

**MINISTERIO DE TRANSPORTE  
OFICINA DE PLANEACION  
PLAN ESTRATEGICO DE TRANSPORTE**



***BOGOTA.D.C. ABRIL DEL 2002***

## ***1. ANTECEDENTES***

En el período 1979 - 1981, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte llevó a cabo el Primer Estudio sobre el transporte en Colombia, con la asistencia técnica del Netherlands Economic Institute - NEI.

En 1985, el MOPT realizó una actualización de este estudio, sin lograr culminar la etapa de implementación.

La vigencia de este estudio fue rápidamente superada por el acelerado desarrollo del sector, por lo que se determinó la necesidad de crear herramientas de planeación dinámicas de tal manera que permitieran realizar planes cuantas veces fuera necesario.

Es así como el MOPT, a través del Fondo Vial Nacional, contrató y ejecutó el Estudio Plan Maestro de Transporte, el cual concluyó en julio de 1994. No obstante éste formuló estrategias sectoriales y propuso un Plan de Inversiones, no se logró a través de este Estudio generar un marco unificador de la política que direccionara la planeación del sector.

Conscientes del vacío existente y de la necesidad de contar con una herramienta de planificación orientadora de la política sectorial y de la asignación de inversiones en el sector, se inició en 1998 con la asesoría técnica del consorcio Cal&Mayor y Asociados S.C., un trabajo de actualización del Plan Maestro de Transporte, realizando algunos ajustes metodológicos y técnicos al Estudio, principalmente en cuanto al software utilizado.

Como resultado de estas modificaciones, fundamentales para dar mayor operatividad a la herramienta, surge el Plan Estratégico de Transporte, el cual ha sido concebido bajo una metodología adecuada para la realidad del país, teniendo en cuenta sus características económicas y geográficas, y en especial las actuales condiciones del sector transporte.

## ***2. QUE ES EL PLAN ESTRATEGICO DE TRANSPORTE (PET)?***

El **PLAN ESTRATEGICO DE TRANSPORTE** es una herramienta de planificación que establece las directrices para orientar el desarrollo del sector y se constituye en instrumento fundamental para formular, evaluar, revisar y analizar las políticas, planes y proyectos dirigidos al sector transporte colombiano.

### ***3. OBJETIVO***

La Planeación Estratégica de Transporte tiene como objetivo lograr la utilización óptima de la infraestructura vial y de los modos de transporte disponibles para hacer frente de manera eficaz a la demanda de transporte de una región o país.

### ***4. IMPORTANCIA***

- Contar con un sistema y unas herramientas que permitan orientar la planeación del sector y faciliten la toma de decisiones requeridas en materia de inversión pública.
- Proveer al sector de un sistema ágil y tecnificado que permita cuantificar necesidades de transporte, simular el comportamiento de los usuarios y establecer parámetros para priorizar proyectos de inversión.
- Orientar el desarrollo de los modos de transporte
- Establecer una base de datos homogénea para el sector.
- Optimizar el Plan de Inversión Sectorial.
- Suministrar al sector un documento base con recomendaciones de políticas, planes y programas para cada uno de los modos de transporte

### ***5. PRINCIPALES RESULTADOS A OBTENER***

A través del Plan Estratégico de Transporte se pueden obtener los siguientes resultados :

- Evaluación de los corredores de transporte.
  - Internos
  - De Comercio Exterior
- Análisis de Intermodalidad - Determinación de posibles puntos de transferencia.
- Evaluación de los proyectos considerados en el P.E.T.

## ➤ ***Otros Resultados***

- Matrices O/D nacionales y de comercio exterior proyectadas al 2020
- Volúmenes por producto en cada modo de transporte.
- Costos por producto en cada modo
- Número de vehículos por modo
- Costo generalizado del sistema
- Sistema de Información Geográfico

## ***6. EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL PLAN ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE***

Para la evaluación de los proyectos se cumplieron las siguientes fases:

- Selección de proyectos a ser evaluados
- Priorización proyectos: Análisis Valor Presente Neto  
Hoja de Criterio Múltiple

### ***6.1. SELECCIÓN DE PROYECTOS***

Los proyectos a ser evaluados se seleccionaron teniendo en cuenta :

- Proyectos considerados en el Plan Nacional de Desarrollo.
- Proyectos que responden a políticas específicas
- Proyectos incluidos en el Plan de Expansión Carretero
- Proyectos suministrados por Entidades Modales
- Proyectos suministrados por dependencias del Ministerio

En principio se consideraron 95 proyectos para todos los modos de transporte: 39 proyectos modo carretero, 18 proyectos modo férreo, 29 proyectos modo fluvial y

9 proyectos modo marítimo. Sin embargo después de analizar la conveniencia de evaluar independientemente cada uno de estos proyectos, se decidió :

Agrupar los proyectos de tipo carretero por troncales y transversales.

Revisar y redefinir los proyectos.

Analizar el verdadero impacto de los proyectos, seleccionando aquellos cuyo impacto sea evaluable con el nivel de zonificación del estudio.

El análisis realizado a los proyectos de transporte se efectuó, según sus objetivos modales, ubicación geográfica y posible incidencia en los diferentes planos territoriales, obteniéndose de esta manera para el proceso de evaluación un listado final de 61 proyectos de transporte de impacto a nivel nacional:

- 39 proyectos carreteros
- 8 proyectos férreos
- 7 proyectos fluviales
- 7 proyectos marítimos

Algunos proyectos no se incorporaron en el STAN, ya que éstos no respondían a la sensibilidad del modelo por ser de carácter puntual o local, de acuerdo a la zonificación que se tiene para el estudio.

Los proyectos seleccionados para cada uno de los modos fueron:

**Tabla 1. LISTADO DE PROYECTOS**

<b>MODO CARRETERO</b>		
<b>TRONCAL O TRANSVERSAL</b>	<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
TRANSVERSAL ROSAS – CONDAGUA	Construcción Carretera Rosas - Santa Rosa – Condagua	101
TRANSVERSAL PUERTO REY – TIBU	Construcción Variante de Montería	102
	Pavimentación y Mejoramiento Carretera Guayepo - Majagual	
	Construcción Carretera Majagual - Achí - La Gloria	
	Pavimentación Carretera La Gloria - La Mata - Convención - Tibú	
TRONCAL DE LA PAZ	Construcción Puerto Berrío - Remedios - Zaragoza – Caucasia	103

<b>MODO CARRETERO</b>		
<b>TRONCAL O TRANSVERSAL</b>	<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
TRANSVERSAL MEDELLIN – BOGOTA	Pavimentación Carretera Sonsón - Florencia - La Dorada	104
	Construcción Carretera Tobiagrande – Puerto Salgar.	
TRANSVERSAL MEDELLIN – OROCUE	Pavimentación y Mejoramiento Carretera Dos y Medio – Chiquinquirá	105
	Pavimentación Carretera Aguazul - Maní – Orocue	
TRANSVERSAL RUTA DE LOS LIBERTADORES	Pavimentación Carretera Belén - Sácama - La Cabuya	106
RUTA CAUCASIA – NECHI – MAJAGUAL	Construcción Carretera Caucaasia - Nechí – Majagual	107
TRANSVERSAL DE CARIBE	Construcción Carretera Turbo - Necoclí - Puerto Rey	108
	Construcción Carretera Puerto Rey - Tolú	
	Construcción Carretera Tolú - Majagual – Cartagena	
	Construcción Segunda Calzada Ye de Ciénaga – Santa Marta	
	Construcción Variante de Riohacha	
	Construcción Variante de Maicao	
TRANSVERSAL CARMEN - ZAMBRANO - PUERTO BOLIVAR	Construcción Variante del Carmen de Bolívar	109
	Construcción Variante del Difícil	
	Pavimentación Uribia - Puerto Bolívar - Cabo de la Vela	
TRANSVERSAL BUENAVENTURA - PUERTO CARREÑO	Pavimentación Carretera Puerto López - El Porvenir – Corozal	110
	Construcción Segunda Calzada Buga – El Pailón	
	Construcción Segunda Calzada La Paila – Armenia	
	Construcción Segunda Calzada Armenia - La línea – Ibagué	
	Construcción Segunda Calzada Ibagué – Espinal.	
	Construcción Segunda Calzada Girardot - Fusagasugá - Bogotá	
CONEXIÓN COLOMBIA - PANAMA	Construcción Carretera El Tigre - Lomas Aisladas – Palo de Letras	111
CONEXIÓN TRONCAL DE MAGDALENA - BUCARAMANGA	Construcción Supervía Tramo Bucaramanga – El Conchal – La Gómez.	112

<b>MODO CARRETERO</b>		
<b>TRONCAL O TRANSVERSAL</b>	<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
ALTERNA A LA TRONCAL CENTRAL DEL NORTE	Construcción Carretera Bucaramanga - Alto de Escorial – Cúcuta	113
ALTERNA A LA TRANSVERSAL LAS ANIMAS - BOGOTA	Pavimentación Carretera Las Animas - Novita – Ansermanuevo – Cartago	114
ALTERNA A LA TRONCAL DE OCCIDENTE	Pavimentación Carretera Totoró – Silvia.	115
	Pavimentación Carretera Pasto - Buesaco - Higuerones.	
	Pavimentación Carretera Morales - Timba – Jamundí	
	Construcción Carretera Mulalo - Dagua	
ALTERNA A LA TRONCAL CENTRAL	Pavimentación Carretera Berlín - Galán - Zapatoca – Girón	116
ALTERNA O PARALELA A LA TRONCAL DEL MAGDALENA	Construcción Carretera Yondó - Barranco de Loba	117
ALTERNA A LA TRANSVERSAL DEL CARIBE	Pavimentación Carretera Lórica - San Bernardo del Viento	118
	Construcción Segunda Calzada Cartagena – Arjona	
TRONCAL VILLAGARZON - SARAVERA	Construcción Carretera Villagarzón - San José del Fragua	119
	Construcción Carretera Río Caguán - La Uribe	
	Pavimentación Carretera Jardín de Peñas - San Juan de Arama	
	Construcción Carretera Hato Corozal - Tame	
ACCESOS	Construcción Segunda Calzada Purgatorio – Montería	120
	Pavimentación Carretera Málaga - Los Curos	
TRANSVERSAL TUMACO - LETICIA	Construcción Variante del Pedregal	121
	Pavimentación Carretera El Encano - San Francisco – El Pepino	
	Construcción Variante de San Francisco	
	Construcción y Pavimentación Carretera Santa Ana - Muelle La Esmeralda	
TRANSVERSAL TRIBUGA - ARAUCA	Pavimentación Carretera Nuquí - Las Animas	122
	Pavimentación Carretera Las Animas - Quibdó	
	Pavimentación Carretera Quibdó - La Mansa	
	Pavimentación Carretera La Mansa – Primavera	
	Construcción Variante de Cisneros	
	Pavimentación Carretera Puerto Berrío - Cruce a Puerto Olaya	

MODO CARRETERO		
TRONCAL O TRANSVERSAL	TRAMO y/o PROYECTO	CODIGO
	Pavimentación Carretera La Lejía - Saravena	
TRONCAL DE OCCIDENTE	Construcción Variante de Pasto.	123
	Construcción Segunda Calzada Santander de Quilichao - Ye de Villarica	
	Construcción Segunda Calzada Ye de Villarica - Puerto Tejada - Palmira	
	Construcción Segunda Calzada Palmira - Buga	
	Construcción Variante de Primavera	
	Construcción Segunda Calzada T de Hatillo – Medellín	
	Construcción Segunda Calzada Sincelejo – Puerta de Hierro.	
TRONCAL DEL MAGDALENA	Construcción Variante de Pitalito	124
	Construcción y Pavimentación Carretera Girardot - Cambao - Puerto Bogotá	
	Construcción Segunda Calzada Honda - La Dorada – San Alberto.	
	Construcción Segunda Calzada San Alberto – Bosconia.	
	Construcción Variante de Curumaní	
	Construcción Variante de Bosconia	
TRONCAL DEL CAFÉ	Mejoramiento de la carretera Armenia - Pereira - Manizales.	125
	Mejoramiento Chinchiná - La Manuela	
TRONCAL CENTRAL	Mejoramiento y mantenimiento de la carretera Zipaquirá – Ubaté – Chiquinquirá.	126
	Construcción Variante de Ubaté	
	Construcción Variante de Susa	
	Mejoramiento y rehabilitación de la carretera Barbosa – Bucaramanga.	
	Mejoramiento de la carretera Palenque – Ye de Aeropuerto – Lebrija.	
TRONCAL CENTRAL DEL NORTE	Construcción Segunda Calzada Briceño - Tunja – Sogamoso.	127
	Pavimentación Carretera Santa Rosita – Cruce a Sativanorte.	
	Pavimentación Carretera Soata - La Palmera	
	Pavimentación Carretera Málaga - Presidente - Chitagá	



<b>MODO CARRETERO</b>		
<b>TRONCAL O TRANSVERSAL</b>	<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
	Construcción Variante de Presidente	
	Pavimentación Carretera Chitagá - La Lejía - Pamplona	
TRONCAL DEL URABA	Ampliación Calzada Santafé de Antioquia-Dabeiba	128
	Ampliación Calzada Dabeiba - Chigorodó	
	Ampliación Calzada Chigorodó - El Tres - Turbo	
TRANSVERSAL BUGA - PUERTO INIRIDA	Construcción Carretera Buga - Roncesvalles – Saldaña	129
	Construcción Carretera Saldaña – Granada	
	Pavimentación Carretera Granada - Cruce a Puerto Rico - San José del Guaviare	
TRANSVERSAL SAN GIL - DUITAMA – SOGAMOSO	Pavimentación Carretera Charalá - Duitama	130
CONEXIONES	Pavimentación Carretera Santa Ana - La Gloria	131
	Construcción Carretera Orrapihuasi - Quebrada Las Doradas - Florencia	
	Pavimentación Carretera Convención - Ocaña – Sardinata	
	Pavimentación Carretera Guateque - El Secreto – Aguaclara	
	Construcción Carretera Palermo - Pedraza - Plato	
	Construcción Carretera Astilleros - Tibú	
TRANSVERSAL SAN GIL - SANTA ROSITA	Pavimentación y Mejoramiento Carretera San Gil – Mogotes - Onzaga - Santa Rosita	132
TRANSVERSAL DEPRESION MOMPOSINA	Construcción de la Carretera Yatí – La Bodega.	133
	Pavimentación y Mejoramiento Carretera Mompos – El Banco – Tamalameque – El Burro	
	Pavimentación y Mejoramiento Carretera El Banco – Arjona - Cuatro Vientos - Codazzi	
TRANVERSAL HUILA - CAUCA - CIRCUITO ECOTURISTICO	Pavimentación y Mejoramiento Carretera Totoró – Guadalejo - La Plata	134
	Pavimentación y Mejoramiento Carretera Popayán – Patico - Candelaria - La Plata	
	Pavimentación y Mejoramiento Carretera Patico – Río Mazamorra – Sombrerillos	
TRANSVERSAL DEL CARARE	Pavimentación y Mejoramiento Carretera Puerto Araujo - Landázuri - Barbosa	135
	Mejoramiento de la Carretera Tunja - Monterrey	

<b>MODO CARRETERO</b>		
<b>TRONCAL O TRANSVERSAL</b>	<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
TRANSVERSAL LAS ANIMAS - BOGOTA	Pavimentación Carretera Santa Cecilia - Asia - Las Margaritas - Tres Puertas	136
ALTERNA A LA PERIMETRAL DE LA SABANA	Pavimentación Carretera Caqueza - Ubaque – Choachí - Potrero Grande - La Calera	137
ALTERNA A LA TRONCAL DEL URABA	Construcción Carretera Alterna Chigorodó - Turbo	138
MALLA VIAL DEL CARIBE	Mejoramiento y Rehabilitación Malla Vial del Caribe	139

<b>MODO FERREO</b>	
<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
Construcción Línea Férrea La Jagua - Chiriguaná y Palestina Tamalameque	301
Interconexión Red Férrea Puertos del Caribe Cartagena - Barranquilla - Santa Marta	302
Reconstrucción de la Línea Férrea Mariquita - Neiva	303
Reconstrucción de la Línea Férrea Buenaventura - La Felisa y Zarzal - La Tebaida y construcción terminal ferroviario en la Tebaida	304
Construcción de la Línea Férrea Saboyá – Carare	305
Rehabilitación de la Línea Férrea Bogotá - Dorada - Mariquita	307
Rehabilitación de la Línea Férrea Dorada - Grecia	
Rehabilitación de la Línea Férrea Grecia - San Rafael de Lebrija - La Loma	
Construcción Variante de Barrancabermeja	
Rehabilitación de la Línea Férrea Ciénaga - Santa Marta	
Rehabilitación de la Línea Férrea Grecia - Medellín	
Rehabilitación de la Línea Férrea Bogotá - Belencito	308
Rehabilitación de la Línea Férrea La Caro - Lenguaque	
Construcción de la Línea Férrea La Felisa - Medellín	309

<b>MODO FLUVIAL</b>
---------------------

<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
Mejoramiento Canal Navegable Barrancabermeja - Puerto Berrío - Barranquilla - Canal del Dique	401
Mejorar Nivel de Servicios y Aumentar Capacidad Portuaria de los Muelles sobre el Río Magdalena: Puerto Berrío, Gamarra, Tamalameque, Barrancabermeja,	402
Rehabilitación Muelles sobre el Río Putumayo: Puerto Asís.	407
Adecuación Canal Navegable del Río Putumayo: Puerto Asís – Puerto Leguízamo.	408
Ampliación de Infraestructura Portuaria en el Muelle de Leticia.	409
Mejoramiento del canal navegable Sector Puerto López – Puerto Carreño.	411
Construcción Muelle de Transferencia en Puerto Carreño	412

<b>MODO MARÍTIMO</b>	
<b>TRAMO y/o PROYECTO</b>	<b>CODIGO</b>
Construcción Puerto Multipropósito en el Golfo de Urabá	701
Construcción de Puerto de Aguas Profundas en Tribugá	702
Expansión Portuaria en Buenaventura (Aguadulce)	704
Construcción de Puerto Carbonero en Puerto Zúñiga	706
Construcción Puerto de Bocas de Ceniza	707
Construcción Muelle de Contenedores Delta del Río Dagua	708
Construcción Puerto Solo (Buenaventura)	709

## ***6.2. PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS***

La planeación del sistema de transporte, permite estar en condiciones de tomar decisiones óptimas acerca de la construcción de nuevas obras viales o las mejoras a los sistemas de transporte existentes, o la implementación de nuevos sistemas, o bien, determinar donde y cuando deberán operar para lograr el mayor impacto al mayor número de beneficiarios.

La utilización de un proceso de planeación ha mostrado su eficacia, justificándose sobre todo, en economías donde la existencia de recursos financieros es cada vez más crítica y se hace necesario utilizar los pocos recursos económicos de una manera óptima y sostenida.

Uno de los propósitos básicos de la planeación del transporte, es mejorar las condiciones de flujos de personas y cosas, dentro de un contexto espacial y económico global, con el fin de que dichos viajes se realicen al menor costo posible en función de las economías de las zonas de estudio. Estas mejoras pueden orientarse a la infraestructura vial, a los equipos de transporte, a los métodos de operación o bien a la disminución de los impactos socioeconómicos y del medio ambiente.

De manera general, la finalidad de la planeación se enfoca en desarrollar una secuencia de actividades establecidas, integrando planes y programas coordinados entre si para alcanzar objetivos específicos a lo largo de un periodo determinado.

Para priorizar los proyectos considerados en el Plan Estratégico, se tienen en cuenta tanto los beneficios como los costos de inversión que se derivan de la ejecución del proyecto. Es así, como los beneficios representados en ahorros en los costos de operación de los vehículos y ahorros en los tiempos de viaje de los usuarios, se cuantifican mediante la herramienta de modelación del sistema de transporte STAN, al comparar dos situaciones: la situación con proyecto vs la situación sin proyecto y los costos de inversión, a través del modelo de Costos Unitarios.

### ➤ **BENEFICIOS**

Para la obtención de los beneficios el Modelo de Transporte, requiere como insumos básicos:

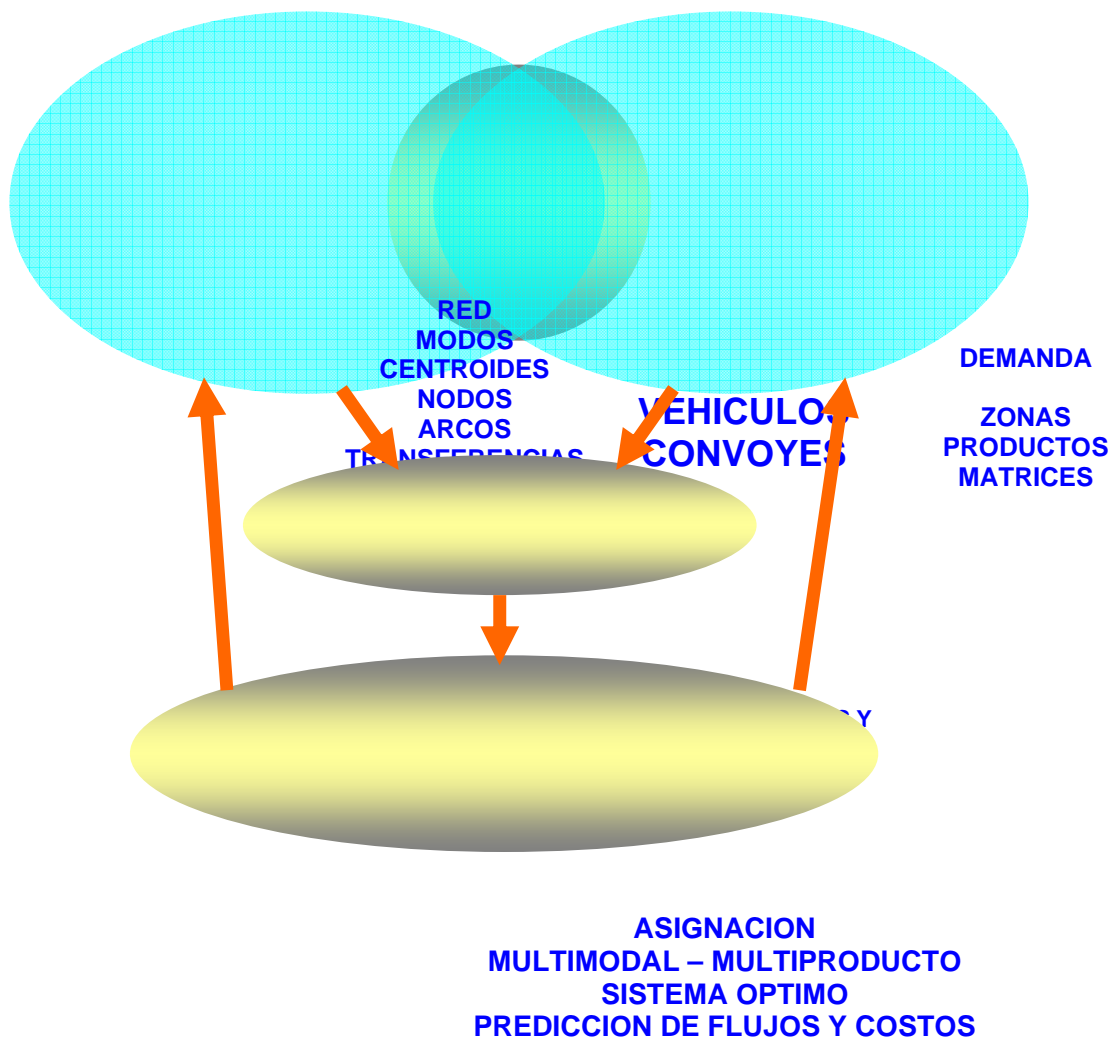
- Información suministrada por el Modelo de Demanda: Matrices origen - destino por producto proyectadas hasta el año 2020, para carga nacional y de comercio exterior. VER ANEXO 1.

Matrices origen-destino para pasajeros transporte público y privado

- Características de la infraestructura
- Funciones de costos y restricciones de capacidad

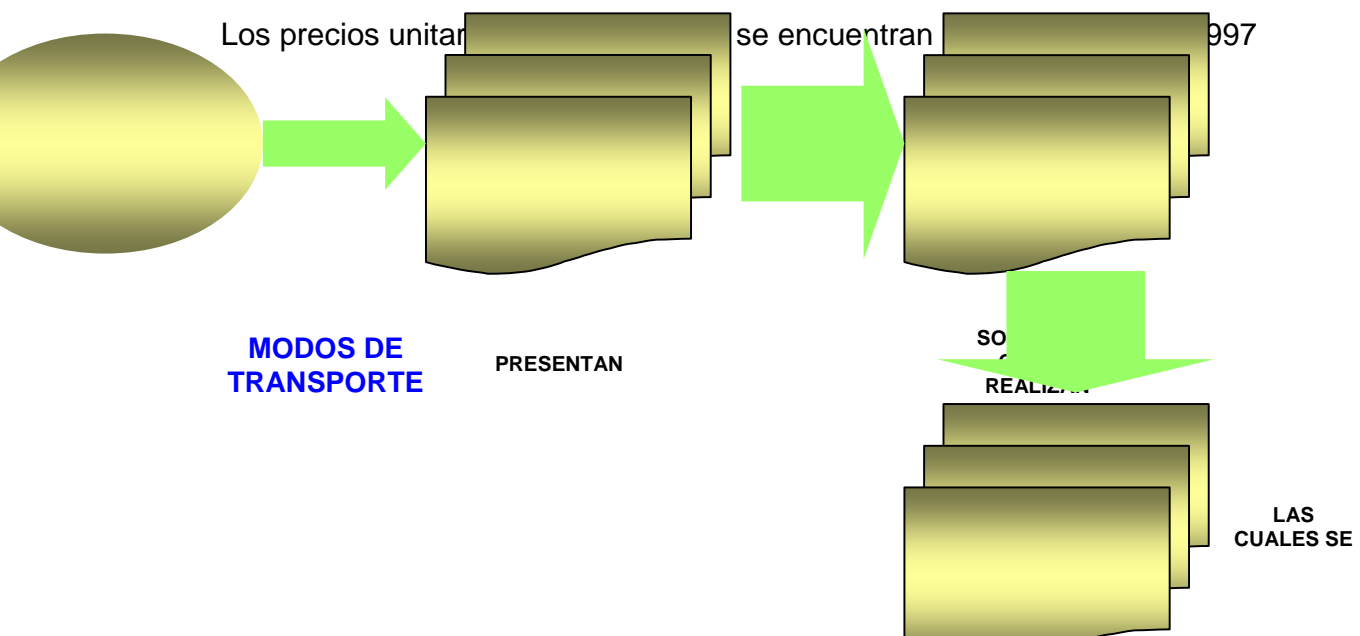
Para la modelación de la infraestructura de transporte se utilizó software STAN, **STRATEGIC TRANSPORTATION ANALYSIS**, paquete computacional diseñado para simular flujos multimodales y multiproductos entre un sistema de zonas en una región o un país. VER ANEXO 2.

## **Figura 1.COMONENTES DEL STAN**



### ➤ **COSTOS UNITARIOS DE INVERSIÓN**

Identifica para cada uno de los proyectos a evaluar, los costos de inversión por unidad de tipología, para los diferentes modos de transporte.



El proceso utilizado para la estimación de los costos unitarios de inversión, se realiza a partir del análisis de precios unitarios de cada operación elemental. Este análisis a su vez, se realiza considerando las cantidades medias y precios de los diferentes insumos requeridos para generar una unidad de cada operación elemental.

La agrupación de las operaciones elementales conduce a la estimación de los costos por acción estandarizada y las cantidades requeridas de cada una de ellas determina el costo para producir una unidad de la tipología correspondiente.

Como se observa, el proceso de cálculo comprende en esencia a la metodología tradicional utilizada en la formulación de los presupuestos de las obras públicas.

El análisis de los costos unitarios de los componentes básicos se efectúa a precios de mercado. Para su conversión a costos económicos, se utilizan los factores de las Razones Precio Cuenta (RPC) a nivel de las categorías de agregación de los insumos, suministrados por el Departamento Nacional de Planeación.

Se consideraron otros costos adicionales, como son los costos de adquisición de predios, costos de estudios e interventoría y los costos anuales de mantenimiento.

### ***6.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA***

Se basa en el análisis beneficio – costo, cuya idea básica es ejecutar aquellos proyectos, dentro de las limitaciones presupuestales, cuyos "beneficios netos", en términos de los objetivos relevantes que se persiguen, excedan a aquellos de la mejor alternativa de inversión disponible. Igualmente, busca establecer un marco de comparación entre los diferentes proyectos con el fin de ordenarlos y priorizarlos en términos de su rentabilidad económica.

Para el presente estudio, el alcance consiste en cuantificar y analizar el impacto del proyecto únicamente sobre los costos de operación de los vehículos y los tiempos de viaje de los usuarios.

### ➤ **Valor Presente Neto**

Una vez determinados los beneficios y los costos, se establece el flujo a veinte años y se calcula el Valor Presente Neto para cada uno de los proyectos.

De los 61 proyectos evaluados, 26 (es decir el 42.6%) pueden calificarse como viables desde el punto de vista de la rentabilidad económica exclusivamente (valor presente neto mayor que 0).

Sobresalen por los altos rendimientos resultantes, los proyectos que se indican en la siguiente Tabla :

### **Principales Proyectos con resultados económicos positivos**

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE PROYECTO</b>	<b>VPN (Millones \$ Junio 2000)</b>
110	Transversal Buenaventura - Puerto Carreño	<b>462,687,748</b>
139	Malla Vial del Caribe	<b>449,930,157</b>
301	Construcción línea férrea La Jagua-Chiriguaná y Palestina - Tamalameque	<b>374,470,049</b>
701	Construcción Puerto Multipropósito en el Golgo de Urabá	<b>231,136,023</b>
135	Transversal del Carare	<b>221,283,940</b>
114	Alternativa a la transversal Las Animas - Bogotá	<b>149,225,672</b>
137	Alternativa a la perimetral de la Sabana	<b>132,233,365</b>

Elaboración propia

A su vez se encuentra que los proyectos que arrojaron el Valor Presente Neto más negativo son:

#### **Proyectos con efectos económicos negativos**

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE PROYECTO</b>	<b>VPN (Millones \$ Junio 2000)</b>
407	Rehabilitación Muelles sobre el río Putumayo: Puerto Asís - Puerto Leguizamo	-932,477,335
709	Construcción Puerto Sólo (Buenaventura)	-83,062,300,704
704	Expansión Portuaria en Buenaventura (Aguadulce)	-83,187,608,653

Elaboración propia

#### **6.4. EVALUACIÓN DE CRITERIO MÚLTIPLE**

A través de esta evaluación se califican aspectos sociales y ambientales de los proyectos, utilizando para ello principalmente un sistema de información geográfico.

Los criterios definidos para esta evaluación de los proyectos son:

<b>CRITERIO</b>	<b>PUNTAJE</b>
Fomento al comercio exterior	23
Apoyo a la integración nacional	19
Reducción de la pobreza	14
Prioridad regional	8
Contribución a la paz y soberanía nacional	12
Generación de empleo	12
Impacto ambiental	12

- ***Fomento al Comercio Exterior***

Con este criterio se busca medir la incidencia del proyecto en el desarrollo de las políticas de apertura económica y fomento del comercio exterior. Con el propósito de tener una visión de largo plazo, se trabajó tomando como base la movilización de carga que resulta de la asignación realizada a través del STAN.

- ***Apoyo a la Integración Nacional***



Con este criterio se evalúa la incidencia del proyecto en cuanto a la facilitación de la accesibilidad y conectividad entre áreas de producción y consumo. Para este criterio también se trabajó con base a la movilización de carga que resulta de la asignación realizada a través del STAN.

- ***Reducción de la pobreza***

A través de esta variable, se determina el número de personas que en el área de influencia del proyecto evaluado, se encuentran por debajo de los estándares mínimos de calidad de vida; en ese sentido, se tomó la población pobre de la región, por ser un dato que permite establecer el número de habitantes que viven por debajo de los estándares mínimos de calidad de vida.

- ***Prioridad Regional***

Se evalúa si el proyecto tiene importancia y apoyo por parte de la comunidad.

Para este criterio se tomó la variable población total por municipio, por ser un indicador que permite medir la mayor o menor participación de la comunidad en la gestión pública.

- ***Contribución a la Paz y Soberanía Nacional***

Evalúa la influencia del proyecto sobre las condiciones de seguridad del país, en la medida que se tenga acceso a las áreas de conflicto. Con base en la información que recopiló la Fundación Social (organización dedicada a la investigación y trabajo social), se elaboraron mapas temáticos de las regiones donde hay presencia de grupos guerrilleros.

- ***Generación de Empleo***

Busca determinar la mano de obra generada por los proyectos. Para ello el Plan Estratégico de Transporte, cuenta con una herramienta denominada costos unitarios, que calcula el costo de mano de obra directa e indirecta calificada y no calificada para cada una de las actividades más frecuentemente realizadas (construcción, mejoramiento, adecuación canal, dragado, etc) en cada uno de los modos de transporte.

A este costo que está a precios de mercado se le aplica la razón precio cuenta para determinar el costo a precios económicos, y posteriormente se divide por el salario promedio anual, el cual incluye un factor multiplicador de 1.8 por concepto de carga prestacional, encontrándose finalmente el empleo promedio por unidad de medida.

- ***Impacto en el Medio Ambiente***

Busca medir el impacto de los proyectos sobre la naturaleza y su entorno.

➤ ***Metodología de Calificación***

La metodología utilizada consistió en construir para cada uno de los proyectos y para todos los indicadores, excepto los de empleo y el ambiental, bandas de 20 kilómetros alrededor del proyecto, determinando así la influencia de éstos en la región donde se encuentran localizados. Para este ejercicio se recurrió al Maptitude, sistema de información geográfico del Transcad.

Este procedimiento se aplicó a los proyectos lineales, es decir se exceptuaron puertos y centros de transferencia, los cuales por ser puntuales no es posible construirles bandas necesarias para la cuantificación de los indicadores propuestos.

Para la calificación de cada uno de los criterios ponderado por su longitud, se aplicó la misma metodología del Estudio del SIT Caribe, la cual consiste en dar el máximo puntaje al indicador con mayor valor y el mínimo puntaje al de menor valor y prorratear los valores intermedios a través de la siguiente fórmula :

$$\frac{V_{px} - V_{pme}}{V_{pma} - V_{pme}} \times \% \text{ Criterio}$$

Donde

V <sub>px</sub>	=	Valor del proyecto
V <sub>pme</sub>	=	Valor del proyecto con menos puntaje
V <sub>pma</sub>	=	Valor del proyecto con mayor puntaje
% Criterio	=	% del criterio calificado

Sobre esta base, para cada proyecto se agregaron los puntajes individuales obtenidos y el resultado final se constituye en la calificación total del proyecto.

Para la calificación ambiental se elaboró una metodología que busca medir el impacto de los proyectos sobre la naturaleza y su entorno. Se consideraron tres componentes para la evaluación:

- **COMPONENTE BIOTICO:** Mide el impacto que sobre la flora y fauna se puede causar al medio ambiente por los proyectos de infraestructura. Para este estudio inicialmente se contemplaron parques naturales; reservas forestales y zonas de humedales, manglares y pastos.
- **COMPONENTE FISICO:** Miden los efectos que sobre la estabilidad geológica y topográfica de los terrenos tienen los proyectos de infraestructura.
- **COMPONENTE SOCIAL:** Mide el impacto que sobre la comunidad tiene la realización de obras de infraestructura, como en el caso de Comunidades Indígenas y Negritudes.

La metodología contempla la elaboración de mapas temáticos para cada uno de los aspectos evaluados; posteriormente se construyen bandas cuya área varía de acuerdo al componente ambiental objeto de análisis.

Para la priorización de los proyectos a través de la Hoja de criterio múltiple, se consideraron tres grandes categorías según el grado de bondad: prioridad alta, proyectos cuyo puntaje es superior al puntaje promedio más una desviación estándar, prioridad media, proyectos con puntaje igual o superior a la media pero inferior a la media más una desviación estándar y no prioritarios, proyectos, con un puntaje inferior al promedio.

De los 49 proyectos evaluados mediante este método solamente 7 (14.3% del total) pueden considerarse como altamente prioritarios desde el punto de vista de la hoja de criterio múltiple; 11 proyectos (22.5% del total) reciben una prioridad media y los restantes 31 proyectos (63.3% del total) pueden calificarse como no prioritarios.

Se destacan con el mayor puntaje dentro de la Hoja de Criterio Múltiple, los proyectos de la Troncal de Occidente, seguido del proyecto de la Troncal Central del Norte y de la Transversal Buenaventura – Puerto Carreño.

Los calificados con el menor puntaje son dos proyectos del modo fluvial: Adecuación del Canal Navegable del Río Putumayo. Puerto Asís – Puerto Leguízamo y Mejoramiento Canal Navegable Sector Puerto López – Puerto Carreño.

## ***6.5. RESULTADOS***

Una vez obtenidos los resultados de la evaluación de criterio múltiple y los de la evaluación económica, se realiza una combinación de éstos para obtener de esta

forma una preselección de los proyectos más recomendados desde el punto de vista de estos dos criterios, así:

- Si el proyecto es rentable económicamente, se selecciona y se le asigna prioridad alta, independientemente de la calificación de la hoja de criterio múltiple.
- Si el proyecto no es rentable económicamente pero según la tabla de criterio múltiple se le considera altamente prioritario, se le asigna prioridad media.
- Si el proyecto no es rentable económicamente, pero la tabla de criterio múltiple lo considera como medianamente prioritario, se le asigna prioridad baja.
- Si el proyecto no es rentable económicamente y la tabla de criterio múltiple le asigna una prioridad baja, el proyecto se elimina.

A los proyectos que no fueron evaluados mediante la Hoja de Criterio Múltiple, se les asignó Prioridad Alta si eran rentables económicamente, es decir, si tenían un Valor Presente Neto positivo y Prioridad Baja si al contrario tenían un V.P.N. negativo.

Los siguientes son los resultados de aplicar esta metodología :

### **Priorización Final de los Proyectos Considerados en el Plan Estratégico de Transporte**

Cod.	Nombre Proyecto	V.P.N.	Prioridad según Criterio Múltiple	Prioridad Final
110	Transversal Buenaventura - Puerto Carreño	462,687,748	ALTA	ALTA
139	Malla Vial del Caribe	449,930,157	MEDIA	ALTA
301	Construcción línea férrea La Jagua-Chiriguaná y Palestina -Tamalameque	374,470,049	ALTA	ALTA
701	Construcción Puerto Multipropósito en el Golfo de Urabá	231,136,023	NO EVALUADO	ALTA
135	Transversal del Carare	221,283,940	BAJA	ALTA
114	Alternativa a la transversal Las Animas - Bogotá	149,225,672	BAJA	ALTA
137	Alternativa a la perimetral de la Sabana	132,233,365	MEDIA	ALTA
126	Troncal Central	92,137,323	BAJA	ALTA
122	Transversal Tribuga - Arauca	60,916,889	BAJA	ALTA
132	Transversal San Gil - Santa Rosita	60,212,936	BAJA	ALTA
402	Mejorar nivel de servicios y aumentar capacidad portuaria de los muelles sobre el río Magdalena: Pto. Berrío, Gamarra, Tamalameque, Barrancabermeja	55,276,047	NO EVALUADO	ALTA

302	Interconexión red férrea Puertos del Caribe Cartagena - Barranquilla - Santa Marta	54,195,524	MEDIA	ALTA
112	Conexión Troncal de Magdalena - Bucaramanga	33,300,482	ALTA	ALTA
117	Alterna o paralela a la Troncal del Magdalena	32,628,788	BAJA	ALTA
136	Transversal Las Animas - Bogotá	32,049,592	BAJA	ALTA
103	Troncal de la Paz	30,247,725	BAJA	ALTA
129	Transversal Buga - Puerto Inirida	28,400,873	BAJA	ALTA
125	Troncal del Café	21,821,607	ALTA	ALTA
106	Transversal ruta de los Libertadores	19,050,694	BAJA	ALTA
130	Transversal San Gil - Duitama - Sogamoso	16,791,760	BAJA	ALTA
115	Alterna a la Troncal de Occidente	12,971,239	MEDIA	ALTA
134	Transversal Huila - Cauca - Circuito Ecoturístico	12,483,080	BAJA	ALTA
113	Alterna a la troncal Central del Norte	7,379,623	ALTA	ALTA
411	Mejoramiento del Canal Navegable sector Puerto López - Puerto Carreño	2,591,152	BAJA	ALTA
123	Troncal de Occidente	1,427,807	ALTA	ALTA
409	Ampliación de infraestructura portuaria en el muelle de Leticia	529,866	NO EVALUADO	ALTA
127	Troncal Central del Norte	-487,401,535	ALTA	MEDIA
412	Construcción muelle de Transferencia en Puerto Carreño	-3,813,338	NO EVALUADO	BAJA
118	Alterna a la transversal del Caribe	-14,007,610	MEDIA	BAJA
138	Alterna a la troncal de Uraba	-44,276,640	MEDIA	BAJA
309	Construcción de la Línea Férrea La Felisa - Medellín	-66,537,632	NO EVALUADO	BAJA
706	Construcción de Puerto Carbonero en Puerto Zúñiga	-75,276,054	NO EVALUADO	BAJA
708	Construcción muelle de Contenedores Delta del río Dagua	-100,580,595	NO EVALUADO	BAJA
308	Construcción de la línea férrea La Felisa - Medellín	-104,627,236	MEDIA	BAJA
304	Reconstrucción de la línea férrea Buenaventura - La Felisa y Zarzal - La Tebaida	-142,872,853	MEDIA	BAJA
124	Troncal del Magdalena	-180,157,627	MEDIA	BAJA
707	Construcción Puerto de Bocas de Ceniza	-202,913,001	NO EVALUADO	BAJA
104	Transversal Medellín - Bogotá	-229,043,394	MEDIA	BAJA
702	Construcción de Puerto de Aguas Profundas en Tribugá	-473,708,465	NO EVALUADO	BAJA
305	Construcción de la línea férrea Saboyá - Carare	-487,259,197	MEDIA	BAJA
407	Rehabilitación Muelles sobre el río Putumayo: Puerto Asís - Puerto Leguízamo	-932,477,335	NO EVALUADO	BAJA
709	Construcción Puerto Sólo (Buenaventura)	-83,062,300,704	NO EVALUADO	BAJA
704	Expansión Portuaria en Buenaventura (Aguadulce)	-83,187,608,653	NO EVALUADO	BAJA
120	Accesos	-5,209,561	BAJA	ELIMINADO

116	Alterna a la troncal Central	-5,926,221	BAJA	ELIMINADO
408	Adecuación Canal Navegable del Río Putumayo : Puerto Asís - Puerto Leguízamo	-16,149,498	BAJA	ELIMINADO
105	Transversal Medellín - Orocúe	-25,478,462	BAJA	ELIMINADO
109	Transversal Carmen - Zambrano - Puerto Bolívar	-29,428,286	BAJA	ELIMINADO
107	Ruta Caucasia - Nechi - Majagual	-30,267,870	BAJA	ELIMINADO
128	Troncal del Uraba	-44,098,384	BAJA	ELIMINADO
111	Conexión Colombia - Panamá	-54,105,433	BAJA	ELIMINADO
102	Transversal Puerto Rey - Tibú	-78,177,373	BAJA	ELIMINADO
119	Troncal Villagarzón - Saravena	-79,247,527	BAJA	ELIMINADO
101	Transversal Rosas - Condagua	-142,972,347	BAJA	ELIMINADO
121	Tranversal Tumaco - Leticia	-151,078,047	BAJA	ELIMINADO
401	Mejoramiento Canal Navegable Barrancabermeja - Puerto Berrío - Barranquilla - Canal del Dique	-163,759,418	BAJA	ELIMINADO
108	Transversal del Caribe	-177,550,373	BAJA	ELIMINADO
131	Conexiones	-201,226,892	BAJA	ELIMINADO
307	Rehabilitación de la Línea Férrea del Atlántico	-222,383,775	BAJA	ELIMINADO
303	Reconstrucción de la línea férrea Mariquita - Neiva	-251,767,755	BAJA	ELIMINADO
133	Transversal Depresión Momposina	-624,783,935	BAJA	ELIMINADO

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de la priorización de estos proyectos, se presentaron 26 clasificados como de Alta Prioridad, uno (1) de Prioridad Media, dieciseis (16) de baja prioridad y dieciocho (18) eliminados.

Adicionalmente se determinaron los proyectos emergentes, los cuales constituyen proyectos que se detectaron en el proceso de análisis, estos no se encuentran en el listado de proyectos a evaluar y surgen como consecuencia de problemas de saturación en la infraestructura. Estos proyectos emergentes fueron incluidos en la infraestructura base nacional de cada uno de los años de análisis futuro, pero no se les aplicó ningún tipo de evaluación.

A través del tiempo, se identificaron problemas de saturación únicamente en infraestructura marítima portuaria y de ductos, sobre las cuales se plantearon proyectos emergentes que aumentarían la capacidad de dicha infraestructura, con el fin de tener niveles máximos de saturación de 0.70 para muelles marítimos y de 0.90 para polductos y oleoductos.

## 6.6. ANÁLISIS FINANCIERO

Como parte de la priorización de los proyectos, es necesario realizar un análisis financiero con el objeto de establecer la disponibilidad de recursos para la financiación de los mismos.

Del resultado de dicho análisis se busca no sólo identificar posibles fuentes de financiación sino también recomendar alternativas para optimizar la ejecución del gasto, de igual forma, plantear opciones que garanticen una adecuada destinación de los ingresos.

### ➤ **PROCESO METODOLOGICO**

Se realizó un trabajo de recopilación, depuración, análisis y proyección de ingresos y gastos del Sector Transporte.

Para este estudio se tomaron las entidades ejecutoras por modo:

- Carretero: Instituto Nacional de Vías
- Ferrovías: Empresa Colombiana de Vías Férreas
- Fluvial: Dirección General de Transporte Fluvial - Ministerio de Transporte
- Marítimo: Dirección General de Transporte Marítimo y Puertos - Ministerio de Transporte.

El estudio está dividido en dos partes, en la primera se hace un análisis histórico de las finanzas del Sector durante la década del 90, de tal forma, que se pueda establecer una tendencia del crecimiento de los ingresos y gastos por cada uno de los modos de transporte; identificar las principales fuentes de financiación y los programas y/o proyectos a los cuales se destina la mayor participación de los recursos.

En la segunda se realizaron las proyecciones del PIB, de la inversión del Presupuesto General de la Nación y de los ingresos y gastos por cada modo de transporte.

### ➤ **ANALISIS HISTORICO**

#### • **PIB SECTORIAL**

El PIB del Sector Transporte hasta el año 1993 representaba en promedio el 8% del PIB Nacional, pero a partir de mediados de la década ha venido disminuyendo hasta ubicarse en un 4%.

- ***PRESUPUESTO GENERAL DE LA NACIÓN***

El Presupuesto General de la Nación para el período 1990 – 2000 crece en promedio el 7% anual, pasando de \$24.053.996 billones en 1990 a \$43.987.993 billones en el 2000, a pesos constantes de este último año.

La inversión del Presupuesto General de la Nación durante el período de análisis presenta en promedio un crecimiento del 1% anual; en los últimos tres años decrece de manera considerable.

- ***SECTOR TRANSPORTE***

De igual forma, la inversión en el Sector Transporte viene decreciendo en especial después de la segunda mitad de la década del noventa. Dentro del Sector Transporte, el Instituto Nacional de Vías representa el 75% del presupuesto; la Aeronáutica Civil el 8%; la Empresa Colombiana de Vías Férreas el 7%; el Fondo Nacional de Caminos Vecinales el 6% y el Ministerio de Transporte ejecutor de los programas de Marítimo y Fluvial participa con el 4%.

Las Entidades responsables de cada modo, no son autosostenibles, (con excepción del modo aéreo), dependen en gran medida de los recursos que le transfiere el Presupuesto General de la Nación, en el modo carretero el INV, con los recursos propios cubre aproximadamente el 29% de sus necesidades y el 71% debe ser asumidos por el PGN, (al comienzo de la década el Fondo Vial Nacional generaba el 52% del presupuesto con recursos propios); por su parte Ferrovías ha requerido de grandes inversiones con presupuesto nacional para la rehabilitación de la red férrea, posteriormente concesionada. Las inversiones en marítimo y fluvial dependen exclusivamente de los aportes del PGN, exceptuando las Sociedades Portuarias que son empresas privadas que se encargan de la infraestructura de los puertos marítimos.

A pesar de la participación del sector privado en la financiación de proyectos de infraestructura a través del sistema de concesiones, los recursos del presupuesto general de la Nación, continúan siendo un aporte fundamental en la ejecución de los proyectos.

La participación del Sector en el PGN para la década fue del orden del 4.45%, aunque para 1999 y 2000 la participación se redujo ostensiblemente a 2.58% y a 2.14% respectivamente, reflejando la situación actual de la economía nacional.



## ➤ **PROYECCIONES**

Se proyectó tanto los recursos nación como los recursos propios para cada modo de transporte, asumiendo un porcentaje de participación dentro de la inversión del Presupuesto General de la Nación.

Igualmente se consideraron los recursos comprometidos ya sea a través de vigencias futuras y/o créditos contraídos como en el caso de los proyectos a financiar con el programa Vías para la Paz con recursos de la Corporación Andina de Fomento –CAF-, de tal forma que al flujo de recursos disponibles por modo se restó el costo de los proyectos contemplados en el PET menos estos recursos comprometidos.

Al final del ejercicio se observa el déficit de las finanzas del sector, en especial en fluvial y marítimo, donde los flujos arrojan saldos negativos en cualquiera de los escenarios propuestos. Así mismo, el mantenimiento no oportuno de las vías está elevando de manera considerable los costos.

En cuanto a los recursos propios, vale la pena mencionar que los ingresos por concepto de peaje han disminuido de manera ostensible en parte porque las vías con los mayores volúmenes de tránsito han sido entregadas en concesión y también por la reducción de movilización de carga por las carreteras nacionales.

La valorización, si bien puede significar una fuente importante de recursos, la deficiencia en el sistema de recaudo impide que se constituya en un ingreso significativo para financiar obras de infraestructura y si se ha convertido en una cartera de difícil cobro.

## ➤ **Resultados Flujo Financiero**

La Nación es la principal fuente de financiación en materia de infraestructura vial en el país; aspecto que es necesario replantear, dada la magnitud del déficit fiscal que se sufre.

Bajo los escenarios trabajados para las proyecciones se encuentra que en condiciones de restricción presupuestal el flujo financiero arroja un déficit de recursos para atender las inversiones previstas; por ello es necesario replantear los mecanismos de generación de nuevos ingresos así como el pago de las obligaciones contraídas.

El sistema de concesiones se ha convertido en la principal herramienta de financiación de proyectos; actualmente Invias está trabajando en las concesiones de tercera generación, la Aeronáutica Civil estudia la posibilidad de entregar bajo

este sistema la administración de aeropuertos y terminales aéreos, por su parte fluvial adelanta los estudios técnicos y de demanda de los ríos Magdalena y Meta para establecer la viabilidad de concesionar estas hidrovías.

Las tarifas que se cobran en las vías a cargo de la Nación no cubren el costo total del mantenimiento y de las obras realizadas.

El Gobierno en cabeza del Ministerio de Transporte, debe priorizar las inversiones estatales en materia de infraestructura y velar así mismo porque el sector privado ya sea a través de las concesiones u otros esquemas de financiación garantice vías y puertos que respondan a las exigencias de los mercados internacionales de justo a tiempo; en ese sentido, lo que se requiere por una parte es la adecuada planificación del gasto y por otra mantener la infraestructura existente en condiciones adecuadas, no permitiendo su deterioro, pues ello implica incurrir en altos costos, lo cual significa un retroceso en el proceso de adecuación de la infraestructura nacional a los estándares internacionales.

*ANEXOS*

## *Anexo 1*

### *MODELO DE DEMANDA*

#### ➤ **DEFINICION**

Este modelo realiza para diferentes escenarios de desarrollo, estimaciones de mediano y largo plazo de los flujos esperados de carga y pasajeros entre las diferentes regiones del país y de éstas con las zonas externas, utilizando para ello un modelo intersectorial, interregional.

#### ➤ **INSUMOS MODELO DE DEMANDA DE CARGA**

El Modelo de Demanda requiere para su desarrollo, la siguiente información :



### ➤ **FLUJOS O/D MODALES**

Corresponde a los movimientos origen - destino por grupo de productos entre las distintas zonas del país. Para conformar las matrices origen - destino de carga a nivel nacional para el año base - 1994, se utilizaron las siguientes fuentes de información por modo de transporte :

- MODO CARRETERO : Encuesta O/D - Dirección General de Transporte y Tránsito Automotor Ministerio de Transporte
- MODO FLUVIAL : Inspecciones Fluviales
- MODO FERREO : Ferrovías , Operadores Férreos
- MODO AEREO : Aeronáutica Civil
- MODO DUCTOS : Ecopetrol – Unidad de Planeación Minero Energética
- MODO CABOTAJE : Superintendencia General de Puertos y Transporte - Dimar

### ➤ **FLUJOS O/D DE COMERCIO EXTERIOR**

Corresponde a los movimientos origen – destino por grupo de productos entre las zonas del país y el resto de mundo. Para conformar las matrices o/d de comercio exterior se tomaron como fuentes de información :

- EXPORTACIONES TOTALES : Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE
- IMPORTACIONES TOTALES : Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN

### ➤ **GRUPOS DE PRODUCTOS**

Se utilizan 99 grupos de productos, tanto para importaciones como para exportaciones y generación interna, definidos por la encuesta o/d de carga por carretera para el año 1994, productos que son homologados a 10 productos de oferta.

De acuerdo con los volúmenes transportados, se definieron algunos productos como principales, siendo éstos: Para exportaciones, carbón, petróleo, banano, café, azúcar, miel de caña, cemento, polímeros, drogas químicas y farmacéuticas y papel y cartón. Para importaciones, maíz, trigo, oleaginosas, cebada, alimentos para animales, arroz, drogas químicas, abonos, hierro y acero, papel y cartón y automóviles. Para estos productos principales, se investigaron los escenarios de crecimiento para el corto, mediano y largo plazo, recurriendo para ello al gremio responsable :

CAFÉ : Federación Nacional de Cafeteros

CARBON : Minercol

PETROLEO : Ecopetrol

### ➤ **ZONAS INTERNAS Y EXTERNAS**

El proceso de planeación del transporte requiere el desarrollo de una secuencia de actividades que van desde la definición del área de estudio y el análisis de datos relacionados con la oferta, hasta la determinación de proyecciones de la demanda.

La base para desarrollar las predicciones de la demanda depende de la información que exista por área geográfica. Por lo anterior es conveniente subdividir el área de estudio en zonas geográficas donde sea posible mantener información a diferentes niveles de desagregación.

Por esto, los principales criterios utilizados para la zonificación regional fueron: Densidad de población, densidad de población pobre, presencia de industria por municipio, accesibilidad a la red de transporte.

La demanda de transporte se organiza y presenta usando el concepto de zonas de análisis de transporte. Para cada zona se producen estimativos del número de toneladas o vehículos equivalentes que se atraen y generan. Estos volúmenes se mueven entre las zonas de tránsito a través de la infraestructura de oferta de los diferentes modos de transporte.

Los municipios son la base del sistema de zonas, ya que son las unidades geográficas mínimas para las cuales existen fuentes de información oficial en donde se proporcionan datos a este nivel de desagregación.

El objetivo de tener ésta unidad dentro del sistema, es que los datos se pueden captar a éste nivel y si es el caso agregarlos a cualquier otra categoría superior, dependiendo del análisis que se pretenda realizar y además representar de la mejor manera el comportamiento general del sistema de transporte intermodal.

ARÉA REPRESENTADA	No. DE ZONAS
Zonas Internas Nacionales	149
Zonas Externas Internacionales	9
<b>TOTAL ZONAS DE TRÁNSITO</b>	<b>158</b>

Con el fin de representar los flujos de transporte internacional se tomaron en consideración las siguientes zonas externas de intercambio a nivel mundial:

- Estados Unidos: Representa el intercambio con Norte América.
- Tokio: Representa el intercambio con Japón y el Lejano Oriente.
- Valparaíso: Representa el intercambio con Sur América Costa Pacífica.
- Santos: Representa el intercambio con Sur América Costa Atlántica.
- Rotterdam: Representa el intercambio con Europa, África y Medio Oriente.
- Venezuela Región Puerto Ordaz: Representa el intercambio con el oriente venezolano
- Venezuela Región Frontera : Representa el intercambio con los estados localizados al noroccidente venezolano
- Venezuela Región Centro : Agrupa a los demás estados venezolanos
- Quito: Representa el intercambio con Ecuador.

### ➤ **ESCENARIOS DE PROYECCIÓN**

Se realizan dos tipos de escenarios para el comportamiento de las variables macroeconómicas. Uno que considera los datos oficiales para el PIB, del Departamento Nacional de Planeación, escenario optimista, y un escenario que corresponde a las expectativas de Fedesarrollo, escenario menos optimista que el anterior.

Año	Crecimiento PIB %	
	Escenario D.N.P.	Escenario Fedesarrollo
1997	3.43	3.43
1998	0.56	0.56
1999	-4.25	-4.25
2000	2.8	2.8
2001	3.8	3.0
2002	4.5	3.5

2003	4.5	3.8
2004	4.5	4.2
2005	4.5	4.5
2006 - 2020	4.0	4.0

### ➤ **SERIES HISTÓRICAS VARIABLES MACROECONÓMICAS**

Para la formulación del submodelo de consistencia macroeconómica, el cual será explicado posteriormente, se utilizó una serie de datos de 1951 al 2000, serie que permite robustez en las estimaciones y asegura unos parámetros acordes con la filosofía de modelar para el largo plazo.

### ➤ **SECTORES ECONÓMICOS**

Para efectos del modelo, la sectorización corresponde a una agregación de los sectores de las Cuentas Nacionales. Los criterios de agrupación de los sectores respondieron a su tipo de relación con la actividad de transporte y se definieron 7 sectores materiales y 3 de servicios :

1. Agropecuario
2. Minería
3. Alimentos
4. Bienes de consumo
5. Bienes intermedios
6. Maquinaria, equipo y manufacturas diversas
7. Material de transporte
8. Construcción y obras públicas
9. Comercio y otros servicios
10. Transporte

### ➤ **DATOS ECONÓMICOS**

El conjunto de datos económicos se encuentra conformado por la información que suministra la matriz insumo - producto, la contabilidad nacional y regional, las encuestas económicas como son la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Ingresos y Gastos.

La matriz insumo - producto sintetiza las informaciones sobre el sistema productivo y la interdependencia que existe entre las diferentes ramas de la actividad productiva y sus correspondientes productos. Igualmente, esta matriz indica la tecnología de producción, la cual se espera que no presente cambios



sustanciales, por lo cual se considera constante a través del tiempo.

### ➤ **AJUSTES POR CONTEOS MODO CARRETERO**

Para generar los flujos de carga regional del modo carretero, se conformó la matriz de demanda regional preliminar, a partir de la base de datos de la encuesta de origen - destino a vehículos de carga de 1994, donde se establecieron los flujos de carga en toneladas movilizadas por año y en número de vehículos. A la matriz vehicular definida, se le aplicó un procedimiento de validación por el método de ajuste por conteos.

El periodo tomado para el ajuste corresponde al año 1994, ubicando un total de 182 puntos de control a lo largo de la red nacional de modelación. Los lugares escogidos fueron 46 de los 50 retenes de encuesta a los vehículos de carga en 1994 y 45 estaciones de conteo adicionales ubicadas estratégicamente a lo largo de la red carretera nacional.

El criterio de selección de los retenes de encuesta fue la minimización de la influencia urbana en los flujos observados. Los volúmenes de vehículos de transporte de carga correspondiente a cada uno de los 182 puntos de control ubicados para el ajuste, son los resultantes del proceso de desestacionalización de los aforos en las estaciones de conteo a cargo del Instituto Nacional de Vías durante 1994.

La clasificación designada en las estaciones de conteo para los vehículos de transporte de carga es la siguiente:

#### **Clasificación de vehículos de carga en las estaciones de conteo del INV**

<b>Categoría</b>	<b>Vehículo</b>
3	Camiones pequeños de 2 ejes
4	Camiones grandes de 2 ejes
5	Camiones de 3 y 4 ejes
6	Camiones de 5 ejes
7	Camiones de 6 o más ejes

Encuesta origen - destino, INV, 1994

Los volúmenes vehiculares encontrados en las estaciones de conteo, incluyen vehículos que realizan viajes tanto interzonales como intrazonales, careciendo de importancia los segundos para la asignación vehicular en el modelo de transporte. Debido a lo anterior, surgió la necesidad de eliminar los viajes intrazonales de los volúmenes de control ubicados en las zonas con mayor nivel de agregación.

## ➤ **ACTUALIZACION DEL MODELO DE DEMANDA DE CARGA AL AÑO 2000**

Teniendo en cuenta que el año base de calibración de la información utilizada para el presente estudio fue 1994, se actualizaron las matrices origen-destino de carga de generación interna y de comercio exterior al año 2000.

### **FLUJOS DE GENERACION INTERNA**

Los flujos de generación interna corresponden a los movimientos de carga entre las regiones del país. Se actualizaron al año 2000, por sector económico de acuerdo con las proyecciones que realiza el propio Modelo de Demanda.

### **COMERCIO EXTERIOR**

Los flujos de comercio exterior corresponden a los movimientos de carga entre las regiones del país y las zonas externas consideradas. Para la actualización se tomó como base la siguiente información:

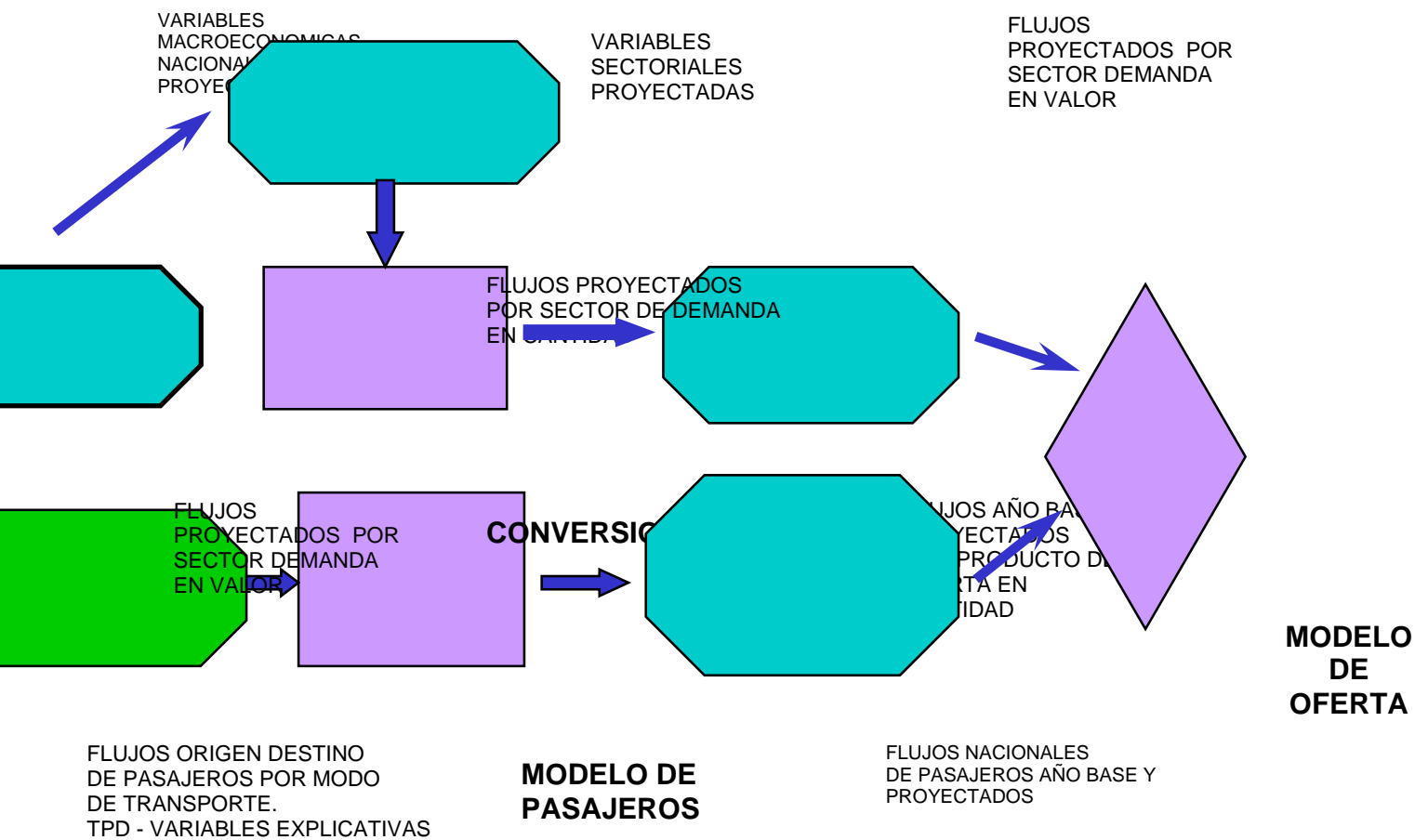
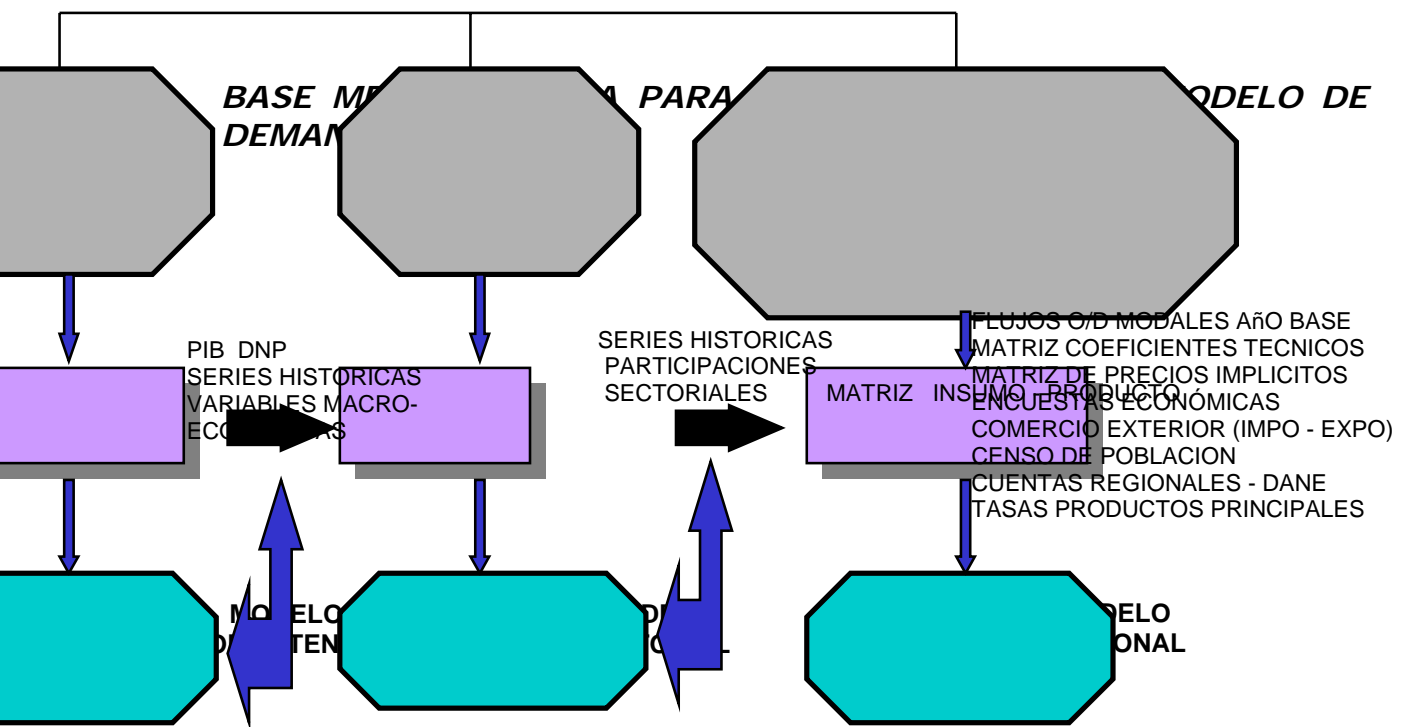
#### ➤ **EXPORTACIONES - IMPORTACIONES**

- Factor de crecimiento de los productos identificados como principales de acuerdo con los volúmenes transportados período 1994 - 2000
- Proyecciones del Modelo de Demanda al año 2000, para los restantes productos

### **MINERÍA**

El modelo proyecta de forma separada estos flujos, realizando la actualización tanto de la demanda interna y los volúmenes exportados de crudo y refinados como de las importaciones de gasolina y refinados, con base en la información suministrada por ECOPETROL y la UPME - Unidad de Planeación Minero - Energética.

Teniendo en cuenta los diferentes escenarios, se tomó el caso medio teniendo en cuenta que el optimista es explosivo en el largo plazo y el pesimista determina que Colombia pasaría a ser importador de crudo en el corto plazo.



El modelo de demanda de carga se sustenta en la conjugación de varios submodelos que determinan estimaciones del comportamiento de las variables de demanda a escala nacional, sectorial y regional. Estos modelos se articulan entre sí de manera que se encuentra un desarrollo de los flujos de carga entre las regiones, consistente con el comportamiento de las variables macroeconómicas en las Cuentas Nacionales que elabora el DANE y con las proyecciones de ellas, que lleva a cabo el Departamento Nacional de Planeación. Así el Ministerio de Transporte mediante esta herramienta puede confiar en que su proceso de planeamiento no va en contravía con las proyecciones macroeconómicas del Gobierno Nacional.

El modelo de Demanda de carga se compone de tres submodelos: Consistencia macroeconómica, sectorial y regional.

#### ❖ **SUBMODELO DE CONSISTENCIA MACROECONÓMICA**

Este submodelo busca elaborar predicciones de las principales variables macroeconómicas que componen la demanda final a nivel nacional, como son el consumo, la inversión, las exportaciones y las importaciones, en concordancia con un patrón de desarrollo futuro del Producto Interno Bruto de la economía.

Para la formulación de este submodelo se conformaron series de cuentas nacionales para el período 1951 - 2000, a precios constantes de 1994.

#### ➤ **CONSUMO**

Comprende tanto el consumo de bienes finales por parte de los hogares y las empresas, así como el gasto de las administraciones públicas en bienes de consumo.

Dado que la propensión media a consumir ( Con/PIB) muestra una leve pero persistente tendencia a la baja, se consideró la posibilidad de un cambio de esta relación en el transcurso de la proyección. Por esta situación se transforman las variables mediante logaritmos naturales, reemplazando las relaciones lineales puras por relaciones de tipo multiplicativo. Finalmente, se encuentra que la especificación más adecuada es la de una ecuación de cointegración con un mecanismo de corrección de errores :

$\ln ( \text{CON}(t)) = 0.98726 \ln ( \text{PIB} (t)) + Z (t)$ , en donde  $Z (t)$  determina el desequilibrio de corto plazo.

➤ **EXPORTACIONES**

Para modelar las exportaciones se tiene en cuenta la propensión media a exportar (EXP/PIB). Como no se espera que el comportamiento futuro de las exportaciones este relacionado con su dinámica histórica ni tampoco que éstas evolucionen de acuerdo con las relaciones de transición de los últimos años, es difícil definir un modelo que permita predecir las exportaciones basándose en las observaciones históricas.

Por ésto se plantea para la proyección un método de desarrollo logístico cuyos parámetros son la propensión deseada de largo plazo y dos puntos de referencia en la serie histórica por donde se desea pase la curva logística. Este tipo de curva se usa para describir los procesos que empiezan con tasas crecientes y se estabilizan en el largo plazo.

Los puntos escogidos fueron el último año observado de la serie, año 2000 y el año que presentó la menor relación entre exportaciones y PIB, año 1983. Igualmente, se define un techo a utilizar de 0.1913 y un piso de 0.10, con lo cual se obtienen las constantes de la función, la cual se encuentra expresada de la siguiente manera :

$$EXP(t) = (0.1 + (0.1913 - 0.10)/(1+e^{-(22.9935447+0.60775886t)})) * PIB(t)$$

➤ **IMPORTACIONES**

El comportamiento de las importaciones en el futuro está relacionado con el supuesto de equilibrio de la balanza comercial en el largo plazo, por lo cual se modela la relación de importaciones y exportaciones de acuerdo con una tendencia en el tiempo.

La ecuación que explica esta relación es :

$$IMP(t)/EXP(t) = 0.37133 + 0.63202 * (IMP_{t-1}/EXP_{t-1})$$

➤ **INVERSIÓN**

Esta se obtiene por residuo del equilibrio total de la demanda final con el PIB, dándose un tratamiento por separado a la formación de capital fijo y a la variación de existencias.

#### ❖ **SUBMODELO SECTORIAL**

El objetivo de este submodelo es definir un mecanismo de proyección de las participaciones sectoriales para cada una de las variables que conforman la demanda macroeconómica. Estas participaciones sectoriales una vez proyectadas se aplican a los valores resultantes del submodelo de consistencia macroeconómica para obtener el valor, en precios constantes del año base, del consumo, la inversión, las exportaciones y las importaciones para cada uno de los diez sectores económicos.

Se definió un modelo tendencial general que se aplicó a todas las participaciones. El modelo tiene distintos elementos que permiten que para unos sectores el comportamiento se ajuste de manera diferente que en otros de acuerdo a su dinámica interna.

#### ❖ **SUBMODELO REGIONAL**

Este submodelo predice el comportamiento de las variables macroeconómicas de oferta y demanda de los diferentes sectores económicos a nivel regional.

Para el desarrollo de este submodelo se requiere que las variables macroeconómicas de demanda y el Valor Bruto de la Producción se encuentren debidamente regionalizados para el año base, para lo cual se utiliza la información que proporciona el DANE, a través de la Encuesta Anual Manufacturera, la Encuesta de Ingresos y Gastos 1994/95 y las cuentas departamentales.

Por otra parte, para encontrar el valor de los flujos de comercio interregional y de comercio exterior, se deben valorizar las matrices de origen destino de carga por producto. Este proceso se lleva a cabo mediante la estimación de un conjunto de precios implícitos por producto tanto para el comercio interno como para comercio exterior. Luego de valorizadas las matrices de flujos, se agregan según los sectores económicos definidos, para encontrar las exportaciones e importaciones sectoriales tanto a nivel interno como externo.

Cuando se tiene esta información para el año base, se construye una ecuación de equilibrio económico para cada sector de cada región y se lleva a cabo un proceso de CALIBRACIÓN tanto de la distribución regional de las variables macroeconómicas como de los precios implícitos, de manera que el equilibrio se cumpla para todos los sectores en todas las regiones.

Finalmente se calibran las proyecciones, teniendo en cuenta que se cumpla el equilibrio y que para sectores específicos, como el de la minería, la distribución regional de la demanda final sea compatible con los supuestos de desarrollo futuro del sector.

Una vez obtenidas las matrices de flujos futuros, tanto para la generación interna de carga como para el comercio exterior, se convierten estas matrices en valor a matrices en toneladas por sector a través de los precios implícitos calibrados calculados para el año base.

### ➤ **CONVERSIÓN A PRODUCTOS DE OFERTA**

Teniendo en cuenta que en el Modelo de Demanda se trabaja con 99 grupos de productos y que para la modelación de transporte se requiere establecer grupos de productos homogéneos respecto al tipo de empaque utilizado, del modo en que se traslada la carga y si es de comercio exterior o flujo de generación interzonal, para el Plan Estratégico de Transporte, se utilizaron tablas de conversión para la agrupación de los 99 productos a los denominados productos de oferta.

Los 99 productos iniciales que se tienen de la canasta de demanda, se convierten a los siguientes productos de oferta, de acuerdo al tipo de empaque en el que son transportados:

1. CARGA GRANEL
2. HIDROCARBUROS
3. CARGA GENERAL
4. CONTENEDOR REFRIGERADO
5. CARGA CONTENEDORES
6. CARBON Y MINERALES
7. CARGA SEMIGRANEL
8. GANADO
9. PETROLEO CRUDO
10. PRODUCTOS REFRIGERADOS

➤ **RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES DEL MODELO DE CARGA**

**Proyecciones de la Carga de Generación Interna por Productos de Oferta (Toneladas)**

Producto de Oferta	2000	2005	2010	2015	2020
Granel	5,897,120	7,875,025	9,970,087	12,602,219	15,804,331
Hidrocarburos	17,769,606	21,042,767	24,509,617	28,864,948	34,163,844
Carga General	61,538,895	73,613,659	86,403,931	102,473,081	122,021,967
Carbón Y Minerales	2,542,501	3,192,721	3,907,565	4,776,095	5,812,501
Semigranel	6,841,989	8,083,541	9,398,799	11,051,362	13,061,568
Ganado	1,167,115	1,377,080	1,599,532	1,879,056	2,219,037
Correo	1,089,211	1,355,959	1,638,500	1,993,474	2,425,455
Petróleo Crudo	16,575,649	17,966,346	19,474,730	21,110,746	22,882,683
Productos Refrigerados	949,080	1,121,097	1,303,330	1,532,299	1,810,817
TOTAL	114,371,226	135,628,194	158,206,090	186,283,280	220,202,201

**Proyecciones de la Carga de Exportación por Productos de Oferta (Toneladas)**

Producto de Oferta	2000	2005	2010	2015	2020
Granel	2,509,004	3,338,911	4,218,230	5,322,802	6,666,624
Hidrocarburos	4,798,316	5,382,689	6,010,553	6,734,781	7,561,445
Carga General	276,317	374,660	478,857	609,752	768,993
Contenedor Refrigerado	2,386,662	2,834,919	3,309,833	3,906,585	4,632,413
Contenedor	3,493,225	4,571,856	5,714,709	7,150,374	8,896,956
Carbón Y Minerales	33,402,204	38,717,211	44,877,210	52,017,282	60,294,445
Semigranel	57,129	77,462	99,006	126,069	158,994
Ganado	10,227	13,868	17,724	22,568	28,464
Petróleo Crudo	26,916,627	29,174,931	31,624,344	34,281,016	37,158,401
Productos Refrigerados	2,668	3,621	4,630	5,898	7,438
TOTAL	73,852,379	84,490,128	96,355,096	110,177,127	126,174,173



### **Proyecciones de la Carga de Importación por Productos de Oferta (Toneladas)**

<b>Producto de Oferta</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Granel	5,079,229	6,374,940	7,756,491	9,460,572	11,508,009
Hidrocarburos	1,697,198	2,130,153	2,591,791	3,161,201	3,845,341
Carga General	553,256	694,391	844,877	1,030,494	1,253,511
Contenedor Refrigerado	176,022	220,925	268,802	327,858	398,812
Contenedor	5,021,143	6,302,036	7,667,787	9,352,380	11,376,403
Carbón Y Minerales	303,368	380,757	463,273	565,053	687,341
Semigranel	240,513	301,868	367,287	447,980	544,930
Ganado	20,173	25,319	30,806	37,575	45,706
Petróleo Crudo	52,942	66,447	80,848	98,610	119,951
Productos Refrigerados	15,028	18,861	22,949	27,991	34,049
<b>TOTAL</b>	<b>13,158,871</b>	<b>16,515,698</b>	<b>20,094,911</b>	<b>24,509,712</b>	<b>29,814,053</b>

#### ➤ **MODELO DE DEMANDA DE PASAJEROS**

A continuación se describen los procedimientos por los cuales se obtuvo la demanda de pasajeros del nivel nacional para los modos carretero y fluvial. La demanda de pasajeros que se moviliza por los otros modos de transporte no se determinó debido a deficiencias en la información necesaria tanto para su estimación, como de la requerida para la adecuada caracterización operativa en el modelo de planeación STAN.

##### ➤ *Modo Carretero*

Las matrices de pasajeros por carretera se clasifican en transporte privado y público.

Luego de un análisis detallado de la información disponible, se seleccionó para el transporte privado la información del Estudio para la estructuración de un programa de concesiones viales del Instituto Nacional de Vías, en el cual se hace uso de la información de encuestas de origen-destino generadas en el estudio de Pronóstico de Tráfico e Ingresos para las Vías por Concesión, por medio del cual calibraron un modelo de generación y atracción de viajes.

La estructura de la función de calibración utilizada es la siguiente:

$$T_{ij} = \exp (P_i + P_j, D_{ij}, PE_{ij}, TV_{ij}, TUR_{ij})$$

Donde:

$T_{ij}$  = Viajes producidos por la zona i y atraídos por la zona j

$P_i$  = Población de la zona i

$P_j$  = Población de la zona j

$D_{ij}$  = Distancia de la zona i a la zona j

$PE_{ij}$  = Pesos a pagar por ir de la zona i a la zona j

$TV_{ij}$  = Tiempo de viaje entre la zona i y la j

$TUR_{ij}$  = Variable “dummy” que toma el valor 1 si la zona de origen o destino está dentro de las zonas clasificadas como de turismo.

Las variables  $D_{ij}$ ,  $Pe_{ij}$  y  $Tv_{ij}$  fueron estimadas para cada par origen-destino utilizando el software de planeación EMME/2, a través de una asignación a flujo libre.

Es importante mencionar que al evaluar la función calibrada se obtienen vehículos diarios, por lo que hubo la necesidad de determinar la matriz de pasajeros en transporte privado, mediante la multiplicación de la matriz de vehículos por el nivel de ocupación promedio.

Para determinar la matriz de pasajeros en transporte público, se hace el supuesto de que el patrón de viajes de esta matriz es similar al de transporte privado, por lo tanto se sigue el mismo proceso descrito pero utilizando el nivel de ocupación de los vehículos de transporte público.

Una vez determinadas las matrices de pasajeros en transporte privado y público, por medio del modelo EMME/2, se procedió a un ajuste por conteos, el cual valida las matrices resultantes en función de flujos vehiculares observados.

#### ➤ *Modo Fluvial*

Se determinó la matriz de pasajeros por los diferentes canales navegables, que integran las cuencas hidrográficas de los ríos Magdalena, Orinoco y Amazonas.

El Ministerio de Transporte, en los Anuarios Estadísticos de Transporte Fluvial, elaborado por la Subdirección de Tráfico de la Dirección General de Transporte Fluvial, consolida cada año la información relacionada con la movilización de pasajeros en las diferentes cuencas que componen la red fluvial del país, no obstante se desconoce el verdadero destino de los viajeros una vez salen del

puerto fluvial; de manera similar, se desconoce la procedencia del pasajero cuando llega a un puerto.

Por esto se recurrió a métodos indirectos, utilizando un modelo de distribución de viajes, el cual permite conocer cómo se reparten los viajes producidos por una zona o región en particular, entre las demás.

Para el caso de fluvial se analizaron el modelo gravitacional, el cual distribuye los viajes, dando prioridad a aquellos pares de zonas con el menor costo de viaje (tarifa) y el modelo de maximización de la entropía, el cual le da poco peso a la distancia y asigna considerando predominante el peso, que desde la perspectiva del número de viajes producidos o atraídos, tiene una región en particular.

Dado que la movilización de pasajeros por el medio de transporte fluvial no tiene, en la mayoría de los casos estudiados en Colombia, alternativas o modos de transporte para seleccionar, se consideró conveniente el modelo de entropía para representar la situación real.

#### ***PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE PASAJEROS***

La información disponible sobre la demanda de transporte de pasajeros es muy escasa y segmentada, por lo tanto para proyectar dicha demanda se parte del comportamiento del tráfico medido con el TPD. Para ello, se realizó un ejercicio en el cual se relaciona el TPD registrado en las principales estaciones de conteo establecidas por el INVIAS con diversas variables, encontrándose que el mejor ajuste, exceptuando la línea de tendencia, es aquel en el cual se toma simultáneamente como variables explicativas del TPD el PIB y la población total.

Una vez seleccionadas las estaciones para autos y buses y a partir de las ecuaciones de regresión estimadas, se proyecta el TPD en forma independiente para cada una de las estaciones consideradas. Para encontrar el factor de crecimiento único para cada uno de los períodos de proyección, los resultados de las proyecciones individuales de cada estación se ponderan de acuerdo con los niveles de tráfico registrados en cada año.

De acuerdo con este procedimiento se obtienen los factores de actualización de la demanda de pasajeros al año 2000, tomando como año base 1998, los cuales son: 0.922 para pasajeros en auto y 0.918 para pasajeros en bus. En forma paralela se calculan los factores de actualización entre 1994 y el 2000 los cuales son respectivamente para pasajeros en auto y en bus de 1.476 y 1.189.

Se aplica el mismo procedimiento utilizado para la actualización al año 2000, para estimar los factores de crecimiento para proyectar la demanda de pasajeros en el corto, mediano y largo plazo, partiendo del crecimiento esperado del PIB y de las proyecciones de población.

### Factores de Crecimiento de la demanda de Pasajeros (Con base en el año 2000)

	2005	2010	2015	2020
Pasajeros en auto	1.2715	1.5904	2.0205	2.5980
Pasajeros en bus	1.3018	1.6733	2.1997	2.9129

PASAJEROS	2000	%	2005	%	2010	%	2015	%	2020	%
Transporte público carretero	259,302	73.6%	337,656	74.0%	433,903	74.5%	570,532	75.2%	551,733	73.1%
Transporte privado carretero	93,090	26.4%	118,437	26.0%	148,097	25.5%	187,846	24.8%	202,942	26.9%
Transporte público fluvial	441	0.1%	575	0.1%	2,008	0.3%	971	0.1%	1,286	0.2%
TOTAL PASAJEROS	352,392	100%	456,093	100%	582,136	100%	758,678	100%	754,676	100%

(Miles de pasajeros)

## *Anexo 2*

### **MODELO DE OFERTA**

El transporte cumple el papel de conectar e integrar funciones que se desarrollan en diferentes lugares, mediante la movilización de personas y bienes, lo que permite la especialización de actividades y los usos de suelo.

El análisis del sistema de transporte tiene por objeto conocer las interrelaciones complejas de los múltiples elementos encaminados a un mismo objetivo. Estos elementos pueden ser los vehículos, la infraestructura y las técnicas de explotación y operación.

Como se sabe, transportarse no es un fin por sí solo; la gente y las cosas, no se desplazan por el simple gusto de viajar, sino que es una consecuencia para la realización de otra actividad o por que es requerido en otro lugar distinto al que esta. El transporte no se resume al solo hecho de utilizar un determinado medio de transporte y pagar una tarifa, sino que para los usuarios tienen una finalidad última que es el acceder al conjunto de actividades y/o al lugar donde es requerido. Entre los aspectos económicos que influyen para la planeación del transporte están:

- Costos de infraestructura
- Costos por funcionamiento
- Costos para el usuario
- Para el transportista
- Para las autoridades (aspectos fiscales, de regulación, operación, etc.)

#### ***Información sobre la oferta de transporte.***

Su obtención presenta algunas veces cierto grado de dificultad y en ocasiones su veracidad no queda exenta de incertidumbre. El objetivo es conocer todos los recursos destinados al transporte, la descripción de sus componentes y características.

La obtención de esta información se realiza por medio de inventarios, estadísticas o encuestas directas con autoridades. También mediante estudios de campo.

La principal información que se debe recopilar para la incorporación al modelo de transporte es la siguiente:

- Infraestructura disponible para cada uno de los modos de transporte considerados.
- Centros de transferencia, capacidades, rendimientos y tiempos de servicio
- Características de los vehículos que transportan cada uno de los productos analizados para cada modo de transporte (costos de operación, capacidad, toneladas y pasajeros transportados, etc.).

A la información obtenida se le deberá realizar un análisis de los datos, identificando la problemática, sus orígenes, causas y consecuencias, para cada uno de los elementos estudiados, lo que permitirá posteriormente determinar índices, definir parámetros y variables básicas (que determinarán el uso de los modelos en la siguiente etapa de análisis y su selección), una descripción preliminar de las limitaciones de los sistemas en su operación y administración.

#### *FUENTES DE INFORMACION*

A continuación se relaciona las principales fuentes de información utilizadas para la incorporación de las características de los diferentes modos al Modelo de Oferta del Plan Estratégico de Transporte.

##### ➤ **RED CARRETERA**

- Información disponible en el Plan Estratégico de Transporte
- Instituto Nacional de Vías
- Dirección General de Carreteras - Ministerio de Transporte

##### ➤ **RED FERREA**

- Información disponible en el Plan Estratégico de Transporte
- Empresa Colombiana de Vías Férreas - Ferrovías
- Dirección General de Transporte Férreo y Masivo

##### ➤ **RED FLUVIAL**

- Información disponible en el Plan Estratégico de Transporte

- Dirección General de Transporte Fluvial

➤ **RED MARITIMA**

- Información disponible en el Plan Estratégico de Transporte
- Dirección General de Transporte Marítimo
- Superintendencia General de Puertos

➤ **RED DE DUCTOS**

- Información disponible en el Plan Estratégico de Transporte
- Empresa Colombiana de Petróleos - Ecopetrol

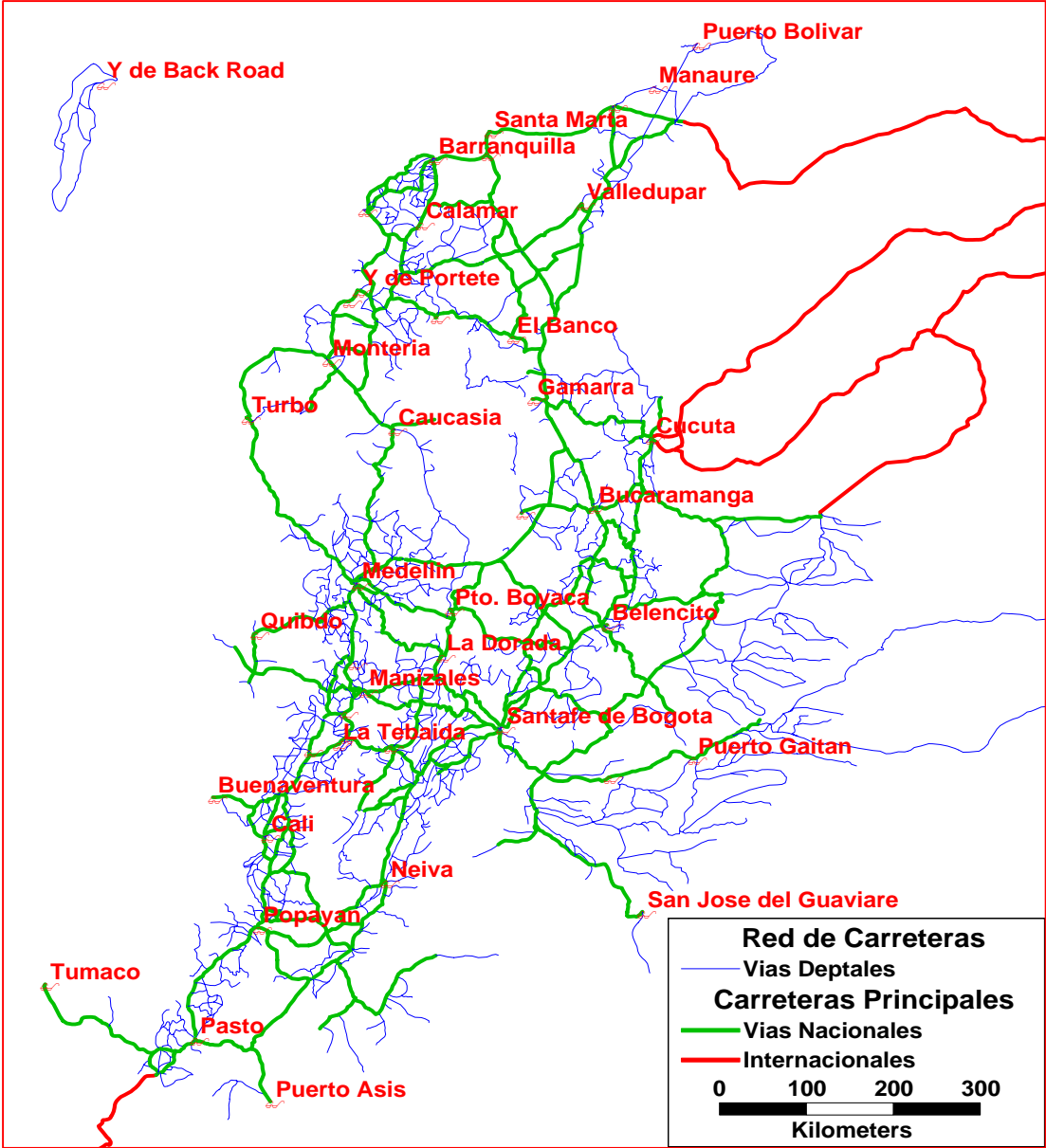
***SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO***

Con el fin de organizar y revisar la información de la infraestructura de transporte, a la vez que se pueda tener un sistema gráfico de las diversas redes de transporte, se utilizó el Maptitude, como sistema de información geográfica. En este sistema se digitalizó la infraestructura vial del país en todos los modos incluyendo vías principales y algunas carreteras de la red secundaria. Así mismo, se georeferenció la división político administrativa del país a nivel municipal.

En las siguientes gráficas se presentan ejemplos del sistema de información georeferenciada que se realizó en desarrollo del Plan Estratégico de Transporte.

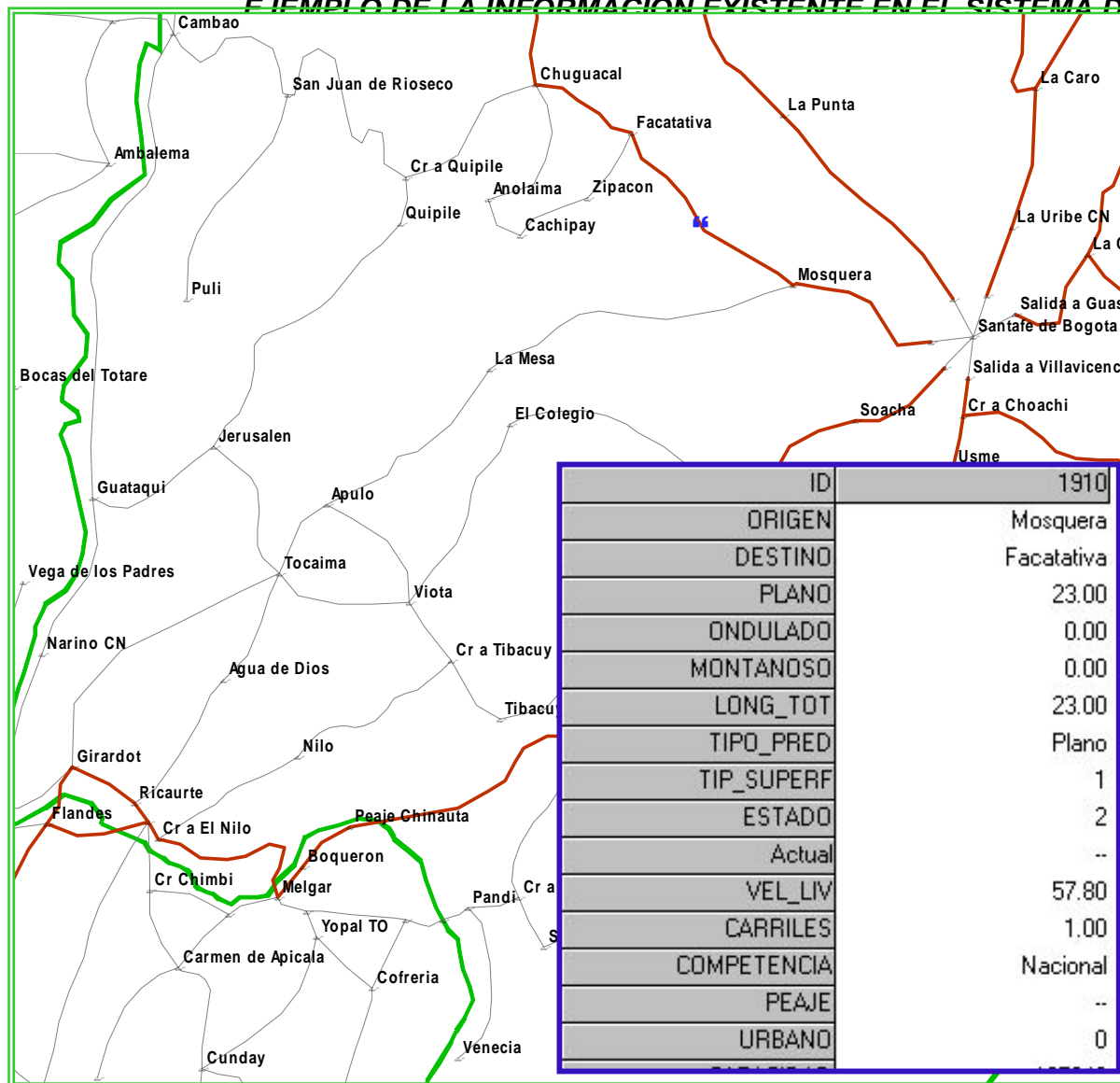
Cabe anotar, que las características que se encuentran en nuestro sistema de información geográfico, corresponden a las que se requieren para la modelación en el modelo de transporte.

**MAPA DE LA RED DE CARRETERAS TENIDA EN CUENTA EN EL PLAN  
ESTRATEGICO DE TRANSPORTE**





# **EJEMPLO DE LA INFORMACION EXISTENTE EN EL SISTEMA DE** **PORTE**



De otra parte, se conformó una base de datos con información socioeconómica a nivel municipal. Dicha base de datos contiene información, tal como nombre del municipio, departamento al cual pertenece, zona del Plan Estratégico a la cual pertenece, población total 1993 por municipio, Densidad poblacional en 1993 (habitantes por km<sup>2</sup>), Porcentaje total de hogares, con necesidades básicas insatisfechas en el municipio en 1993, Población total pobre en el municipio en 1993, Densidad poblacional pobre en 1993 (habitantes por km<sup>2</sup>), Código que identifica si el municipio tiene actividad industrial ( **0** No – **1** Si ), Número de incursiones guerrilleras al municipio entre 1985 y 1994

## **ESTRUCTURA Y OPERACIÓN DEL MODELO STAN**

Un modelo de asignación multimodal - multiproducto ofrece los medios para simular el comportamiento del tránsito, el funcionamiento del sistema de transporte y cómo se satisface la demanda, al mover ciertas cantidades de productos sobre la red multimodal, de acuerdo con los criterios especificados en las funciones de costo.

El nivel estratégico de planeación analiza el papel que cada modo tiene en el sistema integral de transporte. El proceso permite analizar los factores de costo/tiempo que influyen en las características multimodales y multiproducto del sistema, sin llegar a analizar detalladamente la operación de cada modo de transporte.

### ***¿Qué es STAN?***

INRO Consultants Inc. en coordinación con la Universidad de Montreal, desarrollaron el paquete computacional STAN, con el objeto de ser una herramienta en el proceso de planeación estratégica a nivel nacional y regional.

El STAN es un paquete computacional diseñado para simular flujos multimodales de productos entre un sistema de zonas en una región o un país. El sistema STAN ha sido diseñado no para el análisis detallado de la operación de cada ruta o tramo de transporte, sino para analizar los factores de costo y tiempo que influyen los patrones de flujos de diversos productos usando distintos modos de transporte. Este es el tipo de planeación que se denomina: planeación de transporte a nivel estratégico.

Es importante aclarar que el STAN es un sistema integral de computación interactivo gráfico, una estructura de modelación y un método para el análisis, simulación y comparación de escenarios relativos a un sistema de transporte multimodal.

### ***Requerimientos para la modelación con STAN***

Como marco de modelación, STAN ofrece la capacidad de representar y manipular los elementos funcionales principales del sistema de transporte considerados para llevar a cabo el análisis estratégico. (Ver figura 1.)

Por un lado, las redes representan la infraestructura y servicios que forman la oferta de cualquier sistema de transporte: modos para especificar las actividades de transporte y transferencias para capturar las características de las operaciones de los intercambios modales.

Por otro lado, tiene que definirse la demanda de transporte: los productos particulares o grupos de productos por analizar, las zonas de producción y consumo que conforman la región en estudio, así como la demanda por producto, esto es, las cantidades de cada producto que tienen que moverse de una zona a otra.

Dos tipos de elementos: vehículos y funciones, enlazan las representaciones de la oferta y la demanda. Los vehículos, algunas veces agrupados en convoyes, se requieren para ejecutar las operaciones de transporte necesarias para satisfacer la demanda. De aquí, para propósitos de planeación, STAN requiere que se definan los vehículos y convoyes para cada producto y modo de transporte.

Las funciones capturan los criterios usados para determinar como se mueve el tránsito en la red y pueden incluir factores relativos al costo y tiempo de viaje, fenómenos de congestionamiento, distribución de flujos, precios de energéticos o cualquier otra medida de funcionamiento.

Un modelo de asignación multimodal multiproducto, ofrece los medios para simular el comportamiento del tránsito y el funcionamiento del sistema de transporte, analizando el movimiento de las cantidades de productos especificadas en las matrices de origen-destino sobre la red multimodal dada, de acuerdo con los criterios especificados en las funciones.

Anexo 3

MODELO DE EVALUACIÓN

