la estructura del mismo.⁶² Las relaciones entre las variables se representan mediante una flecha así:

A → **B**; es decir; A influye sobre B

⁶⁰ Tesis MORLÁN Iñaki. Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria, por Santa Catalina. [Internet] http://www.argitalpenak.ehu.es/p291-ontent/es/contenidos/informacion/se_indice_tesctpdf/es_tesctpdf/adjuntos/MORLAN.pdf. Consultado el 1 de Octubre de 2011.

⁶¹ Ibid 60.

⁶² Modelado en Dinámica de Sistemas [Internet]. [http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20\(ppt\)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf](http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20(ppt)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf), Consultado el 1 de Octubre de 2011.

Existen dos tipos de influencias:

+
A → **B**; Esta es una influencia positiva, queriendo decir, que ambas variables se encuentran en el mismo sentido; si A aumenta B también lo hará, o viceversa.

-
A → **B**; Aquí se demuestra la influencia negativa, variación en sentido contrario; a un ascenso de A será un descenso de B.

El desarrollo del diagrama causal es un proceso que implica la realización de⁶³:

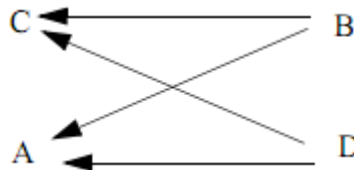
- Observaciones sobre el sistema
- Discusiones con especialistas
- Análisis sobre datos del sistema

Para realizar este proceso es necesario de la elección de variables para representar el sistema, evaluación cualitativa de las relaciones de los elementos y por último la construcción del diagrama causal.

Según la estructura de diagramas existen algunos tipos:

- Abiertos o simples⁶⁴: En la figura 6 se observa un ejemplo de diagrama causal abierto.

Figura 6. Diagrama Causal Abierto



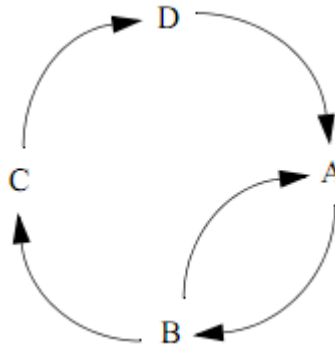
Fuente: Modelado en Dinámica de Sistemas 2012.

⁶³ GINER, María Elena.2011.Transporte de carga, estructura de mercado y costos. Universidad Nacional de Cuyo.

⁶⁴ Ibid 63.

- Cerrados, complejos o bucles de realimentación⁶⁵: En la figura 7 se visualiza un ejemplo de diagrama causal cerrado para su comprensión gráfica.

Figura 7. Diagrama Causal Cerrado



Fuente: Modelado en Dinámica de Sistemas 2012.

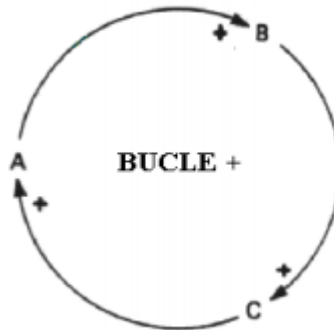
- Bucles de realimentación: Los llamados bucles de realimentación instituyen un proceso dinámico que se mueve por medio de vínculos causales a través de variables que indican la causa inicial. Un bucle de realimentación es el grupo de variables interconectadas por relaciones causales o de influencias (Positivas o negativas), que forman un camino cerrado que comienza en una variable inicial y que acabe en la misma variable.⁶⁶ Los Bucles de realimentación se representan de dos formas:
- Bucles de realimentación positiva: Los bucles de realimentación positiva son aquellos que cuando sus elementos varían se propagan marcando esta variación, la cual puede ser una disminución como un incremento, es decir, representa un proceso en el que un estado determina una acción, que a su vez refuerza este estado, y así indefinidamente.⁶⁷ Este tipo de Bucle posee un número par de relaciones negativas o todas sus relaciones deberán ser positivas como se muestra en la figura 8.

⁶⁵ Modelado en Dinámica de Sistemas [Internet]
[http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20\(ppt\)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf](http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20(ppt)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf), Consultado el 1 de octubre de 2011.

⁶⁶ Ibid 64

⁶⁷ ARACIL, Javier. Dinámica de Sistemas, 1995.

Figura 8. Bucle de realimentación positiva

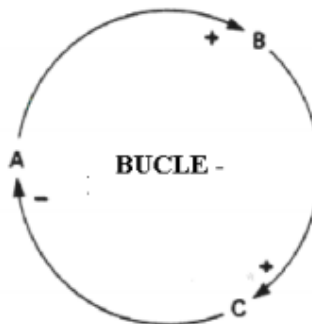


Fuente: Modelado en Dinámica de Sistemas 2012.

- Bucle de realimentación negativa: Los bucles de realimentación negativa son aquellos que cuando una variación de algún elemento se transfiere alrededor del bucle el cual produce un efecto que compensa la variación inicial, definido de otra forma se puede decir que un bucle de realimentación negativa tiene la notable propiedad de que si, por una acción exterior, se perturba alguno de sus elementos, el sistema, en virtud de su estructura, reacciona tendiendo a anular esa perturbación.⁶⁸

Por otro lado se dice que genera un comportamiento de equilibrio y también son denominados bucles que estabilizan los sistemas. Este tipo de realimentaciones negativas existen si contienen un número impar de relaciones negativas como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Bucle de realimentación negativa



Fuente: Modelado en Dinámica de Sistemas 2012.

Con estas explicaciones no se quiere dar a entender que un diagrama causal este conformado por un único bucle de realimentación, un diagrama causa más bien encierra varios tipos de bucles de realimentación que interaccionan entre sí por medio de las relaciones de causalidad; esto produce respuestas al sistema complejo llegando a la búsqueda de objetivos.

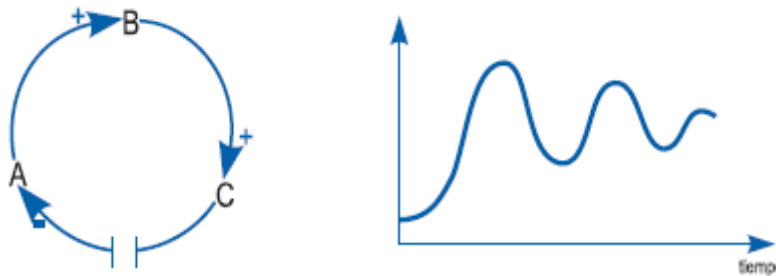
⁶⁸Ibid 67

- Retrasos: Además de conocer las influencias que contribuyen en el sistema es necesario distinguir aquellas que tardan un tiempo en manifestarse, es decir, en un sistema existen influencias denominadas retrasos, las cuales tienen gran predominio en la conducta del sistema a estudiar.

La dinámica de sistemas acepta la existencia de los retardos y en el proceso de modelado y simulación se distingue entre relaciones de influencia que se producen de forma más o menos instantánea y relaciones de influencia que tardan un cierto tiempo en manifestarse.⁶⁹

En los bucles de realimentación positiva encontramos que los retardos influyen en que el crecimiento no se origine en el tiempo que se espera, en cambio en los bucles de realimentación negativa, pueden existir variaciones drásticas como acercarse al punto de equilibrio o por lo contrario que sus respuestas sobrepasen hacia arriba o hacia abajo haciendo así que el sistema posea las llamadas oscilaciones. De aquí es donde parte Jay W. Forrester para inferir que el tipo de oscilaciones de una empresa se presentaba en los retrasos de transmisión de la información dando orígenes a la Dinámica de Sistemas (DS), un ejemplo de esto se visualiza en la figura 10.

Figura 10. Bucle de realimentación negativa con un retraso y comportamiento correspondiente.



Fuente: Dinámica de Sistemas, Javier Aracil 2012.

En el sector transportador de carga existen retrasos en casi toda la cadena logística, ya que si las fuentes no llevan a tiempo la mercancía para que esta sea embalada y llevada en las condiciones deseadas y adecuadas a determinados destinos existirá un retardo y ligado a este el incumplimiento a los clientes; sin embargo esto no es la única variable que puede ocasionar demoras en dicha cadena, se pueden nombrar diferentes tipos de acontecimientos para que el modelo logístico no cumpla con sus expectativas todo esto enmarcado en el tiempo y el espacio.

⁶⁹ROBUSTE Antón, 2009. Logística del transporte. Italia. Volumen 3 traducido al español.

Algunos retardos estratégicos tienen consecuencias serias y a veces desastrosas. La lentitud de los resultados hace que se actúe con precipitación lo que suele conducir a una oscilación del sistema. Esta falta de conciencia de los retardos sistémicos es lo que hace que los líderes tomen decisiones erróneas o que intervengan innecesariamente y de forma perjudicial.⁷⁰

- c. Modelo cuantitativo: Como se ha podido identificar un diagrama causal no es suficiente para la estructuración de un sistema complejo como es este caso, por lo cual es necesario identificar el tiempo y la dimensión de cada variable. En este paso de la metodología dinámica de sistemas es necesario disponer del modelo cuantitativo para llevarlo a la simulación donde se el diagrama causal se deberá transcribir a un diagrama de Forrester donde se obtendrán una serie de ecuaciones matemáticas que ayudaran a una visión más clara sobre el comportamiento del sistema.
- d. Diagrama Forrester: El diagrama Forrester también es llamado diagrama de niveles y flujos es una herramienta específica del modelado de Dinámica de Sistemas es básica para el estudio de los sistemas complejos, mediante la búsqueda de relaciones del subsistema.

Los diagramas Forrester usan una representación simbólica de las variables de nivel, flujo y auxiliares de un diagrama causal una vez identificadas y constituye un paso intermedio entre el diagrama causal y el sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden que le corresponde.⁷¹

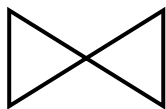
A continuación se hará referencia a los elementos básicos que poseen los Diagramas Forrester o Diagramas de niveles y flujos:



Nube (Fuente o sumidero)



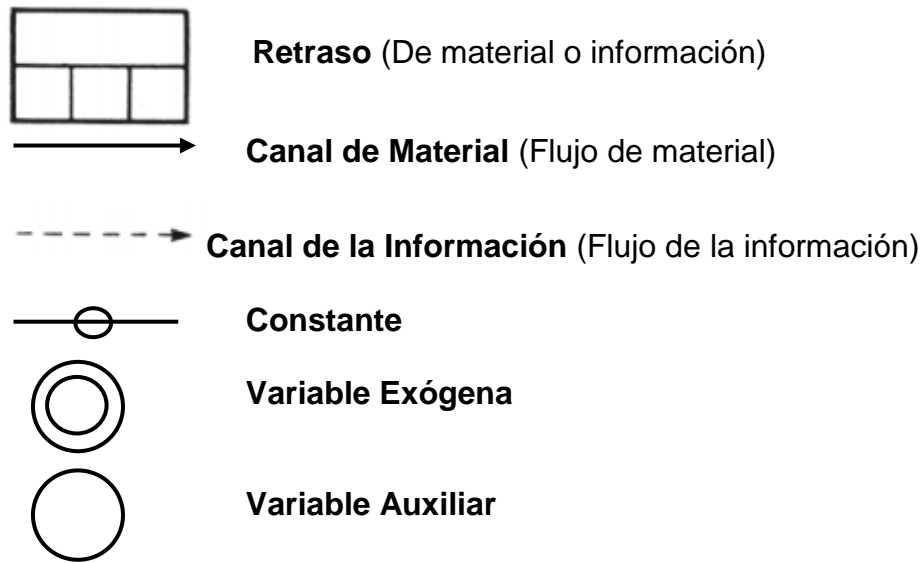
Nivel



Regulador de Flujo

⁷⁰ibid 64

⁷¹ Modelado en Dinámica de Sistemas [Internet]
[http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20\(ppt\)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf](http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20(ppt)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf), Consultado el 01 de octubre de 2011.



Al conocer los tipos de elementos considerados en un Diagrama Forrester es necesario caracterizar las variables que se poseen de la siguiente forma:

- **Variables de Nivel:** Son las variables de estado del sistema, y generan información en las que se basan las acciones y las tomas de decisiones.⁷² Acumulan material a través de los canales de material, los cuales son controlados por las válvulas. Una característica común a las variables de nivel es que cambian lentamente en respuesta a las variaciones de otras variables, en concreto de las variables de flujo⁷³ (Ver figura 11).

Para definir estas variables de nivel Forrester las asocia con ecuaciones matemáticas de cálculo diferencial teniendo en cuenta que los niveles acumulan sus flujos, por tanto, un nivel será la integral de sus flujos. A cada nivel $N(t)$ se le puede asociar un flujo de entrada $F_e(t)$ y salida $F_s(t)$, de acuerdo con:

Fórmula 1. Ecuación de Nivel

$$N(t) = N(t_0) + \int_{t_0}^t (F_e - F_s) dt$$

Fuente: Diagramas de Forrester "El diagrama característico de la Dinámica de Sistemas

⁷²ibid 70

⁷³ Diagramas de Forrester "El diagrama característico de la Dinámica de Sistemas" [Internet]. <http://www.youblisher.com/p/44894-Please-Add-a-Title/>. Consultado el 1 de octubre de 2011.

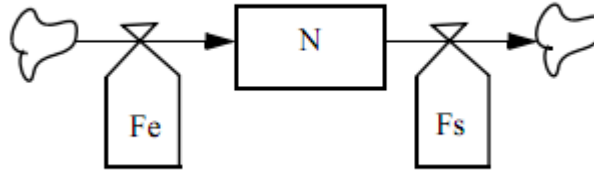
Derivándola de tal modo que;

Fórmula 2. Derivada de la ecuación de nivel

$$\frac{dN}{dt} = F_e - F_s$$

Fuente: Diagramas de Forrester "El diagrama característico de la Dinámica de Sistemas

Figura 11. Diagrama Forrester con una ecuación de Nivel



Fuente. Modelado en Dinámica de Sistemas 2012.

- Variables de flujo: Estas variables definen el comportamiento del sistema, son las derivadas de los niveles con respecto al tiempo. Las ecuaciones dependen de la información que las válvulas reciben del sistema y del entorno las cuales son transmitidas por medio de los canales de información.

Los flujos se asocian a una ecuación llamada ecuación de flujo o función de decisión, en la cual pueden interactuar como variables de entrada los niveles, auxiliares y constantes de este modo:

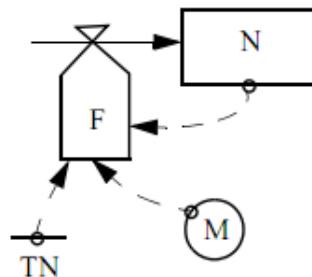
Fórmula3. Ecuación de Flujos

$$F(t) = TN * M(t) * N(t)$$

Fuente: Diagramas de Forrester "El diagrama característico de la Dinámica de Sistemas

Identificando a TN como el flujo normal constante, M (t) multiplicador del flujo normal y N (t) el nivel. En el diagrama Forrester se observaría como se muestra en la figura 12:

Figura 12. Diagrama Forrester con una ecuación de Flujo



Fuente: Modelado en Dinámica de Sistemas 2012.

En general el multiplicador de flujo normal es producto de k multiplicadores M_i cada uno función de una variable V_i así:

Fórmula 4. Multiplicador de flujo normal

$$M(t) = M_1(V_1(t))M_2(V_2(t)) \dots M_n(V_n(t))$$

Fuente: Diagramas de Forrester "El diagrama característico de la Dinámica de Sistemas

Cada M_i establece la contribución de la variable en la acción a tomar que define el flujo $F(t)$, con, siendo el valor normal de, que en general será variable de nivel o variable auxiliar. A todo nivel se le asocia al menos una variable de flujo. Por otro lado, las variables de flujo tienen como entradas exclusivamente variables de nivel, variables auxiliares o variables exógenas y nunca se podrán conectar entre sí. Las unidades de medida de un flujo han de ser consistentes con las variables que relaciona, en general unidad de flujo= unidad de nivel/tiempo.⁷⁴

- Variables auxiliares: Representan pasos en los que se descompone el cálculo de una variable de flujo a partir de los valores tomados por los niveles. El propósito del uso de las variables auxiliares está en facilitar la comprensión y definición de las variables de flujo ya que las variables auxiliares suelen representar en sí mismas conceptos individuales.⁷⁵

En ocasiones las variables auxiliares determinan cálculos que determinan directamente el comportamiento de un nivel lo cual concibe la idea del poco sentido para la utilización de flujos y sobre todo cuando cambian los flujos de información.⁷⁶

- Modelado del sistema: En este apartado se hará referencia a la forma de representación del sistema y así determinar la evolución a lo largo del tiempo por medio de las ecuaciones antes conceptualizadas las cuales serán ingresadas en un computador obteniendo un modelo informático de dicho sistema y experimentar el comportamiento del mismo.

El proceso de modelado consiste en el conjunto de operaciones mediante el cual, tras el oportuno estudio y análisis, se construye el modelo del aspecto de la realidad que nos resulta problemático. Este proceso, consiste, en esencia, en analizar toda la información de la que se dispone con relación al proceso, depurarla hasta reducirla a sus aspectos esenciales, y re-elaborarla de modo que pueda ser transcrita al lenguaje sistémico que estamos viendo.⁷⁷

⁷⁴ Modelado en Dinámica de Sistemas [Internet]. [http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20\(ppt\)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf](http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20(ppt)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf). Consultado el 1 de octubre de 2011.

⁷⁵ Ibid 74.

⁷⁶ Diagramas de Forrester. "El diagrama característico de la Dinámica de Sistemas" [Internet]. <http://www.youblisher.com/p/44894-Please-Add-a-Title/>. Consultado el 1 de octubre de 2011.

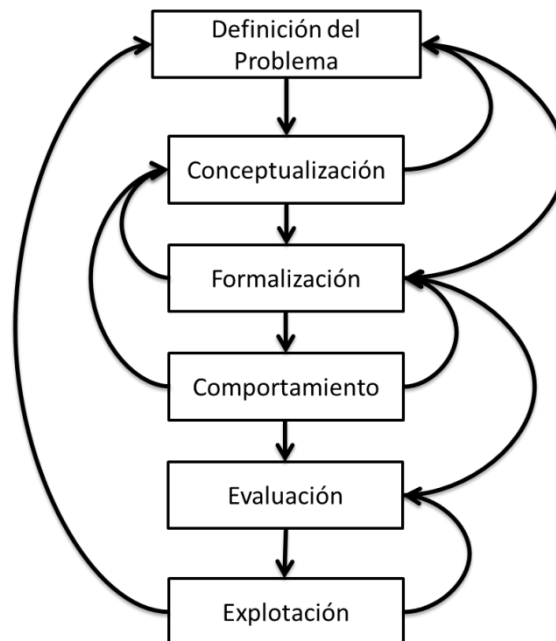
⁷⁷ Ibid 68

Siguiendo cada una de las fases mencionadas en el apartado anterior, se formaliza el modelo pretendiendo convertir el diagrama de influencias en el de Forrester con el cual se obtendrán ecuaciones las cuales se disponen para que el sistema sea simulado y así determinar las trayectorias que genera, luego se evaluara el modelo realizándole una serie de ensayos y análisis para evaluar su validez y calidad.

Estos análisis son muy variados y comprenden desde la comprobación de la consistencia lógica de las hipótesis que incorpora hasta el estudio del ajuste entre las trayectorias generadas por el modelo y las registradas en la realidad. Así mismo, se incluyen análisis de sensibilidad que permiten determinar la sensibilidad del modelo, y por tanto, de las conclusiones que se extraigan de él, con relación a los valores numéricos de los parámetros que incorpora o las hipótesis estructurales, finalmente se analizan políticas posibles para aplicarlas al sistema estudiado y así determinar situaciones a las que se debe enfrentar realmente el sistema.⁷⁸

En la figura 13 se muestra la secuencia que debe tener el sistema para llevar a cabo el modelado del mismo teniendo en cuenta que en cualquiera de sus fases necesita de la anterior para poder completarse y así tomar decisiones que nos lleven a la optimización del mismo.

Figura 13. Fases de modelado



Fuente: Dinámica de Sistemas, Javier Arcacil 2012.

- Simulación del modelo: Como ya se ha mencionado el modelo tiene una

⁷⁸Ibid 77.

serie de ecuaciones matemáticas las cuales serán programadas en un computador, es decir, una simulación del sistema la cual requiere herramientas informáticas adecuadas, en este caso se utilizara el software Vensim el cual permite documentar automáticamente el modelo según se va construyendo, y crea árboles que permiten seguir las relaciones de causa efecto a lo largo del modelo. Está dotado de instrumentos para realizar análisis estadísticos.⁷⁹

- **Análisis de sensibilidad:** Como es bien sabido en el manejo de dinámica de sistemas se integra información de tipo cualitativo y cuantitativo lo que puede producir problemas de imprecisión, también se precisa que maneja modelos dinámicos complejos que pueden ser difíciles de entender. Para que estos inconvenientes sean fáciles de superar se llega al análisis de sensibilidad el cual consiste en un estudio sistemático de cómo afectan a las conclusiones de un modelo las posibles variaciones en los valores de los parámetros y en las relaciones funcionales que incluye.⁸⁰

Esto se puede llevar a cabo modificando valores numéricos a los parámetros del sistema, es decir, incrementando o disminuyendo estas variables y así observar cómo se afecta el modelo establecido. Existen otros tipos de análisis de sensibilidad como el asociado con el modelo Montecarlo.

Este análisis es esencial para la evaluación permitiendo dar respuesta a cuestiones como en qué medida el modelo es insensible a variaciones en su estructura y por tanto resulta robusto, y por otra parte cuales son los puntos máximos de sensibilidad de dicho sistema y así tomar decisiones para ser aplicadas a la realidad si es posible.

- **Análisis de escenarios:** Las variables del sistema en la realidad están siempre interrelacionadas y para tener la confiabilidad que el modelo es beneficioso se debe comprobar la potencia y los cambios que el entorno produce en el modelo por medio del análisis de una serie de escenarios posibles y representativos.

En el modelado del sistema se debe llevar el modelo a extremos que pueden existir en la realidad, y así descubrir defectos del modelo y fijarse en estas para tener una mayor comprensión de este. Incorporar al modelo el conocimiento sobre condiciones extremas mejora la comprensión y utilidad del mismo y, por ende, su confianza.⁸¹

⁷⁹ FLORES, Ortiz. 2007. Importancia de la incorporación temprana a la investigación científica en La Universidad de Guadalajara, México.

⁸⁰ Ibíd 79.

⁸¹ STERN, Louis W. Canales De Comercialización 5 edición, Pearson Educación, 1999-496 páginas, página 12

Este análisis conlleva a pre-visualizar posibles futuros y a tomar decisiones frente a estos facilitando el desarrollo de estrategias a diferentes circunstancias del sistema.

- Explotación del modelo: Todo el proceso mencionado se realiza con el fin de ayudar a resolver problemas que se presentan en determinados sistemas, en este caso el sector transportador de carga caso Bogotá-Buenaventura, es así como la explotación del modelo se vale de él para resolver el inconveniente a estudiar, esta explotación se puede observar en diferentes formas tales como predecir con exactitud valores que tomaran algunos parámetros en un tiempo determinado del futuro, por otra parte si el modelo no da la precisión específica para la previsión de futuros se analizan las tendencias de evolución de dichos parámetros y finalmente se puede analizar el comportamiento de dicho sistema para el aprendizaje o si es posible para ajustarlo y observar beneficios reales.

1.7 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se dará a conocer el vocabulario sobre el tema de la investigación a realizar para una mayor comprensión.

- Agentes: Existen varias agencias que ofrecen servicios de transportación a quienes requieren realizar envíos pero que o cuentan con equipo de transporte de línea o es de baja escala.⁸²
- Bucle de realimentación: Cadena cerrada de acciones elementales entre los elementos de un sistema, se tiene constancia de sistemas cuya dinámica incluye esta estructura.⁸³
- Cadena de abastecimiento: Proceso de unir a las compañías proveedoras y usuarias. Desde la concesión de la materia prima, hasta el consumo final del producto terminado.⁸⁴
- Cadena de suministro: Es una red de instalaciones y medios de distribución que tiene por función la obtención de materiales, transformación de dichos materiales en productos intermedios y productos terminados y distribución de estos productos terminados a los consumidores.⁸⁵
- Canales de flujo: Un conjunto de funciones que los miembros del canal realizan de manera secuencial.⁸⁶

⁸² TERRADO, Alejandro Ariel, la cadena de suministro el cid editos- ciencias económicas y administrativas 2007 ISBN: 11475780 paginas 38 argentina

⁸³ Modelado en Dinámica de Sistemas [Internet]
[http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20\(ppt\)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf](http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20(ppt)/Document%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf). Consultado el 1 de octubre de 2011.

⁸⁴ MUÑOZ, Rubén Darío. Diccionario de logística y negocios internacionales: Ecoediciones. Segunda edición. Bogotá 2005 ISBN: 958-64-8405-x

⁸⁵ TERRADO, Alejandro Ariel, la cadena de suministro el cid editos- ciencias económicas y administrativas 2007 ISBN: 11475780 paginas 38 argentina

⁸⁶ STERN, Louis W. Canales De Comercialización 5 edición, Pearson Educación, 1999-496 páginas, página 12

- Comportamiento sistémico: Representación gráfica del conjunto de trayectorias que describen los cambios que sufren a lo largo del tiempo las variables asociadas a un sistema.⁸⁷
- Constantes: Son magnitudes fijas que se ven reflejadas en el sistema, una de sus características es que se suponen inalterables a lo largo del período o intervalo de estudio del sistema⁸⁸.
- Costos de producción: Costes de gestión de inventarios: Referentes a costes de conservación, costes de riesgo, costes financieros y costes de gestión.⁸⁹
- Desplazamiento de ida: Es la dirección del tráfico pesado.
- Desplazamiento de regreso: Desplazamiento del tráfico ligero.⁹⁰
- Dinámica: Oposición a estática, expresa el carácter cambiante de aquello que adjetivamos con esta expresión. Por otra parte, el término dinámico tiene una connotación no sólo de cambio, sino de la fuerza, de la determinación, que lo engendra.⁹¹
- Discrepancia: Cuando dos mediciones de la misma cantidad se hallan en desacuerdo, decimos que existe una discrepancia. Numéricamente, definimos la discrepancia entre dos mediciones como su diferencia.⁹²
- Economías de escala: Mercados más amplios crean costos más bajos de producción. Con el volumen más grande proporcionado por estos mercados se puede hacer uso más intenso de las instalaciones productivas, y en consecuencia la especialización de la mano de obra. Además, el transporte de bajo costo también permite la descentralización de los mercados y sitios de producción. Esto proporciona un grado de libertad de elegir sitios de producción de tal forma que la producción pueda ubicarse donde exista una ventaja geográfica.⁹³
- Estado: Información concerniente a un sistema a partir de la cual se puede predecir su futura evolución. En los modelos de dinámica de sistemas el estado viene representado por el conjunto de variables de nivel.⁹⁴
- Estructura: Según el Pensamiento sistémico, es la configuración de interrelaciones entre los componentes claves del sistema.⁹⁵
- Fletes: En los países que poseen abundante flota mercante o que tienen un movimiento muy activo de carga marítima o fluvial, el comercio de fletes es uno de los más importantes y se cotizan en bolsa como los títulos y documentos

⁸⁷ Ibid 78.

⁸⁸ Ernesto A. Lagarda L. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Bogotá Colombia, Junio 2006

⁸⁹ Estudio sistémico del sector de transporte terrestre de carga en Colombia – caso servientrega (tesis de grado) universidad del rosario

⁹⁰ DOUGLAS Long, logística internacional: administración de la cadena de abastecimiento. editorial limusa, México 2008 isbn:978-968-186581-8

⁹¹ Ibid 87

⁹² Concepto de Discrepancia [Internet]. http://arfiexp.tripod.com/manual_de_laboratorio7.htm. Consultado el 2 de octubre de 2011.

⁹³ Ibid 90

⁹⁴ ARACIL, Javier. Dinámica de Sistemas, 1995.

⁹⁵ Ernesto A. Lagarda L. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Bogotá Colombia, Junio 2006

- negociables.⁹⁶
- Flujo: Elementos que provocan aumento o disminución (Cambio) en un tiempo determinado, la presencia de flujo indica movimiento de material.
 - Logística: Precisamente la logística coordina y planifica diferentes actividades con el objeto de que el producto llegue a su usuario final en el tiempo, forma adecuada y al menor costo y efectividad posible.⁹⁷
 - Modelo: Un modelo es una representación de algún equipo o sistema real. El valor de un modelo surge cuando éste mejora nuestra comprensión de las características del comportamiento en forma más efectiva que si se observará el sistema real.⁹⁸
 - Modelo dinámico: Son una representación de la conducta dinámica de un sistema, los modelos dinámicos aplican sus ecuaciones considerando cambios de tiempo. Se usa para predecir la probabilidad y las consecuencias de ocurrencia.⁹⁹
 - Nivel: Proceso de acumulación en la dinámica de un sistema.¹⁰⁰
 - Optimizar la gestión de recursos: Mantenimiento de un nivel adecuado de materiales.¹⁰¹
 - Peaje: Se denomina peajeal(Regreso) que se efectúa como derecho para poder circular por un camino.¹⁰²
 - Proveedores: Hacen posible la ejecución de acciones en pro de la continuidad de la compañía. Por ejemplo, los proveedores de camiones para el transporte de mercancía, elementos de empaque, uniformes para los empleados y demás implementos necesarios para el ejercicio de la razón social.¹⁰³
 - Realimentación: Proceso en virtud del cual se recibe continuamente información con relación a los resultados de las acciones previamente tomadas, de modo que a partir de esa información, y de los objetivos propuestos, se adoptan las decisiones con relación a las futuras acciones a tomar. La estructura de influencias correspondiente es circular. Se emplea también, aunque incorrectamente, el término «retroalimentación».¹⁰⁴
 - Relación causal: Relación entre dos o más variables provocando que el sistema reaccione y genere un comportamiento en el tiempo.¹⁰⁵
 - Retraso: Retardo o demora en la transmisión de información entre las diferentes variables del sistema.
 - Simulación: La simulación involucra el diseño de modelos de un sistema,

⁹⁶ Ibid 93

⁹⁷ Problemática y posibilidades del sistema de transporte de carga en Colombia, 2007.

⁹⁸ Ibid 95

⁹⁹GINER, María Elena.2011.Transporte de carga, estructura de mercado y costos. Universidad Nacional de Cuyo

¹⁰⁰ Ibid 94

¹⁰¹ Problemática y posibilidades del sistema de transporte de carga en Colombia, 2011.

¹⁰² Definición de Peaje. [Internet]. <http://es.thefreedictionary.com/peaje>, Consultado el 2 de Octubre de 2011.

¹⁰³ Estudio Sistémico del Sector de Transporte Terrestre de Carga en Colombia – Caso Servientrega (Tesis de Grado) Universidad del Rosario, 2009.

¹⁰⁴ ARACIL, Javier. Dinámica de Sistemas, 1995.

¹⁰⁵Ernesto A. Lagarda L. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Bogotá Colombia, Junio 2006

llevando a cabo experimentos en él.¹⁰⁶ Proceso mediante el cual se implanta en un computador un modelo matemático de un cierto aspecto de la realidad.¹⁰⁷

- Sistema: Encierra un modo de pensar como un todo, como una totalidad, lo que vemos formado de partes relacionadas entre sí y con otras partes que forman el ambiente externo, ligadas por relaciones, procesos, intercambios, que dependen tanto de las relaciones internas, como de las relaciones con el ambiente exterior.¹⁰⁸
- Tasa: Las tasas son contribuciones económicas que hacen los usuarios de un servicio prestado por el estado. La tasa no es un impuesto, sino el pago que una persona realiza por la utilización de un servicio, por tanto, si el servicio no es utilizado, no existe la obligación de pagar.¹⁰⁹
- Tiempo de tránsito: Asignación que es asumida en cualquier orden, para el movimiento de artículos desde una operación hacia la próxima.¹¹⁰
- Transporte: El transporte es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de objetos o personas (Contenido) de un lugar (Punto de origen) a otro (Punto de destino) en un vehículo (Medio o sistema de transporte) que utiliza una determinada infraestructura (Red de transporte). Esta ha sido una de las actividades terciarias que mayor expansión ha experimentado a lo largo de los últimos dos siglos, debido a la industrialización; al aumento del comercio y de los desplazamientos humanos tanto a escala nacional como internacional; y los avances técnicos que se han producido y que han repercutido en una mayor rapidez, capacidad, seguridad y menor coste de los transportes.¹¹¹
- Transporte de línea: Es la que está sujeta a los itinerarios, frecuencias de escalas, tarifas y condiciones de tráfico previamente establecidas con la finalidad de servir al tráfico de mercancías.¹¹²
- Transporte terrestre: El transporte terrestre es aquel cuyas redes se extienden por la superficie de la tierra. Sus ejes son visibles, debido a que están formados por una infraestructura construida previamente por la que discurren las mercancías y las personas. Así pues existen redes de carreteras, caminos, ferrocarriles y otras redes especiales (Eléctricas, de comunicaciones, oleoductos y gaseoductos). Denominamos flujo al tráfico que circula por la red de transporte, mientras que la capacidad es el flujo máximo que es capaz de absorber la red.

¹⁰⁶ Ibid 105.

¹⁰⁷ Ibid 100.

¹⁰⁸ Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 1, 2005.

¹⁰⁹ Discrepancia [Internet]. http://arfiexp.tripod.com/manual_de_laboratorio7.htm. Consultado el 2 de octubre de 2011.

¹¹⁰ RUBENDARÍO MUÑOZ Z, LUIS ANÍBAL MORA G. diccionario de logística y negocios internacionales. Ecoediciones. Segunda edición. ISBN: 958-64-8405-x, 2005.

¹¹¹ Estudio Sistémico del Sector de Transporte Terrestre de Carga En Colombia – Caso Servientrega (Tesis de grado) UNIVERSIDAD DEL ROSARIO, 2009.

¹¹² Manual del derecho mercantil, Adolfo Ruiz de Velasco y del Valle, universidad pontificia de comillas 2007-1227paginas página 1170, 2008.

- Variable: Atributo de un sistema al que se puede asociar una medida mediante un número real y cuyo valor puede cambiar a lo largo del tiempo.¹¹³
- Variables Auxiliares: Representan pasos o etapas en que se descompone el cálculo de una variable de flujo a partir de los valores tomados por los niveles. Unen los canales de información entre las variables de flujo y las variables de nivel.¹¹⁴
- Variable Exógena: Las variables exógenas son aquellas que se encuentran en el modelo sistémico y lo afectan; pero estas no son afectadas dentro del sistema.
- Velocidad: Es la capacidad de ir desde el punto de origen hasta el destino tan rápido como se pueda.¹¹⁵

¹¹³ Ibid 107

¹¹⁴ Ernesto A. Lagarda L. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Bogotá Colombia, Junio 2006.

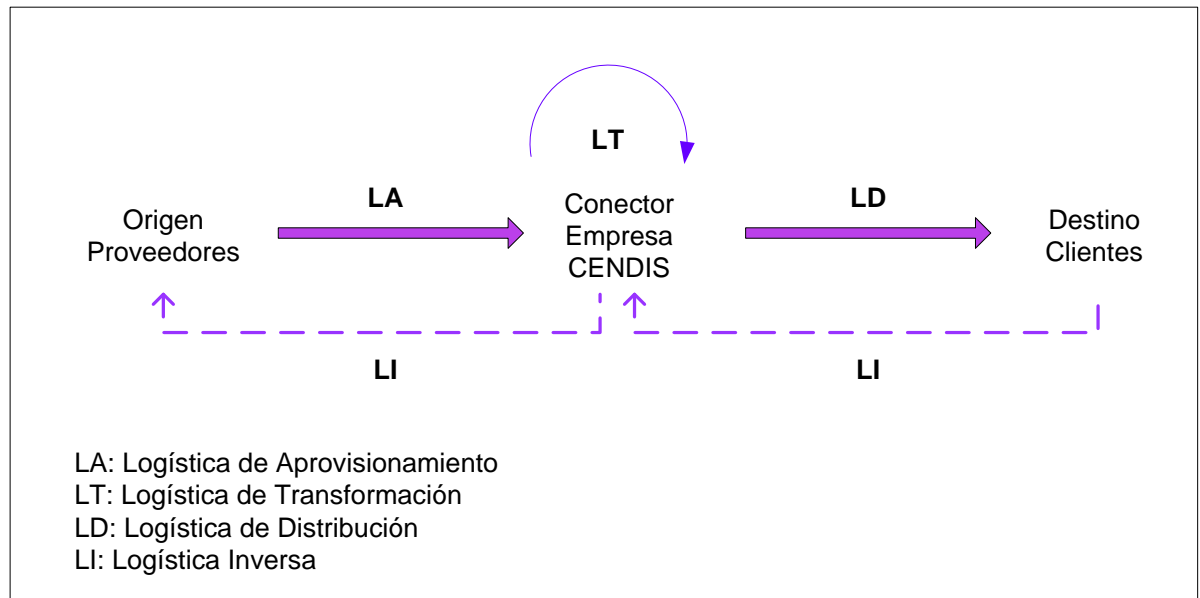
¹¹⁵ ROBUSTE Antón, 2009. Logística del transporte. Italia. Volumen 3 traducido al español.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 LOGÍSTICA DEL SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA EN COLOMBIA

2.1.1 Red logística: La red de cadena de suministro cumple un papel importante en el transporte de carga enfocado en (Bogotá-Buenaventura), ya que comprende el almacenamiento, manejo, traslado, transporte que contribuyen al flujo eficaz de los productos hacia el cliente final. Por tanto se puede describir el flujo del canal de suministro en la figura 14.

Figura 14. Modelo general logístico integral



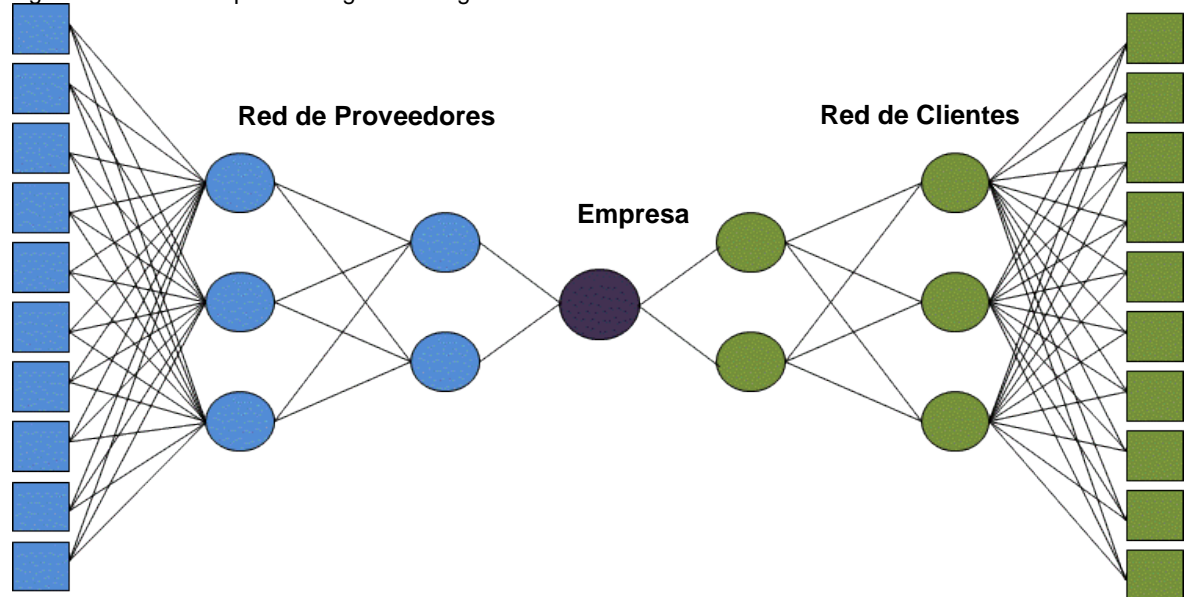
Fuente: Ballou, Ronald. Administración de la cadena de suministro, modificado por las autoras 2012.

De acuerdo al estudio a abordarse pueden identificarse múltiples variables que inciden en el funcionamiento del sistema logístico de transporte de carga, por lo tanto la gestión logística del transporte se convierte en un punto de vital importancia a la hora de evaluar las características que hacen que un producto llegue al destinatario final, teniendo en cuenta su punto de origen, los parámetros de calidad, costos y entre otras variables que incurrirán para cumplir con los requerimientos del cliente.

Según la figura 14, se pueden encontrar diversas variables agrupadas en ciertos contextos, es decir a los incurridos en el almacenamiento y producción del bien, como también a los que van más implícitos en el transporte.

El proveedor es el encargado de suministrar la materia prima necesaria para la elaboración del producto, su importancia radica en la precisión con que lo haga para no generar retrasos en el plan de producción y en la entrega del producto que finalmente incurriría en gastos y costos para la entidad encargada de la fabricación del bien. El fabricante es la entidad encargada de efectuar el cambio de un bien o un servicio, generando un valor agregado a este. Distribuidor es la organización encargada de hacer que un bien llegue a su destino sin tener contacto directo con su productor. Es decir es un intermediario entre (Fabricante o productor) y el usuario final (Ver figura 15).

Figura 15. Modelo específico logístico integral



Fuente: Ballou, Ronald. Administración de la cadena de suministro, modificado por las autoras 2012.

Para el objeto de la investigación se tomará como punto de referencia un punto de origen y un punto destino, teniendo en consideración como punto de origen (Oi) la empresa y como punto destino (Di) el cliente.

Una red de distribución busca mantener su producto para satisfacer la demanda del mercado, donde se ve involucrada la optimización del transporte de las mercancías como es dado en el caso de estudio. En dicha red se deben tener en cuenta una serie de factores y actores como la localización de los proveedores, los costos, la capacidad de carga, el tipo de producto a transportar, la demanda, el precio, su destino, entre otros. Este conjunto de componentes se integran entre sí para minimizar el costo total de la red y para optimizar o satisfacer un nivel de servicio al consumidor establecido.

La ruta definida en esta investigación (Bogotá-Buenaventura) está focalizada ya que se transportaran las mercancías por medio de diferentes tipos de automotores de carga por su alta disponibilidad, lo cuales facilitan la cobertura geográfica extensiva e intensiva, servicio origen-destino, manejo de todo tipo de mercancías, flexible, rápida y frecuente.

Así mismo, el fin que se desea en esta cadena logística es el proceso continuo de flujo de materiales e información entre proveedores y clientes, donde se requiere eficiencia y efectividad en cada una de las operaciones, ya que entre menos tiempo demore un producto en llegar al cliente agregaran un valor final y abastecerá el mercado con mayor rapidez y minimizar los costos y gastos traerán mayores utilidades operacionales.

Igualmente en esta red o cadena de abastecimiento existen los operadores logísticos los cuales cubren la ruta en su totalidad, es decir, que son cada una de la empresas que soportan el transporte y manejo de la carga desde un punto de salida (Origen), hasta el punto de entrega en el destino, dichas empresas se han adaptado a los requerimientos del mercado actual y global¹¹⁶. La logística global es integradora, persuasiva y rentable, que se sustenta por si sola y se encuentra siempre en acción y no en reacción, en la cual existirán escenarios donde los ciclos del producto y tecnología se acortan, la creciente globalización da ingreso a mas proveedores como competidores y donde los clientes aumentan sus niveles de exigencia.

Con lo anteriormente mencionado se da referencia al tipo de transporte que se va a manejar como lo es el unimodal ya que este permite el traslado de mercancía de un lugar a otro utilizando un solo modo de transporte como en este caso terrestre de carga.

Finalmente la logística implica avanzar en la reducción de los costos asociados al flujo de servicios y bienes; en la articulación de los diferentes actores que participan en dichos procesos de intercambio, en ampliar la oferta de servicios logísticos y lo más relevante la provisión de infraestructura logística especializada¹¹⁷.

En conclusión el transporte es un elemento clave dentro de la logística ya que se considera una actividad económica intrínsecamente de una cadena logística ya que busca minimizar costos, tiempo y entregar un producto o bien en condiciones óptimas a un cliente ya sea para su consumo o utilización.

¹¹⁶ Cámara de Comercio de Bogotá. Logística y Distribución Física Internacional. [Internet] http://camara.ccb.org.co/documentos/4220_logistica_dfi_cedritos.pdf, Consultado el 4 de Diciembre de 2011.

¹¹⁷ ALVAREZ Camilo, PABÓN Carlos, ORTIZ Juan Felipe. Logística en Colombia: camino hacia la competitividad, 2009.

2.1.2 Sistema Vial Colombiano¹¹⁸: El sistema vial de carreteras en Colombia está constituido por la red nacional de carreteras, regulada por el ministerio de transporte. Este sistema está constituido por la red primaria (Grandes troncales a cargo de la nación), red secundaria (A cargo de sus departamentos y municipios) y red terciaria (Constituida por carreteras terciarias o caminos vecinales, que son aquellos de penetración que comunican una cabecera municipal o población con una o varias veredas, o aquella que une varias veredas entre sí).

La red de carreteras del país es de alrededor 187.432,89 km de los cuales un 15% se encuentra pavimentado. De los 164.000 km, 16.776 son de red primaria, de los cuales 13.296 están a cargo del INVIAS, y 3.380 son concesionados (Instituto Nacional de Concesiones - INCO); 147.500 km son de red secundaria y terciaria distribuidos así: 72.761 km a cargo de los departamentos, 34.918 a cargo de los municipios, 27.577 del Instituto Nacional de Vías, y 12.251 km de los privados. A su vez el país cuenta con 629,1 km de dobles calzadas para el año 2009.

De acuerdo con un informe de la Cámara Colombiana de Infraestructura, Colombia tiene 9 km de vías por cada kilómetro cuadrado de área. La Red Nacional de Carreteras con sus zonas, facilidades y su señalización, hace parte de la infraestructura de transporte a cargo de la Nación y cumplen con la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo. Teniendo en cuenta que la superficie de tierras en Colombia es de 1142000km², por lo tanto las carreteras es el principal medio de transporte, tanto para las personas como para el transporte de carga.

- Infraestructura¹¹⁹: La Resolución No. 0000339 del 26 de febrero de 1999, establece la nomenclatura de las carreteras a cargo de la Nación y algunas a cargo de los Entes Territoriales, según la cual para efectos de la señalización vial, cada ruta se debe identificar con su respectivo código a lo largo de la trayectoria correspondiente, que corresponde a un número de dos dígitos: Números impares para las rutas en sentido Sur-Norte (Troncales) y números pares para las rutas en sentido Occidente-Oriente (Transversales). Además, cada ruta se divide en un número determinado de tramos que se numeran del 01 en adelante. Así, se obtiene un código de cuatro números que identifica cada tramo de vía del país: Dos pertenecen al número de la vía y dos pertenecen al tramo en cuestión. Este sistema no aplica para la Red Terciaria ni para los caminos vecinales.

¹¹⁸ Sistema Vial Colombiano. [Internet] <http://colombiamania.com/turismo/?q=node/1621>, Consultado el 5 de Diciembre de 2011.

¹¹⁹ Red Nacional de Carreteras. [internet] <http://es.scribd.com/doc/50640211/RED-NACIONAL-DE-CARRETERAS>. Consultado el 5 de Diciembre de 2011.

- Red primaria: La red primaria está constituida por los siguientes ítems:
 - a. Las carreteras con dirección predominante norte-sur, denominadas troncales, que inician su recorrido en las fronteras internacionales y terminan en los puertos del Mar Caribe o en fronteras internacionales.
 - b. Las carreteras que unen las troncales anteriores entre sí, denominadas transversales, cuyo volumen de tránsito esté justificado, y que comuniquen con los países limítrofes o con los puertos de comercio internacional.
 - c. Las carreteras que unen las capitales de departamento con la red conformada con los anteriores criterios, de acuerdo con su factibilidad técnica y económica. Esta conexión puede ser de carácter intermodal.
 - d. Las vías para cuya construcción se ha comprometido el Gobierno Nacional con gobiernos extranjeros, mediante convenios o pactos internacionales (Carretera Panamericana, Carretera Marginal de la Selva).

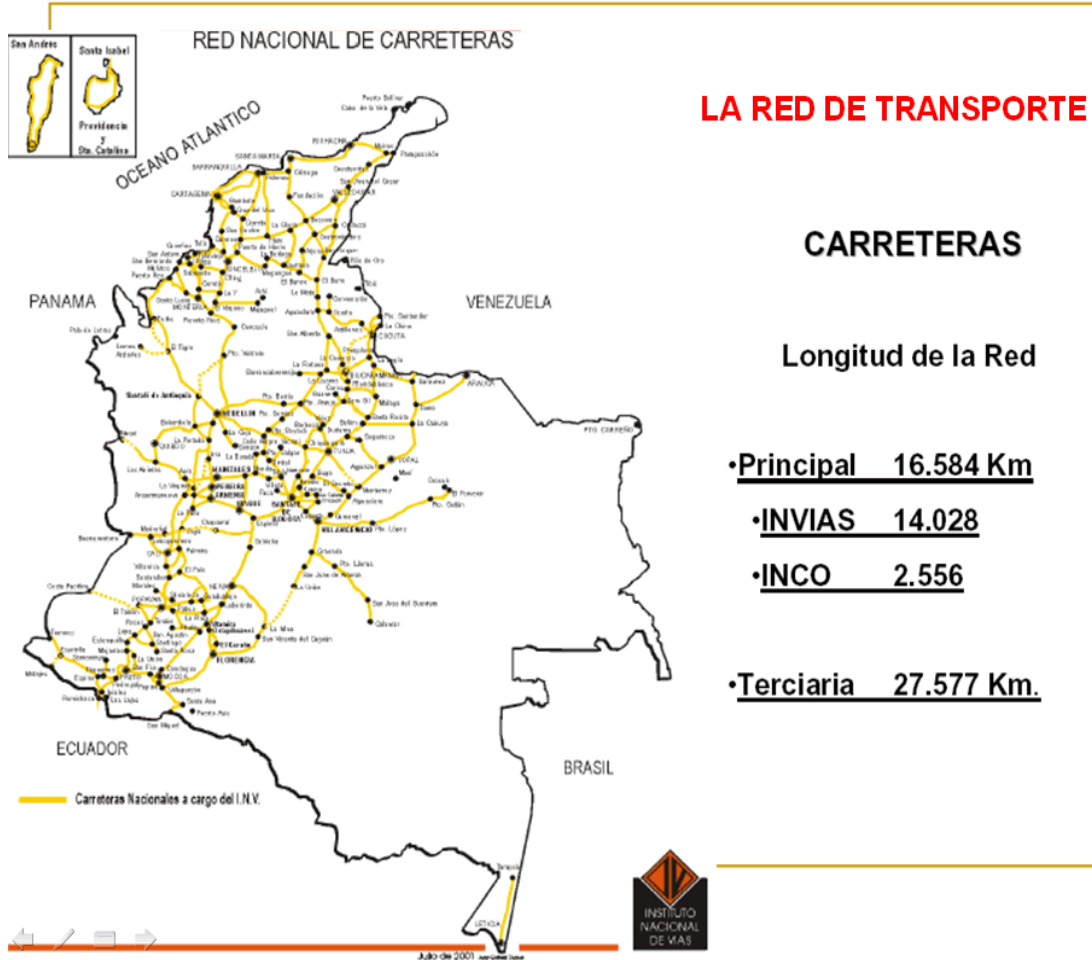
- Carreteras: Las principales carreteras de la red primaria son las siguientes:
 - a. Troncal occidental-Ruta nacional 25: Colombia es atravesada por la carretera panamericana que la comunica al sur con Ecuador (En donde toma el nombre de Troncal de la Sierra) y los demás países de Sudamérica. Esta vía internacional conecta a la red vial nacional en el puente de Rumichaca, en el departamento de Nariño, que marca el límite internacional entre Colombia y Ecuador. Desde allí y hacia el norte, esta vía comunica con las ciudades de Pasto, Popayán, Cali, la región del Eje Cafetero, Medellín, Sincelejo y finalmente Barranquilla, en donde se conecta con la Troncal del Caribe. Por las dificultades que se presentan en la región del Darién llamado el tapón del Darién en la región entre Panamá y Colombia, el país no se comunica por vía terrestre con Centroamericano y Norteamérica.
 - b. Troncal del Magdalena-Ruta nacional 45: La troncal del Magdalena recorre el tramo entre la población de San Miguel (Putumayo), justo en frontera con Ecuador y el punto conocido como y de Ciénaga, a pocos kilómetros de la ciudad de Santa Marta, frente al Mar Caribe. La carretera recorre de forma paralela al cauce del Río Magdalena, principalmente su margen derecha. Esta vía permite la integración del centro de Colombia con el sistema de puertos localizados en el litoral del mar Caribe, como son los puertos de Cartagena de Indias, Barranquilla y Santa Marta.
 - c. Transversal del Caribe - Ruta Nacional 90: Esta vía paralela a la costa sobre el Mar Caribe une a las ciudades de Turbo (Antioquia) y Paraguachón (La Guajira), en donde puede conectarse a la red vial de Venezuela. Conecta las ciudades capitales de esta región: Cartagena de Indias, Barranquilla, Santa Marta y Riohacha. Esta vía también es llamada troncal del Caribe y se une con la troncal del Magdalena en el sitio conocido como La Y de Ciénaga, a 6 km del municipio de Ciénaga (Magdalena), y con la Troncal de Occidente en dos

puntos diferentes: el municipio de Tolú viejo, a 18 km de Sincelejo y la ciudad de Barranquilla.

- d. Transversal Buenaventura-Puerto Carreño-Ruta: Esta vía transversal está pensada para unir el puerto más importante del país con la frontera Venezolana en Puerto Carreño. El tramo 06 (Bogotá-Villavicencio) y el tramo 07 (Villavicencio-Puerto López) son llamados también Autopista al Llano.
- e. Troncal Central-Ruta Nacional 45^a: Esta carretera une la ciudad de Bogotá con los departamentos de Boyacá y Santander. Las principales ciudades que conecta son la capital del País, Chiquinquirá y Bucaramanga. Su recorrido termina en el municipio de San Alberto (Cesar), en donde se conecta con la Troncal del Magdalena.
- f. Troncal Central del Norte-Ruta Nacional 55: La Troncal Central del Norte comienza su recorrido en la vereda de La Caro, en el municipio de Chía, conectando a Bogotá con los municipios cundinamarqueses de Gachancipá, Tocancipá y Villapinzón. En Boyacá, la vía ingresa en sentido sur-norte a Ventaquemada para posteriormente llegar a Tunja, capital de Boyacá. Luego la vía sigue su recorrido a través de los municipios de Paipa, Duitama y Soata en el mismo departamento, Málaga en Santander, para culminar en Norte de Santander, pasando por los municipios de Chitagá, Pamplona, la ciudad de Cúcuta culminando en Puerto Santander, cerca de la frontera con Venezuela.
- g. Carretera Marginal de la Selva-Ruta Nacional 65: La Carretera marginal de la selva es una importante vía de Sudamérica planeada en 1963 para unir las regiones amazónicas de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. En Colombia, esta vía comienza en el Puente Internacional de San Miguel (Frontera con Ecuador), toma el primer tramo de la Troncal del Magdalena hasta el municipio de Villa Garzón (Putumayo), en donde comienza la Ruta Nacional 65 que se dirige al norte por la margen derecha de la Cordillera Oriental. Está previsto que llegue hasta Saravena (Arauca), en la frontera con Venezuela; Sin embargo, el tramo comprendido entre Mina Blanca (Caquetá) y La Uribe (Meta) no está construido aún, de manera que esta carretera está dividida en dos secciones. La sección sur también es conocida como Troncal de la Selva y la sección norte es conocida como troncal del Llano.

En la figura 16 se podrá observar la red vial nacional Colombiana.

Figura 16. Red Nacional del transporte Colombiano



Fuente: Invias 2012

“Lo más alarmante es que del total de los 187.432,89 km de red vial, solo un poco más de 16.000 km² están pavimentados en su mayoría por el Instituto Nacional de Vías (Invías) que tiene más de 10.000 km, otros cerca de 2.000 km pavimentados por concesionarios contratados por el Instituto Nacional de Concesiones (INCO) y los 4.000 km restantes por los gobernadores y alcaldes.

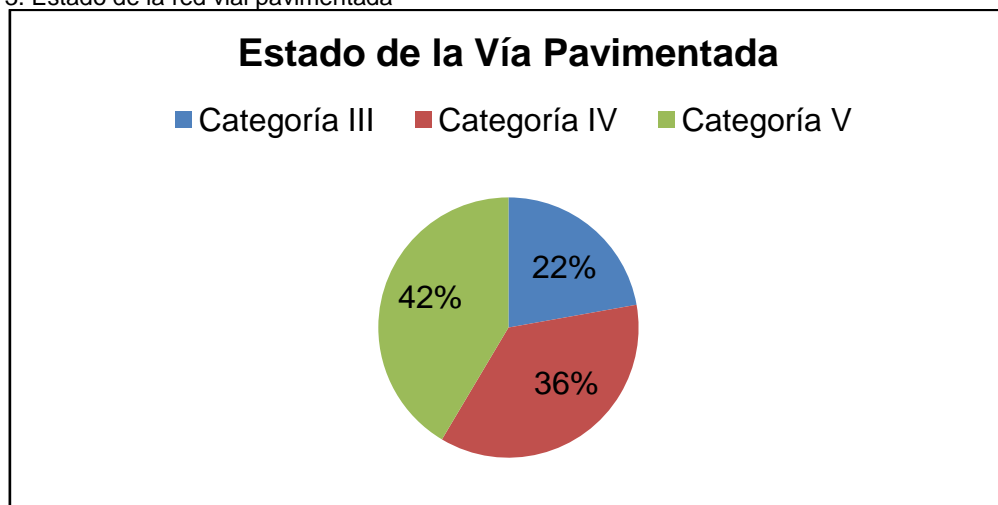
En el caso de las vías pavimentadas por Invías la brecha entre kilometraje por departamentos es dramática, pues mientras que en Antioquia hay 1.088,95 Km pavimentados en Chocó las carreteras con asfalto o concreto no superan los 80 km, lo que significa que si se pavimentaran al año 100 km al departamento de la región pacífica solo le correspondería 500 metros.

Para José Fernando Villegas, director seccional de Antioquia de la Cámara Colombiana de la Infraestructura (CCI), esto demuestra que los recursos destinados para construir, rehabilitar y mantener la red vial no han llegado en la misma cantidad a todas las regiones y es evidente que en ha habido grandes

deficiencias en la pavimentación de las carreteras. Aunque Antioquia, Santander, Casanare y Nariño tienen el mayor número de vías pavimentadas, son también las que paradójicamente tienen los porcentajes más altos en la categoría del peor estado de la malla vial. "Regiones tan importantes como Santander y Antioquia requieren una fuerte inversión en carreteras. En Antioquia las vías primarias que más atención requieren son Medellín-Puerto Berrío, Cauca, Santa Fé de Antioquia-Dabeiba y La Mansa-Primavera", sostuvo Villegas.

Según el ranking de las mejores y peores vías, del total de las pavimentadas por Invías las de Nariño, Santander y Antioquia con el 15,8% son las que están en peor estado, un 29,4% son regulares en Tolima, Valle del Cauca y Boyacá y solo el 54,7% están en un estado aceptable o bueno principalmente en Cesar, Meta y Córdoba"; en la gráfica 3 se visualizará un resumen de estas estadísticas.¹²⁰

Gráfica 3. Estado de la red vial pavimentada



Fuente: Estado Red Vial 2012

De acuerdo con los estudios realizados las carreteras colombianas no cumplen con la infraestructura vial suficiente para el transporte de carga debido a la corrupción, la falta de planeación y debido a los factores climáticos y geográficos que se presentan en el país, en la tabla 7 y 8 se muestra una estadística indicando dicho factor.

Tabla 7. Longitud y estado de las vías troncales

Red Vial	Estado	Longitud	%
Pavimentado	Bueno	3735.93	67.00
	Regular	1493.22	26.78
	Malo	346.55	6.22
Afirmado	Bueno	209.83	41.85

¹²⁰Colprensa., Solo el 8,5% de la Red Vial en Colombia está pavimentada. EN: El Universal. Bogotá (9, Octubre, 2011). [Internet] <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/nacional/solo-el-85-de-la-red-vial-en-colombia-esta-pavimentada-47681>. Consultado el 17 de Enero de 2012.

	Regular	151.59	30.23
	Malo	139.99	27.92
Totales	Bueno	5575.7	91.75
	Regular	501.41	8.25
	Malo	6077.11	

Fuente: Instituto Nacional de Vías 2005

Tabla 8. Longitud y Estado de las vías Transversales

Red Vial	Estado	Longitud	%
Pavimentado	Bueno	2794.11	69.34
	Regular	885.89	21.99
	Malo	349.37	8.67
Afirmado	Bueno	796.48	36.46
	Regular	930.64	42.60
	Malo	457.52	20.94
Totales	Bueno	4029.37	64.84
	Regular	2184.64	35.16
	Malo	6214.01	

Fuente: Instituto Nacional de Vías 2005

- **Condiciones geográficas:** Como se conoce en Colombia existe la presencia de tres cordilleras, valles y llanuras con climas diferentes; esta geografía trajo una especialización en la producción agrícola. Pero así mismo trae un factor adverso en cuanto a la localización de las principales ciudades y su gran distancia a los puertos; a través del transcurso de los años el país ha crecido y ha cambiado; lo que hace que los ríos, cordilleras, montañas y demás se convierten en barreras para el desarrollo de la infraestructura de transporte¹²¹.

La mayoría de empresas buscan transportar sus mercancías para un fin específico y obtener la competitividad que desean, así mismo deben incurrir en diferentes tipos de costos a los cuales se le puede adicionar como un ítem las condiciones topográficas, geográficas, climáticas y la inadecuada infraestructura con la que cuenta el país, lo cual es muy desfavorable para lograr las metas propuestas por cada una de las organizaciones que transportan sus bienes o productos. Se proceden en costos demasiados altos y adicionales como las tablas de fletes, lo cual determina que en el país es más costoso transportar mercancías entre las ciudades del mismo que transportar desde otro país al nuestro o viceversa.

Teniendo en cuenta las condiciones geográficas con las que contamos vemos con gran necesidad contar con mayores vías de comunicación para facilitar que se cumpla la cadena logística determinada por cada organización.

Dentro de las condiciones geográficas también se puede destacar los costos de combustibles ya que por transitar sobre diferentes tipos de vías (Montañosas,

¹²¹ RAMIREZ, Enrique. Colombia su Infraestructura y el Desarrollo Nacional. [Internet] http://www.sogeocol.edu.co/documentos/Col_inf_des_nal.pdf. Consultado el 20 de Enero de 2012.

planas, pavimentadas, rocosas, etc.) incrementa o disminuye el consumo de combustible según la ocasión. Igualmente se ven reflejadas las distancias que se deben recorrer para llegar del sitio origen al sitio de destino y cumplir con los requerimientos o pautas dadas al inicio de la cadena logística por cubrir.

En la tabla 9 se visualiza los datos geográficos de la ruta a estudiar en la presente investigación.

Tabla 9. Datos Geográficos Colombia (Bogotá-Buenaventura)

Datos Geográficos Colombia	
Superficie	1.138 000.km ²
Población	42.888.592 a 30 de Junio 2012
	Mestizos: 50% Mulatos: 24%
	Blancos: 25% Indios: 1%
Principales Ríos	Caquetá, Guaviare, Magdalena, Meta, Putumayo, Atrato, Vaupés, San Juan, Vichada y Mira
Clima	Tierras Cálidas a nivel del mar
	Tierras Templadas entre 1000 y 2000 metros a nivel del mar
	Tierras Frías a 2000 metros a nivel del mar
Expectativa de Vida	72 años
Limites	Este: Venezuela Sudeste: Brasil
	Noreste: Panamá Sur: Perú y Ecuador
Moneda	Peso Colombiano
Bogotá	
Superficie	775,981 km ²
Población	7.571.345 proyección a 2012
Clima	14 °C
Limites	Norte: Chía Oriente: Cerros Orientales, Calera, Choachi
	Sur: Huila y Meta Occidente: Río Bogotá
Distancias a	414 km a Medellín
	440 km a Cali
	948 km a Barranquilla
	1066 km a Cartagena
	210 km a Ibagué
Buenaventura	
Superficie	6.078 km ²
Población	362.625
Clima	32 °C
Limites	Norte: Choco Oriente: Popayán
	Sur: Pasto Occidente: Océano Pacifico
Distancias	128 km a Cali
	610 km a Bogotá
	475 km a Medellín
	1116 km a Barranquilla
	1154 km a Cartagena
	319 km a Ibagué

Fuente: DANE y Adaptado por las Autoras 2012

- Peajes: La ruta Bogotá-Buenaventura tiene en su recorrido 13 peajes¹²², el peaje de Chusacá, chinata, Flandes, Gualanday, Cajamarca, Corozal, La Uribe, Betania, Cerrito, Ciat, Estambul, Loboguerrero, Chicoral, los cuales se manejaron como se observa en la tabla 10 y 11.

Tabla 10. Categorías de los vehículos de transporte de carga con respecto a los peajes.

Categoría	Descripción
Categoría I	Automóviles, camperos y camionetas
Categoría II	Buses, Busetas con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes
Categoría III	Camiones de tres y cuatro ejes
Categoría IV	Camiones de cinco ejes
Categoría V	Camiones de seis ejes
Categoría VI	Camiones de más de seis ejes
Categoría VII	

Fuente: Las Autoras adaptado de Peajes Vía Bogotá-Cali-Buenaventura. 2012

Tabla 11. Valor de los peajes con relación a la categoría.

Peajes	Categoría	Valor
Chusacá	Categoría I	\$ 7.900
	Categoría II	\$ 9.000
	Categoría III	\$18.900
	Categoría IV	\$30.900
	Categoría V	\$35.300
Chinauta	Categoría I	\$7.900
	Categoría II	\$ 9.000
	Categoría III	\$ 18.900
	Categoría IV	\$30.900
	Categoría V	\$35.300
Flandes	Categoría I	\$8.300
	Categoría II	\$9.100
	Categoría III	\$ 8.300
	Categoría IV	\$10.700
	Categoría V	\$21.700
	Categoría VI	\$ 29.000
	Categoría VII	\$ 31.800
Gulanday	Categoría I	\$ 7.500
	Categoría II	\$ 8.900
	Categoría III	\$ 21.200
	Categoría IV	\$ 28.200
	Categoría V	\$ 31.100
Cajamarca	Categoría I	\$ 6.500
	Categoría II	\$ 7.000
	Categoría III	\$ 14.800
	Categoría IV	\$18.800
	Categoría V	\$ 21.200
Corozal	Categoría I	\$ 7.900
	Categoría II	\$9.600
	Categoría III	\$9.600

¹²²Peajes en la vía Bogotá-Cali-Buenaventura.

[Internet] <http://www.viajaporcolombia.com/peajes/?l=peaje&id=11>, Consultado el 24 de Enero de 2012.

	Categoría IV	\$9.600
	Categoría V	\$23.400
	Categoría VI	\$29.300
	Categoría VII	\$34.000
La Uribe	Categoría I	\$6.900
	Categoría II	\$8.900
	Categoría III	\$20.700
	Categoría IV	\$28.000
	Categoría V	\$31.000
Betania	Categoría I	\$6.900
	Categoría II	\$8.900
	Categoría III	\$20.700
	Categoría IV	\$28.000
	Categoría V	\$31.000
Cerrito	Categoría I	\$6.600
	Categoría II	\$7.800
	Categoría III	\$21.300
	Categoría IV	\$27.700
	Categoría V	\$31.900
Ciat	Categoría I	\$6.600
	Categoría II	\$7.800
	Categoría III	\$21.300
	Categoría IV	\$27.700
	Categoría V	\$31.900
Estambul	Categoría I	\$6.600
	Categoría II	\$7.800
	Categoría III	\$21.300
	Categoría IV	\$27.700
	Categoría V	\$31.900
Loboguerrero	Categoría I	\$6.300
	Categoría II	\$6.900
	Categoría III	\$16.400
	Categoría IV	\$21.500
	Categoría V	\$24.500

Fuente: Las Autoras adaptado de Peajes Vía Bogotá-Cali-Buenaventura. 2012

En promedio el costo del trayecto de Bogotá-Buenaventura se muestra en la tabla 12 por categoría.

Tabla 12. Costo total de los peajes ruta Bogotá-Buenaventura

Categoría	Valor total en pesos
Categoría I	\$85.900
Categoría II	\$100.700
Categoría III	\$99.900
Categoría IV	\$102.300
Categoría V	\$350.200
Categoría VI	\$327.700
Categoría VII	\$370.900

Fuente: Las Autoras adaptado de Peajes Vía Bogotá-Cali-Buenaventura 2012.

- Seguro de carga: El seguro de carga según la legislación Colombiana, debe tomar el transportador para cubrir a las personas o a las mercancías transportadas contra los riesgos inherentes al transporte. En el Decreto 173 del 2001 se reglamentó el seguro para transporte de carga sin reglamentarse ya que en la realidad no es obligatorio. Así mismo se entiende por el seguro de carga no como un valor agregado sino como una parte integral para el funcionamiento de las empresas transportadoras y así cubrir los riesgos que puedan intervenir a la hora de transportar las mercancías.

Para el sector en estudio existen dos enfoques de seguro; el primero es el seguro para el generador de la carga, el cual beneficia al propietario sobre los riesgos que puedan incurrir en los productos y el seguro para el transportador de la carga el cual protege el patrimonio de este por incumplimiento con los requisitos del generador.

Así mismo cuando los dos actores anteriormente mencionados poseen el seguro de carga, se debe definir cuál de estos tomará la indemnización si se llegara a llevar a cabo el riesgo. Para obtener estos seguros de carga se debe seleccionar una compañía aseguradora que está reconocida por solvencia moral y económica, que tenga acompañamiento a sus clientes, que las condiciones de las pólizas se ajusten a las necesidades de la empresa y que cubra la movilización de cualquier tipo de mercancía.

En el mundo existen demasiadas alternativas que dificultan el tránsito de las cargas a manejar de un destino a otro ya sea porque estas sufran algunos daños, se pierdan, sean hurtadas o finalmente se pierdan por desastres naturales que surjan al transcurso del recorrido (Origen-destino) como derrumbes, inundaciones etc. Nos encontramos en un mundo que aun estando preparado para estos inconvenientes no los podría evitar, pero así mismo los actores de la cadena pueden prescindir de pérdidas que obviamente les afecta, subsanándolas por medio de un seguro carga, el cual se efectúa, ya sea por daño o perdida de la misma el cual es diseñado para proteger la carga o rembolsar el monto según sea el daño o la situación (Pérdida o robo). En la tabla 13 se clasificaran los incidentes o accidentes que se pueden presentar a la hora de movilizar carga:

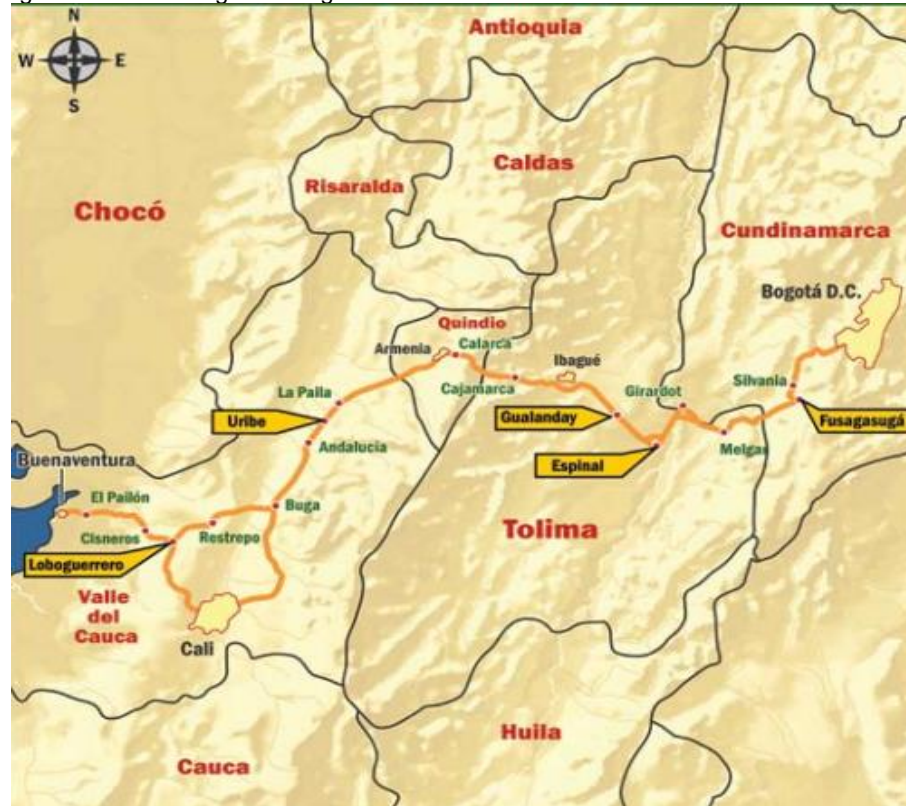
Tabla 13. Incidentes y Accidentes

Incidentes	Accidentes
Derrumbes o suspensión en la vía	Choque con consecuencias graves
Caída de puente o bancada	Encunetada
Choques simples	Volcamiento
Retenes de la aduana, ejercito o policía	Atraco
Retenes ilegales de la subversión o delincuencia común	Hurto
Varadas	Incendio

Fuente: Federación de Aseguradores Colombianos Fasecolda 2012.

En la figura 17 se muestra el mapa de la ruta Bogotá-Buenaventura se observaran los lugares que presentan mayor índices de delitos al transporte de carga:

Figura 17. Lugares de Alto Riesgo Vía Bogotá-Buenaventura



Fuente: Manual en el Transporte Terrestre de Carga II Edición 2012.

- Seguridad vial¹²³: Dentro de la seguridad vial se busca prevenir y atender cualquier tipo de accidente que ocurra en las vías donde se transita para transportar las cargas con efectivas estrategias de control. Según el manual de seguridad en el Transporte Terrestre de Carga da unas pautas significativas donde obliga a las partes que ejercen la actividad en cuanto se refiere a transporte de mercancías de un sitio origen a un destino a poseer un seguro el cual permite transferir a una aseguradora el riesgo que se pueda obtener al realizar la actividad, como que se dañe, se pierda o sea robado. Existen diversas maneras de mantener la seguridad de las mercancías por medio de las determinadas circunstancias con las que se pueda encontrar el transportador de los bienes a lo largo del camino que debe recorrer para llegar al destino indicado.

¹²³ Manual de Transporte de Carga. [Internet] <http://albertoibarrapcse.files.wordpress.com/2010/05/manual-de-transporte-de-carga.pdf>. Consultado el 1 de Febrero de 2012.

“El Ministerio de Transporte a través del PNSV establece de acuerdo a las obligaciones que por ley delega el estado Colombiano las siguientes políticas prioritarias para la promoción y gestión de la seguridad vial en el país como lo son:

- Fortalecer la planificación, administración y gestión de la seguridad vial en el país.
- Mejorar los mecanismos para promoción y divulgación de la seguridad vial.
- Promover los procesos de coordinación intersectorial para el tratamiento integral de la accidentabilidad vial.
- Fortalecer los procesos tendientes a consolidar la reglamentación y el control de la movilidad y la seguridad vial.

Para ello el ministerio de transporte se enfoca en varios programas de apoyo, atención y tratamiento:

a. Apoyo:

- sistema integrado de información intersectorial en movilidad y seguridad vial.
- planeación en seguridad vial, adecuación y mejoramiento de la infraestructura.
- educación para la autorregulación y corresponsabilidad ciudadana en el tránsito.
- estándares de seguridad en los vehículos.
- comunicación efectiva para la promoción de la seguridad vial.
- promoción de sistemas de transporte seguros

b. Intención

- atención y gestión interinstitucional de la seguridad vial.
- sistema de atención y prevención de emergencias viales.

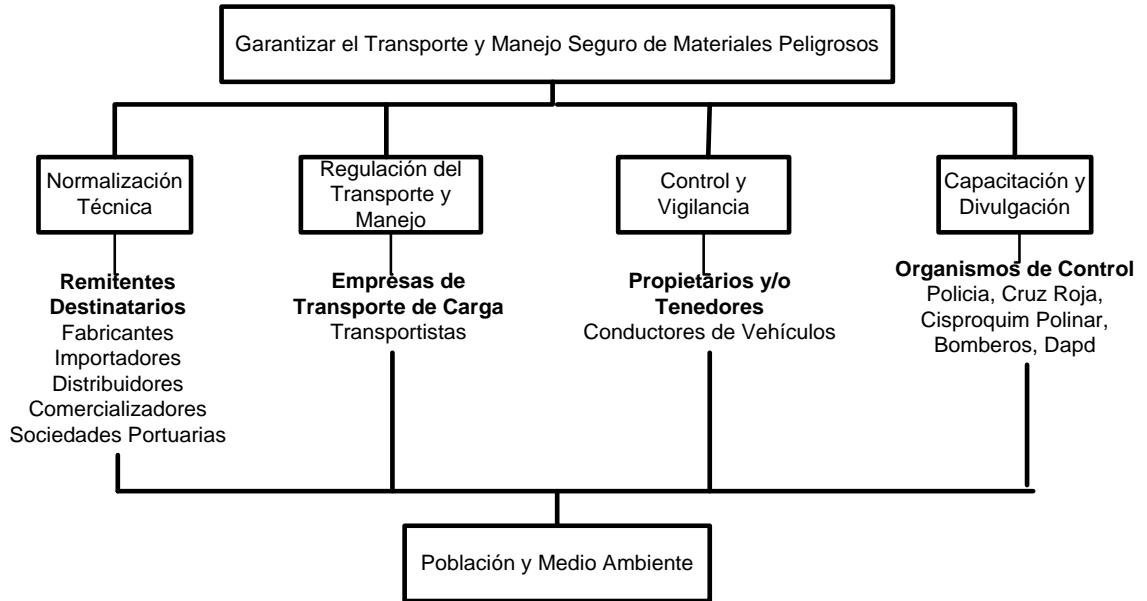
c. Tratamiento

- investigaciones en seguridad vial.
- mejoramiento de los espacios riesgosos.
- control y regulación de la seguridad vial.

Además de ello se debe tener en cuenta las políticas de transporte, como también la manipulación de la mercancía peligrosa que se pueda llevar de un punto origen a un punto destino¹²⁴; para esto se deben tener en cuenta las normas, regulación, control y vigilancia como se clasifica en la figura 18.

¹²⁴ Aspectos Programáticos en Seguridad Vial y Transporte de Mercancías Peligrosas. [Internet] http://www.consejocolombianodeseguridad.org.co/doc_static/eventos/cssa/mc_38cssa/archivos/mesa_redonda/4mintransporte.pdf. Consultado el 1 de Febrero de 2012.

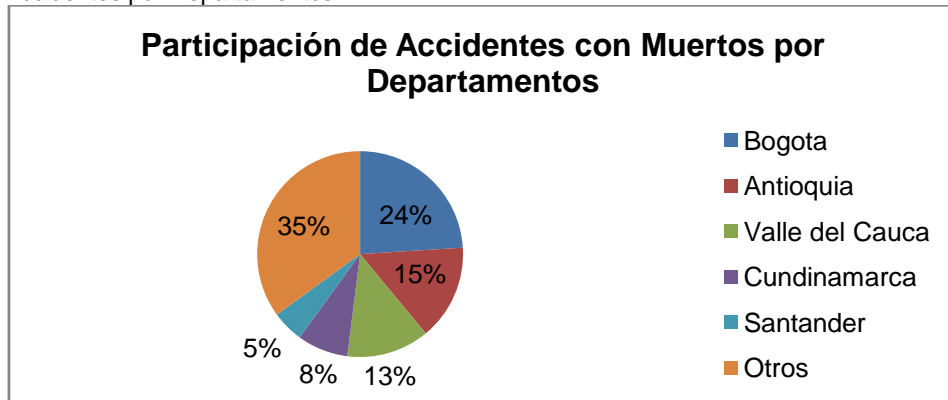
Figura 18. Sistema seguro de transporte y manejo de materiales peligrosos en Colombia.



Fuente: Las Autoras 2012

Por otro lado, desde el punto de vista geográfico los accidentes con resultado de muerte hasta el año 2010 son reportados como se visualiza en la gráfica 4:

Gráfica 4. Accidentes por Departamentos

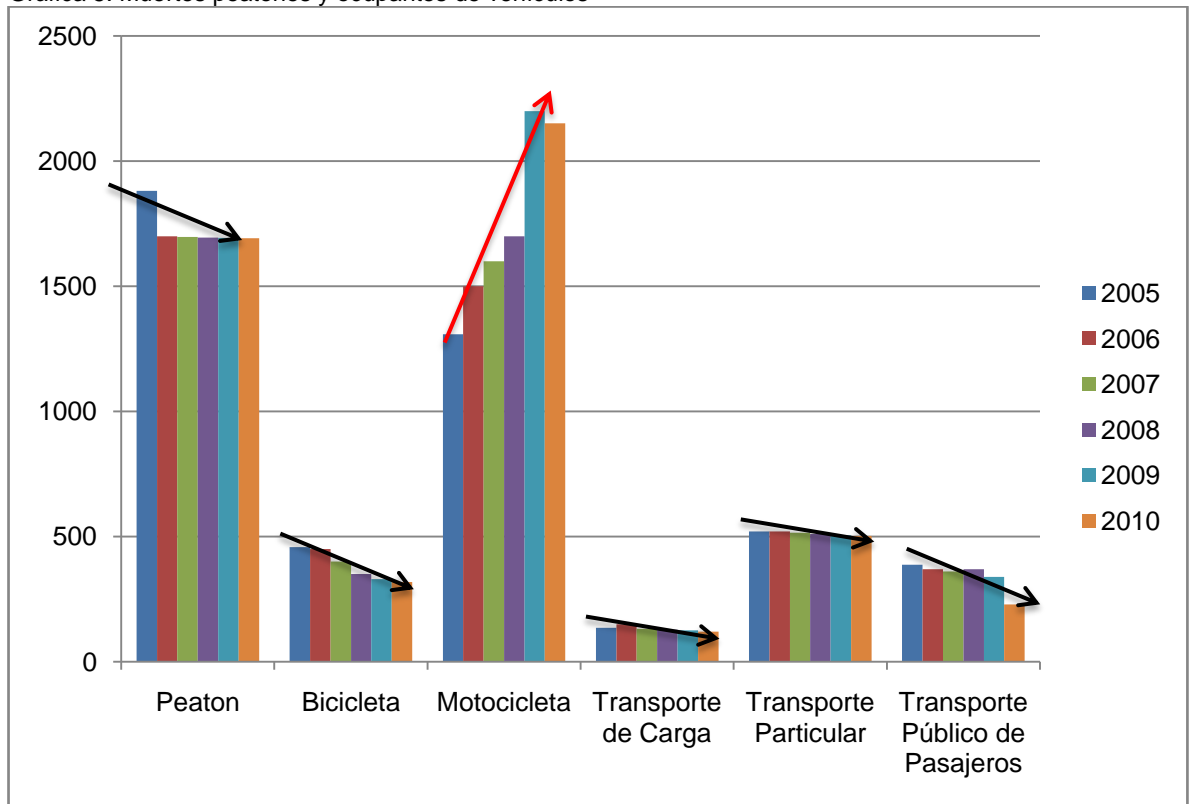


Fuente: Anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010

a. Fatalidad en el Transporte de Carga¹²⁵: En el gráfica 5 se muestra la tendencia de disminución en las fatalidades por accidentes de tránsito que afecta a peatones, desplazamientos por bicicleta, motocicleta, transporte de Carga, transporte particular y transporte público de pasajeros.

¹²⁵Plan nacional de seguridad vial Colombia 2011-2016

Gráfica 5. Muertes peatones y ocupantes de vehículos



Fuente: Datos de Medicina Legal procesados por CFPV, 2012.

El transporte de carga en el año 2010 tuvo el 16% de la participación en los accidentes de tránsito fatales, lo que resulta un porcentaje preocupante si se considera que el parque automotor de estos vehículos solo representan el 4% del total de los vehículos registrados hasta ese año en el país según datos del RUNT y procesada por es CFPV, además por el tipo de y transporte que desarrollan. Con respecto a ello se debe tener en cuenta que es muy importante con respecto al transporte de carga que estos accidentes son los que presentan relación directa a su labor y que dicho accidentes se presentan por que los transportadores en su mayoría no duermen lo suficiente para presentar un cuadro lucido en su jornada laboral con el in de adquirir más dinero por el servicio del transporte.

Un dato importante es que los accidentes en el transporte de carga en carretera son en un horario de las 5 de la mañana a las 8 de la mañana; esto es debido a que dichas actividades se dan dentro de un marco empresarial regulado por el estado. Para lo cual es necesario revisar las condiciones de trabajo de los conductores, los niveles de fatiga, la calidad en procesos de mantenimiento entre otros.

En la tabla 14 se muestra un estadístico general sobre la mortalidad en accidentes de tránsito en las principales ciudades del país.

Tabla 14. Principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito

Municipio	Enero-Diciembre			Tasa de mortalidad por 100 mil habitantes	
	2009	2010	%	2009	2010
Armenia	56	38	-32	19.49	13.15
Barranquilla	92	62	-13	32.40	28.20
Bogotá	516	522	1	7.11	7.09
Bucaramanga	87	66	-24	16.63	12.59
Buenaventura	47	40	-15	13.21	11.03
Cali	381	319	-16	17.16	14.21
Cartagena	79	58	-27	8.46	6.14
Cúcuta	114	96	-16	18.52	15.53
Ibagué	81	80	-1	15.55	15.19
Medellín	286	278	-3	12.34	11.86
Villavicencio	97	87	-10	23.04	20.16

Fuente: Elaboración Autoras con base en información de Medicina Legal y Dane, 2012.

2.1.3 Escenario: Para efectuar la caracterización de las variables que intervienen en el proceso de transporte de carga en el caso Bogotá-Buenaventura, se analizaron dos actores principales del proceso; punto de origen y punto destino, llegando a consolidar las variables que se deben tener en cuenta en el proceso, como se visualiza en la figura 19.

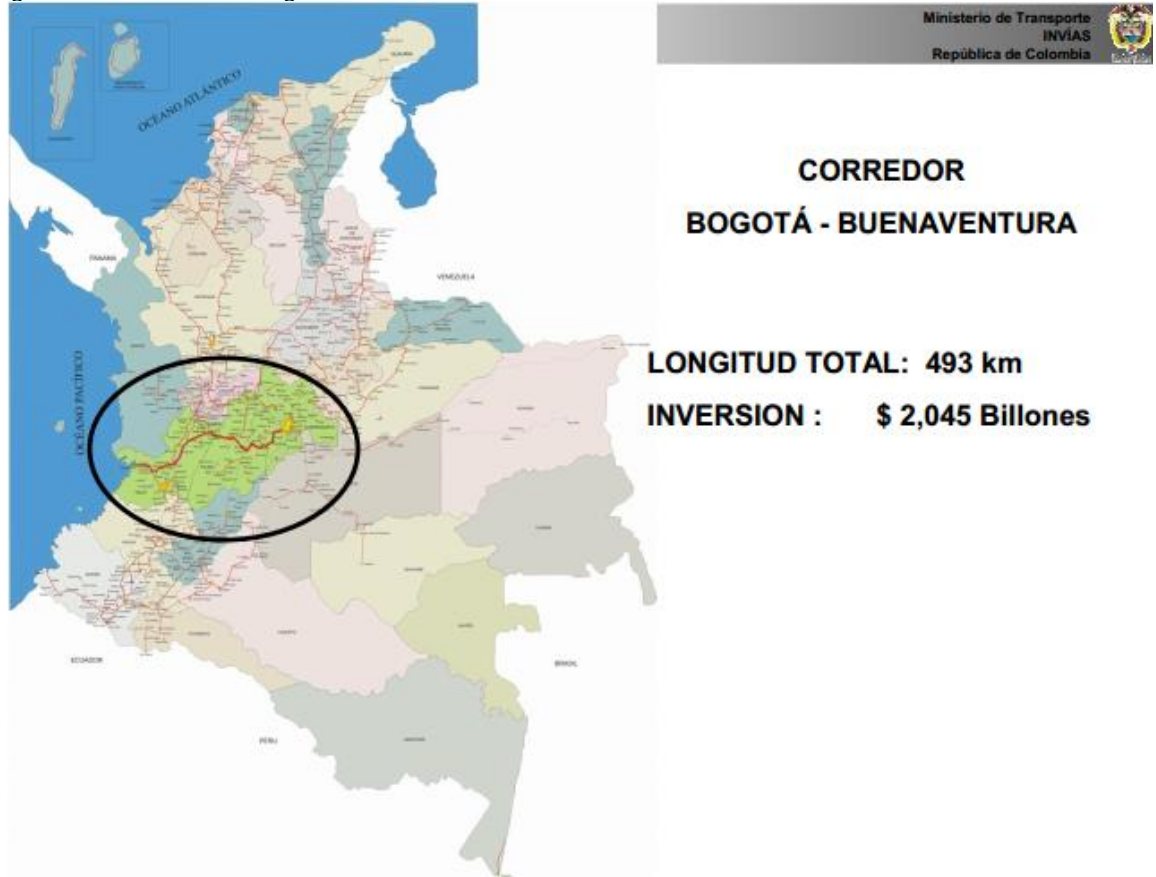
Figura 19. Canal logístico Bogotá-Buenaventura



Fuente: Las Autoras 2012

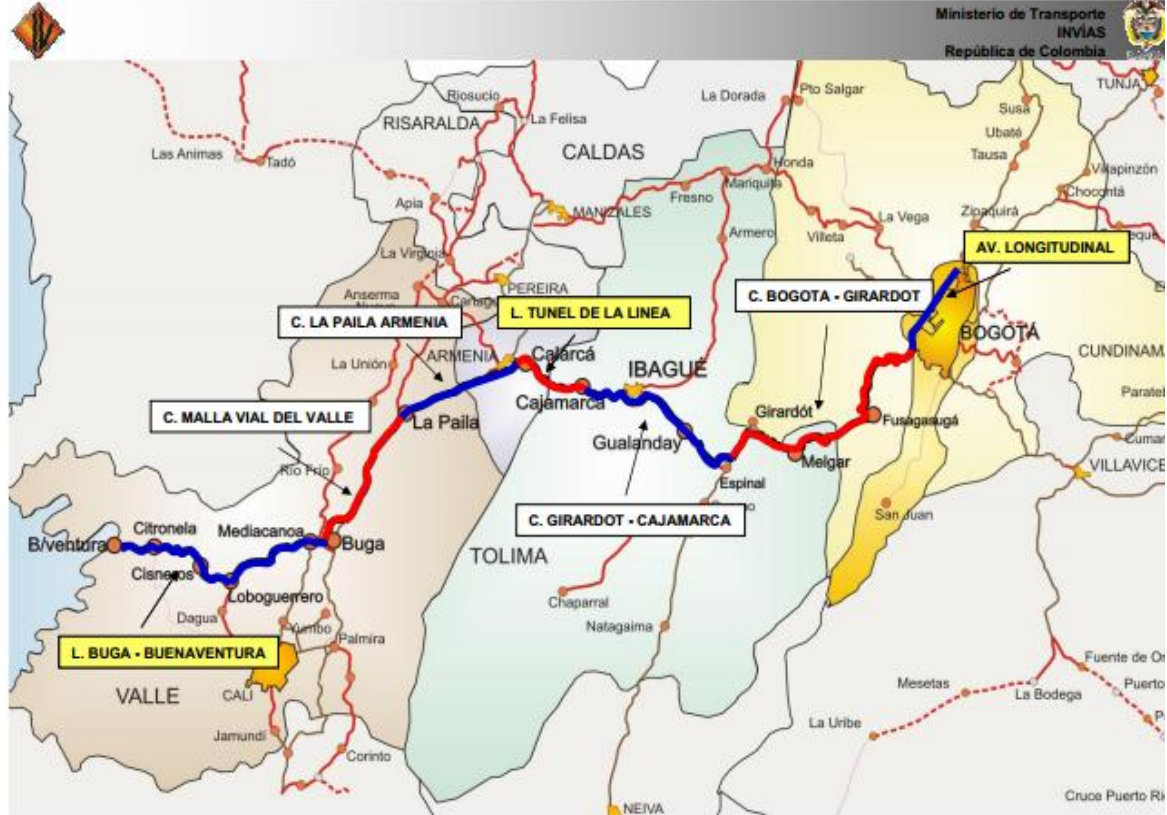
En la figura 20 se observa el mapa de Colombia, destacando el corredor Bogotá-Buenaventura indicando su longitud total de 493 km.

Figura 20. Corredor Vial Bogotá-Buenaventura



Fuente: Invias2012

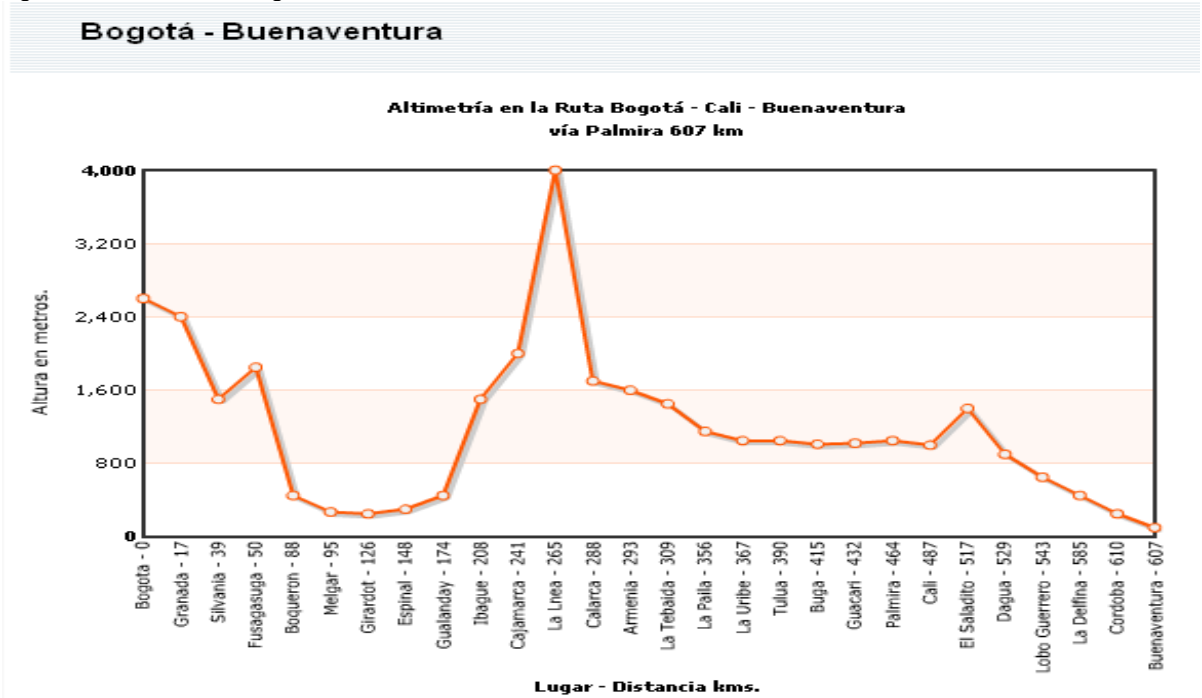
Figura 21. Corredor Vial detallado Bogotá-Buenaventura.



Fuente: Invias 2012

- Red vial Bogotá-Buenaventura: La ruta de Bogotá-Buenaventura contiene de 600 a 650 kilómetros de distancia, de acuerdo a la ruta seleccionada puesto que se puede tomar la ruta directa (BOGOTÁ-BUENAVENTURA), donde su recorrido atraviesa municipios y ciudades tales como (Fusagasugá, Silvania, Melgar, Gualanday, Ibagué, Cajamarca, Calarcá, Armenia, Uribe, Andalucía, Buga, Restrepo, Lobo Guerrero, Cisneros, El Pailón y Buenaventura), y por otro lado está la ruta (BOGOTÁ-CALI-BUENAVENTURA), que comprende un recorrido de 607 Kilómetros vía Palmira, atravesando por los municipios y ciudades (Fusagasugá, Silvania, Melgar, Gualanday, Ibagué, Cajamarca, Calarcá, Armenia, Uribe, Andalucía, Buga, Guacari, Palmira, Cali, El saladito, Dagua, Lobo Guerrero, La Delfina, Córdoba y buenaventura) (Ver figura 21 y 22).

Figura 22. Planimetría Bogotá-Buenaventura



Fuente: Cataluña Transporte de Carga Ltda. 2012.

2.1.4 Tipos de carga: La carga es un conjunto de bienes o mercancías protegidas por un embalaje apropiado que facilita su rápida movilización por su naturaleza puede ser perecedera, frágil, peligrosa y extra-dimensionada.

La carga es el conjunto de bienes, mercancías o productos protegidos por medio de diferentes embalajes para su movilización. Entre los tipos de carga más destacados encontramos los siguientes¹²⁶:

- Carga General: Todo tipo de carga de distinta naturaleza que se transporta conjuntamente, en pequeñas cantidades y en unidades independientes. Se pueden contar el número de bultos y en consecuencia se manipulan como unidades. Se transportan y se almacenan juntas. Ejemplos (Cilindros, cajas, botellas)
- Carga Suelta: Bienes sueltos manipulados y embarcados como unidades separadas (Planchas de hierro, rieles, tubos, llantas.)
- Carga Unitarizada (Unidad de Carga): Agrupación de embalajes en una carga compacta de mayor tamaño, para ser manejada como una sola unidad, reduciendo superficies de almacenamiento facilitando operaciones de manipulación de mercancías favoreciendo labores logísticas.
- Carga a Granel (Sólida, líquida o gaseosa): Los gráneles se almacenan por lo

¹²⁶Cámara de Comercio de Bogotá. Logística y Distribución Física Internacional: Clave en las operaciones de Comercio Exterior. [Internet]. http://camara.ccb.org.co/documentos/4220_logistica_dfi_cedritos.pdf. Consultado el 2 de Febrero de 2012.

general en tanques o silos. Ninguno de estos productos necesita embalaje o unitarización (Granos, minerales, fertilizantes, petróleo, lubricantes, gasolina, gas propano y butano).

Por su naturaleza el tipo de carga puede ser: Perecedera, frágil, peligrosa y extra dimensionada

- Carga refrigerada o perecedera: Durante la distribución su conservación es de gran importancia (Frutas, verduras, flores frescas, carnes, lácteos).
- Carga peligrosa: Mercancías peligrosas son cargas que por su naturaleza y peligrosidad requieren de una manipulación adecuada donde se deben tomar precauciones necesarias ya que las mismas ponen en riesgo la vida humana y la instalación o lugar donde se trabajan. Puede causar enfermedades, dependiendo de gases tóxicos, venenosos y hasta incluso puede causar implosiones (Tóxico, infeccioso, material radioactivo, combustión espontánea, gas flamable, líquido flamable, peróxido orgánico, gas tóxico y sólido inflamable).
- Carga sobredimensionada: Cargas pesadas y voluminosas que requieren un majeo especial.

2.1.5 Tipos de vehículos: La movilización de carga en Colombia es muy importante ya que representa el comportamiento de la economía nacional, donde actualmente en todo el país se desplazan 100 millones de toneladas aproximadamente, este servicio tiene un alcance a nivel nacional y se presta por empresas, personas naturales o jurídicas debidamente habilitadas por el estado, las cuales actualmente presentan más de 168.077 vehículos de carga donde se pueden encontrar vehículos con las descripciones que se muestran en la tabla 15.









Tabla 15. Tipos de vehículos de carga según su configuración y características

Configuración	Descripción
C2	Camión rígido de dos ejes. Camión sencillo
C3	Camión rígido de tres ejes
C3 (Tándem trasero mixto)	Camión rígido de tres ejes
C3 (Tándem direccional)	Camión rígido de tres ejes
C4	Camión rígido de cuatro ejes
C2S1	Tracto-camión de dos ejes con semirremolque de un eje
C2S2	Tracto-camión de dos ejes con semirremolque de dos ejes
C3S1	Tracto-camión de tres ejes con semirremolque de un eje
C3S2	Tracto-camión de tres ejes, con semirremolque de dos ejes
C3S3	Tracto-camión de tres ejes, con semirremolque de tres ejes
R2	Remolque
C2R2	Camión de dos ejes con remolque de dos ejes
C3R2	Camión de tres ejes con remolque de dos ejes
C4R2	Camión de cuatro ejes con remolque de dos ejes

Fuente: Ministerio de Transporte 2012









De acuerdo a lo anterior se tiene en cuenta la capacidad dependiendo del tipo de vehículo que se quiera emplear para el transporte de diversas mercancías como se visualiza en la tabla 16 y 17.

Tabla 16. Clase de Vehículo de Carga

Clase de Vehículo		Capacidad de Carga (Ton)	Volumen (m ³)
	Camioneta LUV	1	5
	Mini turbo	2	12
	Turbo	4.5	18
	Sencillo	8	32
	Doble troque	17	36
	Mini mula	15	65
	Tracto mula (Tráiler de 12.50 mts.)	30	65
	Tracto mula Pesada	35	65

Fuente: Ministerio de Transporte Adaptado por Las Autoras, 2012

Tabla 17. Pesos máximos permitidos en las carreteras Colombianas.

Pesos Máximos Permitidos en las Carreteras de Colombia (Incluye el peso del vehículo)			
	16 Toneladas Camiones de 2 Ejes		48 Toneladas Tracto-Camión de 5 Ejes
	18 Toneladas Camión Rígido de 3 Ejes		31 Toneladas Camión y Remolque de 4 Ejes
	23 Toneladas Camión Rígido de 3 Ejes, Tándem trasero y Tándem Direccional		44 Toneladas Camión y Remolque de 5 Ejes
	26 Toneladas Camión Rígido de 4 Ejes		48 Toneladas Camión y Remolque de 6 Ejes

	27 Toneladas Tracto-Camión de 3 Ejes		52 Toneladas Tracto-Camión de 6 Ejes
	32 Toneladas Tracto-Camión de 4 Ejes		

Fuente: Ministerio de Transporte Adaptado por Las Autoras, 2012

El transporte de carga por carretera, se contrata puerta a puerta a través de agentes de carga, la carga se transporta en contenedores especializados de acuerdo a sus características. La capacidad de carga se denomina como el máximo tonelaje que está autorizado en llevar los diferentes tipos de vehículos sin exceder los límites establecidos, como se mencionaron en las tablas 15, 16 y 17.

El transporte es muy importante en la cadena de suministro, ya que debe asegurarse de que el bien llegue al destino final en excelentes condiciones, ofrecer servicios a un costo mínimo, deber ser flexible, fiable y rápido, para ello se tiene en cuenta los sistemas de suministro o rutas destinadas para que estas condiciones se cumplan en los tiempos deseados y estar a la vanguardia con la tecnología suministrada para cumplir con dichos requisitos.

Así mismo, las condiciones térmicas en las que la mercancía debe transportarse obligan a emplear un tipo especial de vehículo previsto, por ejemplo un automotor con equipo frigorífico y recubierto su caja de material aislante.

La elección del vehículo apropiado supone definir sus características de capacidad, carga y espacios de maniobra requeridos, así como los medios auxiliares que pudieran emplearse. Por lo tanto hay que definir: Capacidad volumétrica, cargamáxima, accesos para la carga/descarga, y equipos de cargue/ descargue.

Por otra parte, el transporte se ve afectado además por las condiciones climáticas de la región, generando así retrasos y sobre costos, haciendo necesario el diseño de nuevas rutas auxiliares para la movilización de los bienes.

En esta cadena logística el principal objetivo la movilización se objetos o productos entre dos lugares, desde que llega a una entidad que se encarga de su manipulación (Fabricación, transformación o comercialización), hasta que el vehículo llega a su destino final nuestro caso el puerto de Buenaventura, y para ello se debe tener en cuenta que hay ciertas condiciones o variables como las que se han caracterizado a lo largo de este capítulo.

Volúmenes Permitidos: Según la Resolución 004100 de 2004, en el artículo 7; refiere a las dimensiones que deben tener los vehículos de carga que transitan por las carreteras del país, dando lugar y entendimiento a que todos estos tienen un máximo de ancho de 2,6 metros y de alto 4,4 metros; las longitudes se mostrarán en la tabla 18.

Tabla 18. Longitud Máxima permitida para vehículos de carga

Ejes De Vehículo De Carga	Longitud Máxima
2	10,80
3	12,20
4	12,20
Mayor número de ejes	18,50

Fuente: Resolución 004100 y adaptado por las Autoras 2012

El peso al que refiere la normatividad Colombia relacionados en la misma resolución en el artículo 8, se establece como se indica en la tabla 19.

Tabla 19. Peso máximo permitido.

Vehículos	Designación	Máximo Pbv, Kg	Tolerancia Positiva De Medición Kg
Camiones	2	16.000	400
	3	28.000	700
	4	31.000 (1)	775
	4	36.000 (2)	900
	4	32.000 (3)	800
Tracto-camión con semirremolque	2S1	27.000	675
	S2	32.000	800
	2S3	40.500	1.013
	3S1	29.000	725
	3S2	48.000	1.200
	3S3	52.000	1.300
Camiones con remolque	R2	16.000	400
	2R2	31.000	775
	2R3	47.000	1.175
	3R2	44.000	1.100
	3R3	48.000	1.200
	4R2	48.000	1.200
	4R3	48.000	1.200
	4R4	48.000	1.200
Camiones con remolque balanceado	2B1	25.000	625
	2B2	32.000	800
	2B3	32.000	800
	3B1	33.000	825
	3B2	40.000	1.000
	3B3	48.000	1.200
	B1	8.000	200
	B2	15.000	375
	B3	15.000	375

Fuente: Resolución 004100 y adaptado por las Autoras 2012

Nota: El primer dígito designa el número de ejes del vehículo (Cabezote), S semirremolque, R remolque y B balanceado; donde los dígitos que lo siguen indican el número de ejes.

El peso por eje se determina en el artículo 9 como se visualiza en la tabla 20.

Tabla 20. Peso máximo por eje permitido

Tipo de eje	Peso máximo por eje Kg
Eje Sencillo	
Dos Llantas	6.000
Cuatro Llantas	11.000
Eje Tándem	
Cuatro Llantas 1	1.000
Seis Llantas	17.000
Ocho Llantas	22.000
Eje Trídem	
Seis Llantas	16.500
Ocho Llantas	19.000
Diez Llantas	21.500
Doce Llantas	24.000

Fuente: Resolución 004100 y adaptado por las Autoras 2012

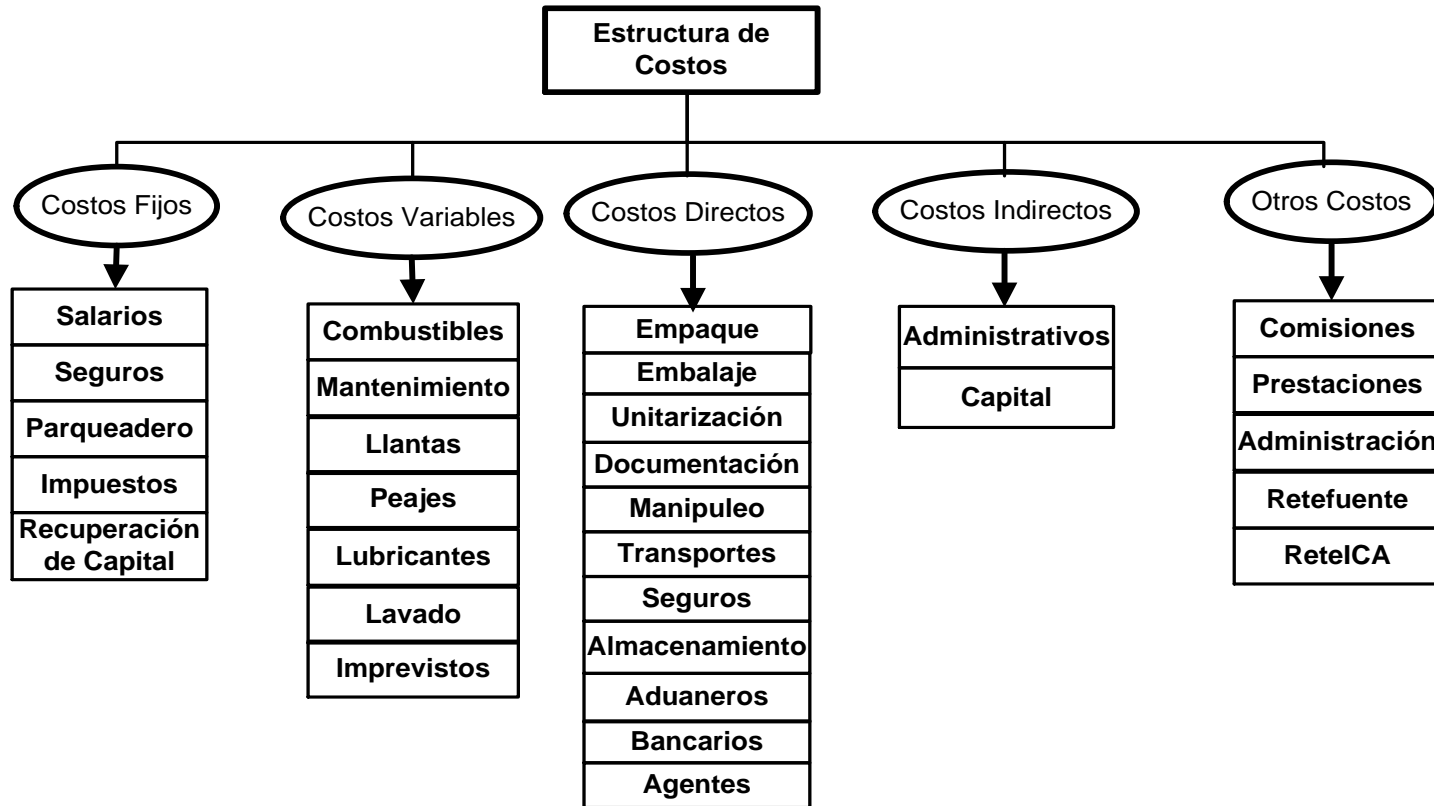
Como podemos observar estos parámetros se rigen bajo una forma legal, en donde se manifiestan los diferentes máximos de dimensiones y pesos por tipo de vehículo.

2.1.6 Costos¹²⁷: La estructura de costos operativos de transporte de carga por carretera, incluye aquellos costos en los que incurre el propietario del vehículo para mantenerlo en capacidad de brindar servicios según lo determine la demanda. Para la determinación de dichos costos se debe tener en cuenta factores como la frecuencia del costo y el valor del costo por movilizar una tonelada de carga por kilómetro; en lo cual interviene la configuración del vehículo y el tipo de terreno por el cual transita.

En la estructura de costos de operación del transporte de carga terrestre se encuentran los costos variables, que se generan por la movilización del vehículo (\$/Km); los costos fijos son aquellos en los que incurre el propietario del vehículo independientemente de si esta en operación o no (\$/mes) y otros costos los cuales dependen de la facturación del viaje. En la figura 23 se podrá observar la clasificación mencionada:

¹²⁷ Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga SICE-TAC. [Internet]. <http://www.mintransporte.gov.co/publicaciones.php?id=359>. Consultado el 15 de Febrero de 2012.

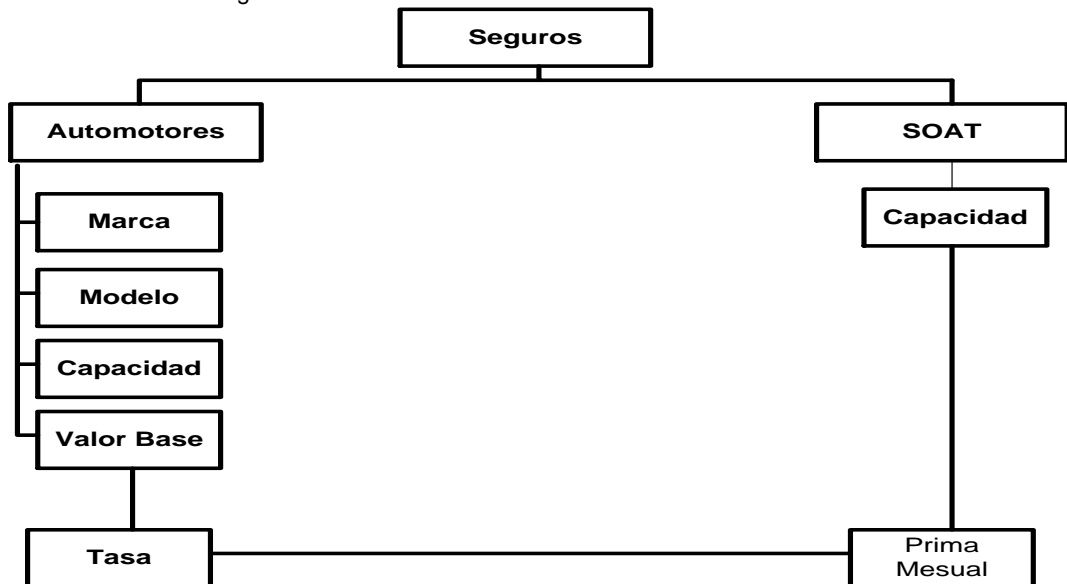
Figura 23. Estructura de Costos



Fuente: Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga SICE-TAC adaptado por Las Autoras, 2012.

- Insumos¹²⁸: Los insumos son aquellas partes o piezas necesarias por el automotor para su funcionamiento las cuales se identifican como costos dando lugar a los precios del mercado y se actualizan a partir de las variaciones de precios que incorpora el índice de costos de transporte de carga (ICTC-DANE); el cual tiene en cuenta lo siguiente:
 - a. Incorpora 630 artículos
 - b. Tiene cobertura nacional y periodicidad trimestral
 - c. La base se encuentra actualizada a precios de diciembre de 2008
 - d. La solicitud de precios es mensual y se realiza en 24 ciudades
 - e. Se consultan establecimientos dedicados a la venta de partes, piezas y servicios de mantenimiento
 - f. Se construye por configuración y modelo del automotor.
- Costos fijos: Son los costos obligatorios con los que debe incurrir una entidad o sector para su funcionamiento.
 - Seguros: Este costo es aquel que se debe pagar para cubrir los riesgos que pueden recaer sobre el vehículo o la mercancía transportada. Los indicadores de los seguros se visualizan en la figura 24.

Figura 24. Indicadores de seguros



Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia), 2012.

- Salarios: Es el dinero que perciben las personas que conducen los automotores del origen al destino, por la labor realizada. Tripulación (Conductor, Auxiliar y Relevista de Vacaciones).

¹²⁸ Metodología Índice de Costos de Transporte de Carga por Carretera ICTC. [Internet]. <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/ICTC.pdf>. Consultado el 20 de Febrero de 2012.

Fórmula 5. Salario

$$\text{Salario} = \text{Salario mínimo} + \text{Factor Prestacional}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

Fórmula 6. Salario Básico

$$\text{Salario Básico} = \frac{2(\text{Salario mínimo} * \text{Factor prestacional}) + \text{Salario vacaciones}}{12}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

- **Parqueadero:** El precio que se debe pagar por proteger el automotor con la carga en un determinado lugar debido a diferentes previstos e imprevistos que se den en el recorrido.

$$\text{Parqueadero} = \text{Valor diario} * 30 \text{ días}$$

- **Impuestos:** Existe un impuesto que recae sobre todos los vehículos automotores que se encuentren registrados en los diferentes departamentos y es de carácter directo, el cual está constituido por el valor comercial de los vehículos.

Fórmula 7. Impuestos

$$\text{Impuestos} = \% \text{ Avaluo} \frac{\text{Marca, Tipo de Vehículo, Capacidad, Modelo}}{12}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

- **Costo de capital:** Aquí se encuentran dos componentes básicos: El costo por desgaste de maquinaria (Depreciación) y el costo financiero asumido por el propietario al seleccionar este bien como una buena inversión¹²⁹.

Fórmula 8. Recuperación del capital:

$$\text{Rec} = \frac{I(1 + I)^n * VT * 0.90}{((1 + I)^n - 1)}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

Dónde: I = Tasa de interés actualizada

N = Tiempo de recuperación

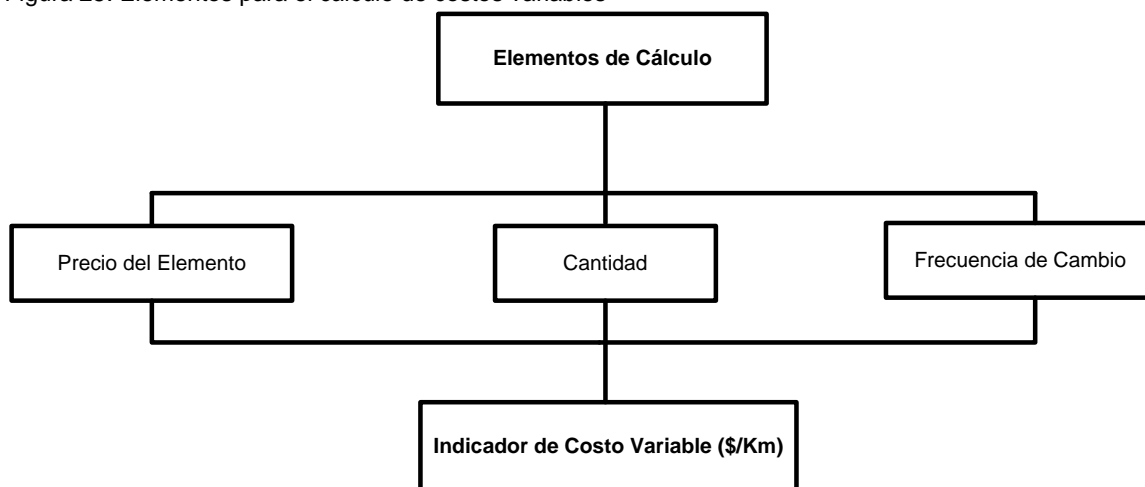
VT = Valor base del vehículo

0.9 = Porcentaje a recuperar

¹²⁹ Metodología Índice de Costos de Transporte de Carga por Carretera ICTC. [Internet]. <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/ICTC.pdf>. Consultado el 25 de febrero de 2012.

- Costos variables: Estos costos son aquellos que varían de acuerdo a las operaciones que se efectúan en el transcurso del tiempo. En la figura 25 se indican los elementos a tener en cuenta en el cálculo de los costos variables.

Figura 25. Elementos para el cálculo de costos variables



Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia), 2012.

- Cálculo de peajes: Es la sumatoria del valor de los peajes de la Ruta en este caso Bogotá-Buenaventura; existen diferentes tipos de peajes como lo son concesionados, a cargo de invías o de entes territoriales.
- Consumo de combustible (\$/Km): El tipo de combustible que utilizan la mayoría de los automóviles de carga están involucrados en ACPM y gasolina. En la tabla 21 se muestra la cantidad de vehículos de carga por combustible:

Tabla 21. Tipos de Combustible.

Configuración	C2	C3	C4	C2S	C3S	Total	%
Combustible							
A.C.P.M	56.196	9.151	190	795	19.580	85.912	51,11
Gasolina	80.426	138	3	153	99	80.819	48,08
Gas	1.316	8	0	2	15	1.341	0,80
Gas/Gasolina	5	0	0	0	0	5	0,00
Total Parque Automotor	137.943	9.297	193	950	19.694	168.077	100

Fuente: Ministerio de Transporte 2012

- Tipos de combustible: Aproximadamente un poco más del 50% de los automóviles de carga usan de combustible el ACPM y el porcentaje restante usan como sistema de combustión la gasolina. Lo cual nos indica que en el país los dos tipos de combustible más usados son los antes mencionados. Los combustibles anteriormente mencionados los podemos definir de la siguiente forma:

- Gasolina Corriente: Está compuesto por casi 300 hidrocarburos, provenientes de diferentes procesos de refinación, los cuales son tratadas bajo un proceso químico con soda caustica para eliminar diferentes compuestos de azufre, para luego ser mezclada de tal forma que se obtenga un producto con un índice antidetonante IAD (Ron+Mon/2) de mínimo 81 octanos. Se usa en motores de combustión interna encendido por chispa.¹³⁰
- Diéselcorriente (ACPM): Es un combustible usado para motores tipo Diésel de automotores de trabajo medio y pesado los cuales operan para transportar diferentes tipos de mercancías en el país.¹³¹
- Gas natural: Es un hidrocarburo que proviene del metano y etano los cuales poseen características de combustión, este tipo de combustible es una alternativa ecológica e innovadora, el cual permite un mayor rendimiento sin deteriorar el motor y brindándole una mayor vida útil.

Fórmula 9. Indicador de consumo de combustible

$$\text{Indicador de Consumo de Combustible} = \frac{\text{Precio \$/Galón}}{\text{Consumo Km/Gal}}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

En la tabla 22 se muestra el rendimiento del combustible por kilómetro según la carretera por donde transiten las diferentes categorías de vehículos.

Tabla 22. Rendimiento en Kilómetros por Galón

Rendimiento en Kilómetros por Galón			
Pavimentado	C2	C3	C3-S
Plano	9,5	9,7	5,4
Ondulado	6,7	7,1	4,0
Montañoso	4,6	4,9	2,8

Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia), 2012.

- Consumo de llantas (\$/Km): En la figura 26 se observa gráficamente la clasificación de las llantas en un automotor de carga.

Fórmula 10. Indicador de consumo de llantas

$$\text{Indicador de Consumo de Llantas} = \frac{\sum \text{No. Llantas} * \text{Precio Llanta}}{\text{Duración Llanta en Km}}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

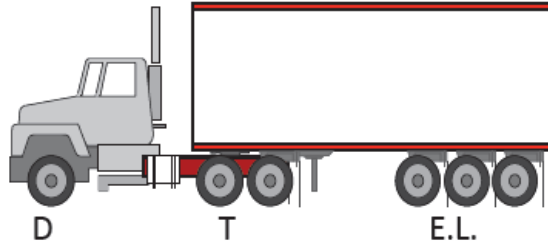
En la tabla 23 se describen los parámetros que se deben tener en cuenta la llantas de un automotor de carga pesada.

¹³⁰ Definición de Gasolina Corriente por Ecopetrol.

[Internet]. <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=216&conID=37366>. Consultado el 1 de marzo de 2012.

¹³¹ Ibid 130

Figura 26. Clasificación de las llantas: D (Direccional), T (Tracción) y EL (Ejes libres):



Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia), 2012.

Tabla 23. Parámetros Llantas

Radial	Direccional	70000 Km
	Tracción	70000 Km
	Ejes Libres	120000 Km
Convencional	Direccional	30000 Km
	Tracción	37375 Km
	Ejes Libres	62000 Km

Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia) 2012

- Consumo de lubricante (\$/Km): Es el pago por el suministro de una sustancia (Gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor, del automotor de carga.

En la tabla 24 se indican los parámetros a tener en cuenta en factores como los lubricantes.

Fórmula 11. Indicador consumo lubricante

$$\text{Indicador de Consumo de lubricante} = \sum \frac{\text{No unds de Lub} * \text{Precio de lub}}{\text{Duración lubricante en Km}}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

Tabla 24. Parámetros lubricantes

Motor	6000 Km
Caja o Transmisión	35000 Km
Diferenciales	35000 Km

Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia) 2012

- Indicador de mantenimiento (\$/Km): Es el costo que se debe pagar por conservar la maquinaria o tecnología que se está utilizando en el automotor para el transporte de algún bien en buen estado o en óptimas condiciones para evitar su degradación.

Motor, Caja de velocidad, Diferencial, Embrague, Frenos, Dirección, eléctricos, Suspensión, Tráiler, Rodamientos, Inyección, entre otros.

Fórmula 12. Indicador de mantenimiento

$$\text{Indicador de mantenimiento} = \sum \frac{\$ \text{Respuestos} + \$ \text{Mano de obra}}{\text{No. km de Reparación}}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

- **Servicios de estación:**

Fórmula 13. Lavado engrase

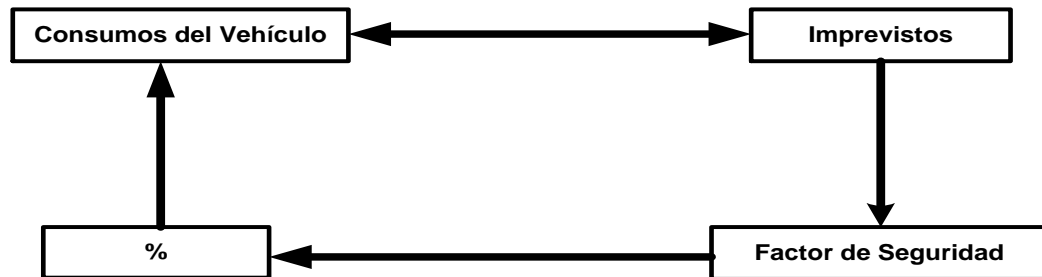
$$\text{Lavado engrase} = \frac{\$ \text{lavada} + (\text{No. Viajes al mes} * \$ \text{ engrase})}{\text{No. Km promedio mes}}$$

Fuente: Ministerio de Transporte

- **Imprevistos:** Los costos de imprevistos son para los determinados acontecimientos que no se han pronosticado y pueden ocurrir durante el trayecto de la ruta del vehículo. Se estiman como un 4 % de los costos variables¹³². Los indicadores de imprevistos se pueden visualizar en la figura 27.

$$\text{Indicador de imprevistos} = \% \sum \text{Consumos}$$

Figura 27. Indicadores de Imprevistos



Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia) 2012

- **Viáticos:** Provisión de Dinero que la empresa transportadora brinda al conductor de los diferentes vehículos que transportaran la mercancía para diversos gastos que imprevistos en el recorrido y así cumplir con la cadena logística de la manera más adecuada.
- **Fletes:** Se encuentra una tabla de fletes en la cual se determina el valor que debe pagar la empresa de transporte al propietario del vehículo para que este último movilice una tonelada de carga en la ruta Bogotá-Buenaventura. Lo anterior mencionado da oportunidades para que exista la insatisfacción en dicho sector, haciendo que existan diferencias en los costos operativos y valores establecidos administrativamente encontrando puntos críticos en

¹³² MIRA VANEGAS, José Andrés Estimación de Costos de Transporte de Carga. Tesis Andes, 2009.

donde no se alcanzan a cubrir los costos de la ruta¹³³.

La tabla de fletes es la reguladora de un precio mínimo de pago por tonelada para la empresa transportadora de acuerdo con la distancia recorrida, Colombia actualmente cuenta con 422 rutas de transporte de carga, donde el corredor de Bogotá-buenaventura es uno de los más importantes del país, en el 2011 la tabla de fletes en corredor vial tiene un costo de \$ 91.513 por tonelada. Es decir, un recorrido de una tracto-mula de 35 toneladas tendría un valor de \$3.202.955, sin incluir los costos de los cargues y descargues de las mercancías. Para cada ruta se tiene un valor de referencia por tonelada movilizada, sin embargo, algunos transportadores aseguran que la competencia en el sector ha llevado a que ese flete tienda a la baja. La tabla de fletes que se venía utilizando hasta mayo del 2.011 es la siguiente:

En la actualidad los fletes se calculan de acuerdo al SICE (Sistema de información de costos eficientes), el cual se utiliza como una herramienta para el cálculo de tarifas origen-destino del transporte de carga. Por ejemplo en la ruta Bogotá-Buenaventura con un camión doble troque de 3 ejes y teniendo en cuenta 19 horas de espera de cargues y descargues tendría un valor de \$2.095.414 el viaje, movilizandoo 16 toneladas y con la posibilidad de anexar un porcentaje de rentabilidad. El sistema, al que se puede acceder a través de la página web del Ministerio de Transporte detalla todos los costos de la operación, tanto fijos y variables.¹³⁴

Sin embargo las empresas o entidades que se encargan de la distribución y transporte no utilizan este sistema, puesto que para ellos es algo engorrosa la situación, debido al descontento que se genera con los transportadores, por lo tanto en su mayoría las organizaciones generan sus propias tablas de fletes como es el caso de Colombina, Quala, Super entre otras.

- Costo de Carga: Este costo es aquel en el que se debe incurrir a la hora que la mercancía sea puesta en el carro de carga para ser movilizadada a su destino, ya sea por medio de personas o maquinas especiales para el cargue de mercancías.
- Costo de Descarga: Este costo se caracteriza en el momento en que se llega al destino y es necesario movilizar la mercancía fuera del camión, y asea por medio de personas o maquinas especiales para el descargue de mercancías.

¹³³ Ministerio de Transporte Oficina Asesora de Planeación Grupo Planificación Sectorial. Caracterización del Transporte en Colombia, Diagnostico y Proyectos del Transporte e Infraestructura. [Internet] <http://www.slideshare.net/johnrehobot/caracterizacion-transporte-colombia>. Consultado el 2 de marzo de 2012.

¹³⁴ Así funcionarían los pagos en el transporte de Carga. [Internet] <http://blog.atc.com.co/2011/06/asi-funcionaran-los-pagos-en-el.html>. Consultado el 5 de Marzo de 2012.

El Costo de referencia para movilizar una tonelada en un tracto-camión en la ruta Bogotá Buenaventura es \$83.698; se visualiza en la tabla 25, teniendo en cuenta el origen y destino.

Tabla 25. Costos por Tonelada Tracto-camión (Junio 2012)

Origen	Destino										
	Armenia	Barranquilla	Bogotá	Bucaramanga	Buenaventura	Cali	Cartagena	Cucutá	Ibague	Medellín	Villavicencio
Armenia	*	\$ 138.303	\$ 48.270	\$ 85.380	\$ 34.898	\$ 23.789	\$ 133.717	\$ 121.509	\$ 14.919	\$ 50.112	\$ 73.028
Barranquilla	\$ 138.303	*	\$ 128.667	\$ 77.805	\$ 167.853	\$ 156.753	\$ 13.310	\$ 90.175	\$ 134.209	\$ 95.500	\$ 154.091
Bogotá	\$ 48.270	\$ 129.607	*	\$ 53.903	\$ 83.698	\$ 72.411	\$ 129.256	\$ 88.377	\$ 29.558	\$ 59.918	\$ 20.004
Bucaramanga	\$ 85.380	\$ 77.805	\$ 52.621	*	\$ 123.655	\$ 110.815	\$ 82.682	\$ 32.370	\$ 69.443	\$ 65.478	\$ 81.040
Buenaventura	\$ 34.898	\$ 168.601	\$ 83.698	\$ 123.655	*	\$ 24.050	\$ 158.954	\$ 156.934	\$ 50.522	\$ 77.832	\$ 108.342
Cali	\$ 34.898	\$ 156.753	\$ 72.411	\$ 110.815	\$ 24.050	*	\$ 152.107	\$ 145.440	\$ 39.519	\$ 66.995	\$ 97.180
Cartagena	\$ 133.717	\$ 13.310	\$ 128.316	\$ 82.682	\$ 158.954	\$ 152.107	*	\$ 90.954	\$ 127.362	\$ 90.866	\$ 152.900
Cucutá	\$ 121.509	\$ 86.274	\$ 87.095	\$ 32.370	\$ 156.934	\$ 145.440	\$ 90.954	*	\$ 104.524	\$ 91.013	\$ 115.416
Ibague	\$ 14.919	\$ 137.134	\$ 29.558	\$ 69.443	\$ 50.522	\$ 39.519	\$ 130.279	\$ 104.524	*	\$ 64.286	\$ 54.206
Medellín	\$ 50.112	\$ 95.500	\$ 58.997	\$ 65.478	\$ 77.832	\$ 66.995	\$ 90.866	\$ 91.013	\$ 64.286	*	\$ 82.909
Villavicencio	\$ 73.028	\$ 155.301	\$ 20.004	\$ 82.322	\$ 108.342	\$ 97.180	\$ 153.841	\$ 116.698	\$ 54.206	\$ 83.849	*

Fuente: SICETAC Ministerio de Transporte y Adaptado por las Autoras 2012

El costo de referencia de traslado de carga en un tractocamión en la ruta Bogotá-Buenaventura es de \$2.845.719; se visualiza en la tabla 26, teniendo en cuenta el origen y destino.

Tabla 26. Costo de un Viaje Tracto-camión (Junio 2012)

Origen	Destino										
	Armenia	Barranquilla	Bogotá	Bucaramanga	Buenaventura	Cali	Cartagena	Cucutá	Ibague	Medellín	Villavicencio
Armenia	*	\$ 4.702.304	\$ 1.641.189	\$ 2.902.913	\$ 1.186.540	\$ 808.833	\$ 4.546.370	\$ 4.131.295	\$ 507.260	\$ 1.703.819	\$ 2.482.943
Barranquilla	\$ 4.702.304	*	\$ 4.374.679	\$ 2.545.373	\$ 5.707.008	\$ 5.329.612	\$ 452.554	\$ 3.065.934	\$ 4.563.111	\$ 3.246.989	\$ 5.239.088
Bogotá	\$ 16.416.189	\$ 4.406.652	*	\$ 1.832.717	\$ 2.845.719	\$ 2.461.980	\$ 4.394.705	\$ 3.004.825	\$ 1.004.981	\$ 2.037.197	\$ 680.121
Bucaramanga	\$ 2.902.913	\$ 2.645.373	\$ 1.789.119	*	\$ 4.204.282	\$ 3.767.720	\$ 2.811.180	\$ 1.100.579	\$ 2.361.049	\$ 2.226.241	\$ 2.755.363
Buenaventura	\$ 1.186.540	\$ 5.732.441	\$ 2.845.719	\$ 4.204.282	*	\$ 817.710	\$ 5.404.436	\$ 5.335.741	\$ 1.717.732	\$ 2.646.302	\$ 3.683.624
Cali	\$ 808.833	\$ 5.329.612	\$ 2.461.980	\$ 3.767.720	\$ 817.710	*	\$ 5.171.648	\$ 4.944.966	\$ 1.343.634	\$ 2.277.823	\$ 3.304.126
Cartagena	\$ 4.546.370	\$ 442.554	\$ 4.362.733	\$ 2.811.180	\$ 5.404.436	\$ 5.171.648	*	\$ 3.092.427	\$ 4.330.299	\$ 3.089.451	\$ 5.198.617
Cucutá	\$ 4.131.295	\$ 2.933.321	\$ 2.961.227	\$ 1.100.579	\$ 5.335.741	\$ 4.944.966	\$ 3.092.427	*	\$ 3.553.831	\$ 3.094.452	\$ 3.924.147
Ibague	\$ 507.260	\$ 4.662.541	\$ 1.004.981	\$ 2.361.049	\$ 1.717.732	\$ 1.343.634	\$ 4.429.486	\$ 3.553.831	*	\$ 2.185.731	\$ 1.843.012
Medellín	\$ 1.703.819	\$ 3.246.989	\$ 2.005.225	\$ 2.226.241	\$ 2.646.302	\$ 2.277.823	\$ 3.089.451	\$ 3.094.452	\$ 2.185.731	*	\$ 2.818.891
Villavicencio	\$ 2.482.943	\$ 5.271.070	\$ 680.121	\$ 2.798.961	\$ 3.683.624	\$ 3.304.126	\$ 5.230.589	\$ 3.967.746	\$ 1.842.012	\$ 2.850.864	*

Fuente: SICETAC Ministerio de Transporte y Adaptado por las Autoras 2012

El costo de referencia para movilizar una tonelada en un Doble Troque (Tres ejes) en la ruta Bogotá-Buenaventura es de \$117.979; se visualiza en la tabla 27, teniendo en cuenta el origen y destino.

Tabla 27. Costo por Tonelada Doble Troque (Junio 2012)

Origen	Destino										
	Armenia	Barranquilla	Bogotá	Bucaramanga	Buenaventura	Cali	Cartagena	Cucutá	Ibague	Medellín	Villavicencio
Armenia	*	\$ 196.219	\$ 67.922	\$ 120.786	\$ 49.334	\$ 33.277	\$ 189.875	\$ 172.493	\$ 21.411	\$ 71.536	\$ 103.199
Barranquilla	\$ 196.218	*	\$ 181.938	\$ 110.655	\$ 237.929	\$ 221.894	\$ 18.467	\$ 128.012	\$ 188.572	\$ 135.515	\$ 218.255
Bogotá	\$ 67.922	\$ 183.301	*	\$ 76.175	\$ 117.979	\$ 101.652	\$ 181.461	\$ 125.532	\$ 41.118	\$ 84.947	\$ 28.473
Bucaramanga	\$ 120.786	\$ 110.655	\$ 74.268	*	\$ 175.000	\$ 156.320	\$ 116.016	\$ 46.287	\$ 98.191	\$ 93.046	\$ 114.758
Buenaventura	\$ 49.334	\$ 239.026	\$ 117.979	\$ 175.000	*	\$ 33.970	\$ 224.995	\$ 222.549	\$ 71.732	\$ 110.592	\$ 153.086
Cali	\$ 33.277	\$ 221.894	\$ 101.652	\$ 156.320	\$ 33.970	*	\$ 215.456	\$ 205.906	\$ 55.833	\$ 94.944	\$ 136.949
Cartagena	\$ 189.875	\$ 18.467	\$ 180.098	\$ 116.016	\$ 224.995	\$ 215.456	*	\$ 127.402	\$ 178.745	\$ 129.099	\$ 215.154
Cucutá	\$ 172.493	\$ 122.350	\$ 123.625	\$ 46.287	\$ 222.549	\$ 205.906	\$ 127.402	*	\$ 148.333	\$ 129.675	\$ 163.965
Ibague	\$ 21.411	\$ 192.500	\$ 41.118	\$ 98.191	\$ 71.732	\$ 55.833	\$ 182.651	\$ 148.333	*	\$ 91.659	\$ 76.231
Medellín	\$ 71.536	\$ 135.515	\$ 83.585	\$ 93.046	\$ 110.592	\$ 94.944	\$ 129.099	\$ 129.675	\$ 91.659	*	\$ 117.657
Villavicencio	\$ 103.199	\$ 219.617	\$ 28.473	\$ 116.665	\$ 153.086	\$ 136.949	\$ 216.516	\$ 165.873	\$ 76.231	\$ 119.020	*

Fuente: SICETAC Ministerio de Transporte y Adaptado por las Autoras 2012

El costo de traslado de la carga en un Doble Troque (Tres ejes) en la Ruta Bogotá-Buenaventura es de \$1.887.659; se visualiza en la tabla 28, teniendo en cuenta el origen y destino.

Tabla 28. Costo de un Viaje Doble Troque (Junio 2012)

Origen	Destino										
	Armenia	Barranquilla	Bogotá	Bucaramanga	Buenaventura	Cali	Cartagena	Cucutá	Ibague	Medellín	Villavicencio
Armenia	*	\$ 3.139.487	\$ 1.086.753	\$ 1.932.576	\$ 789.337	\$ 532.439	\$ 3.037.997	\$ 2.759.891	\$ 342.577	\$ 1.144.570	\$ 1.651.191
Barranquilla	\$ 3.139.487	*	\$ 2.911.011	\$ 1.770.475	\$ 3.806.863	\$ 3.550.298	\$ 295.468	\$ 2.048.187	\$ 3.017.151	\$ 2.168.241	\$ 3.492.080
Bogotá	\$ 1.086.753	\$ 2.932.810	*	\$ 1.218.803	\$ 1.887.659	\$ 1.626.434	\$ 2.903.375	\$ 2.088.518	\$ 657.880	\$ 1.358.155	\$ 455.571
Bucaramanga	\$ 1.932.576	\$ 1.770.475	\$ 1.188.284	*	\$ 2.799.995	\$ 2.501.119	\$ 1.856.252	\$ 740.587	\$ 1.571.057	\$ 1.488.729	\$ 1.836.126
Buenaventura	\$ 789.337	\$ 3.824.424	\$ 1.887.659	\$ 2.799.995	*	\$ 543.512	\$ 3.599.913	\$ 3.560.783	\$ 1.147.719	\$ 1.769.467	\$ 2.449.380
Cali	\$ 532.439	\$ 3.550.298	\$ 1.626.434	\$ 2.501.119	\$ 543.512	*	\$ 3.447.297	\$ 3.294.499	\$ 893.334	\$ 1.519.101	\$ 2.191.183
Cartagena	\$ 3.037.997	\$ 295.468	\$ 2.881.576	\$ 1.856.252	\$ 3.599.913	\$ 3.447.297	*	\$ 2.038.431	\$ 2.859.918	\$ 2.065.586	\$ 3.442.462
Cucutá	\$ 2.759.891	\$ 1.957.599	\$ 1.977.999	\$ 740.587	\$ 3.560.783	\$ 3.294.499	\$ 2.038.431	*	\$ 2.373.323	\$ 2.074.797	\$ 2.623.446
Ibague	\$ 342.577	\$ 3.080.006	\$ 657.880	\$ 1.571.057	\$ 1.147.719	\$ 893.334	\$ 2.922.410	\$ 2.373.323	*	\$ 1.466.543	\$ 1.219.697
Medellín	\$ 1.144.570	\$ 2.168.241	\$ 1.337.356	\$ 1.488.729	\$ 1.769.467	\$ 1.519.101	\$ 2.065.586	\$ 2.074.797	\$ 1.466.543	*	\$ 1.882.514
Villavicencio	\$ 1.651.191	\$ 3.513.880	\$ 455.571	\$ 1.866.645	\$ 2.449.380	\$ 2.191.183	\$ 3.464.261	\$ 2.653.965	\$ 1.219.697	\$ 1.904.313	*

Fuente: SICETAC Ministerio de Transporte y Adaptado por las Autoras 2012

El costo de referencia por tonelada para movilizar una tonelada en un Camión Sencillo (Dos ejes) en la ruta Bogotá-Buenaventura es de \$168.686; se visualiza en la tabla 29, teniendo en cuenta el origen y destino.

Tabla 29. Costo por Tonelada Camión Sencillo (Junio 2012)

Origen	Destino										
	Armenia	Barranquilla	Bogotá	Bucaramanga	Buenaventura	Cali	Cartagena	Cucutá	Ibague	Medellín	Villavicencio
Armenia	*	\$ 285.609	\$ 97.864	\$ 175.464	\$ 69.760	\$ 44.765	\$ 276.228	\$ 252.658	\$ 31.894	\$ 104.048	\$ 151.986
Barranquilla	\$ 285.609	*	\$ 260.345	\$ 158.383	\$ 345.281	\$ 320.314	\$ 25.899	\$ 182.694	\$ 271.629	\$ 198.909	\$ 316.149
Bogotá	\$ 97.864	\$ 261.772	*	\$ 108.582	\$ 168.686	\$ 143.266	\$ 258.292	\$ 182.213	\$ 57.796	\$ 120.222	\$ 43.762
Bucaramanga	\$ 175.464	\$ 158.383	\$ 106.335	*	\$ 252.694	\$ 223.566	\$ 167.987	\$ 68.873	\$ 142.025	\$ 137.107	\$ 168.353
Buenaventura	\$ 69.760	\$ 345.196	\$ 168.686	\$ 252.694	*	\$ 48.856	\$ 325.549	\$ 323.474	\$ 103.133	\$ 158.595	\$ 222.539
Cali	\$ 44.765	\$ 320.314	\$ 143.266	\$ 223.566	\$ 48.856	*	\$ 310.790	\$ 297.560	\$ 78.388	\$ 135.246	\$ 197.416
Cartagena	\$ 276.228	\$ 25.899	\$ 256.865	\$ 167.987	\$ 325.549	\$ 310.790	*	\$ 187.189	\$ 256.794	\$ 189.414	\$ 310.677
Cucutá	\$ 252.658	\$ 178.065	\$ 179.966	\$ 68.873	\$ 323.474	\$ 297.560	\$ 187.189	*	\$ 216.737	\$ 191.420	\$ 241.750
Ibague	\$ 31.894	\$ 275.303	\$ 57.796	\$ 142.025	\$ 103.133	\$ 78.388	\$ 260.441	\$ 216.737	*	\$ 132.527	\$ 111.657
Medellín	\$ 104.048	\$ 198.909	\$ 118.795	\$ 137.107	\$ 159.595	\$ 135.246	\$ 189.414	\$ 191.420	\$ 132.537	*	\$ 171.054
Villavicencio	\$ 151.986	\$ 317.576	\$ 43.762	\$ 170.600	\$ 222.539	\$ 197.416	\$ 312.103	\$ 243.997	\$ 111.657	\$ 172.480	*

Fuente: SICETAC Ministerio de Transporte y Adaptado por las Autoras 2012

El costo de traslado de la carga en un Camión Sencillo (Dos ejes) en la Ruta Bogotá-Buenaventura es de \$1.518.176; se visualiza en la tabla 30, teniendo en cuenta el origen y destino.

Tabla 30. Costo de un viaje Camión Sencillo (Junio 2012)

Origen	Destino										
	Armenia	Barranquilla	Bogotá	Bucaramanga	Buenaventura	Cali	Cartagena	Cucutá	Ibague	Medellín	Villavicencio
Armenia	*	\$ 2.570.841	\$ 880.774	\$ 1.579.178	\$ 627.839	\$ 402.882	\$ 2.486.049	\$ 2.273.925	\$ 297.048	\$ 936.430	\$ 1.367.874
Barranquilla	\$ 2.570.481	*	\$ 2.343.109	\$ 1.425.444	\$ 3.107.525	\$ 2.882.822	\$ 233.094	\$ 1.644.248	\$ 2.444.663	\$ 1.790.184	\$ 2.845.342
Bogotá	\$ 880.774	\$ 2.355.946	*	\$ 977.240	\$ 1.518.176	\$ 1.289.393	\$ 2.324.627	\$ 1.639.917	\$ 520.160	\$ 1.081.996	\$ 393.860
Bucaramanga	\$ 1.579.178	\$ 1.425.444	\$ 957.015	*	\$ 2.274.242	\$ 2.012.096	\$ 1.511.887	\$ 619.860	\$ 1.278.223	\$ 1.233.961	\$ 1.515.177
Buenaventura	\$ 627.839	\$ 3.115.761	\$ 1.518.176	\$ 2.274.242	*	\$ 439.704	\$ 2.929.942	\$ 2.911.264	\$ 928.201	\$ 1.436.354	\$ 2.002.849
Cali	\$ 402.882	\$ 2.882.822	\$ 1.289.393	\$ 2.012.096	\$ 439.704	*	\$ 2.797.106	\$ 2.678.039	\$ 705.496	\$ 1.217.215	\$ 1.776.741
Cartagena	\$ 2.486.049	\$ 233.094	\$ 2.311.789	\$ 1.511.887	\$ 2.969.942	\$ 2.797.106	*	\$ 1.684.697	\$ 2.311.147	\$ 1.704.728	\$ 2.796.092
Cucutá	\$ 2.273.925	\$ 1.602.587	\$ 1.619.692	\$ 619.860	\$ 2.911.264	\$ 2.678.039	\$ 1.684.697	*	\$ 1.950.636	\$ 1.722.777	\$ 2.175.746
Ibague	\$ 287.048	\$ 2.477.726	\$ 520.160	\$ 1.278.223	\$ 928.201	\$ 705.496	\$ 2.343.967	\$ 1.950.636	*	\$ 1.192.744	\$ 1.004.910
Medellín	\$ 936.430	\$ 1.790.184	\$ 1.069.159	\$ 1.233.961	\$ 1.436.354	\$ 1.217.215	\$ 1.707.728	\$ 1.722.777	\$ 1.192.744	*	\$ 1.539.484
Villavicencio	\$ 1.367.874	\$ 2.858.180	\$ 393.860	\$ 1.535.402	\$ 2.002.849	\$ 1.776.741	\$ 2.808.930	\$ 2.195.971	\$ 1.004.910	\$ 1.552.321	*

Fuente: SICETAC Ministerio de Transporte y Adaptado por las Autoras 2012

- Costos directos: Corresponden a aquellos que tienen una incidencia directa en la cadena, durante las interfaces país exportador-tránsito internacional-país importador. Hacen parte de ellos: Empaque, embalaje, unitarización, documentación, manipuleos, transporte, seguros, almacenamiento, aduaneros, bancarios y agentes. Como lo son los siguientes costos:
 - a. Empaque y marcado: La estimación del costo de empaque y embalaje varía dependiendo de los requerimientos de cada tipo de producto, del medio de transporte a utilizar y del mercado de destino. Sin embargo, siempre se incurrirá en el costo del material (Madera, tambores, barriles, cartón, papel, plásticos, pinturas, etiquetas, códigos de barras, sellos, marquillas, accesorios de amarre, grapas, zunchos, cintas, etc.) y de la mano de obra requerida para el empaque, marcado y embalaje del producto.
 - b. Documentación: Este componente del costo incluye los gastos correspondientes a la documentación requerida tanto para la exportación (País de origen) como para la importación del producto (País de destino) e incluye: facturas; documentos de embarque, que dependen del modo o modos de transporte a utilizar; formularios para declaraciones de exportación, de importación y de cambios; permisos o licencias y certificados fitosanitarios, de origen y de cantidad y calidad, entre otros. Se deben considerar tanto los costos como los tiempos necesarios para su obtención.
 - c. Unitarización: Es el costo de la operación de agrupar piezas de carga en unidades de mayor volumen tales como pallets o contenedores, conocida como unitarización.

La paletización se refiere a la agrupación de productos en sus respectivos sistemas de empaque y/o embalaje sobre un pallet (Estiba) debidamente asegurado con esquineros, zunchos, grapas o películas envolventes de tal manera que se puedan manipular, almacenar y transportar de forma segura como una sola "unidad de carga".

La contenedorización consiste en la acomodación de los pallets en el contenedor y su respectivo aseguramiento por medio de bolsas de aire o de otro elemento que cumpla con ese fin.

Los principales costos de la unitarización corresponden al pallet, (Cuyo precio está relacionado con el material de fabricación y el tiempo de vida útil), materiales para cubrir o envolver la carga, tales como esquineros, zunchos, grapas y películas envolventes y mano de obra requerida para realizar dicha labor.

En la contenedorización, se debe estimar el costo del contenedor o el valor del arrendamiento por el tiempo requerido para el traslado de las frutas u hortalizas. Se debe recordar que el envío de estos productos por vía marítima debe realizarse en contenedores refrigerados. Igualmente, se contempla el costo de los equipos (Montacargas) y la mano de obra necesaria para el cargue y descargue.

Teniendo en cuenta el carácter biológico de los productos hortofrutícolas y su susceptibilidad a microorganismos, es recomendable lavar y desinfectar el contenedor y las estibas, de tal forma que se garantice su inocuidad. Ello implica considerar costos adicionales.

a. Almacenaje en puerto origen/destino: Aunque las tendencias en los negocios internacionales se orientan a evitar, en lo posible, el almacenamiento durante las fases anteriores al embarque y en las que preceden a la entrega de la carga en el destino final, es probable que se presenten situaciones que obliguen a almacenar el producto tales como: demoras en el cargue del buque o en la recolección del contenedor en el puerto destino, o trámites adicionales en el puerto. Estas situaciones incidirán en la tarifa por contenedor por mayores costos de generador y combustible durante el tiempo de conexión a las unidades eléctricas.

b. Manipuleo: La transferencia de los productos desde el local del exportador al del importador supone un cierto número de operaciones de manipuleo.

En el país exportador se presenta manipuleo en el cargue del vehículo en la fábrica del exportador, cargue y descargue del vehículo desde la fábrica o desde una bodega intermedia hasta el sitio de embarque internacional, cargue del vehículo que transporta la carga hasta el punto de embarque internacional, costo de manipuleo en el punto de embarque.

En tránsito internacional se presenta manipuleo en los transbordos. En el país importador se presenta durante el descargue del vehículo que transporta la carga en el punto de desembarque internacional hasta las bodegas del cliente y durante los cargues y descargues en puntos o bodegas intermedias.

c. Transporte: El primer flete que ha de costearse corresponde al transporte desde la zona de producción o acondicionamiento al puerto de embarque, el cual debe realizarse preferiblemente en camión o contenedor refrigerado. Para el análisis del transporte internacional deben analizarse cuantitativa y cualitativamente las características de todos los modos en los países por los cuales transita la carga (Infraestructura, rutas terminales, centros de transferencia, legislación, fletes, recargos, descuentos, servicios disponibles, factor de estiba, documentación, normas y convenios internacionales, velocidad, competencia y complementariedad entre modos, etc.). Igualmente se deben considerar las características de cada una de las empresas transportadoras a evaluar, tales como: frecuencia del transporte, tiempo del viaje y tipo de carga que transporta el buque.

La contratación del transporte internacional se hace a través de agentes de carga o agentes marítimos, el costo del flete depende de la línea marítima o aerolínea; las tarifas se cotizan en dólares. Las tarifas aéreas se calculan sobre la mayor dimensión entre el peso bruto y volumen, denominado factor de estiba. En el caso

de frutas y hortalizas, dado el tipo de empaque y embalaje, generalmente el flete se cobra sobre el volumen de la carga.

Dentro de los aspectos a tener en cuenta en la cotización de fletes marítimos están el cargue y descargue del buque. Para esto existen cuatro alternativas:

- LT: Términos de línea, en donde al armador es responsable de los costos de cargar y descargar la mercancía al/del barco en los puertos de embarque y desembarque, respectivamente, además del transporte entre ambos.
- FIO: Libre a bordo, en donde el cargue y descargue corre por cuenta del exportador o importador.
- FI: Libre a bordo, el porteador realiza el descargue en el puerto de destino y el cargue del producto debe realizarlo el exportador.
- FO: Libre en muelle, en donde el descargue del producto queda en manos del exportador. Para carga general los términos más utilizados son los de línea y por tanto el flete cobrado cubre el cargue y el descargue de la mercancía.

d. Seguro del local del exportador al puerto de embarque: Los productos perecederos se denominan vivos, debido a su alta susceptibilidad al deterioro. Las compañías de seguros, por lo general no otorgan el seguro por no contar con certificadores sobre el estado y manejo de la mercancía. El método de análisis presentado más adelante, le permitirá diseñar estrategias que protejan adecuadamente sus intereses. Sin embargo para efecto de cálculos se toma una tasa equivalente al 1% del valor FOB. Se debe tener en cuenta que el seguro lleva implícita la responsabilidad de un transportador y no cubre los eventos pre y post transporte.

e. Costos aduaneros: Se refieren al cobro de derechos de aduana. Las barreras arancelarias (Ad-valorem, suma fija o alguna combinación de ambas) se aplican a los productos de importación. Sin embargo, algunos países en desarrollo aplican periódicamente algunos impuestos a las exportaciones. En Colombia, las exportaciones están exentas del pago de impuestos. Para el cálculo de los costos aduaneros, el exportador debe conocer el arancel aplicable en el país de destino y los otros impuestos que puedan cobrarse; así mismo, debe saber si a los productos colombianos les ha sido otorgada alguna preferencia arancelaria.

f. Costos bancarios: Lo constituyen los honorarios, comisiones, trámites y formularios, además de las comisiones de reintegro. Cada banco tiene sus propias decisiones sobre el cobro de las comisiones, las cuales se basan, generalmente, en un porcentaje sobre el valor de la transacción y se encuentran entre el 0.25% y el 2.0%.

g. Agentes: Entre los agentes que intervienen en una operación de distribución física se encuentran los operadores de transporte multimodal, agentes de carga aérea, agentes marítimos, agentes portuarios, agentes de aduana, comisionistas de transporte, agentes de seguros y operadores logísticos. De acuerdo con las características de su actividad, cada agente cobra una comisión. Para efectos del cálculo del costo de los agentes en este estudio sólo se tienen en cuenta los honorarios. Los cargos por otros servicios prestados, tales como, derechos de

aduana, fletes, etc., son contabilizados en el componente correspondiente de costo de la Distribución Física Internacional. Recuerde que usted deberá contratar varios agentes, dependiendo del término de negociación (INCOTERM) acordado, en especial un agente de carga (Para contratar el transporte) y un agente de aduana (Sociedad de Intermediación Aduanera SIA).

- Costos indirectos: Corresponden a la gestión de la Distribución Física Internacional.
 - a. Administrativos: Corresponden al costo de los tiempos empleados en la gestión de exportación, desempeñado por el personal de exportaciones y del área financiera y administrativa, así como al de las comunicaciones y los desplazamientos efectuados en actividades tales como la obtención de información sobre los componentes de costo de la cadena DFI y la gestión durante el período comprendido en la preparación del embarque hasta la entrega al importador.
 - b. Capital: Corresponde al capital invertido en la Distribución Física Internacional, representado por el valor de los bienes embarcados, el valor de los servicios contratados para el embarque, de los cuales no se percibe interés o utilidad alguna durante el período de viaje entre las bodegas del exportador y del importador. En general, cuanto menor sea el tiempo de tránsito, menor será el costo del capital inmovilizado en la operación. El costo de capital o costo de oportunidad, se calcula tomando la tasa de interés del mercado sobre el tiempo en el cual se hace efectivo el pago del embarque. Es recomendable hacer una reserva del 2% al 5% sobre el costo total de la transacción, para atender cualquier imprevisto.¹³⁵

Nota: Se deben analizar todos los costos independientemente de quien los pague la responsabilidad del pago de los costos dentro de la Distribución Física Internacional dependerá del INCOTERM acordado, los cuales se dividen en cuatro grupos:

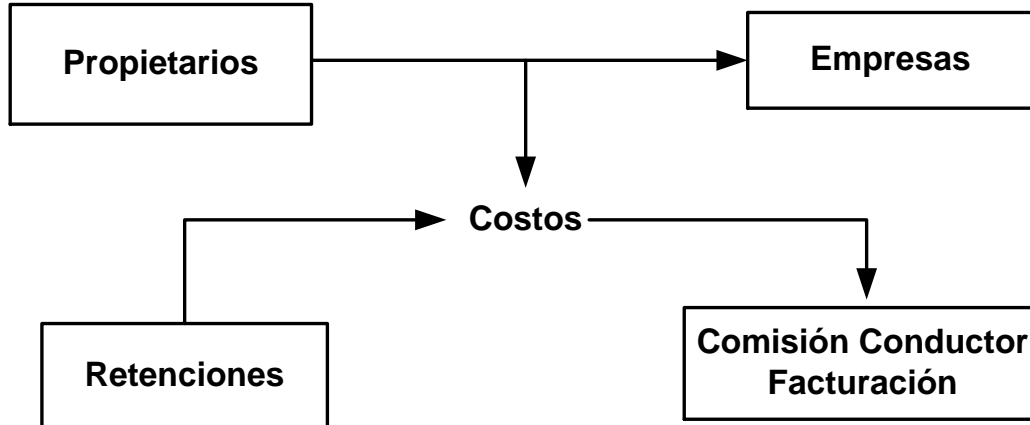
- Grupo E: (EX WORKS) El vendedor pone las mercancías a disposición del comprador en su propio establecimiento.
- Grupo F: (FCA, FAS y FOB): El vendedor entrega las mercancías a un transportador designado por el comprador, sin asumir los costos de fletes o seguros.
- Grupo C: (CFR, CIF, CPT y CIP): El vendedor contrata y paga el transporte hasta un destino designado, sin asumir riesgos inherentes al transporte.
- Grupo D: (DAF, DES, DEQ, DDU y DDP): El vendedor soporta todos los gastos y riesgos necesarios para llevar las mercancías al lugar de destino designado

¹³⁵Logística Exportadora.

[Internet] http://interletras.com/manualCCI/LOGISTICA_EXPORTADORA/logisticaexp09.htm, Fecha de Consulta 4 de Abril de 2012.

- Otros costos: En la figura 28 se observa la clasificación de otros costos que pueden existir en el transporte de carga terrestre.

Figura 28. Otros Costos



Fuente: Ministerio de Transporte (Modelo para la determinación de Costos de Referencia), 2012

Factor= $\%(\text{Comisión conductor, retenciones})=13.3\%$

- Gastos de Administración: Se generan por el manejo propio del vehículo en todos sus aspectos.
- Amortizaciones: Es el valor monetario que representa el desgaste del automotor, maquina o tipo de tecnología que se está utilizando para transportar la carga.
- Depreciaciones: Es el costo que a la medida del tiempo disminuye en el vehículo, maquina o tecnología que se esté utilizando.
- Rete Fuente: No es un impuesto sino un mecanismo de recaudo anticipado de un impuesto, es decir, lo que hace es recaudar un impuesto en el momento en que ocurre el hecho generador del mismo.
- Rete ICA: Es el anticipo del impuesto de Industria y Comercio efectuado por algunos actores (Proveedor, empresa o cliente), en el momento de causar, pagar o abonar en cuenta las facturas o cuentas de cobro.

2.1.7 Distancia: La carretera de la ruta en estudio (Bogotá-Buenaventura) tiene en general un buen estado, con tramos de dobles calzadas; por donde se moviliza tráfico pesado varios peajes y una gran distancia. La distancia en línea recta es de 341,72 Km y la distancia en ruta es de 607 Km como se muestra en la tabla 31 y 32.

Tabla 31. Distancias Bogotá-Buenaventura

		Distancia	
Punto Origen	Punto Destino	Distancia Punto Origen A Punto Destino	Distancia Acumulada en Kilómetros
Bogotá	Granada	17	17
Granada	Silvania	22	39
Silvania	Fusagasugá	11	50
Fusagasugá	Boquerón	38	88
Boquerón	Melgar	7	95
Melgar	Girardot	31	126
Girardot	Espinal	22	148
Espinal	Gualanday	26	174
Gualanday	Ibagué	34	208
Ibagué	Cajamarca	33	241
Cajamarca	La Línea	24	265
La Línea	Calarcá	23	288
Calarcá	Armenia	5	293
Armenia	La Tebalda	16	309
La Tebalda	La Paila	47	356
La Paila	La Uribe	11	367
La Uribe	Tuluá	23	390
Tuluá	Buga	25	415
Buga	Guascarí	17	432
Guascarí	Palmira	32	464
Palmira	Cali	23	487
Cali	El Saladito	30	517
El Saladito	Dagua	12	529
Dagua	Lobo Guerrero	14	543
Lobo Guerrero	La Delfina	42	585
La Delfina	Buenaventura	22	607

Fuente: Cataluña Transporte de Carga Ltda. 2012

Tabla 32. Matriz de Distancias

Bogotá-Buenaventura												
									Buenaventura			
									Loboguerrero	64		
								Buga	128	132		
							La Paila	59	229	251		
						Armenia	63	122	250	314		
					Cajamarca	52	115	174	302	366		
				Ibagué	33	85	148	207	335	378		
			Espinal	60	93	145	208	267	395	459		
		Girardot	22	82	115	167	230	289	417	461		
	Melgar	31	53	113	146	198	261	320	448	395		
	Boquerón	7	38	60	120	153	205	268	327	455	519	
Silvania	49	56	87	109	169	202	254	317	376	504	568	
Bogotá	39	88	95	126	148	208	241	293	356	415	543	607

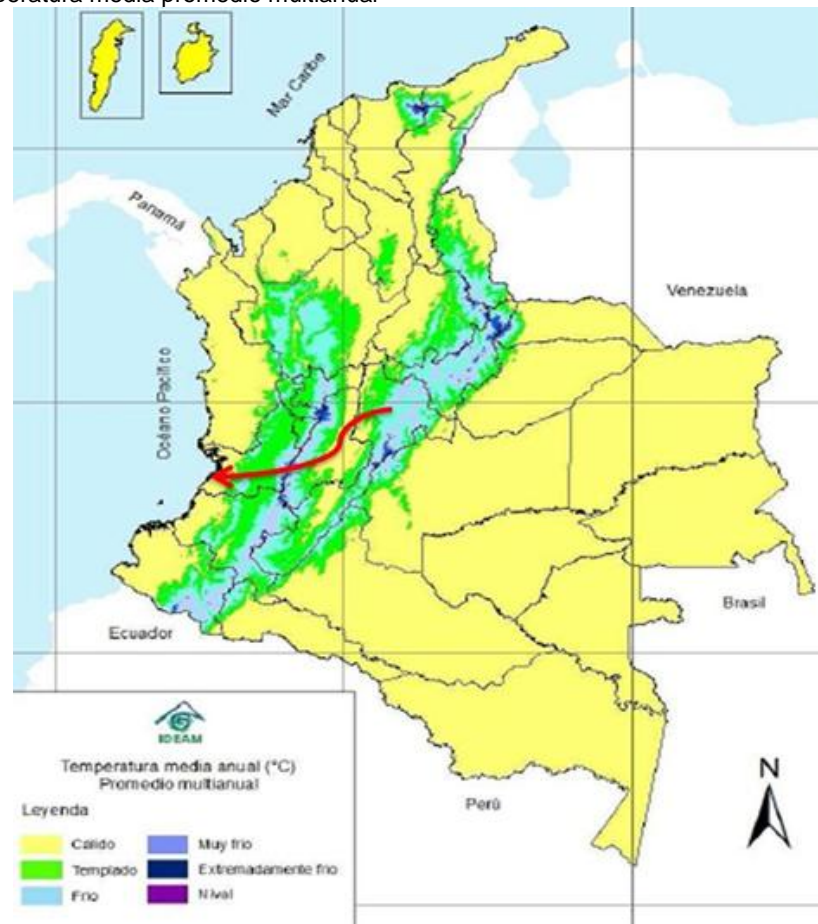
Fuente: Cataluña Transporte de Carga Ltda. 2012

Cabe destacar que dependiendo del tipo de automotor, la carga, la ruta y otros factores las distancias varían.

2.1.8 Condiciones climáticas: Son importantes debido a que tienen alta influencia en el tráfico vehicular y son determinantes a la hora de transportar mercancías:

- a. Clima: Es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, durante un período y un lugar o región dado, y controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático¹³⁶.
- b. Temperatura: Es un indicador de la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire, la cual es medida en grados centígrados (°C). En las siguientes figuras se podrá observar la temperatura media en la cual se destacan los climas frío, templado y cálido, la temperatura máxima es de 32 °C y la temperatura mínima en 12°C promedio anual de la ruta a estudiar (Bogotá-Buenaventura). En la figura 29, 30 y 31 se muestran los mapas de Colombia, señalando la ruta Bogotá-Buenaventura con sus respectivas temperaturas.

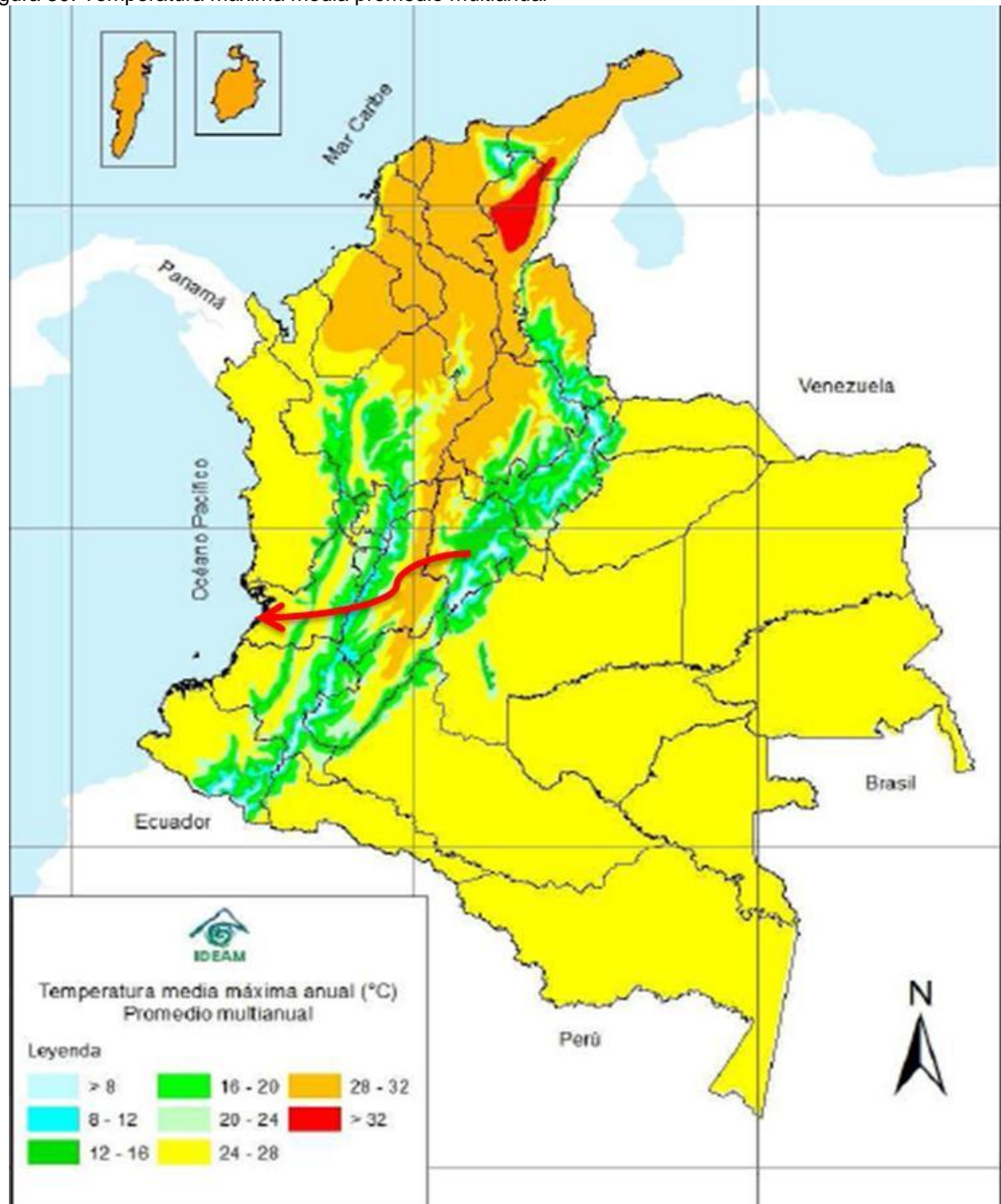
Figura 29. Temperatura media promedio multianual



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2012.

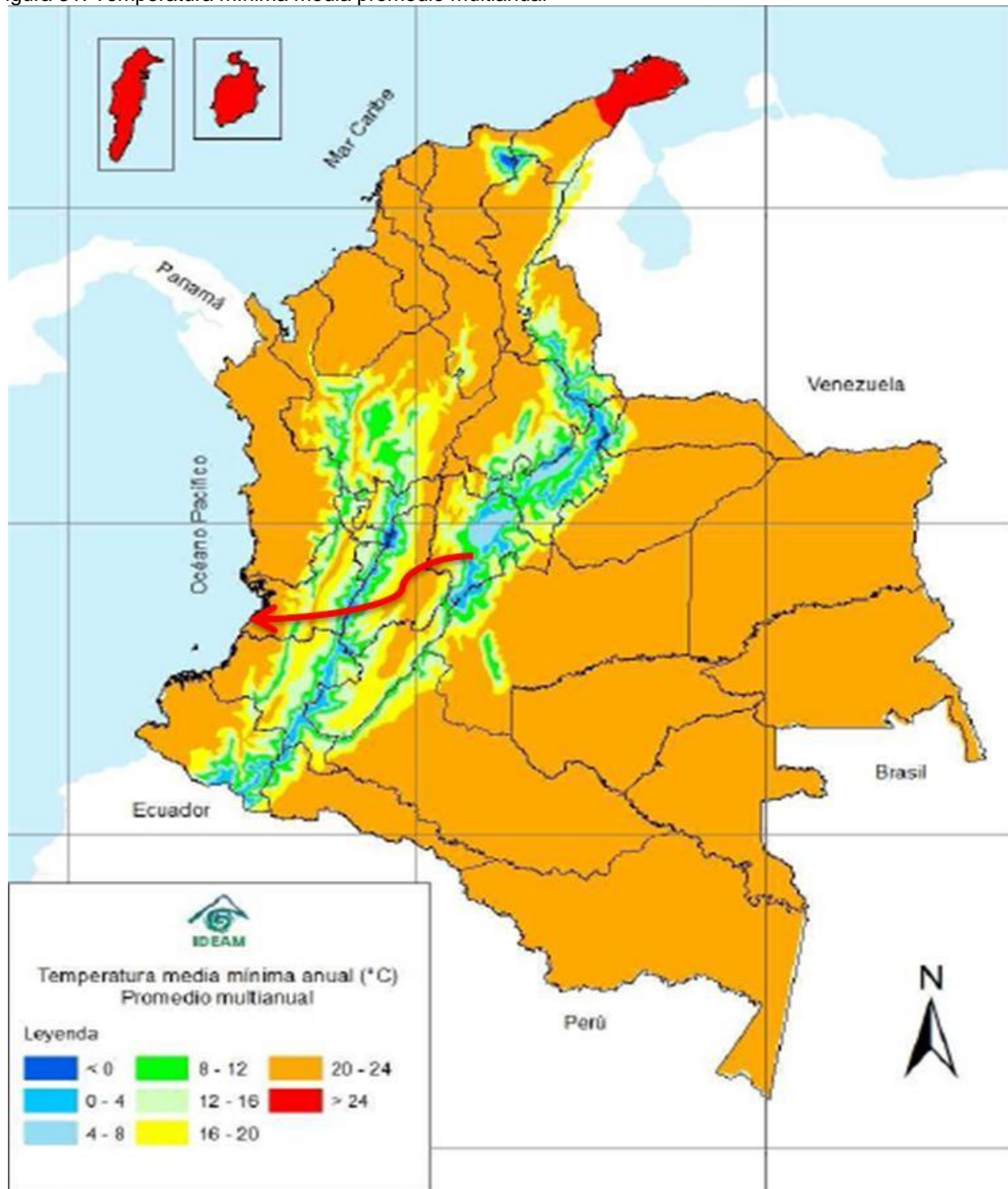
¹³⁶ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
[Internet] <http://institucional.ideam.gov.co>. Consultado 8 de Abril de 2012.

Figura 30. Temperatura máxima media promedio multianual



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2012.

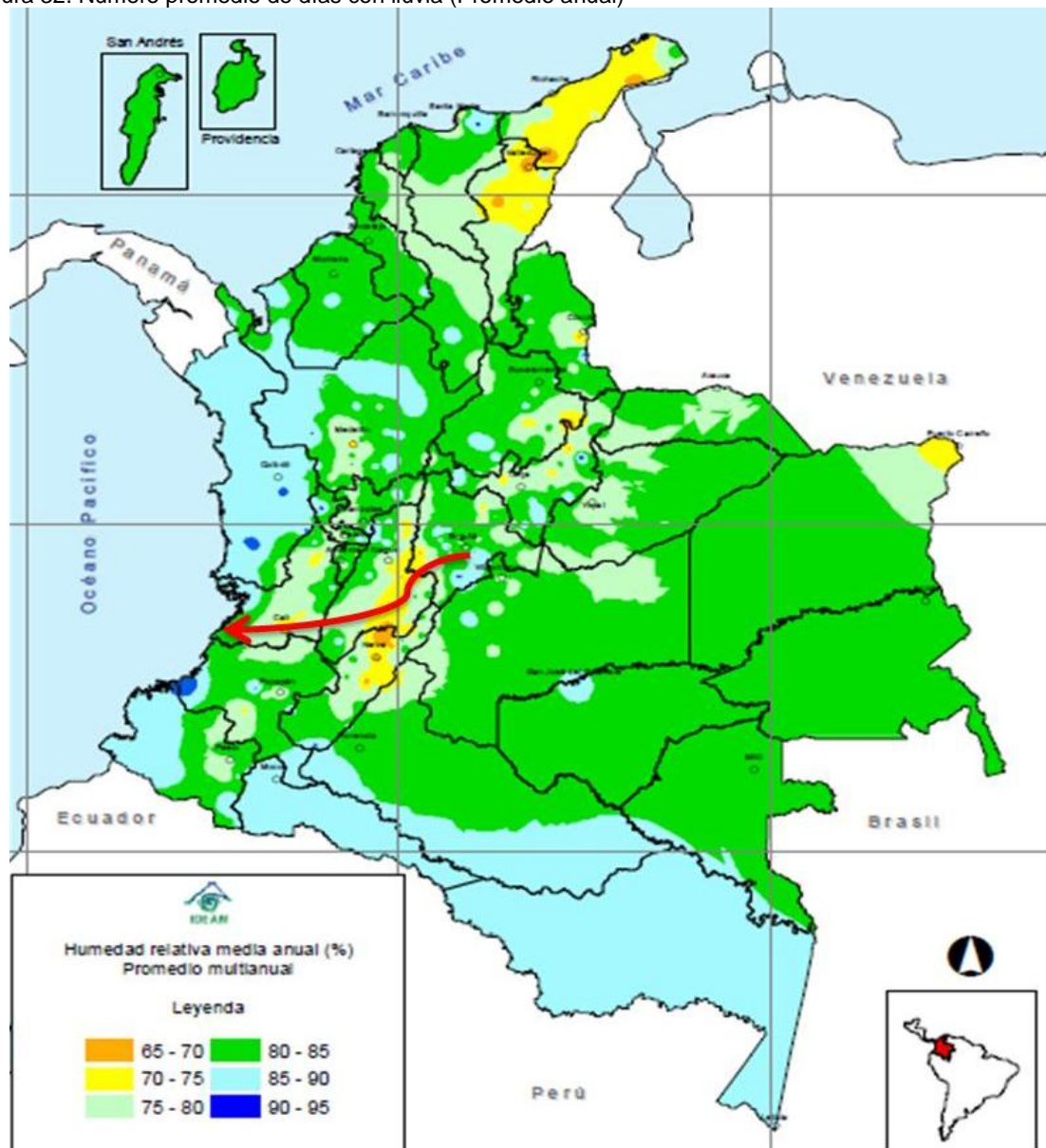
Figura 31. Temperatura mínima media promedio multianual



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2012.

c. Humedad: Indica la cantidad de vapor de agua presente en el aire; depende de la temperatura ya que el aire caliente contiene más humedad que el aire frío. En el siguiente mapa se muestra la humedad relativa media anual con un aproximado de (77,5%) de agua en el aire en la ruta Bogotá-Buenaventura (Flecha roja). En la figura 32 se visualizará el mapa de Colombia enfatizado en la ruta Bogotá-Buenaventura con su respectiva humedad relativa.

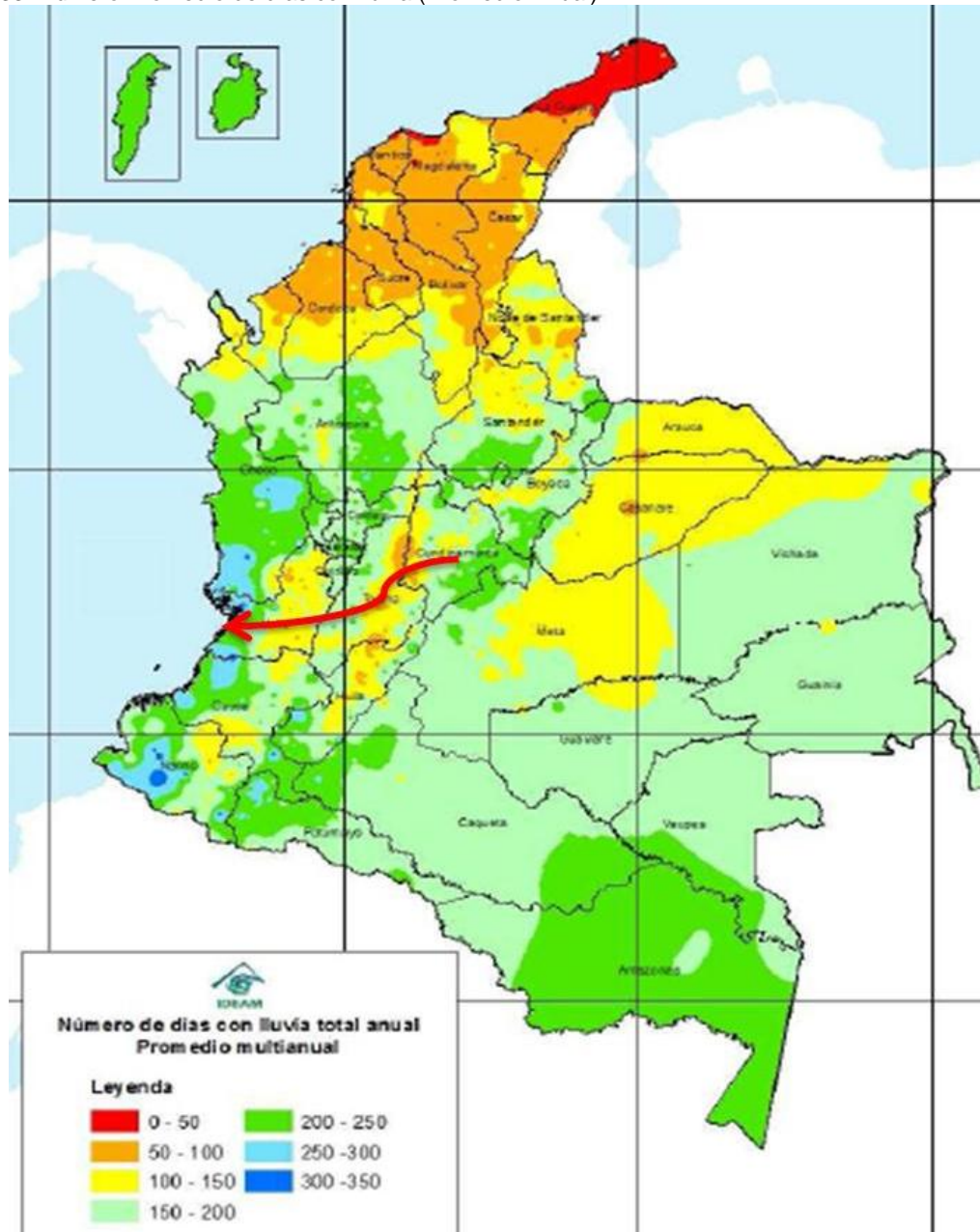
Figura 32. Número promedio de días con lluvia (Promedio anual)



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2012.

d. Lluvia: Esta se produce por la condensación de vapor de agua que contienen las nubes, es decir, es una precipitación de agua en forma de gotas. En el siguiente mapa se evidencia el promedio anual de lluvia sobre la ruta de estudio Bogotá-Buenaventura con un promedio aproximado de 150 días con lluvia. En la figura 33 se observa el mapa de Colombia señalando la ruta Bogotá-Buenaventura enfatizado en días promedios de días.

Figura 33. Número Promedio de días con Lluvia (Promedio Anual)



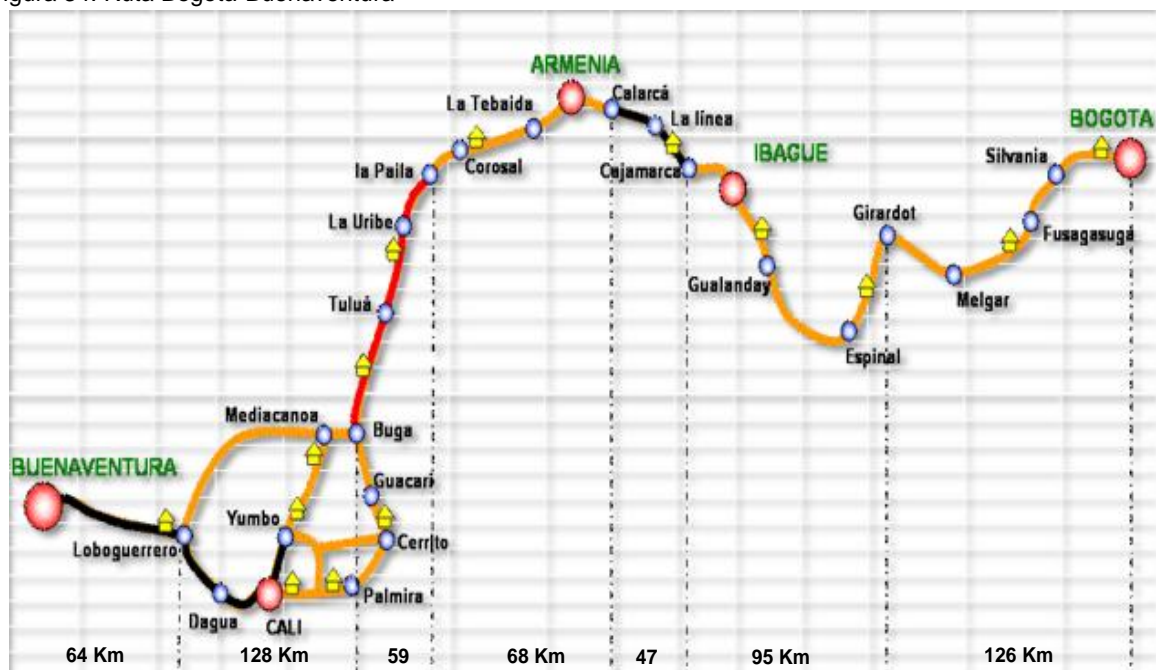
Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2012.

2.2 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA

El transporte de carga en Colombia es un sector que mueve gran parte de la economía nacional, y aunque la infraestructura no es la adecuada para responder a la globalización y a los nuevos estándares que propone el mundo globalizado, llega a ser un elemento relevante para el cumplimiento del desarrollo económico del país.

Por tal razón en los últimos años se han realizado varias inversiones en las carreteras nacionales con el fin de recibir el tratado de libre comercio y la globalización. En la figura 34 se visualiza la ruta Bogotá-Buenaventura con las distancias entre las ciudades de recorrido.

Figura 34. Ruta Bogotá-Buenaventura



Fuente: Ministerio de Transporte 2012

Si bien ampliar la oferta de bienes y servicios, insertarse en las diferentes cadenas productivas mundiales y establecer acceso a más mercados es una estrategia indispensable para el desarrollo económico. En el mundo de hoy no existe la opción de ser o no un competidor mundial, es un imperativo, apoyarse en la globalización y procurar el crecimiento económico de los países hoy y mañana se fundamenta entre otros factores en la productividad capacidad competitiva de las ciudades-región que lo conforman. Una adecuada infraestructura física es fundamental.

El puerto de Buenaventura maneja el 46.3% de la carga de comercio exterior, lo que lo convierte en el principal puerto marítimo en nuestra costa Pacífica y del país. De igual manera es el puerto más cercano (519km) de la ciudad-región comprendida por Bogotá y Cundinamarca, la cual contribuye con el 27% al PIB de Colombia, superando la participación de Antioquia (15%) y Valle del Cauca (12%).

En teoría, transportar un contenedor desde la capital al puerto de Buenaventura tomaría unas 12 horas de recorrido, desafortunadamente la realidad es otra. En promedio se necesitan dos días calendario, porque para movilizar carga de noche se requiere seguridad extra y pagar un seguro superior, costos adicionales que normalmente evitan los clientes. Por lo anterior, los transportadores operan por lo general en el horario de 6:00 a.m. a 7:00 p.m., con lo cual un contenedor llega al medio día del segundo día de transporte a Buenaventura y el mismo contenedor llega al final de la tarde del segundo día de transporte a Cartagena. Se espera que con la modernización del corredor estratégico Bogotá-Buenaventura, con la licitación del tramo Girardot-Ibagué-Cajamarca, el túnel definitivo de La Línea y las dobles calzadas Loboguerrero Buenaventura, se cambie esta grave falencia de comunicación terrestre.

Si bien el puerto multipropósito de transporte multimodal de Buenaventura tiene la ventaja de contar con un calado de aproximadamente de 12 metros o 34 pies, zonas de maniobras amplias y una zona de fondeo con una profundidad variable de 30 y 40 pies, el puerto compite entre otros con los puertos de Manzanillo en Panamá, Iquique y Valparaíso en Chile, como también con Callao y Manta, en Perú y Ecuador respectivamente, los cuales han realizado grandes inversiones para modernizarse en los últimos años.

“En la actualidad, y particularmente después del colapso que sufrió el año pasado, el puerto de Buenaventura ha mejorado la operación para cargar y descargar cada buque, pero es evidente que existen acciones concretas para satisfacer necesidades en el mejoramiento inmediato del puerto. Por ejemplo, generar un recurso humano calificado local para aprovechar adecuadamente las oportunidades laborales y avanzar decididamente en superar el déficit de infraestructura. El puerto continúa dependiendo de una arteria vial limitada como es el puente el Piñal, el cual une la zona insular, particularmente la isla de Cascajal, con el área continental. Este puente se ha convertido en objetivo de las acciones terroristas por su valor estratégico para afectar la actividad del puerto. De igual manera, el puerto vive una delicada situación de orden público debido al enfrentamiento entre pandillas, milicias guerrilleras y grupos paramilitares que luchan por controlar las rutas de salida de cocaína en esta región del Pacífico. Consolidar una operación sostenida de las fuerzas militares y de policía, junto con el trabajo efectivo de inteligencia como lo anunció el presidente Uribe es fundamental. El puerto de Buenaventura tiene que ofrecer un entorno seguro similar al de sus pares en Cartagena, Barranquilla y Santa Marta para

concentrarse en desarrollar eficientemente su función principal de ser el enlace comercial con el Pacífico.”¹³⁷

El pasado 27 de Abril en Cali, se firmó un acta de compromiso entre la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A.-SPRBUN- y el Gobierno Nacional la cual aborda la adquisición inmediata de nuevos equipos portuarios, reparación de la grúa pórtico No. 2, diseñar un plan de reorganización de las áreas del puerto de acuerdo con la Fase I del plan de expansión y un modelo operativo integrado, entre otros aspectos.

Hace pocos días, en parte cumpliendo con estos propósitos, se firmó el nuevo contrato de concesión portuaria para el Puerto de Buenaventura, como también la autorización otorgada por el Gobierno a la Concesión Portuaria de Aguadulce, la cual de acuerdo a la Cámara Colombiana de la Infraestructura (CCI) movilizará 180.000 contenedores/año y generará cerca de 2.000 empleos. Según la CCI, estas dos decisiones implican inversiones por más de 400 millones de dólares, con lo cual se mejoraría la competitividad del puerto colombiano.

2.2.1 Transporte terrestre de carga en Colombia: El transporte de carga hace parte de un mercado el cual relaciona y comunica regiones con pequeñas y grandes distancias, teniendo altos niveles de servicio, calidad, eficiencia, tiempos, costos, entre otros. Así mismo, el transporte juega un papel relevante dentro de la economía ya que es un factor de competitividad por los productos que el país puede ofrecer a diferentes mercados, siendo una fuente de utilidades tanto para los actores del sector como para el estado.

La movilización de carga por carretera es uno de los indicadores que muestran el comportamiento del sector y de la economía Nacional. Actualmente se llega a 100 millones de toneladas año aproximadamente, observándose un crecimiento con respecto a la década anterior. En la tabla 33 se observa el aumento en años de la movilización de carga en el país.

Tabla 33. Movilización de carga-miles de toneladas

Año	Toneladas
1991	63,144
1992	87,447
1993	90,235
1994	82,483
1995	86,742
1996	92,920
1997	89,489
1998	85,994
1999	77,674
2000	73,034

¹³⁷ Revista Dinero. [Internet] www.dinero.com 07/06/2012 (Revista). Consultado el 20 de Abril de 2012.

2001	100,284
2002	101,889
2003	105,251
2004	106,856
2005	111,218
2006	112,823
2007	116,185
2008	120,185
2009	120,785

Fuente: Boletín del Ministerio de Transporte en cifras. 2012

Sin embargo, la infraestructura en cuanto a carreteras es deficiente, existen elevados costos logísticos, el parque automotor que posee el país es antiguo y finalmente la problemática referente a los impuestos son inconvenientes que ha de enfrentar el gobierno junto con las empresas de transporte y de logística.

Según el informe global sobre la competitividad 2011-2012 del foro económico mundial Colombia se encuentra en el puesto 68 (De 142) en competitividad; en materia de calidad de carreteras en el 108, y en el 95 en cuanto a calidad de la infraestructura en general.

2.2.2 Movilización por sectores de la producción: Por agrupación de productos, del sector manufacturero se transportaron 58.678.195 toneladas, que equivale al 58,51%. En segundo lugar se encuentra el sector agrícola con 21.745.919 toneladas, o sea el 21,68%, en el tercer puesto el sector minero con 14.151.532 toneladas (14,11%) y por último el pecuario con 4.736.404 toneladas (4,72%). Por número de viajes presenta un comportamiento similar, se realizan 3.871.779 viajes con productos manufacturados, que representan el 58,29%. Le siguen 1.343.998 viajes con productos agrícolas (20,23%), minero con 644,165 viajes (9,70%) y por último el sector Pecuario con 635,056 viajes (9,56%). (Ver tabla 34).

Tabla 34. Agrupación de productos.

Sector	Toneladas	Viajes
Agrícola	21.745.919	1.343.998
Manufacturero	58.678.195	3.871.779
Minero	14.151.532	644.165
Pecuario	4.736.404	635.056
Otros	971.996	147.614

Fuente: Boletín del Ministerio de Transporte al 2009

2.2.3 Transporte de carga, negocio individual¹³⁸: En Colombia existen 140.834 vehículos para el transporte de Carga por carretera, de estos automotores aproximadamente el 43% se encuentra matriculado en el servicio particular y el 53% en el servicio público. La mayoría de los vehículos son de dos ejes, C2, es decir, camiones con capacidad de dos y tres toneladas, también existen vehículos como el de carrocería tipo estaca, volcos y furgones.

Así mismo, el tipo de combustible que utilizan se divide de la siguiente forma; el 48,7% utiliza gasolina, 50,6% ACPM y solamente el 0,71% Gas. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se observa que existen sobre costos en el transporte de carga terrestre, ya que la gasolina corriente ha aumentado su precio en lo corrido del año 2.012 en aproximadamente un 32%, sin embargo el porcentaje de automotores que utilizan ACPM están en beneficio ya que este combustible no ha aumentado su valor si no en un 8%.

Otro factor que implica en el sector transportador de carga, es la sobrecarga, el parque automotor ofrece 1,672.128 toneladas de las cuales el sector público posee el 76% y el particular el 24%; el 43% de esta capacidad se encuentra para camiones de dos ejes con más de dos toneladas, el 46% por tracto-camiones y el 10% con camiones de tres y cuatro ejes.

Como es conocido el transporte de carga en Colombia posee ineficiencias en cuanto a su infraestructura carretera, sumándole a las ineficiencias en el parque automotor: Por medio de las carreteras del país se movilizan más de 100 millones de toneladas al año, donde las principales ciudades que reciben el manejo de estas mercancías son Bogotá, Valle y Medellín.

Por otro lado, se destacan cifras significantes en los tres últimos años en cuanto al sector investigado, con lo cual también aumenta el número de flota en tracto-camiones lo que impacienta a transportadores y empresas ya que se produce una sobreoferta y hace que dichos actores "rebusquen" las mercancías en todo el país. Adicionalmente los balances financieros no contribuyen positivamente ya que al circular más automotores existen retrasos o colas a la hora de cargue, descargue y transito; lo cual dificulta el nivel de servicio, perdidas y aumento en costos¹³⁹.

2.2.4 Cadena productiva del sector de carga: La cadena productiva del sector de carga se encuentra conformada por:

- Remitente de carga o usuario del servicio: Es la persona natural o jurídica que realiza el contrato con la empresa de transporte habilitada para realizar sus actividades, se encarga de la entrega de la mercancía al transportador; esta

¹³⁸ El Transporte en la Red [Internet] <http://www.eltransporte.com>. Consultado el 30 de Abril de 2012

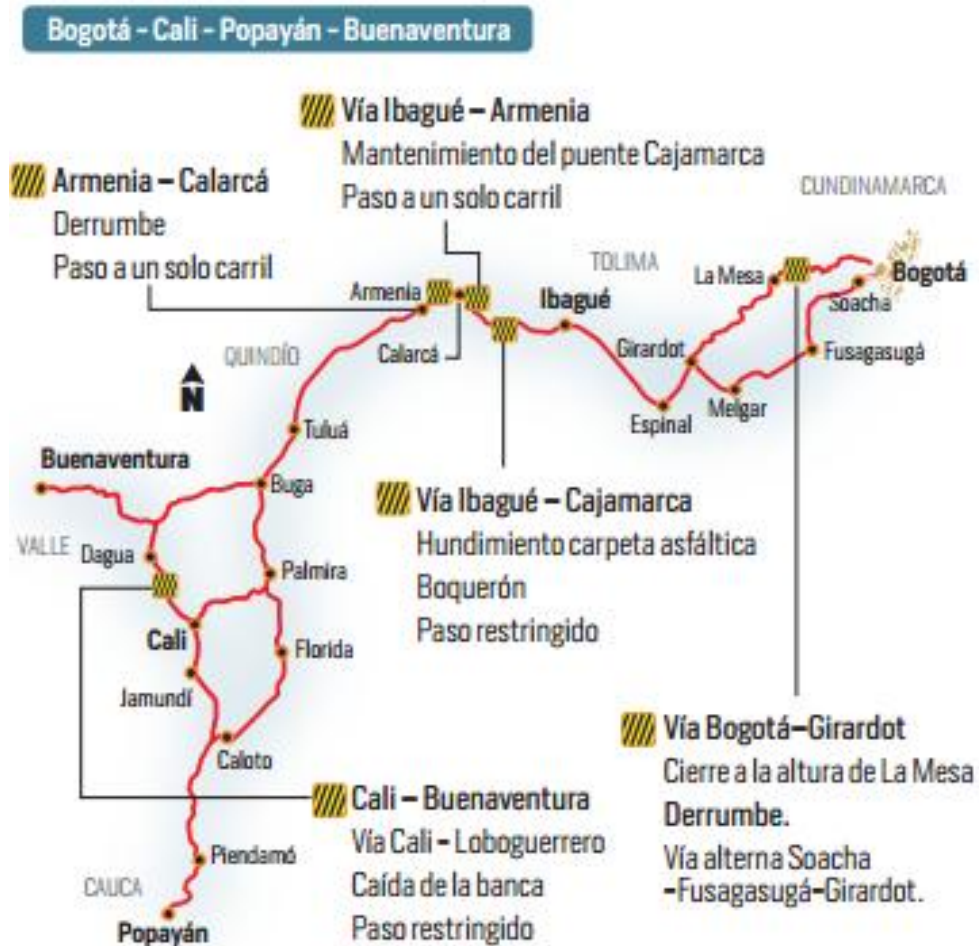
¹³⁹ GONZALEZ, Javier. Diagnóstico y Balance del Sector Transporte de Carga por carretera. Diario la República, 2011.

persona puede actuar por cuenta propia o enajenada a la carga, es decir, que puede ser el dueño de las mercancías a transportar o un mandatario de las mismas (Terceros).

- La empresa de transporte: Es quien tiene el permiso para prestar el servicio de transporte de carga, el cual es concedido por el Estado. Esta empresa debe contar con la capacidad de desarrollar e integrar los recursos humanos, físicos, financieros y de información los cuales son indispensables para prestar altos niveles de servicio. El transporte de las mercancías las efectúa la empresa en vehículos propios o de terceros, pero la obligación de transportar recae sobre la empresa.
- El propietario del vehículo: Como se es mencionado es el dueño del medio de transporte y así mismo presta sus servicios a la empresa de transporte, también es considerado como el que físicamente hace el movimiento de las mercancías a transportar.
- El conductor del vehículo: Es el cual opera el medio de transporte en el cual se transportan los bienes o productos.
- El destinatario de la carga: Es la persona natural o jurídica a quien se le envía la mercancía; la misma persona puede ser al mismo tiempo remitente y destinatario.
- Entidades gubernamentales: Existen instituciones públicas relacionadas en el sector de estudio, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente forma: La planificación y formulación de políticas a través del Ministerio de Transporte, el control y seguimiento a la actividad a través de la Superintendencia de puertos y transporte y finalmente otros servicios en el ámbito de jurisdicción y competencia como la DIAN y otros operadores portuarios.

2.2.5 Infraestructura vial ruta Bogotá-Buenaventura¹⁴⁰: En la figura 35 se observa el estado de la vía Bogotá-Buenaventura.

Figura 35. Infraestructura vial Bogotá-Buenaventura



Fuente: El tiempo Bogotá 20 de Agosto del 2012

La problemática de infraestructura radica en la desventaja inherente para competir en el comercio mundial y en la antesala del TLC, Colombia no puede modernizar su flota vehicular porque para hacerlo tendría que eliminar el exceso de vehículos antiguos que no cumplen con las especificaciones para competir en el mundo actual, y como se ha mencionado en varias ocasiones que “para un exportador es más costoso enviar mercancía de Bogotá a Buenaventura que de Buenaventura a

¹⁴⁰ Corredor de Comercio Bogotá-Buenaventura.

[Internet] http://www.infraestructura.org.co/presentaciones/PDF_Informe%20tercer_trimestre.pdf. Consultado el 2 de Mayo de 2012.

Tokio”¹⁴¹ es muy importante invertir en las carreteras del país, en la flota vial, en el parque automotor y en la infraestructura en general.

Todo ello se debe a que se están asumiendo sobrecostos anuales por más de 1500 millones de dólares por las deficiencias en infraestructura a lo que concierne solo al transporte de carga.

Ejemplo de ellos es el mal estado de la vía Cúcuta-Bucaramanga por la cual transitan en promedio 1.120 camiones y que genera un sobrecosto del 18%, es decir normalmente mover una tonelada en esa ruta costaría \$34.974 pesos hoy en día mover ese mismo tonelaje \$41270 pesos debido a que en lugar de hacer nueve recorridos mensuales aumenta de 6,5 horas a 11 horas.

El acceso a los puertos también se ha convertido en un cuello de botella, por las dificultades un camión se puede demorar más de doce horas estacionado, lo cual obliga a crear un corredor vial transitable entre Bogotá y Buenaventura.

Este corredor es un sistema de dobles calzadas que conectará a Bogotá con la costa Pacífica y forma parte de los proyectos de infraestructura con los que el país espera hacerle frente al reto del Tratado de libre comercio con Estados Unidos.

La importancia estratégica de este corredor se ve reflejada en las cifras de movilización de carga. De acuerdo con el Conpes 3485 de 2007, éste es uno de los cinco principales corredores de comercio exterior que concentran el 85% de la carga movilizada en el país. Adicionalmente, la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura movilizó durante el año 2007 aproximadamente 8.930.555 toneladas de carga internacional, lo que representa el 45% de la carga movilizada por las sociedades portuarias de servicio público. Sin embargo, las condiciones geológicas del terreno sobre el cual está construido este corredor generan un trazado difícil que impide un desplazamiento eficiente de los vehículos de carga y de pasajeros, generando altos costos de operación, demoras en los trayectos, y restricciones de capacidad de los vehículos.

En este sentido, el Gobierno Nacional, a través del INVIAS, y con la participación del sector privado se ha fijado como meta la ejecución de una serie de obras para el mejoramiento del corredor vial Bogotá–Buenaventura. Dichas obras tienen como finalidad mejorar las características de operación de este corredor, con el fin de disminuir los tiempos de viaje de cada trayecto y los costos de operación. En este sentido, se está construyendo la segunda calzada del corredor Bogotá–Buenaventura, la cual tendrá una longitud aproximada de 890 kilómetros en doble calzada el cual está dividido en 9 tramos como se muestra en la tabla 35.

¹⁴¹ Artículo Nota Interior de Transporte de Carga, 2012. [Internet] http://eltiempo.terra.com.co/hist_imp/HISTORICO_IMPRESO/econ_hist/2005-06-28/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_HIST-2124490.html

Tabla 35. Tramos del corredor Bogotá-Buenaventura

No.	Tramo	Objetivo	Entidad	Inversión
1	Bogotá-Girardot	Construcción de la segunda calzada y mejoramiento de la existente	Concesión INCO	\$740.000
2	Girardot-Cajamarca	Construcción de la segunda calzada y mejoramiento existente (Incluye mantenimiento Ibagué Cajamarca) Construcción de cuatro viaductos.	Concesión INCO	\$3.594.933
3	Cajamarca-Calarcá	Corredor de mantenimiento integral Ibagué-Calarcá y Variante de Ibagué. En construcción el viaducto El tigre. Construcción primera fase del Tunes II Centenario (Túnel piloto y obras anexas)	INVIAS	\$190.000
4	Calarcá-La Paila	Puerto de Buenaventura	Concesión INCO	\$183.504
5	La Paila-Buga	Construcción, operación y mantenimiento de la Segunda Calzada	Concesión	\$130.000
6	Buga-Loboguerrero	Construcción, operación y mantenimiento de la segunda calzada	Concesión INCO	\$558.000
7	Loboguerrero-Citronela	Diseño y Construcción Doble Calzada	INVIAS	\$640.000
8	Citronela-Puerto	Construcción de vía Alternativa al Puerto	INVIAS	\$241.000
9	Puerto de Buenaventura	Dragado del canal de Navegación	IVIAS	\$79.800

Fuente: OLIVERA Mauricio y BAQUERO Manuel, Informe Final del Proyecto de Evaluación de Impacto Programa Invias 2009

En la actualidad, el INVIAS tiene injerencia en el tramo del Túnel de La Línea en la Fase I, con la excavación y construcción de un túnel piloto, el cual servirá para la exploración geológica y geotécnica de la zona, y que reducirá los riesgos geológicos de la construcción de la Fase II de dicho túnel. Por otro lado, el INVIAS es el encargado del diseño y construcción del tramo de Loboguerrero-Citronela y de la construcción de la vía alternativa de Citronela-Puerto. A continuación se mostrara a grandes rasgos estos proyectos.

Por otro lado también se pueden divisar dichos tramos de la siguiente manera especificando sus características

- Buenaventura-Buga
- Buga-La Paila
- La Paila-Armenia-Calarcá
- Calarcá-Cajamarca
- Cajamarca-Ibagué-Girardot
- Girardot-Bogotá
- Bogotá-Bucaramanga
- Pamplona-Cúcuta
- Cúcuta-Puerto Colombia

Esto permitirá comunicar la frontera con Venezuela y el interior del país con el puerto de Buenaventura sobre el Océano Pacífico y así facilitar el comercio de los diferentes productos que se dan en Colombia.

En el primer tramo de la ruta Buenaventura-Buga para acceso al pacífico, consistía en la rehabilitación de 118 Km de la vía existente entre los tramos de Buenaventura-Mediacanoa y Loboguerrero y entre Mediacanoa y Buga con una inversión de 200 millones de dólares.

El segundo tramo, Buga-La Paila, consistía en la construcción de 57 Km de una nueva calzada la cual ya fue entregada.

El tercer tramo, La Paila-Armenia-Ibagué, en la cual se debía realizar una rehabilitación de 151 Km de una vía ya existente y construir una doble calzada entre el club campestre de Armenia e Ibagué, lo cual incluía la construcción del túnel de la línea de 8,7 Km de longitud con un costo de 440 millones de dólares.

Finalmente el tramo Ibagué-Bogotá, se rehabilitarían 186 Km de la calzada actual y la construcción de una nueva calzada la inversión sería de 300 millones de dólares lo cual también incluía el tramo urbano de Bogotá hasta la Av. 68 y el túnel de Boquerón con una longitud de 4.1 Km.

El corredor anteriormente mencionado es uno de los cinco principales que posee el país en el cual se concentra el 83% de la carga movilizada del interior hacia el puerto de Buenaventura.

De tal modo existen restricciones en algunas distancias de este tramo de la ruta ya que hay vulnerabilidad por las condiciones geográficas y climáticas lo cual genera grandes obstáculos para la movilización en la vía.

El desarrollo de dicho proyecto se planteó en dos etapas etapas cada una constituida por diferentes fases. Para el tramo Calarcá- Cajamarca, que es el que incluye el Túnel de La Línea y sus obras anexas, cuenta en la actualidad con una longitud de 47 km., la cual, una vez concluidas las obras, será reducida a 33 km.

a. Etapa 1

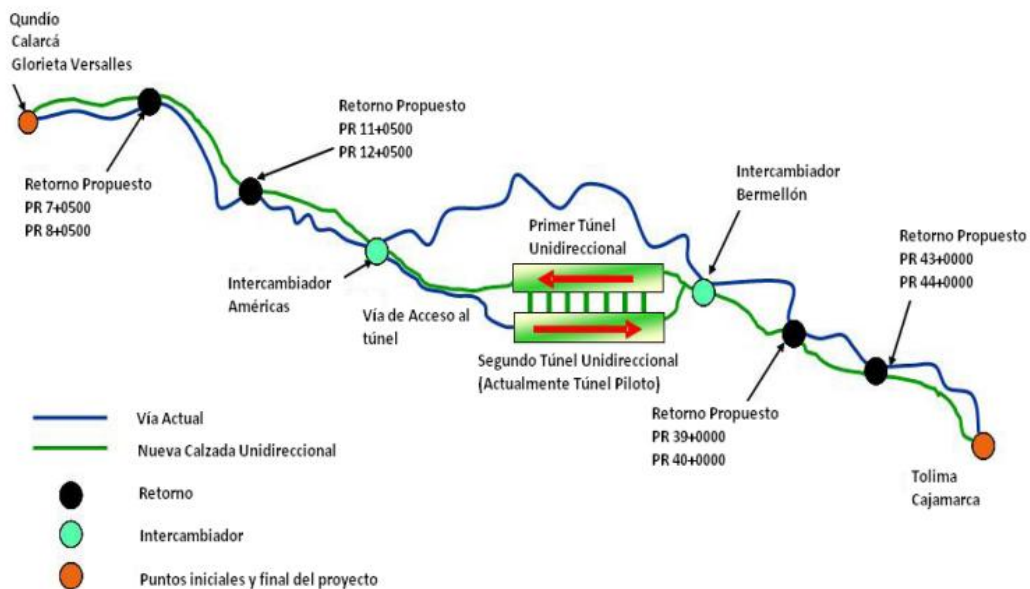
- Fase I
 - Construcción del túnel piloto
 - Construcción acceso al portal de Quindío.

- Fase II
 - Construcción del túnel principal unidireccional sentido Bogotá-Buenaventura (Túnel II centenario)

- Construcción de doble calzada Calarcá-Américas y Bermellón-Cajamarca.
- b. La Etapa II incluye sólo una fase.
- Ampliación del Túnel Piloto a Túnel definitivo unidireccional sentido Buenaventura-Bogotá.

Para la fase I denominada túnel piloto de La Línea, se buscaba atravesar la Cordillera Central a la altura de los municipios de Calarcá y Cajamarca en los departamentos de Quindío y Tolima respectivamente, por medio de un Túnel de exploración de longitud aproximada de 8.6 km. Igualmente para esta fase se incluyó la construcción de la vía de acceso al portal Quindío del túnel la cual tiene una longitud, según diseños, de 2.90 km compuesta por Puentes con una longitud total de 124 m. (Estrella 54 m, Estrella 16 m, Robles 27m, Alaska 27m), Túneles con una longitud total de 1.820 m.(Estrella 326 m, Robles 882 m, Chorros 611m) y sectores de vía a cielo abierto con una longitud de 955 m. En la figura 36 se puede observar el diseño del túnel de la línea que se llevará a cabo en la ruta Bogotá-Buenaventura.

Figura 36. Diseño del proyecto túnel de la línea



Fuente: Conpes 3511 de 2008

“El proyecto del túnel de la línea ha sido unas de las principales prioridades en inversión en infraestructura para el Gobierno Nacional en la última década. Por esta razón, se ha estado implementado acciones para buscar soluciones al cruce de la cordillera central por el Alto de La Línea. En este sentido, desde el año 1998 el INVIAS ha estado interesado en la ejecución de este programa. En 1998 el INVIAS contrató un estudio de diseño y viabilidad con el consorcio La Línea, cuyos resultados fueron presentados en el año 2000. Este estudio contemplaba la construcción de un túnel principal “Túnel de la Línea” de 8,6 kilómetros de

longitud, la construcción de 11 túneles menores con una longitud combinada de 4.3 kilómetros, la construcción de 59 puentes y viaductos que sumaban una longitud de 6.3 kilómetros (Actualmente cinco de ellos construidos: Cerrajosa, Perales, Pericos, La Salada, y El Tigre), la ampliación a doble calzada de 23.73 kilómetros de la vía actual, y por último la construcción de 18.57 kilómetros de vía nueva para formar un par vial con la vía existente. Este estudio contempla la construcción del túnel de la Línea como el proyecto primordial para la reducción de tiempos y mejoramiento de la operación en el corredor Bogotá-Buenaventura.”¹⁴²

Bajo los resultados de este estudio, el consejo nacional de política económica y Social (CONPES), mediante documento Conpes 3084 de 2000, autorizó a la Nación la contratación de créditos externos hasta por US\$218.2 millones destinados a financiar el proyecto Túnel de la Línea, hoy denominado “Túnel II Centenario”.

En este Conpes, se presentaron dos alternativas de construcción para la realización del proyecto “Túnel II centenario”. Una primera alternativa conocida como Alternativa A, la cual consistía en la construcción de un túnel principal con tráfico bidireccional, túnel paralelo de rescate y sistema de ventilación transversal; y la alternativa B, que contemplaba la construcción de dos túneles paralelos, cada uno con tráfico unidireccional y sistema de ventilación longitudinal.

En lo relacionado a la fase II, la misma inició en el año 2008 en su etapa precontractual, finalizando esta etapa con la suscripción del contrato 3460 de 2008, por la firma unión temporal segundo centenario el día 24 de diciembre de 2008. Posteriormente se adjudicó el contrato de Interventoría a la firma consorcio DIS S.A. EDLLtda. Y se suscribió el mismo el día 16 de marzo de 2009.

Con los requisitos cumplidos para el inicio de la Fase II se impartió la orden de inicio de la misma el pasado 14 de abril de 2009, con lo cual se comienza la etapa de iniciación cuyo objetivo es la realización de los estudios y diseños y el licenciamiento ambiental del proyecto. La duración de esta etapa es de ocho (8) meses.

El día 01 de julio de 2009, una vez cumplidos los requisitos contractuales se dio inicio a la etapa de construcción cuya duración es de 46 meses. En donde se tienen proyecta la ejecución de dicha fase en las siguientes etapas:

- a. Construcción segundo túnel unidireccional: En esta etapa se contempla la construcción del segundo túnel unidireccional, es decir la ampliación del túnel piloto actualmente casi terminado. Su ejecución se iniciaría en el año 2012,

¹⁴² OLIVERA, Mauricio y BAQUERO, Manuel. Informe Final Proyecto de Evaluación de Impacto de Programas del Invias. [Internet] <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/Informe-Final-proyecto-de-EVALUACION-DE-IMPACTO-PROGRAMAS-DEL-INVIAS-20091.pdf>. Consultado 17 de mayo de 2012.

dado que, según las proyecciones de capacidad y nivel de servicio de la vía existente operando como par vial durante la etapa 1, presentaría problemas de capacidad y nivel de servicio hacia el año 2017.

El costo estimado de la etapa II es de \$250.000 millones y la solicitud de los recursos se realizara una vez se conozcan los resultados del estudio de capacidad y nivel de servicio que adelanta el DNP y PNUD, con el fin de establecer el momento en el tiempo en el cual se requiere tener en operación el segundo túnel unidireccional.

- b. Corredor Buga-Buenaventura: El proyecto sistema doble calzada corredor vial Buga–Buenaventura se desarrollará principalmente sobre el mismo trazado existente de la actual carretera y contempla algunas intervenciones para la corrección geométrica del trazado actual, como es el caso del tramo de Loboguerrero-Citronela. El desarrollo de este corredor Buga-Buenaventura podrá contribuir de manera positiva a reducir la vulnerabilidad de la zona frente a fenómenos naturales que se potencian debido a presiones ambientales de la zona, el proyecto de la doble calzada Buga-Buenaventura contempla la construcción de un sistema de doble calzada en los tramos Buga–Loboguerrero y Loboguerrero–Citronela.

En resumen, la importancia del corredor Bogotá-Buenaventura recae en que este corredor conecta las principales ciudades, como son Bogotá, Medellín y Cali con el principal puerto del país, Buenaventura. Sin embargo, este corredor también tendrá un impacto importante en el departamento del Valle del Cauca debido a su alto potencial agro-exportador. Por tal motivo este trayecto ha sido considerado prioritario para el desarrollo de la actividad económica y comercial interna y externa del país. No solamente es importante el transporte de carga y de mercancías a nivel interno del país, sino que una buena parte del comercio internacional, importaciones y exportaciones, se movilizan utilizando este corredor.

Como se mencionó anteriormente, este proyecto pretende mejorar las condiciones de 227 tramos de carretera, para un total de 3.165 kilómetros, localizados en 30 departamentos. Las principales actividades efectuadas son el mejoramiento y la pavimentación de vías sin pavimentar, y la recuperación de vías que, habiendo estado pavimentadas, han tenido un proceso de deterioro considerable, que implica adelantar obras importantes para recuperar y mejorar su nivel de servicio. Una de las maneras de medir el impacto sobre las diferentes regiones es estimar los beneficios generados a través de los ahorros en costos de operación de vehículos obtenidos mediante el mejoramiento de las condiciones de la vía. En este caso, los ahorros se presentan en la gran mayoría de los casos por la disminución de los costos obtenidos por contar con una superficie de rodadura pavimentada y en buen estado.

“Con la elaboración de este proyecto se pueden obtener diferentes beneficios como minimizar los costos de operación, menor tiempo de viaje que a su vez reduce la mayoría de los costos directos e indirectos del transporte de carga además de la reducción de accidentabilidad vial como los siguientes:

- Ahorro en costos de operación: Se dan por la diferencia de transitar 22 kilómetros de vía de características deficientes y en terreno escarpado, a transitar 11.9 Km en terreno plano. Los ahorros en costos de operación son del orden de los 37 millones de dólares durante el primer año.
- Ahorro en altura: 840 metros.
- Ahorro en recorrido: 10 kilómetros.
- Velocidad: El trayecto permite velocidades actuales de 18.2 km/hora, con la construcción del proyecto serán de 60 km/hora.
- Ahorro en tiempos de recorrido: Vehículos pesados 80 minutos y livianos 40 minutos. Los ahorros por menores tiempos de viaje son del orden de 3.6 millones de dólares durante el primer año.
- Accidentalidad: En la actualidad, el tramo Calarcá-Cajamarca presenta uno de los mayores índices de accidentalidad del país, con un número de accidentes por kilómetro cuatro veces superior al promedio nacional. Con el proyecto, la accidentalidad se vería reducida en un 75%.
- Beneficios Económicos: Los beneficios económicos para el país, por estos factores serían del orden de los 40 millones de dólares año.¹⁴³

Como se mencionó anteriormente, el plan 2.500 pretende mejorar las condiciones de 227 tramos de carretera, para un total de 3.165 kilómetros, localizados en 30 departamentos. Las principales actividades efectuadas son el mejoramiento y la pavimentación de vías sin pavimentar, y la recuperación de vías que, habiendo estado pavimentadas, han tenido un proceso de deterioro considerable, que implica adelantar obras importantes para recuperar y mejorar su nivel de servicio. Dicho programa tuvo su inicio a finales de 2.005, y para septiembre 17 de 2.008, se han terminado 2.087 km de vías, correspondientes a un 65% de las obras previstas. Se espera que al finalizar el año 2.008 haya 2.250 km concluidos.

Sin embargo luego de la apertura del tratado de libre comercio, la gran prioridad está para competir en los dos corredores arteriales que conducen a los puertos marítimos, Bogotá- Buenaventura y Bogotá-Costa Caribe, por tal razón es importante centrar la inversión de esta cartera en la construcción y la culminación de tales vías:

El corredor vial Bogotá-Buenaventura presenta grandes atrasos en los 4 contratos de Obra Pública que se ejecutan entre Loboguerrero y el Puerto, tramo que el

¹⁴³ Proyecto Cruce de la Cordillera Central Tunnel de la Línea. 12, Junio, 2012.
[Internet] http://www.invias.gov.co/invias/hermesoft/portallG/home_1/recursos/seguimiento_inversion/contenido_s/20122007/tunel_linea.jsp. Consultado el 20 de Junio de 2012.

Gobierno espera entregar 2.015, en razón de grandes dificultades en los temas social, predial y ambiental.

“Los temas claves está entre Ibagué-Cajamarca y Calarcá, La Paila, no han sido contratados aún como dobles calzadas y que tampoco ha sido contratada la obra más importante de este corredor, es decir, el segundo túnel de la línea. Ademásen este corredor deberán superarse, de una vez por todas, las dificultades prediales para rematar, cuanto antes, la dobla calzada Bogotá- Girardot.

En cuanto al gran corredor vial Bogotá-Costa Caribe, conocido como la "Ruta del Sol", se deberá superarse muy pronto el impase surgido en el sector I respecto al licenciamiento ambiental y aprovechar, desde el punto de vista jurídico y técnico, la refinación de estos primeros 20 kilómetros entre Villeta y Guadero, cerca de la capital del país, para construir en ese sector una carretera que realmente sea competitiva.

El presidente de la cámara Colombiana de infraestructura, manifestó que con relación a los puertos de Cartagena, Barranquilla, Santa Marta y Buenaventura, están listos para iniciar un proceso gradual, porque alcanzaron altos niveles de concesiones portuarios y a través de una inversión total que ha crecido en la última década en un promedio del 95 por ciento anual en estos terminales, cerca de mil millones de dólares.¹⁴⁴

Si bien ampliar la oferta de bienes y servicios, insertarse en las diferentes cadenas productivas mundiales y establecer acceso a más mercados es una estrategia indispensable para el desarrollo económico. En el mundo de hoy no existe la opción de ser o no un competidor mundial, es un imperativo, apoyarse en la globalización y procurar el crecimiento económico de los países hoy y mañana se fundamenta entre otros factores en la productividad y capacidad competitiva de las ciudades-región que lo conforman. Una adecuada infraestructura física es fundamental.

El puerto de Buenaventura maneja el 46.3% de la carga de comercio exterior, lo que lo convierte en el principal puerto marítimo en nuestra costa Pacíficaydel país. De igual manera es el puerto más cercano (519km) de la ciudad-región comprendida por Bogotá y Cundinamarca, la cual contribuye con el 27% al PIB de Colombia, superando la participación de Antioquia (15%) y Valle del Cauca (12%).

¹⁴⁴ Corredores que conducen a los puertos prioridad para el TLC: Cámara de la Infraestructura. [internet] <http://www.caracol.com.co/noticias/economia/corredores-que-conducen-a-los-puertos-prioridad-para-el-tlc-camara-de-la-infraestructura/20120515/nota/1688031.aspx>. Consultado el 20 de junio de 2012.

2.3 MODELADO MATEMÁTICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

2.3.1 Parámetros del modelo: En la tabla 36 se determinan los parámetros con los cuales se desarrolla el modelo de la investigación.

Tabla 36. Parámetros del Modelo

Nombre	Descripción	Tipo
RS	Rentabilidad del sistema Bogotá-Buenaventura	Variables de nivel
CLO	Costos logísticos de operación	
CV	Cantidad vehículos	
I	Ingresos	Variables de flujo
C	Costos	
CT	Costo de transporte	
PT	Pedido total	
CP	Cantidad de pedido	Variables auxiliares
PP	Precio pedido	
IPC	Índice precio consumidor	
CM	Combustible	
F	Fletes	
PE	Peajes	
VT	Viáticos	
S	Salarios	
RH	Recursos humanos	
P	Parqueaderos	
CL	Clientes	Constantes
OC	Otros costos	
CVH	Capacidad de vehículo	
D	Distancia	
FA	Factores Ambientales	

Fuente: Las Autoras 2012

Se considera la relación que existe entre las variables de flujo Ingresos (I), Costos (C) y la variable de Nivel las cuales vienen dadas de la siguiente forma:

Fórmula 14. Ecuación de nivel o estado 1

$$RS(t + \Delta t) = RS(t) + (\Delta t * I) - (\Delta t * C)$$

Fuente: Las Autoras 2012

La fórmula 14 indica que el nivel rentabilidad del sistema (RS) en el instante de tiempo $t + \Delta t$ se obtiene sumando al nivel que existía en el tiempo t de la diferencia entre el flujo de ingresos y costos que se ha producido en el período de tiempo t y $t + \Delta t$.

Así mismo las ecuaciones de flujo permiten determinar una variable a partir de determinados parámetros del modelo como las variables auxiliares y variables de estado así:

Fórmula 15. Ecuación de Flujo (Costos)

$$C(t) = (CLO(t) + OC) * IPC(t)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 16. Ecuación de Flujo (Ingresos)

$$I(t) = PP(t)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

De la misma manera se realiza el modelado matemático para cada nivel y flujo del sistema como se muestra a continuación:

Fórmula 17. Ecuación de nivel o estado 2

$$CV(t + \Delta t) = CV(t) + \frac{(\Delta t * PT)}{(\Delta t * CVH)}$$

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 18. Ecuación de flujo pedido total

$$PT(t) = CP(t)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 19. Ecuación de nivel o estado 3

$$CLO(t + \Delta t) = CLO(t) + (\Delta t * CT)(\Delta t * CV)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 20. Ecuación de flujo costo de transporte

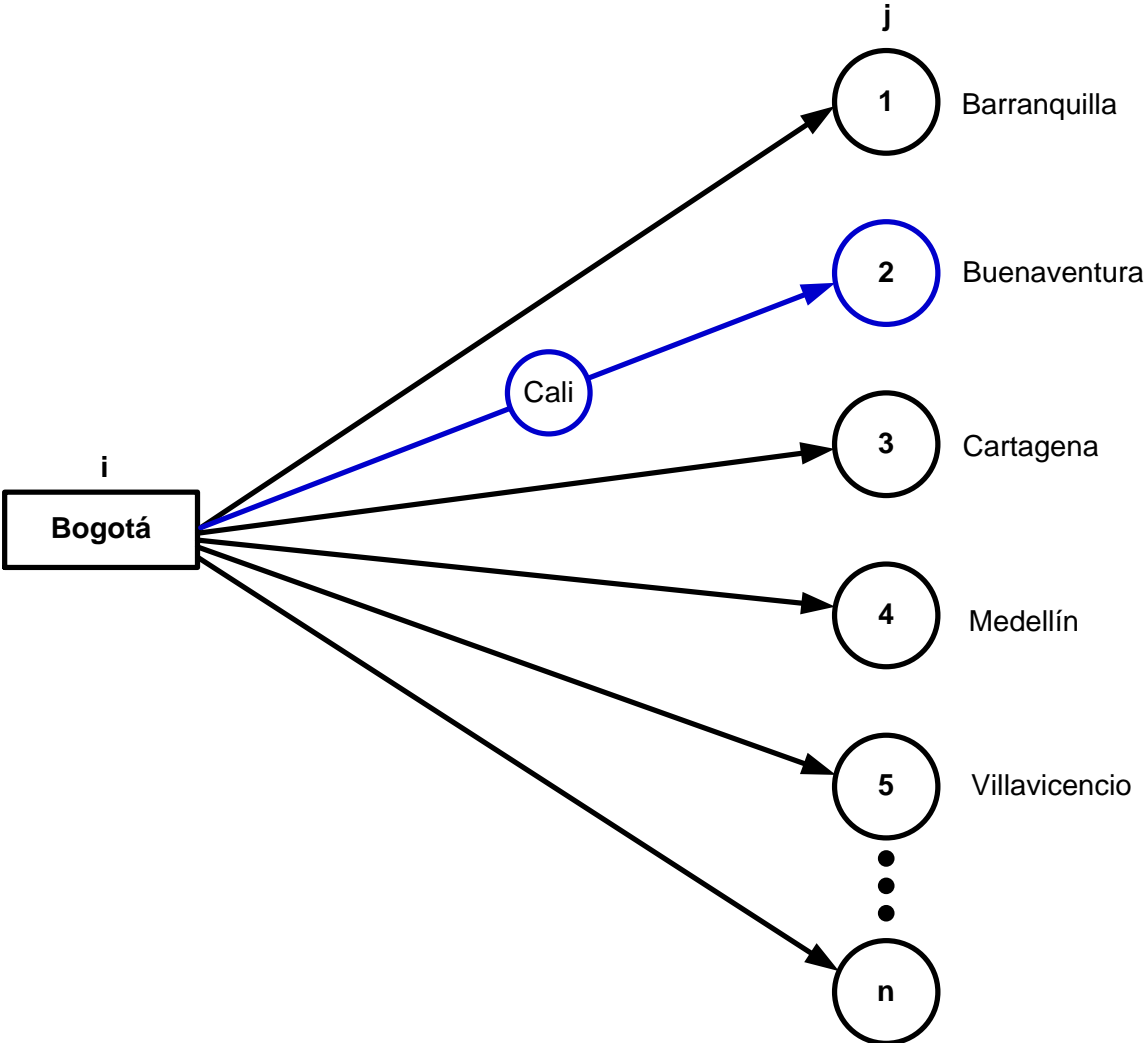
$$CT(t) = C(t) + F(t) + P(t) + PE(t) + S(t) + V(t)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

En general, a los parámetros se les deben dar unos valores numéricos para que el modelo se refiera a una situación concreta en este caso el sistema a evaluar Bogotá-Buenaventura y así observar los datos históricos de la evolución del proceso y los generados por el sistema dinámico.

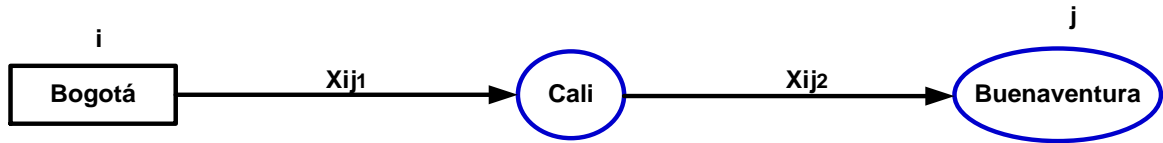
2.3.2 Conceptualización del caso: En la figura 37, 38 y 39 se visualizará el origen i (Bogotá) y los destinos j donde se resalta la ruta de investigación:

Figura 37. Conceptualización Monofuente-Multidestino



Fuente: Las Autoras 2012

Figura 38. Conceptualización Bogotá-Cali-Buenaventura



Fuente: Las Autoras 2012

Figura 39. Conceptualización Bogotá-Buenaventura



Fuente: Las Autores 2012.

Donde $i = 1$ $j = 1, 2, \dots, n$

2.3.3 Verbalización del sistema: Un sistema de transporte de carga principalmente lo componen las vías por la que circulan los vehículos, es decir lo relacionado a la infraestructura vial, los vehículos que transitan, con ello teniendo en cuenta el tipo de tecnología y cantidad de vehículos que se deben implementar para transportar de un punto origen a un punto destino la mercancía y su interacción con el medio (Peajes, destinos, medio ambiente, distancia, tiempo, etc.), y el tipo de carga que debe transitar de acuerdo a una demanda variable, en este sentido el transporte de carga es un sistema abierto que intercambia constantemente información y elementos con el entorno y dinámico porque no permanece igual a través del tiempo, además de ello encontramos otras variables que son aleatorias tales como las restricciones normativas, factores ambientales, y restricciones transitorias.

Dados los anteriores elementos del sistema, cuando la demanda empieza a fluctuar las variables anteriores de la misma forma comienzan a oscilar, de acuerdo a su naturaleza.

2.3.4 Descripción de las variables para simular el sistema: Según Raymond, los componentes estructurales que representan el modelo de un sistema dinámico, lo forman las variables de flujo, de nivel y auxiliares y según el papel que desempeñen dentro del modelo, se describen a continuación:

- Variable de flujo: Corresponden a los ingresos, costos, costos de transporte y pedido total, ya que estos factores determinan el proceso del sistema logístico.
- Variable de nivel: Rentabilidad del sistema de transporte de carga (Bogotá-Buenaventura, costos logísticos de operación y cantidad de vehículos.
- Variables auxiliares: Son los pasos en los que se descompone el cálculo de una variable de flujo a partir de los valores tomados por los niveles. El propósito del












uso de las variables auxiliares está en facilitar la comprensión y definición de las variables de flujo

El nivel de los costos genera una relación inversa ya que desalienta a la oferta a enviar mercancía a su destino, puesto que los costos logísticos no cubren con las necesidades del sistema.

A continuación se describirán las variables a utilizar:

- Rentabilidad del Sistema Bogotá-Buenaventura: Se refleja el beneficio económico de transportar x mercancía por j ruta.
- Costos logísticos de operación: Es la sumatoria de todos los costos que incurren en el traslado de una mercancía de un punto de origen a un punto destino por la cantidad de vehículos a utilizar.
- Cantidad de vehículos: Es la flota necesaria para transportar un tipo de mercancía, en este caso se utilizarán vehículos de alto cubicaje debido a que la distancia a recorrer no amerita otra decisión en función de los costos, para ello se tuvo en cuenta la cantidad de toneladas que puede transportar cada vehículo para así satisfacer la demanda de acuerdo a la tabla 37.

Tabla 37. Pesos máximos permitidos

Pesos Máximos Permitidos en las Carreteras de Colombia (Incluye el Peso del Vehículo)			
	16 Toneladas Camiones de 2 Ejes		48 Toneladas Tracto-Camión de 5 Ejes
	18 Toneladas Camión Rígido de 3 Ejes		31 Toneladas Camión y Remolque de 4 Ejes
	23 Toneladas Camión Rígido de 3 Ejes, Tándem trasero y Tándem Direccional		44 Toneladas Camión y Remolque de 5 Ejes
	26 Toneladas Camión Rígido de 4 Ejes		48 Toneladas Camión y Remolque de 6 Ejes
	27 Toneladas Tracto-Camión de 3 Ejes		52 Toneladas Tracto-Camión de 6 Ejes
	32 Toneladas Tracto-Camión de 4 Ejes		

Fuente: Ministerio de transporte 2012

Para efectos de la simulación se utilizara el camión y remolque de 6 ejes con una capacidad de 48 toneladas.

- Clientes: Para obtener los datos de los clientes se estimó cuantas empresas estaban registradas ante la cámara de comercio que se dedicaran a la actividad económica del comercio, teniendo en cuenta el sector

manufacturero, y se encontraron registradas entre 1.982 a 2.451 empresas en el 2.010, para el modelo establecido se tomó un rango de clientes entre 1.982 y 2.451 con un aleatorio de 500.

- Ingresos: Es el valor monetario que se recibe al transportar las mercancías dependiendo del volumen y del precio de esta.
- Costos: Es la sumatoria de los costos logísticos, otros costos que se presentan al transportar las mercancías multiplicados por el porcentaje de IPC.
- Costos de transporte: Es el flujo de costos logísticos que intervienen en el Sistema.
- Pedido Total: Es la cantidad de pedido que puede realizar un cliente o varios clientes.
- Cantidad de pedido: Es la cantidad, de carga que se solicita para transportar de un punto origen a un punto destino. De acuerdo al diagnóstico del ministerio de transporte presentado en el 2.011, Bogotá despacha en promedio 23.213.063 toneladas anuales a las diferentes regiones del país, y 5.146.777 toneladas a la ciudad portuaria de Buenaventura la cual presenta el 39.41% de la carga despachada de la capital al resto del país, a continuación se describirá en la tabla 38 la cantidad de toneladas despachadas desde Bogotá a Buenaventura teniendo en cuenta el tipo de carga a exportar.

Tabla 38. Toneladas despachadas de Bogotá- Buenaventura.

Sector	Toneladas Anuales	Toneladas Mensuales	Participación
Agrícola	1.225.029	102.086	24%
Manufacturero	2.655.510	221.293	52%
Minero	922.701	76.892	18%
Pecuario	275.560	22.963	5%
Otros	67.976	5.665	1%

Fuente: Ministerio de transporte Diagnostico 2011

Para el modelo matemático que se determinó, se escogió el sector manufacturero, para realizar los cálculos pertinentes, es decir, se tendrá en cuenta un aleatorio entre 1.000 y 2.000 toneladas con un aleatorio de 200 toneladas al mes por cliente, cabe aclarar que se puede utilizar con otro sector, teniendo en cuenta los datos a utilizar.

- Precio pedido: Como se mencionó anteriormente los costos del transporte poseen gran influencia en la determinación de precios de venta del producto o mercancía que se esté transportando. Los precios son aquellos que cubren todos los costos a los que se incurren en el proceso logístico, incluyendo el beneficio o utilidad que debe dejar al delegado de la venta.

Se ha determinado que el precio unitario de la mercancía a transportar será de \$552.000 por unidad teniendo en cuenta dichos costos.

- Índice de precio al consumidor: Es el indicador de inflación que en este caso se tomará de 1% para el transporte en el 2.012.

- **Combustibles:** Es el precio del tipo de combustible que utilizara le vehículo que transporta la mercancía, en este caso, el camión y remolque de 6 ejes para un viaje a Bogotá-Buenaventura tiene un costo aproximado \$8.043 por galón, teniendo en cuenta que camión de este tipo utiliza aproximadamente 0,24 galones por kilómetro. En el recorrido Bogotá-Buenaventura se consumen aproximadamente 150 galones de ACPM.¹⁴⁵

Fórmula 21. Combustible

$$\text{Km} * 0,24 \frac{\text{Galones}}{\text{Km}} = \text{Galones de Combustible} * \$8.043$$

Fuente: Ministerio de transporte

- **Fletes:** Se encuentra una tabla de fletes en la cual se determina el valor que debe pagar la empresa de transporte al propietario del vehículo para que este último movilice una tonelada de carga.
- **Peajes:** Es el pago que se efectúa para adquirir el derecho de circular o transitar por la vía de Bogotá-Buenaventura. En dicha ruta existen doce peajes en los cuales los costos son clasificados por categorías dependiendo del tipo de automotor que transite por las vías¹⁴⁶. Para la ruta Bogotá-buenaventura el vehículo de seis ejes se clasifica en la categoría v, por tal razón la sumatoria de los peajes de todo el trayecto da como resultado: \$350.200 que se describieron en la sinopsis con detalle.
- **Viáticos:** Son todos aquellos gastos que se pueden presentan por imprevisto, ya sea por factores ambientales, demora en la entrega de pedidos entre otros.
- **Salarios:** Es el salario mínimo estipulado por el gobierno, en este caso \$566.700.
- **Recurso Humano:** El capital humano que se debe tener para realizar todo el proceso logístico que requiere la cadena de abastecimiento en la ruta Bogotá-Buenaventura. Estas personas deben estar relacionadas con disciplinas de la logística, seguridad, comunicaciones, almacenamiento, embalajes, empaque, manejo de contenedores, servicios administrativos, financieros, entre otros². El transportador del vehículo debe ir acompañado para este tipo de vehículo por un auxiliar ya sea para que lo releve, para que lo ayuden a la hora de cargar y descargar la mercancía o estar atento del cargue.
- **Parqueadero:** Debido a reglas gubernamentales se estipula que un conductor de transporte de carga solo puede conducir ocho horas diarias, para evitar accidentes en las vías y congestión vehicular, por tal razón el conductor debe parar un tiempo determinado para descansar, y en este lapso el vehículo debe ocupar un parqueadero que tiene un costo aproximado por hora de \$20.000 a \$50.000 aproximadamente.
- **Otros Costos:** Estos costos se pueden generar por diferentes imprevistos que

¹⁴⁵http://blog.atc.com.co/2012_04_01_archive.html. Consultado el 13 de Julio de 2012

¹⁴⁶<http://www.viajaporcolombia.com/peajes/peaje/bogota-cali-buenaventura/11.html>. Consultado el 13 de Julio de 2012.

no se han relacionado tales como cargue y descargue de mercancía, Seguridad vial, entre otros.

- Capacidad de vehículo: Es la capacidad del vehículo que se va a usar para transportar las mercancías
- Distancia: Es el trayecto en kilómetros reales de la ruta Bogotá-Buenaventura que se aproxima a 607 Kilómetros.
- Factores ambientales: El medio ambiente en esta investigación es de gran importancia puesto que se debe tener en cuenta el impacto que este tiene en cuanto a la infraestructura y los costos; como los cambios de clima, inundaciones, derrumbes entre otros.

2.4 SIMULACIÓN DEL MODELO SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA.

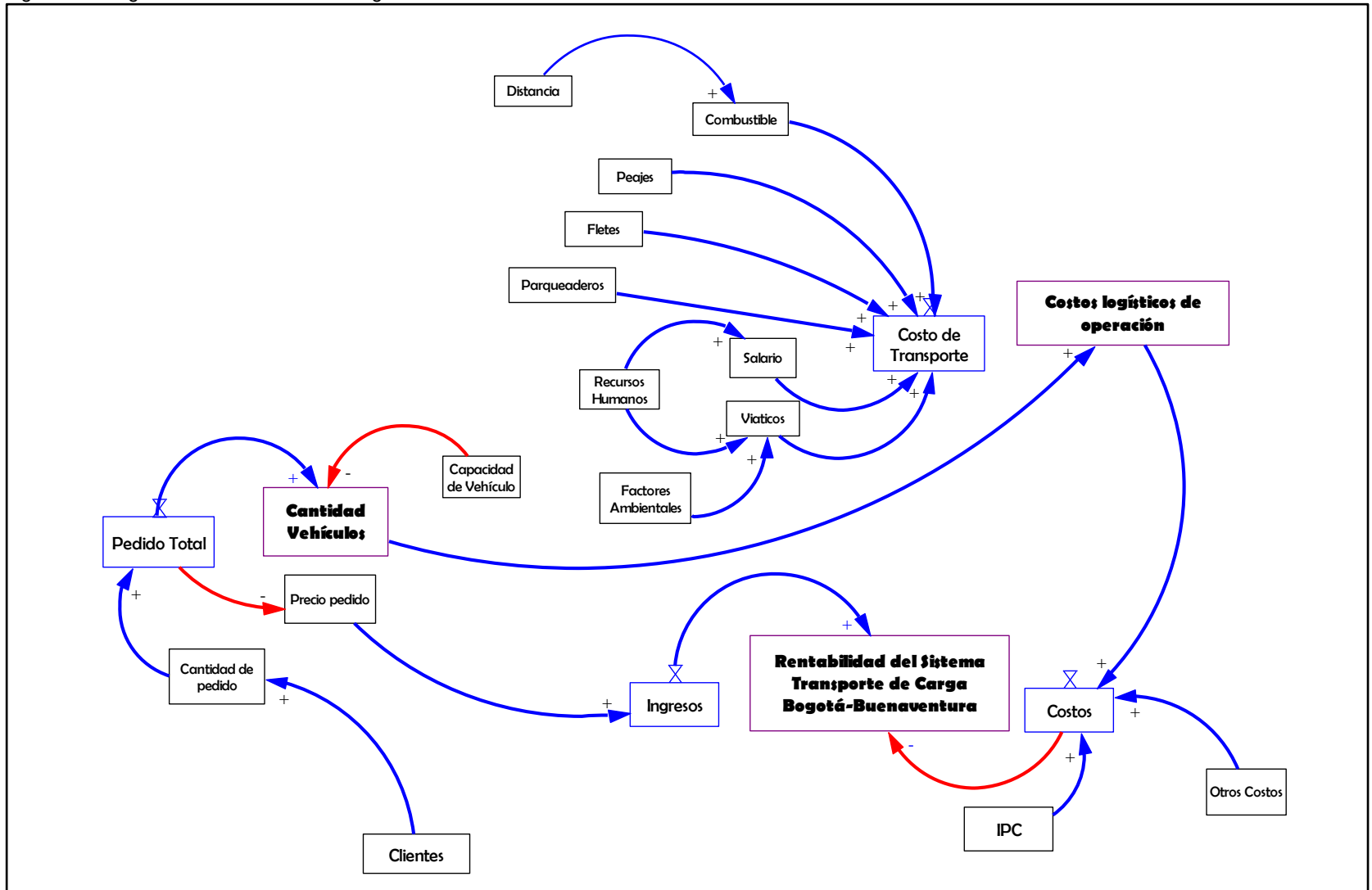
2.4.1 Pictograma: En figura 40 se mostrarán los actores, relaciones y escenarios del sistema en estudio, para así entender la estructura y las interacciones del mismo, en este caso se da a conocer la estructura general de la ruta Bogotá-Buenaventura.

2.4.2 Diagrama causal o influencia: El diagrama causal correspondiente a la conceptualización del modelo a tratar, la cual surge de la necesidad de mejorar la rentabilidad del sistema. En el diagrama se pueden observar las relaciones existentes entre cada una de las variables que componen el modelo logístico de transporte y se identifican dos comportamientos que se denominan como realimentación negativa y positiva. La realimentación positiva indica que entre mayor sea una variable mayor será su causal en la siguiente variable a tratar. Por otro lado si la realimentación es negativa entre mayor sea una variable, menor será el impacto en la variable causal, desde un punto de vista macroscópico teniendo en cuenta las variables más relevantes para la toma de decisiones en el cual se omiten detalles de minucioso análisis como niveles de servicio, promedios de velocidad, peso, volumen, diferentes tipos de vehículos y de mercancía a transportar, los cuales por sus dimensiones no se tendrán en cuenta en el modelo propuesto.

La realimentación negativa anula los cambios y estabiliza los sistemas, en el diagrama causal que representa el sistema del modelo logístico de transporte de carga, se puede observar la relación dada por los costos incidentes en el sistema, las realimentaciones negativas se muestran en la figura 41, lo que en términos de dinámica de sistemas, es posible traducir a un arquetipo de límite al crecimiento debido a que el sistema está limitado a la capacidad que tiene de sostener o sustentar los costos de la operación logística.

En el diagrama de realimentación negativa (Ver figura 41) se puede observar que entre mayor pedido realicen los clientes, será menor el precio de venta por la llamada economía a escala y entre mayores sean los costos de operación logística y otros costos habrá menos rentabilidad en el sistema, lo cual conlleva a tomar determinadas decisiones para que el sector transportador de carga obtenga beneficios económicos, también se puede observar que entre mayor sea la capacidad de los vehículos a utilizar menor será la cantidad de estos mismos.

Figura 41. Diagrama de realimentación negativa

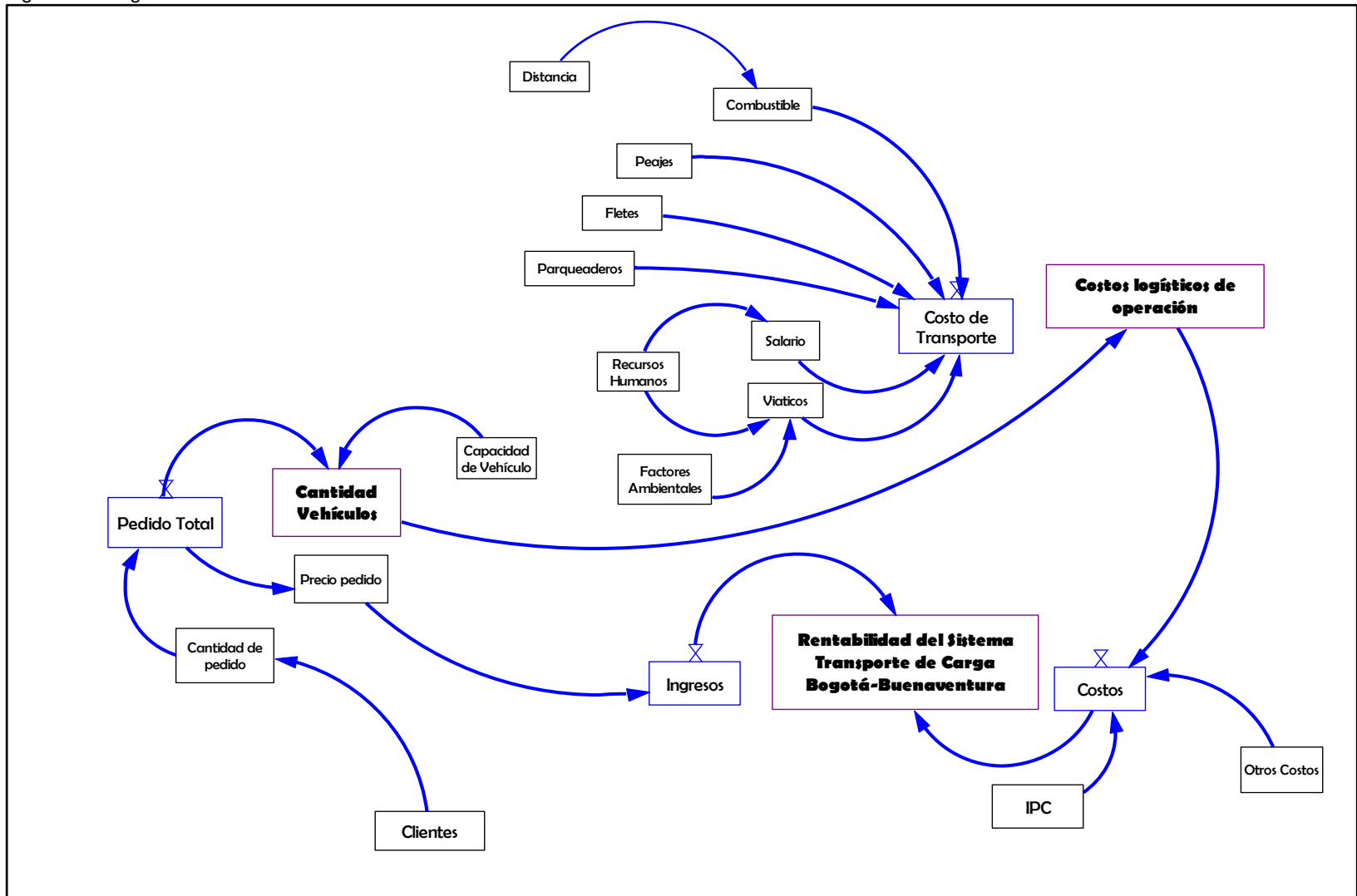


Fuente: Las Autorasdesarrollado en Vensim PLE2012.

La realimentación positiva incide en el 90% del diagrama causal, puesto que se observa que al aumentar una variable tiene un efecto directo en la variable correlacionada, esto quiere decir que al aumentar los clientes del sistema habrá más pedidos, mayores ingresos y mayores costos, aumentara también el precio de venta de la mercancía, pero si esto sucede la demanda disminuirá y generara un traumatismo en el sistema, ocasionando un bloqueo de gestión y la disminución en la rentabilidad de transportar mercancía en la ruta de investigación.

En la figura 42 se puede observar el diagrama causal relacionando todo el sistema a abordar.

Figura 42. Diagrama Causal o de influencia



Fuente: Las Autorasdesarrollado en Vensim PLE2012.

2.4.3 Formulación y planteamiento del modelo: Una vez descritas las variables, las cuales son primordiales para modelar el modelo logístico de transporte de carga en el escenario de Bogotá a Buenaventura. A continuación se presentan las ecuaciones resultantes del modelo. Las ecuaciones se presentan en: De nivel, de flujo o de tasas y auxiliares.

Fórmula 22. Ecuaciones de nivel

- Rentabilidad del sistema de transporte de carga Bogotá-Buenaventura=Ingresos-Costos (Esta ecuación es la centralidad del sistema)
- Costos logísticos de operación=Cantidad de Vehículos*Costo de transporte.
Valor inicial y mínimo valor: 235.958 COP
Máximo valor: 500.000.000 COP
- Cantidad de vehículos=Pedido total / Capacidad de vehículo
Valor inicial: 2.000 vehículos
Mínimo valor: 2.000 vehículos
Máximo valor: 5.000 vehículos

Fuente: Las Autoras 2012

Fórmula 23. Ecuaciones de flujo o tasas

- Ingresos=Precio pedido
- Costos=(Costos logísticos de operación + Otros costos) * IPC
- Costo de transporte=Combustible + Fletes + Parqueaderos + Peajes + Salario + Viaticos
- Pedido total=Cantidad de pedido

Fuente: Las Autoras 2012

Fórmula 24. Ecuaciones relacionadas con las tasas auxiliares

- Clientes=Random uniform(1982, 2451, 500)/12
- Cantidad de pedido=Random uniform(1000, 2000, 200)*Clientes
- Precio de pedido=Pedido total * 552.000 COP
- Combustible=Distancia * 0,25 * 8.043 COP
- Peajes=350.200 COP
- Fletes=2.000.000 COP
- Parqueaderos=Random uniform(20000, 50000, 100) COP
- Salarios=Recursos humanos * 566.700 COP
- Viaticos=Recursos Humanos* Random uniform (100000, 200000, 200)*Factores Ambientales
- IPC = 1%Valor mínimo 1, valor máximo 5

Fuente: Las Autoras 2012

Fórmula 25. Ecuaciones relacionadas a las variables constantes

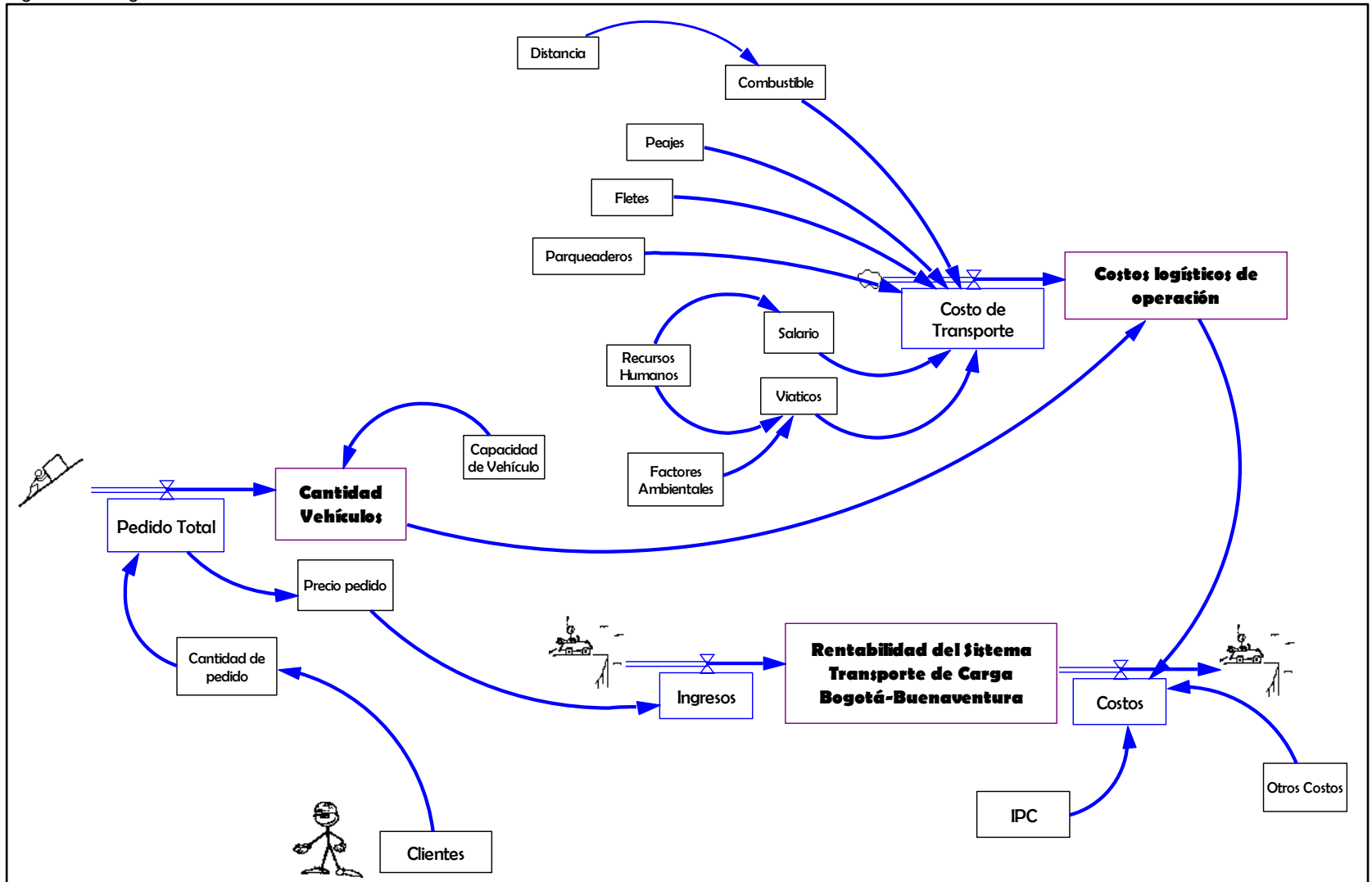
- Otros costos: 300.000 COP
- Distancia: 607 Km
- Factores ambientales: 2

- Capacidad de vehículo: 48 toneladas
- Recursos humanos: 2 personas

Fuente: Las Autoras 2012

En la figura 43 se visualiza el diagrama Forrester con las relaciones que se tienen entre las variables del sistema de estudio.

Figura 43. Diagrama de Forrester

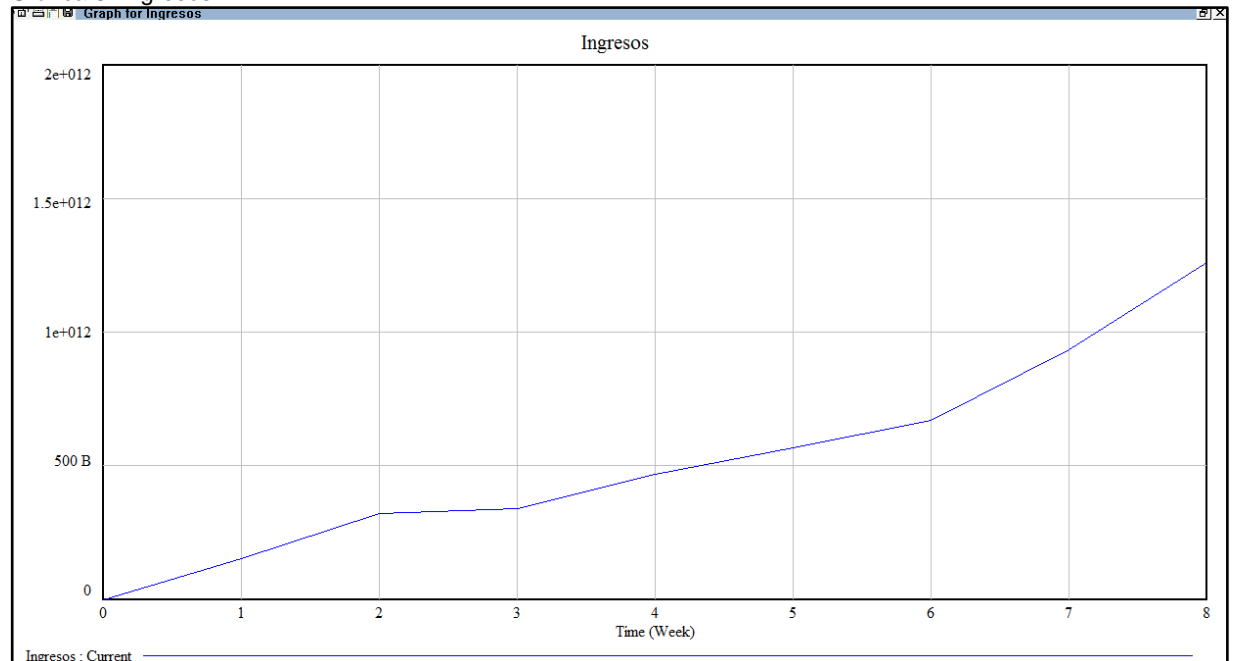


Fuente: Las Autorasdesarrollado en Vensim PLE2012.

Luego de la descripción de cada una de las variables involucradas en el modelo, la figura 43 presenta el diagrama de Forrester, como resultado de la correlación que existe entre cada una de las variables que para el propósito de la investigación considera el sistema del transporte logístico de transporte de carga.

Las gráficas 6, 7 y 8 mostrarán claramente el comportamiento del sistema con las ecuaciones indicadas anteriormente en cuanto a ingresos, costos y rentabilidad.

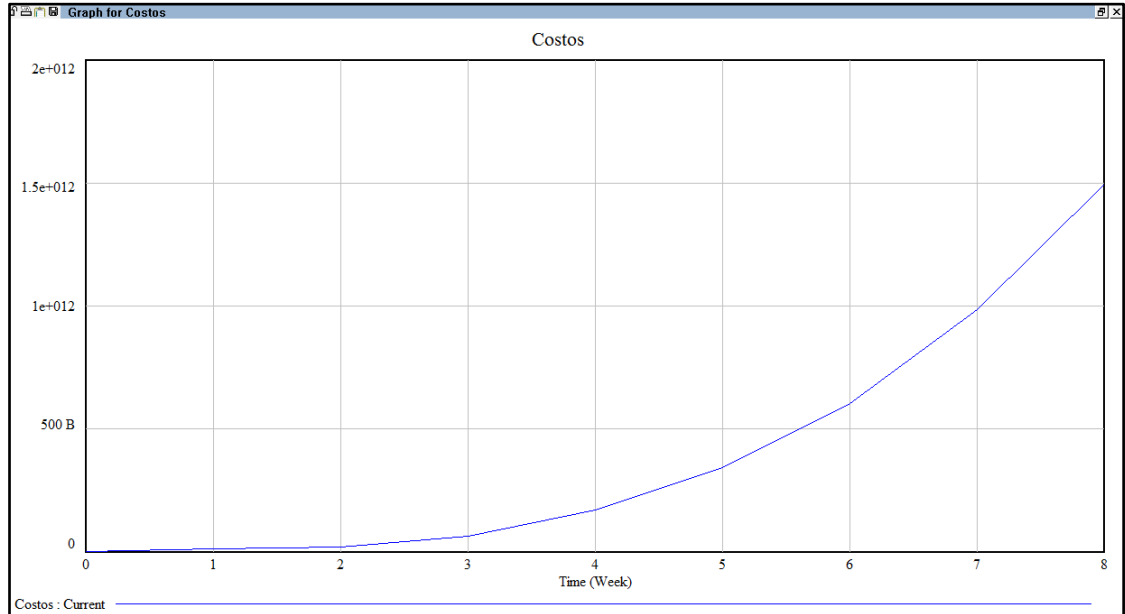
Gráfica 6. Ingresos



Fuente: Las Autoras desarrollado en Vensim PLE2012.

En la gráfica 6 se puede observar que los ingresos en el modelo estipulado, aumentan a lo largo de 8 semanas, ya que en el año 2012 se presentó un incremento de exportaciones por lo cual se movilizó mayor cantidad de mercancías en la ruta de estudio, en este caso los ingresos dependen del precio del pedido, lo cual indica que al transcurrir el tiempo se determinaron mayores cantidades de pedido por los clientes.

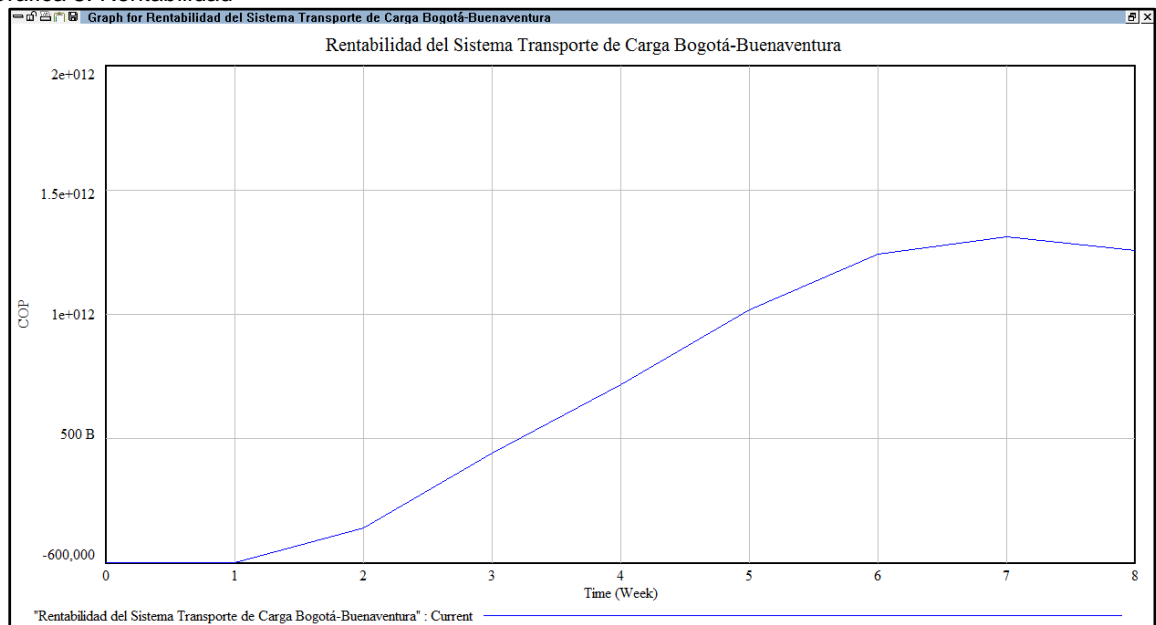
Gráfica 7. Costos



Fuente: Las Autorasdesarrollado en Vensim PLE2012.

En la gráfica 7 se observa la representación de costos a lo largo de 8 semanas, donde se concluye que al transcurrir el tiempo aumentarán los costos con respecto a la movilización de mercancías que se tenga (A mayor cantidad de mercancías a transportar mayores costos) debido a que se debe aumentar la flota vehicular y así mismo los factores que se relacionan en este; en las primeras semanas los costos no son tan relevantes, ya que al iniciar el transporte de poca mercancía estos no incurren en gran dimensión.

Gráfica 8. Rentabilidad



Fuente: Las Autoras desarrollado en Vensim PLE2012.

En la gráfica 8 se observa la rentabilidad que posee el sistema de estudio a lo largo de 8 semanas con respecto a los costos y los ingresos, como se puede visualizar en la primera semana se tiene una rentabilidad negativa debido a que la inversión que se realiza es mayor a los ingresos que se obtienen por lo cual no se tiene un beneficio económico; al transcurrir el tiempo se va recuperando esta inversión y así mismo se observa el crecimiento de la rentabilidad por medio de una curva que tiende a disminuir al finalizar la corrida de este modelo, ya que en nuestro país es más costoso transportar mercancías debido a los imprevistos, infraestructura, tablas de fletes y otros factores.

La rentabilidad del modelo sería óptima si los ingresos al transportar diferentes mercancías crecen en una proporción mayor a los costos, o los costos bajan en una proporción mayor a los ingresos en este caso los gráficos de ingresos y costos nos muestran que aumentaron pero los costos lo hicieron en una proporción mayor a los ingresos por lo cual al final de la corrida la rentabilidad tiende a bajar.

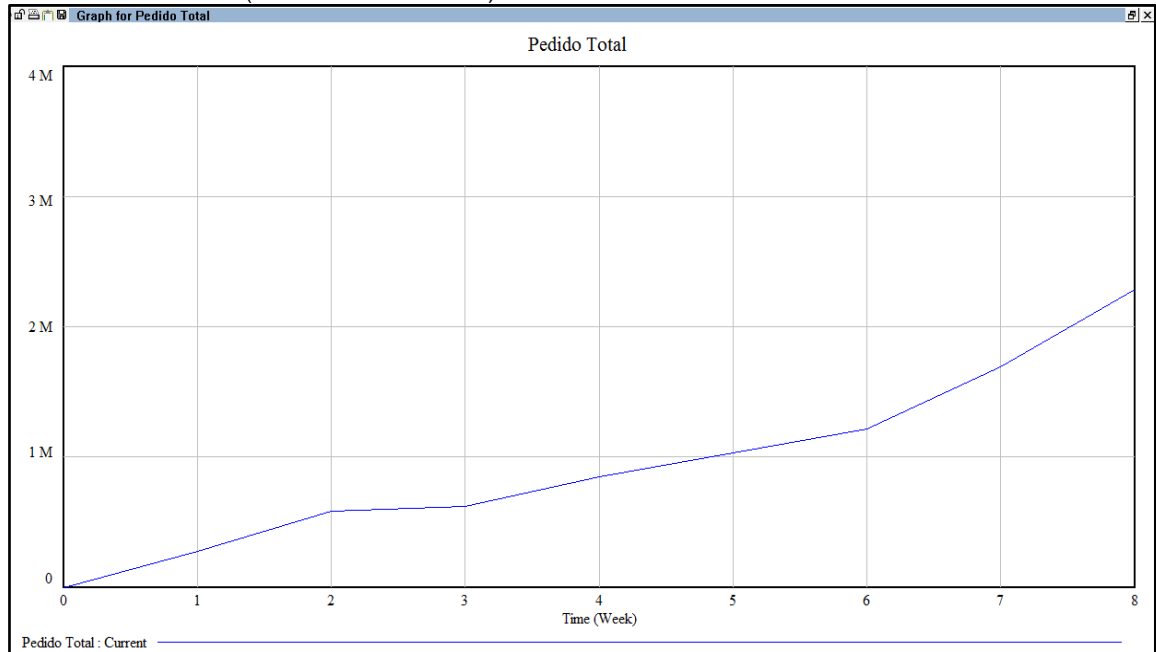
2.5 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN Y AJUSTE

Teniendo en cuenta los parámetros base del modelo y sus especificaciones, las cuales quieren lograr una aproximación a la realidad del estado actual del sistema utilizando DS, se debe aclarar que es prácticamente imposible representar fielmente el comportamiento real del modelo con todas sus variables y actores. Así mismo el detalle del modelo propuesto se vio enfocado hacia la rentabilidad, por lo tanto se debe definir con subjetividad el propósito del modelado de acuerdo al comportamiento del sistema estudiado y así realizar las siguientes pruebas de validación, para generar una mejor perspectiva dando confianza y veracidad al sistema propuesto.

2.5.1 Prueba de los parámetros del modelo: En la caracterización del sistema de transporte de carga en la ruta Bogotá-Buenaventura se ha tomado como referente los datos históricos suministrados por el ministerio de transporte y por la cámara de Comercio de Buenaventura, por lo cual los parámetros del modelo pueden ser probados con dichos datos, teniendo así la confianza en el comportamiento de la estructura del modelo, es decir, que dichos parámetros concuerdan con lo expuesto teóricamente, debido a que los parámetros del modelo son los flujos pedido total.

En este sentido la prueba se podrá comparar en base a las estimaciones estadísticas por las entidades gubernamentales mencionadas, ya que sus valores son reales y se representan en la gráfica 9:

Gráfica 9. Pedido Total (Parámetro del Modelo)



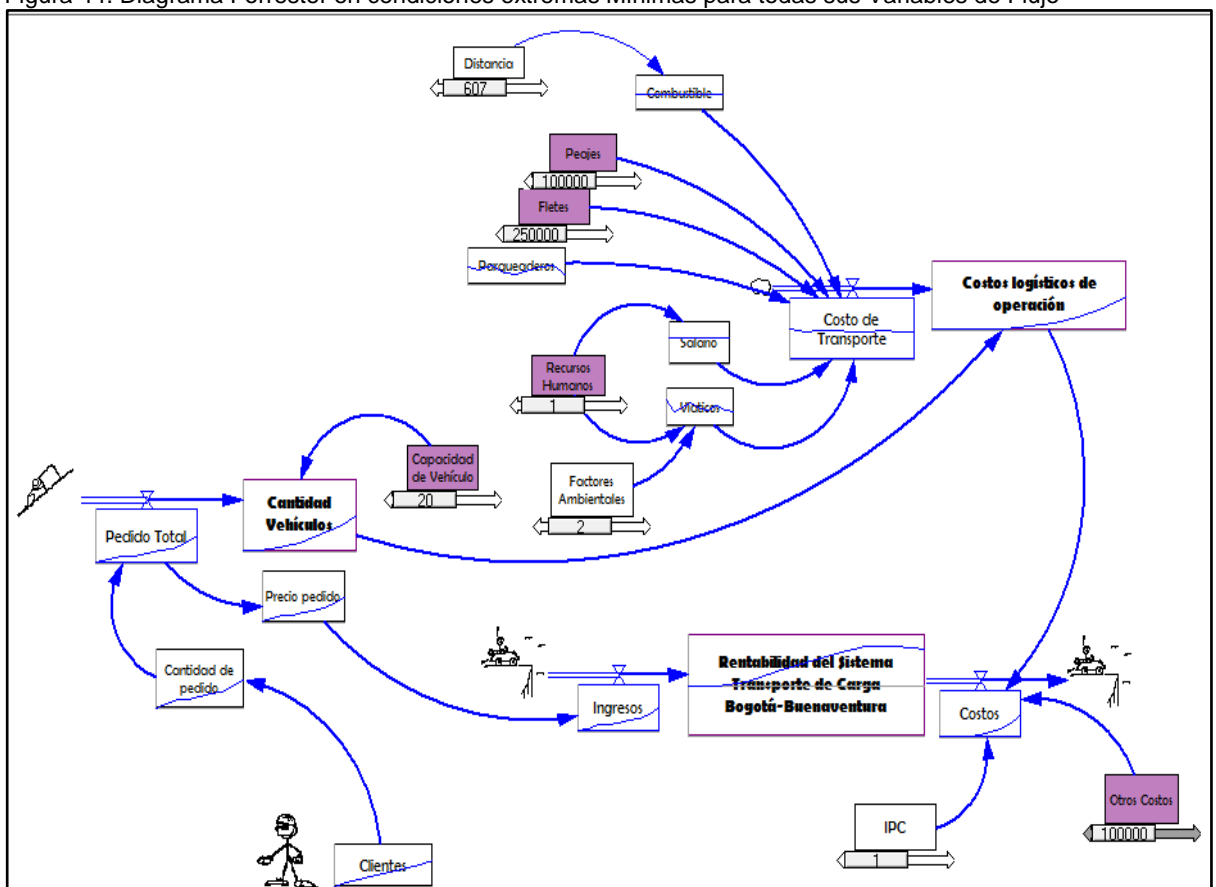
Fuente: Las Autoras desarrollado en Vensim PLE2012.

De acuerdo a los datos estadísticos del Ministerio de Transporte y de la Cámara de Comercio de Buenaventura, se estima que mensualmente se realiza una tasa promedio de pedido de 221.293 toneladas mensuales en el sector manufacturero por cliente, para la simulación se ha tomado rango entre 1000 a 2000 con un aleatorio de 200 por cliente aumentando la variable de pedido total(PT) cómo muestra la gráfica9 en un tiempo de 8semanas.

2.5.2 Prueba de condiciones extremas: Esta prueba consiste en generar condiciones extremas en la capacidad de un modelo y así mostrar su buen funcionamiento evaluando los escenarios y aumentando su confianza. Generalmente estas pruebas proceden a modificar significativamente los parámetros del modelo para evaluar su impacto en las demás variables y así identificar deficiencias.

La siguiente prueba se realiza con el efecto limitante valores mínimos en parámetros como capacidad de vehículo (20 toneladas), recursos humanos (1 persona), peajes (100.000 COP), fletes (250.000) y por ultimo otros costos (100.000 COP), como se visualiza en la figura 44.

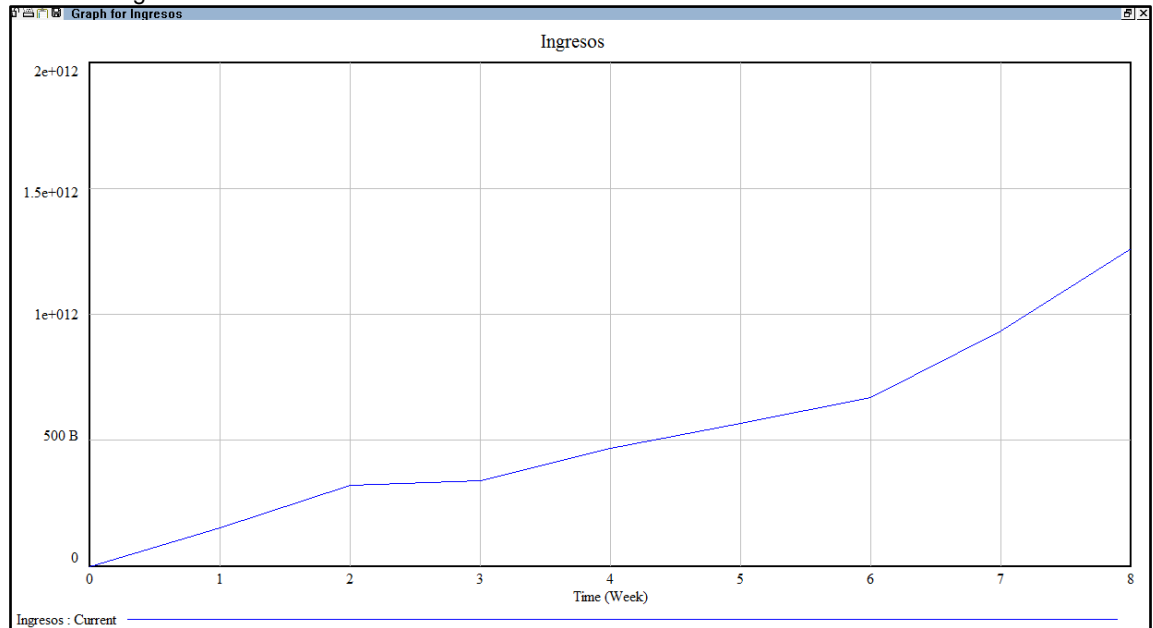
Figura 44. Diagrama Forrester en condiciones extremas Mínimas para todas sus Variables de Flujo



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

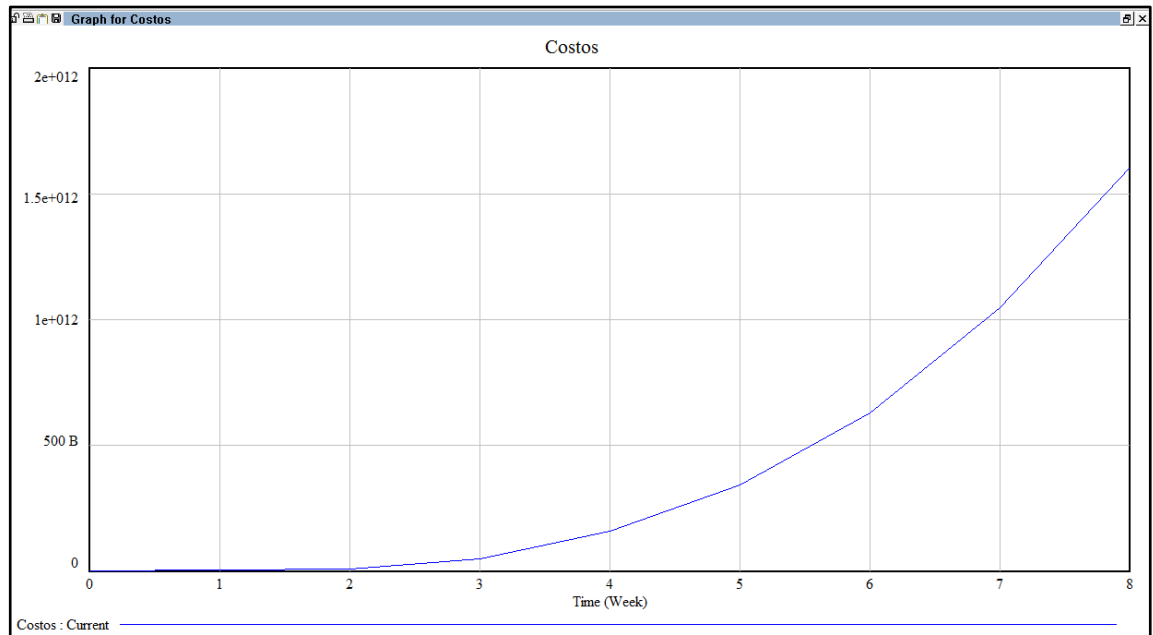
De la misma manera se observan las gráficas 10 de ingresos, 11 costos y 12 rentabilidad, de la siguiente manera:

Gráfica 10. Ingresos en Valores Mínimos Extremos.



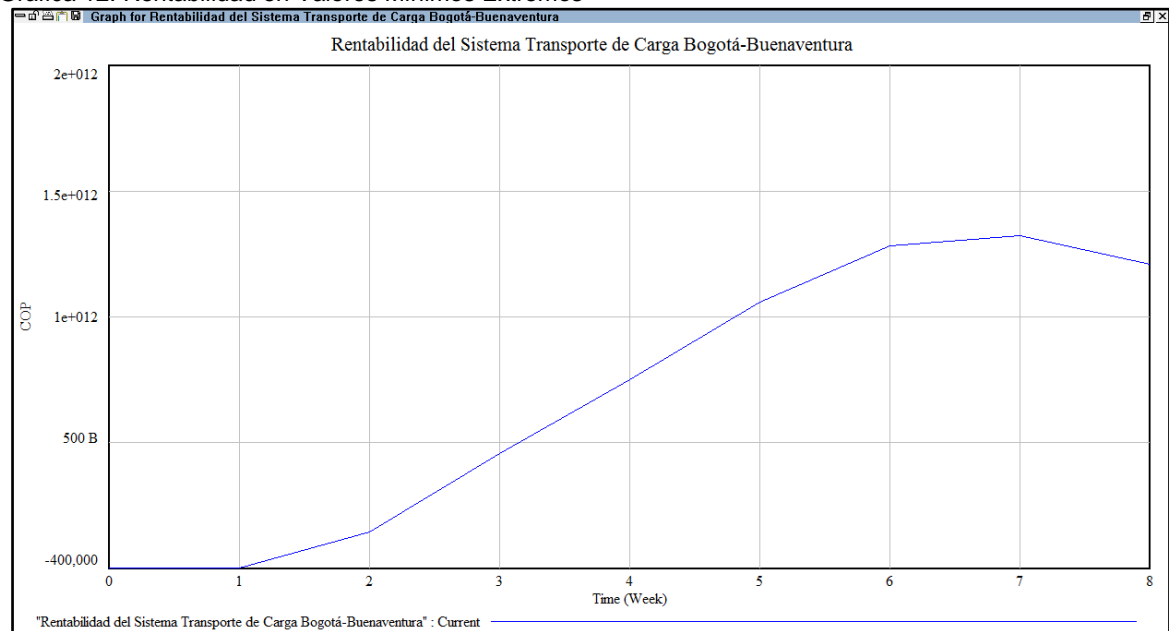
Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

Gráfica 11. Costos en Valores Mínimos Extremos.



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

Gráfica 12. Rentabilidad en Valores Mínimos Extremos



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

Se observa que el comportamiento de los ingresos y de los costos en esta prueba de verificación y ajuste se encuentran de la misma forma que en la corrida con los valores reales, donde los ingresos aumentan de acuerdo a la cantidad de pedido que se realice, es decir, a mayor cantidad de pedido mayores ingresos y de la misma forma pasa con los costos, los cuales al comenzar la corrida no muestran un gran aumento pero al transcurrir el tiempo aumentan con respecto a la cantidad de mercancías a transportar.

Al efectuar la simulación con mínimos valores como se mencionó anteriormente, se observa que en la primera semana la rentabilidad tiene una pérdida menor a la corrida con valores normales ya que al obtener menores costos la rentabilidad se verá beneficiada.

Luego de ver los comportamientos del modelo en condiciones extremas mínimas, a continuación se realizarán las pruebas con las condiciones extremas de máximos valores, para todas las variables constantes del sistema. Teniendo en cuenta que los valores máximos son:

Capacidad de vehículo: 50 toneladas

Recursos humanos: 2 personas

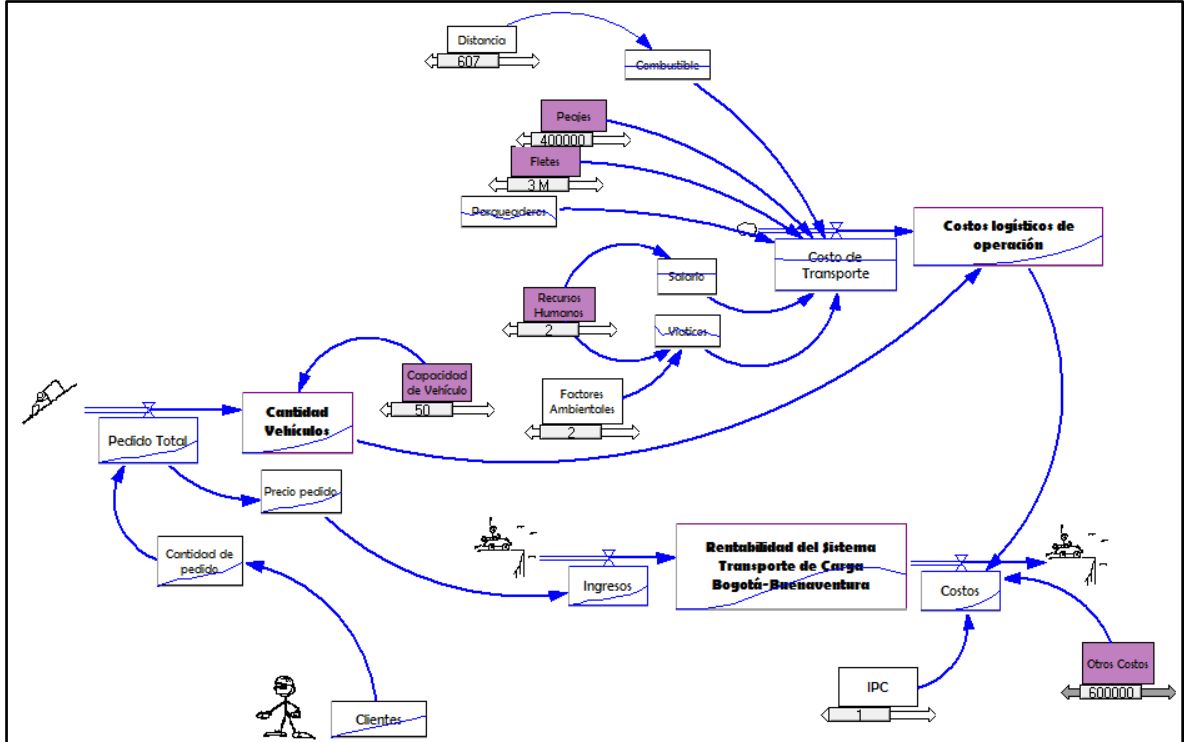
Fletes: 3.000.000 COP

Peajes: 400.000 COP

Otros costos: 600.000 COP

En la figura 45 se visualiza el Diagrama Forrester con las pruebas en condiciones extremas de valores máximos.

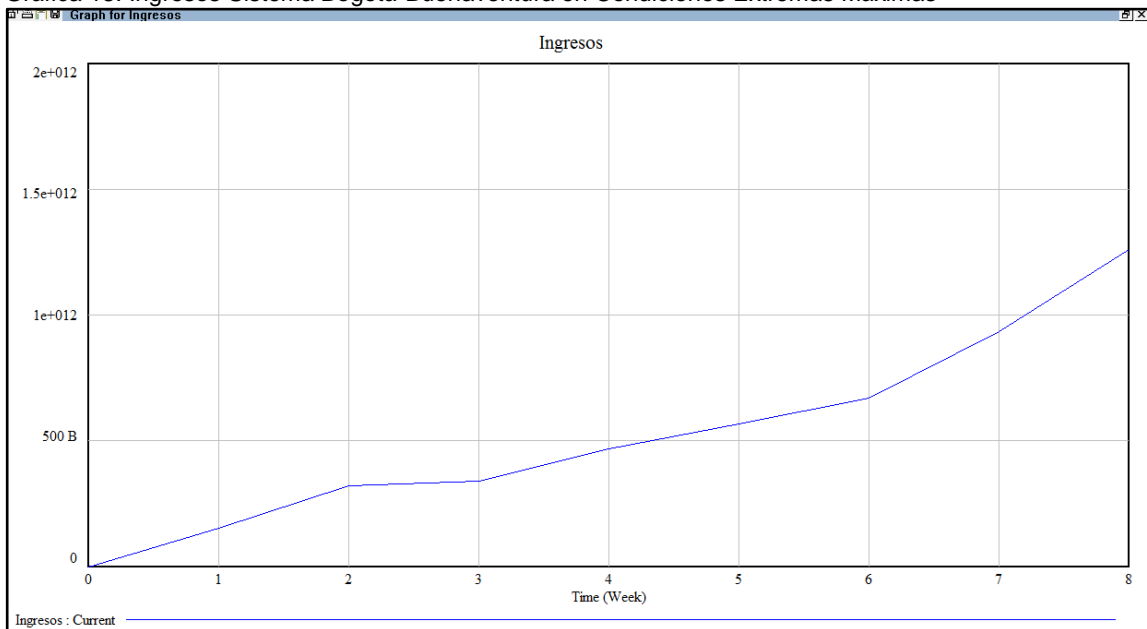
Figura 45. Diagrama Forrester en Condiciones Extremas Máximos Valores



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

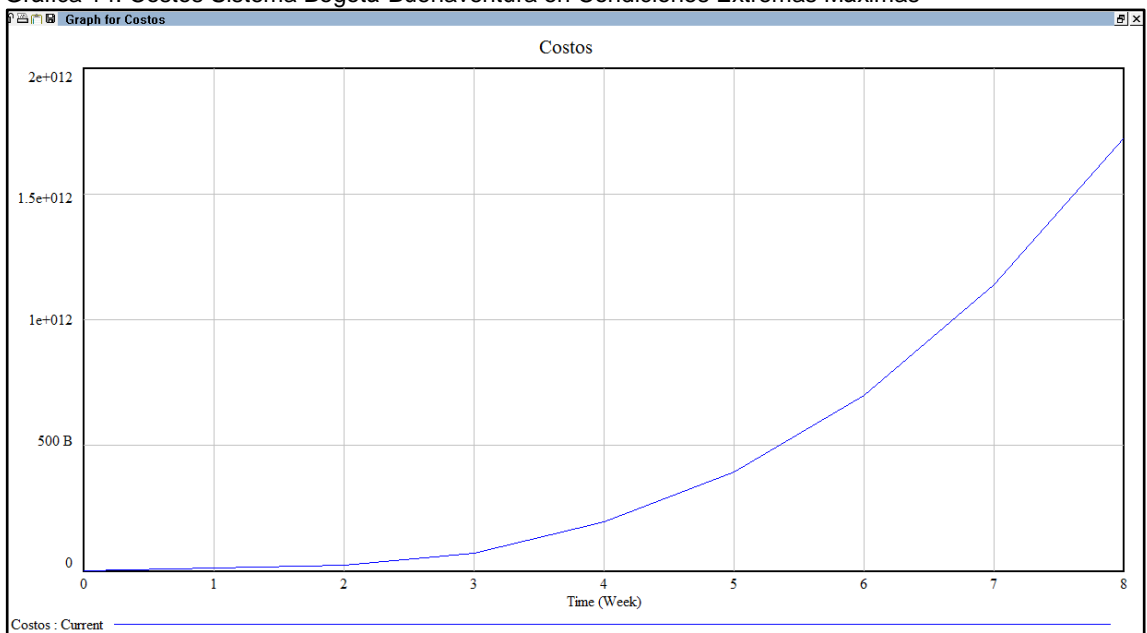
Luego de haber simulado el modelo con estas condiciones máximas se presenta el valor de los ingresos, costos y rentabilidad del sistema Bogotá-Buenaventura como se muestra en la gráfica 13, 14 y 15.

Gráfica 13. Ingresos Sistema Bogotá-Buenaventura en Condiciones Extremas Máximas



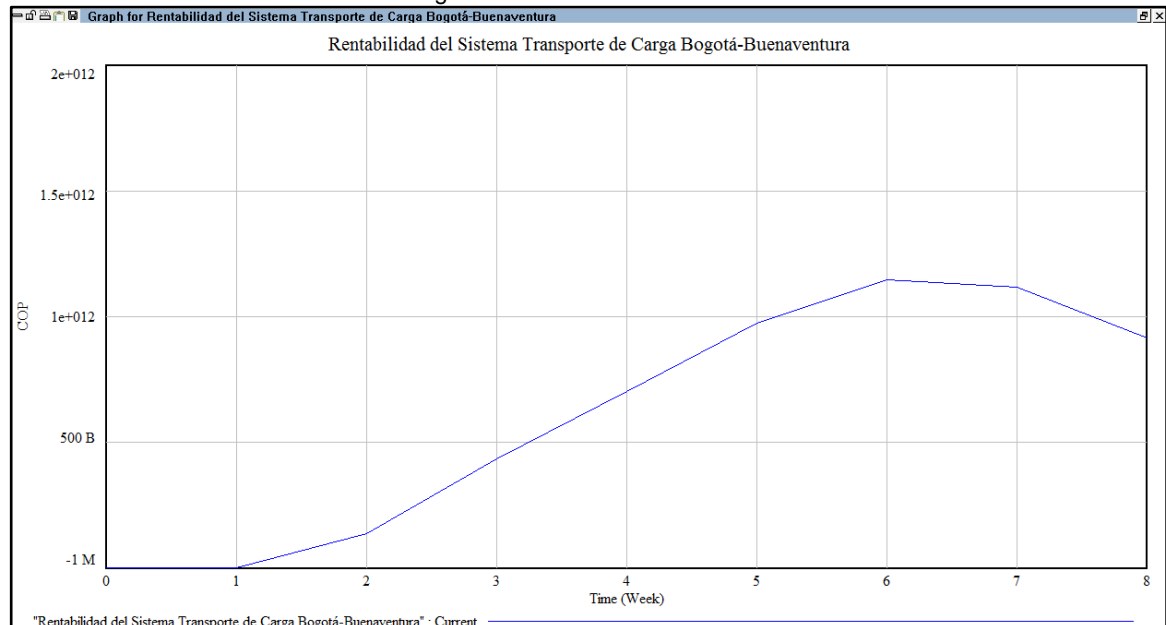
Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

Gráfica 14. Costos Sistema Bogotá-Buenaventura en Condiciones Extremas Máximas



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

Gráfica 15. Rentabilidad del Sistema Bogotá-Buenaventura en Condiciones Extremas Máximas



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

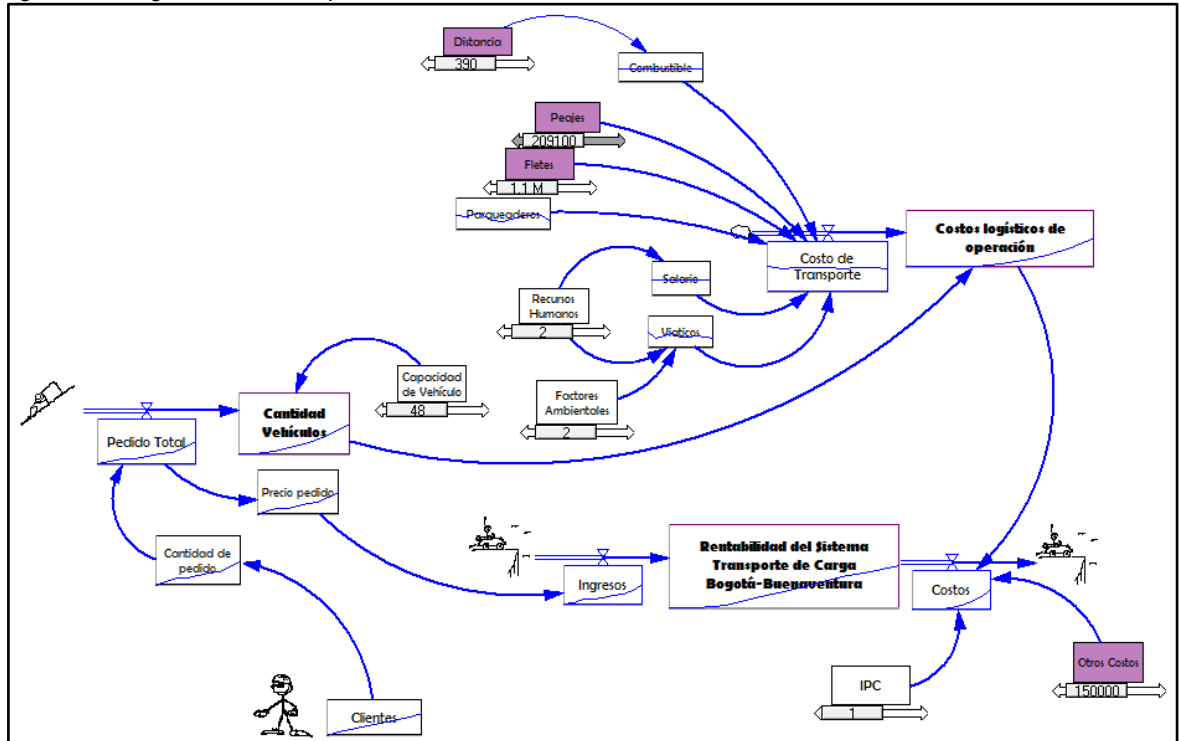
De igual forma que la prueba anterior se puede observar que en condiciones extremas máximas los ingresos y los costos poseen el mismo comportamiento a lo largo del tiempo, sin embargo, la curva de rentabilidad en su primera semana posee un alto valor negativo, el cual se ve influenciado por el aumento en los costos, haciendo que al transcurrir el tiempo dicho sistema no sea estable y tienda a disminuir en cuanto a su beneficio económico como se observa en la gráfica 15.

2.5.3 Prueba de escenarios (Monofuente-Multidestino): En la prueba de escenarios se simula el comportamiento del sistema teniendo en cuenta otros destinos aleatorios dentro de la ruta establecida.

a. Bogotá-La Uribe: Para realizar la simulación de este punto destino se cambió el valor de las siguientes variables, teniendo en cuenta la información en el presente documento, puesto que son las principales variables que pueden cambiar de acuerdo al destino.

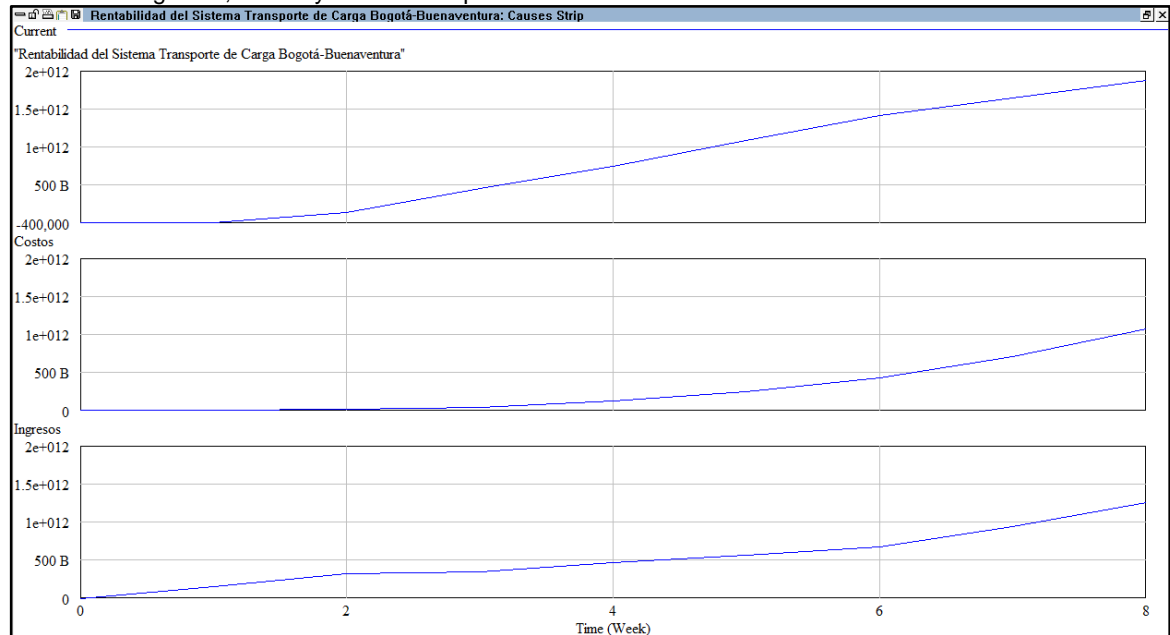
Distancia: 390 Kilómetros
 Peajes: \$209.100
 Fletes: \$1.100.000
 Otros costos: \$150.000

Figura 46. Diagrama Forrester prueba de escenarios.



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

Gráfica 16. Ingresos, costos y rentabilidad prueba escenarios



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

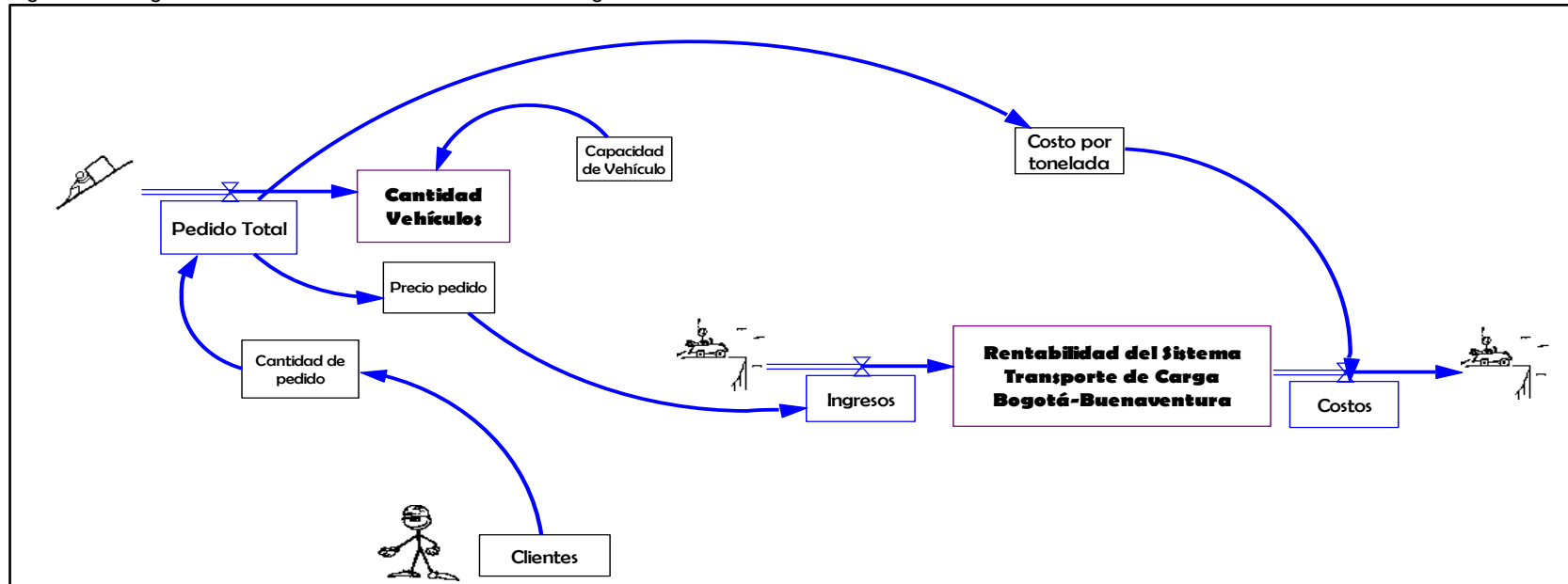
Como se puede observar en la gráfica 16 el comportamiento de los ingresos y costos en la prueba de escenarios es similar al del modelo base; sin embargo la

rentabilidad al transcurrir las 8 semanas tiende a aumentar de forma exponencial, ya que el destino para esta prueba es La Uribe donde los costos logísticos de operación y otros costos se reducen debido a que la distancia no es la misma logrando un mayor beneficio económico.

2.6 MODELO LOGÍSTICO PROPUESTO PARA EL SECTOR TRANSPORTADOR DE CARGA.

De acuerdo al estudio realizado al sector transportador de carga se realizó un cambio estructural, implementando el valor de los costos causados por la operación logística de transportar mercancía en un solo rubro, es decir estos se resumieron en Costo por tonelada, puesto que las políticas actuales son muy dispersas y permiten con facilidad inflar dichos costos por cuestiones políticas, sociales y económicas que no benefician a dicho sector, por el contrario el ministerio de transporte ha venido trabajando alrededor de diez años, hasta lograr la consolidación con una herramienta confiable y capaz de adaptarse a los constantes cambios que enfrenta el sector de transporte en Colombia, llamado SICE-TAC (Sistema de información de costos eficientes para el transporte automotor de carga). Por lo tanto se ha implementado esta herramienta en el modelo logístico de transporte como se puede observar en la figura 47.

Figura 47. Diagrama Forrester Diseño Final del Modelo Logístico



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

2.6.1 Parámetros del modelo propuesto: En la tabla 39 se determinan los parámetros con los cuales se desarrolla el modelo propuesto.

Tabla 39. Parámetros del Modelo propuesto

Nombre	Descripción	Tipo
RS	Rentabilidad del sistema Bogotá-Buenaventura	Variables de nivel
CV	Cantidad vehículos	
I	Ingresos	Variables de flujo
C	Costos	
PT	Pedido total	
CP	Cantidad de pedido	Variables auxiliares
PP	Precio pedido	
CL	Clientes	
CVH	Capacidad de vehículo	
CT	Costo por tonelada	

Fuente: Las Autoras 2012

Se considera la relación que existe entre las variables de flujo Ingresos (I), Costos (C) y la variable de Nivel las cuales vienen dadas de la siguiente forma:

Fórmula 26. Ecuación de nivel o estado modelo propuesto 1

$$RS(t + \Delta t) = RS(t) + (\Delta t * I) - (\Delta t * C)$$

Fuente: Las Autoras 2012

La fórmula 28 indica que el nivel rentabilidad del sistema (RS) en el instante de tiempo $t + \Delta t$ se obtiene sumando al nivel que existía en el tiempo t de la diferencia entre el flujo de ingresos y costos que se ha producido en el período de tiempo t y $t + \Delta t$.

Así mismo las ecuaciones de flujo permiten determinar una variable a partir de determinados parámetros del modelo como las variables auxiliares y variables de estado así:

Fórmula 27. Ecuación de Flujo (Costos)

$$C(t) = CT(t)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 28. Ecuación de Flujo (Ingresos)

$$I(t) = PP(t)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

De la misma manera se realiza el modelado matemático para cada nivel y flujo del sistema como se muestra a continuación:

Fórmula 29. Ecuación de nivel o estado modelo propuesto 2

$$CV(t + \Delta t) = CV(t) + \frac{(\Delta t * PT)}{(\Delta t * CVH)}$$

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 30. Ecuación de flujo pedido total

$$PT(t) = CP(t)$$

Fuente: Las Autoras 2012.

En general, a los parámetros se les deben dar unos valores numéricos para que el modelo se refiera a una situación concreta en este caso el sistema a evaluar Bogotá-Buenaventura y así observar los datos históricos de la evolución del proceso y los generados por el sistema dinámico en este caso para el modelo propuesto.

Fórmula 31. Ecuaciones de nivel ajustadas.

- Rentabilidad del sistema de transporte de carga Bogotá-Buenaventura = Ingresos - Costos (Esta ecuación es la centralidad del sistema)
- Cantidad de vehículos = Pedido total / Tipo de vehículo
Valor inicial: 2.000 vehículos
Mínimo valor: 2.000 vehículos
Máximo valor: 5.000 vehículos

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 32. Ecuaciones de flujo o tasas ajustadas

- Ingresos = Precio pedido.
- Costos = Costo por tonelada.
- Pedido total = Cantidad de pedido

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 33. Las ecuaciones relacionadas con las tasas auxiliares ajustadas

- Clientes = Random uniform(1982, 2451, 500)
- Cantidad de pedido = 1.333 toneladas * Clientes
- Precio de pedido = Pedido total * 552.000 COP
- Costo por tonelada = 117979 COP * Pedido Total

Fuente: Las Autoras 2012.

Fórmula 34. Las ecuaciones relacionadas a las variables constantes ajustadas

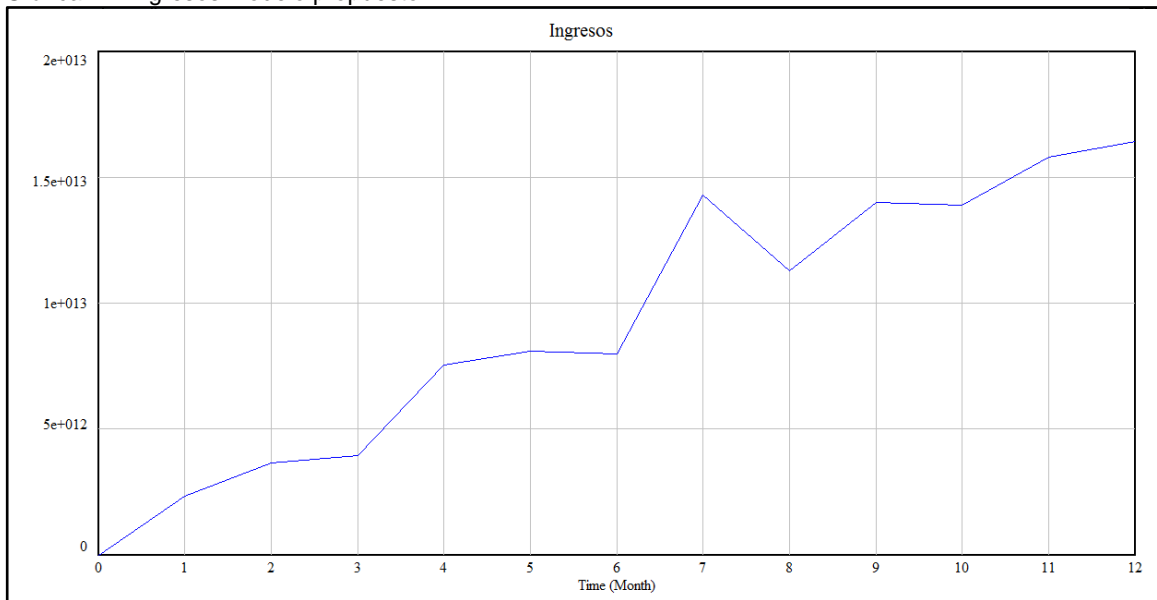
- Capacidad de vehículo: 23 toneladas

Fuente: Las Autoras 2012.

Para efectos de este modelo se tomó un tiempo de corrida de 12 meses para observar el comportamiento anual según los parámetros del Ministerio de Transporte, además se tomó como referencia un vehículo de tres ejes que tiene como capacidad máxima 23 toneladas, en dicho modelo se pueden observar los siguientes comportamiento según los resultados.

Las gráficas 17, 18 y 19 mostrarán claramente el comportamiento del sistema con las ecuaciones indicadas anteriormente en cuanto a Ingresos, Costos y Rentabilidad.

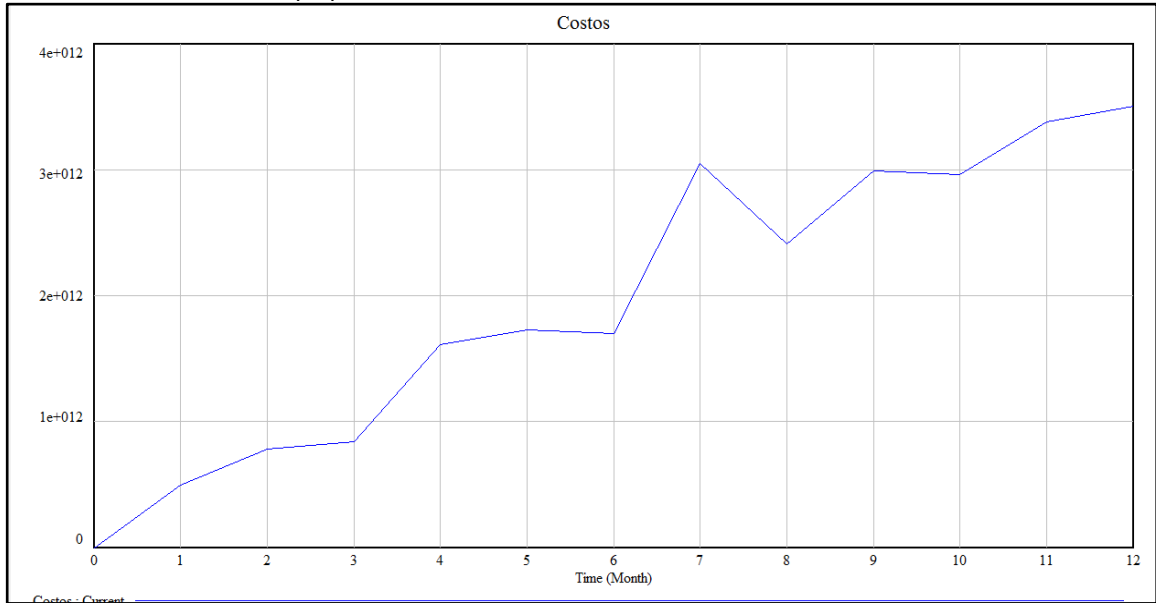
Gráfica 17. Ingresos modelo propuesto



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

En la gráfica 17 se puede observar que los ingresos en el modelo propuesto, incrementan paulatinamente a lo largo de 12 meses, teniendo en cuenta que en el año 2.012 se presentó una movilización de más de 7.956.777 de toneladas, debido al incremento de exportaciones y a la antesala del tratado del libre comercio. La gráfica nos indica que la carga que se transporta es estable a lo largo del tiempo.

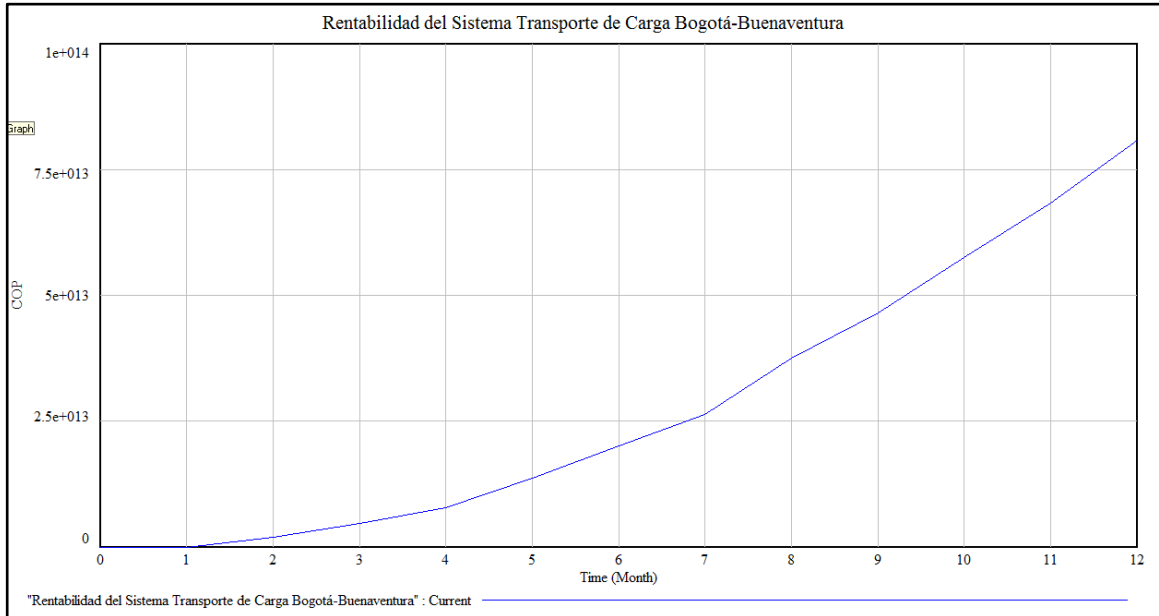
Gráfica 18. Costos modelo propuesto.



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

En la gráfica 18 se observa la representación de costos a lo largo de 12 meses, donde se concluye que al transcurrir el tiempo aumentarán los costos con respecto a la movilización de mercancías que se tenga (A mayor cantidad de mercancías a transportar mayores costos) debido a que se debe aumentar la flota vehicular y así mismo los factores que se relacionan en este; en las primeras semanas los costos no son tan relevantes, ya que al iniciar el transporte de poca mercancía estos no incurren en gran dimensión.

Gráfica 19. Rentabilidad



Fuente: Las Autoras elaborado en Vensim PLE 2012.

En la gráfica 19 se observa la rentabilidad que posee el modelo propuesto de estudio a lo largo de 12 meses con respecto a los costos y los ingresos, como se puede visualizar en los primeros meses no se obtiene rentabilidad, puesto que el sistema tarda en recuperar la inversión inicial; al transcurrir el tiempo se va recuperando esta inversión y así mismo se observa el crecimiento de la rentabilidad por medio de la curva que tiende seguir aumentando porcentualmente, esto refleja que los costos propuestos por el Ministerio de Transporte si son rentables para la economía del sector transportador de carga puesto que sintetiza la logística en un rubro real de movilidad como lo es el SICE-TAC.

La rentabilidad del modelo propuesto es óptima pero se debe tener en cuenta que para ello es necesario omitir imprevistos impactantes, conflictos políticos y aspectos socio-económicos.

Así mismo lo que se desea lograr con el modelo propuesto es lo siguiente:

- La reducción de actores, como se observó en los costos la simplificación de estos en un solo rubro obteniendo beneficios económicos en el sistema.
- Minimizar los costos para el cliente final.
- Maximizar la utilidad para el generador de carga (Origen).
- Incrementar la velocidad de respuesta de despachos oportunos.
- Mayor movilidad de carga.
- Reducir la posibilidad de cargas vacías del destino al origen.

CONCLUSIONES

- Se logra observar que el sistema posee una deficiencia en la rentabilidad la cual es generada por la diferencia entre los ingresos y los costos, ya que estos últimos al transcurrir el tiempo aumentan considerablemente impactando de forma negativa el beneficio económico del sector, lo que hace que se tomen decisiones para optimizar sus recursos.
- Con el modelo se establecieron bucles de realimentación donde las diferentes variables se influenciaban positiva y negativamente, identificando interrelaciones que afectan la problemática del sistema, optimizando el nivel de servicio; así mismo se observa la inestabilidad del sistema por diferentes variables que no responden con la integración para obtener una respuesta positiva de las relaciones establecidas.
- Con lo establecido se pueden realizar diferentes modelos centralizados en otras variables que no se encuentran plasmadas en este modelo como tal, realizando un análisis exhaustivo, comprendiendo que el sistema de transporte de carga puede actuar de una forma más eficiente y competitiva para obtener beneficios en la economía del país.
- De acuerdo al planteamiento del modelo logístico de transporte de carga y teniendo en cuenta que dicho modelado genera representaciones en función de los actores, restricciones, variables, parámetros y escenarios, se logra establecer mediante un contexto las falencias de dicho modelo, además de ello se pueden encontrar posibles nuevos escenarios que permitan interpretar y validarlos para el mejoramiento de la logística en el transporte de carga.
- Con base al modelo se pueden identificar un número determinado de variables, para comprender el efecto latente del sistema y a si tomar mejores decisiones con respecto a la gobernabilidad de los actores para ofrecer un mejor servicio, menores costos, y mayor utilidad para las empresas, como para el sector transportador.
- Al formalizar la arquitectura del modelo en el software Vensim® PLE; ha sido posible observar diferentes simulaciones identificando las principales falencias, realizando los respectivos análisis y con ello lograr la comprensión máxima del sistema.

- Luego de documentar el modelo logístico, las políticas conducentes a disminuir los costos logísticos de transporte de carga y aumentar la rentabilidad del mismo, se enfocan en una característica principal; la cual hace referencia en mejorar la infraestructura vial para aumentar el flujo vehicular y disminuir los costos, como se puede observar en el proyecto del corredor vial Bogotá-Buenaventura.
- De acuerdo a la problemática planteada se puede observar que hoy en día el país tiene altos índices de deficiencia en cuanto a los indicadores logísticos, muchos de ellos a causa de las variables aleatorias que aumentan los costos haciendo que se pierda efectividad en el sistema.
- Con el modelo propuesto se identificaron los diferentes parámetros que se pueden controlar para minimizar los costos y obtener mayores beneficios económicos en el transporte de carga.

RECOMENDACIONES

- Para el sector transportador de carga, es indispensable el mejoramiento de la malla vial Bogotá-Buenaventura, aunque ya se encuentran en proceso este proyecto, se debe estipular un tiempo límite de entrega, para poder competir con la economía global debido a la apertura del TLC, puesto que su elaboración está generando sobrecostos los cuales recaen afectando a los actores del sistema.
- Es indispensable poner en operación el modelo de rentabilidad para mejorar la toma de decisiones regulatorias, teniendo en cuenta que en el parque automotor del país, no se encuentran la cantidad de vehículos necesarios para suplir la demanda del mercado, sumándole a ello automotores que no responden con las condiciones de tráfico vehicular, debido a su antigüedad.
- La gestión del transporte está dada por las empresas prestadoras del servicio, pero aun así su rentabilidad se ve afectada por factores externos que inciden directamente en los costos operacionales, debido a la infraestructura vehicular, la tecnología de los vehículos, políticas gubernamentales entre otros, por tal razón, el estado debería implementar una política regulatoria para el sistema.
- El sector transportador de carga en Colombia en los últimos tiempos ha sido afectado por diferentes variables que perturban la operación dinámica y flexible del sistema en términos rentables; disminuyendo la utilidad operativa de transportar una carga entre un punto origen y un punto destino determinado en una zona de actuación de la organización, por tal razón es indispensable tener datos históricos actuales referente a las toneladas a transportar, la cantidad de empresas en un sector determinado, cantidad de vehículos disponibles entre otros, en la página del ministerio se pueden encontrar estas estadísticas pero ninguno de ellos data de los dos años anteriores a esta investigación.
- La dinámica de sistemas es una técnica fundamental para la elaboración de problemas complejos como esta investigación, por tal razón se debería tener acceso a más documentación sobre el tema para poder abordar en un futuro mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- AMARILLO, Gabriel José. 2011. Análisis del Transporte en la Ciudad de Bogotá desde la perspectiva de la Dinámica de Sistemas. Bogotá D.C. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.
- ANAYA, Julio Juan. 2011 Logística integral de transporte de carga. Madrid. Editorial Esic. Volumen 4.
- ANAYA, Julio Juan. 2010. El transporte de mercancía, enfoque logístico de distribución. Madrid. Editorial Esic.
- Anuario Estadístico de Transporte. 2012. Ministerio de Transporte, Bogotá.
- ARACIL, Javier. 1993. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Editorial Madrid: Alianza Universidad.
- ARANDA, Ana Milena. 2007. Transporte de Carga en Colombia: Empresarios y Estrategias, 1985-2005. Bogotá D.C. Universidad de los Andes. Facultad de Administración.
- ARIZA, Sergio Alberto. 2010. La movilidad en Bogotá, un enfoque de dinámica de sistemas. Bogotá D.C. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.
- BALLOU, Ronald H. 2004. Logística: Administración de la cadena logística de la cadena de suministro. México. Pearson educación.
- Cámara de Comercio de Bogotá. 2011. Logística y Distribución Física Internacional: Clave en las operaciones de Comercio Exterior. Bogotá.
- Caracterización del transporte en Colombia diagnóstico y proyectos de Transporte e Infraestructura. 2005. Bogotá, Ministerio de Transporte.
- Concejo Nacional de Política Económica y Social Conpes (DNP). 2011.
- ESCALONA, Iván. 2009. Trabajo final de logística de UPIICSA. Bogotá. El cid Editor.
- FLORES, Ortiz. 2007. Importancia de la incorporación temprana a la investigación científica en La Universidad de Guadalajara, México.

FORRESTER, Jay W. 1999. Industrial Dynamics. Cambridge. Editorial Pegasus Communications.

FORRESTER, Jay W. 1999. Urban Dynamics. Cambridge. Editorial Pegasus Communications.

GINER, María Elena. 2011. Transporte de carga, estructura de mercado y costos. Universidad Nacional de Cuyo.

GOMEZ, María Catalina. 2006. Evaluación de la Eficiencia y Competitividad del transporte de Carga por Carretera, para suplir la demanda generada por el tratado de libre comercio TLC. Bogotá D.C. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería.

MIRA, Andrés. 2009 Operadores logísticos: Claves y perspectivas de los operadores logísticos. Barcelona (España).

GONZALEZ, Javier. 2011. Diagnóstico y balance del sector transporte de carga por carretera. Bogotá. Diario la república.

HANNEMAN, R.A. 2012. Computer-assisted Theory Building.

IDEAM. 2012. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

INVIAS 2012. Estado Red nacional de Carreteras 2012, INVIAS: Bogotá.

JACOBSEN, C. y R. Bronson. 1985. Simulating Violators, ORSA.

J. D. Ortúzar. 2000. Modelos de Demanda de Transporte. Chile. Alfaomega, ediciones universidad católica de Chile.

MAULEÓN, Mikel. 2006. Logística y costos. España. Editorial días santos.

Ministerio de Transporte Oficina Asesora de Planeación Grupo Planificación Sectorial. 2010. Caracterización del Transporte en Colombia Diagnostico y Proyectos de Transporte.

Ministerio de Transporte. 2012. Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga SICE-TAC. Bogotá.

MIRA VANEGAS, José Andrés. 2011. Estimación de Costos de Transporte de Carga. Bogotá D.C. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería.

MORA GARCÍA, Luis Aníbal. 2008. Gestión logística integral; las mejoras prácticas de la cadena de abastecimiento. Bogotá. Ecoediciones.

MORLÁN Iñaki. 2012. Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria, España.

OLIVERA, Mauricio y BAQUERO, Manuel. 2012. Informe Final Proyecto de Evaluación de Impacto de Programas del Invias.

PERDOMO, Mileidy. 2011. Modelado de Sistemas de Transporte Masivo Empleando Dinámica de Sistemas: Caso Transmilenio S.A. enIX Congreso Chileno de Investigación Operativa, OPTIMA (Octubre 26-29,) Universidad de La Frontera, Temuco. Chile.

RANDERS, Jorge. 1980. Elementos del método de Dinámica de Sistemas. México. Editorial PegasusCommunications.

Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 1, 2005. México.

ROBUSTE Antón, 2009. Logística del transporte. Italia. Volumen 3 traducido al español.

RONALD B. 2004. Logística: Administración de la cadena de suministros. México. Pearson Prentice-Hall.

SENGE, Peter. La Quinta Disciplina, 2008. Buenos Aires. Editorial Granica.

RUIBAL, Handabaka.2010. Gestión logística de la distribución física de mercancías. Bogotá. Editorial norma.

Software Vensim® PLE5. Junio 2011.

TORRES J. 2012. Compendio, Aspectos generales sobre logística, cátedra gestión de sistemas logísticos. Bogotá. Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

CIBERGRAFÍA

Diagramas de Forrester. "El diagrama característico de la Dinámica de Sistemas". [Internet] <http://www.youblisher.com/p/44894-Please-Add-a-Title/>

El problema de la ruta más corta.

[Internet]. <http://livebinders.com/play/play_or_edit?id=119710>

Ernesto A. Largada L. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Bogotá Colombia, Junio 2006 [Internet] <<http://jmonzo.net/blogeps/ids1.pdf>>

ESCALONA. Iván. (2009). Trabajo final de logística de UPIICSA. El cid Editor. [Internet].<<http://site.ebrary.com/lib/bibliounilibresp/search.action?p00=LOGISTICA&search=Buscar+en+ebrary>>

Historia del transporte en Colombia y el eje cafetero.2007. (st) recuperado en julio 07 de 2009. [Internet]. <http://gduquees.blogspot.com/2077/11/historia-del-trasnporte-en-colombia-y.html>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. [Internet] <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>

Instituto Nacional de Vías. [Internet] <http://www.invias.gov.co/>

Logística y la cadena de abastecimiento.

[Internet]. <<http://logisticarmirabal.blogspot.com/>>

Método de transporte.

[Internet]. <<http://www.mitecnologico.com/Main/MetodoDeTransporte>>

Ministerio de Transporte. [Internet] <http://www.mintransporte.gov.co/>

Problemática y Posibilidades del Sistema de Transporte de Carga en Colombia.[Internet].<<http://www.bdigital.unal.edu.co/1673/1/gonzaloduqueesco-bar.20083.pdf>>

Modelado en Dinámica de Sistemas. [Internet] [http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20\(ppt\)/Documento%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf](http://www.isa.uma.es/C17/Presentaciones%20de%20Clase%20(ppt)/Documento%20Library/SEMINARIO_dinamica_sistemas.pdf)

República de Colombia, departamento nacional de planeación, unidad de

análisis macroeconómico. [Internet]. <<http://portal.araujoibarra.com/biblioteca-y-articulos/logistica-global/diagnostico-y-balance-del-sector-de-transporte-de-carga-por-carretera-transportadores-en-busca-de-la-carga-perdida>>

República de Colombia departamento nacional de planeación unidad de análisis macroeconómico.

[Internet]. <<http://www.slideshare.net/johnrehobot/caracterizacion-transporte-colombia>>

Retos logísticos en Ssangyong Motor Colombia s.a.1. Ramírez, c. e., r., paredes, j. a. g., Carmona, j., & gil, m. a. a. (2008). Estudios gerenciales, 24(109), 169-169-198.

[Internet].<<http://search.proquest.com/docview/214393657?accountid=49777>>

System Dynamics Society. [Internet]

http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=es&langpair=en|es&rurl=translate.google.com.co&u=http://www.systemdynamics.org/what_is_system_dynamics.html&usg=ALkJrhiWAPFh-L4mKx4SWLwtI_Q5TbEGkQ#overview

ANEXOS

Se entrega CD con soporte de Anexos.