

Caracterización de la movilidad de transporte regional de la RAPE Región Central

Entregable 2

Proyecciones Demanda

Convenio de Asociación
RAPE Región Central-Fedesarrollo



RAPE Región Central

Bogotá, noviembre 2016



FEDESARROLLO

Centro de Investigación Económica y Social

Contenido

1	Introducción	1
2	El Plan Maestro de Transporte y el rol de la RRC	2
	El rol de la RRC dentro del sector transporte	2
	Las redes de transporte de la RRC	4
3	Red objetivo del plan intermodal de transporte de la Región Central	6
	Red Básica Nacional- PMTI.....	6
	Red Básica Adicional-RAPE	10
	Red de Integración Región Central	14
4	Crecimiento de la demanda	17
	Análisis de tráfico de la región Central.....	17
	Modelos de crecimiento.....	29
	Proyecciones del PIB.....	36
	Proyecciones de crecimiento del tráfico en la zona de estudio	37
5	Proyecciones de tráfico	39
	Otros modos	51
6	Proyecciones de variables estratégicas	59
	Población	59
	Producto Interno Bruto	60
7	Flujos Comerciales	64
8	Referencias	70

1 Introducción

Este documento es el Entregable 2 del proyecto que tiene como objeto desarrollar un ejercicio de planificación para la infraestructura intermodal de la RAPE Región Central (RCC), partiendo de los determinantes y dinámicas económicas, de movilidad y logística del territorio, y que permita determinar a partir de escenarios futuros, las decisiones que sobre materia de transporte se deban tomar por parte de sus asociados.

El presente entregable avanza, de acuerdo al cronograma y al plan de trabajo, en la definición de tipos de redes de transporte, proyección de variables estratégicas, y estimación de flujos de transporte tal como se define en la metodología descrita en el Entregable 1. Este segundo producto precede el Entregable 3 que incluye la priorización de proyectos como producto principal del ejercicio, además de los ejercicios de análisis de impacto y propuesta institucional.

El presente documento expone los resultados principales de planeación de transporte en primer lugar y está dividido en 6 secciones de la siguiente forma:

- La primera sección comenta de manera breve sobre la RCC y su rol en el transporte
- La segunda sección presenta la estrategia utilizada para la formación de la red de transporte objetivo para la Región Central
- La tercera sección presenta la descripción de los modelos desarrollados sobre el crecimiento de la demanda para los horizontes temporales previstos del plan intermodal de transporte de la RCC.
- La cuarta sección presenta las proyecciones de la demanda de tráfico para los escenarios macroeconómicos 2025 y 2035 que servirán como input para la priorización de los proyectos.
- La quinta sección presenta las proyecciones de variables estratégicas utilizadas como insumo de los modelos
- La sexta sección aborda la estimación de flujos comerciales.

2 El Plan Maestro de Transporte y el rol de la RRC

El objetivo de esta sección es avanzar en el rol de RCC en los temas de transporte y por lo tanto en la propuesta institucional del plan, así como clarificar la definición de red de transporte dentro del ejercicio del Plan Maestro.

El rol de la RRC dentro del sector transporte

Un Plan Maestro de Transporte surge como una iniciativa de planificación sectorial a largo plazo en un territorio definido. La planificación del transporte es un proceso que se debe dar de manera continua y por etapas, el Plan Maestro es apenas la primera herramienta para iniciar esta planificación. Colombia se ha caracterizado en el sector transporte, por la no planificación a largo plazo, y cuando la planificación existió no se concretó ni tuvo efectos institucionales (como es el caso del Plan Maestro de Transporte de 1986 del ministro R. Segovia, entre muchos otros).

El propósito de la RRC está aún en proceso de concreción como es propio de las instituciones incipientes, y en este caso no solo por ser de reciente creación, sino por ser la primera en su tipo después de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (LOOT). Ese esfuerzo por encontrar el espacio de valor agregado de la RRC se ve evidenciado en los trabajos alrededor de la construcción del Plan Estratégico Regional y la definición de los ‘hechos regionales’, o en el ejercicio de identificación y desafíos del ‘sistema de ciudades de la región central’.

En ese contexto, algunos aspectos se han ido delimitado y definido más claramente en discusiones con los socios que la componen, e.g. que el papel de la RRC no es meramente el de la formulación de política pública en general, sino en concretar en resultados su existencia a sus miembros y en ese sentido, parte de su valor agregado se encuentra en identificar y articularlos en aquellos aspectos donde la solución es mejor y más eficiente cuando se aborda articuladamente, es decir, en aquellos aspectos que involucren a más de uno de sus miembros.

Este trabajo se construye sobre un acervo de trabajos anteriores que han hablado de las fuertes interdependencias existentes entre los miembros de la RRC, como los son ‘el sistema

de ciudades de la RRC', 'el análisis de la seguridad alimentaria de la RRC', o 'la competitividad en la RCC' enfocado en la importancia del tema del transporte.

Como se mostrará más adelante en sección 3 y 4 con la estimación de flujos comerciales y de tráfico, las interdependencias entre sus miembros existen y son importantes, y por tanto el transporte es también un interés conjunto. La noción de red de transporte ya involucra la noción de interdependencia, pues un conjunto de nodos conectados están inmediatamente interactuando en mayor o menor medida y facilitan las relaciones y las interdependencias. La sección 2 mostrará que las definiciones de red de transporte son acordes con la interdependencia, y buscan crear una red estructurada coherente en aspectos de eficiencia e integración.

Dentro de este panorama el rol de la RRC es múltiple y podrá tomar varias formas. Dos premisas se imponen: la visión regional o supra-departamental de la RRC, y las posibles interacciones que puedan surgir de sus miembros. La RRC debe ser consciente de las necesidades, recursos, e intereses, tanto regionales como de cada uno de sus miembros, para lograr sus objetivos.

En ocasiones se ha argumentado, por ejemplo, que la RRC no tiene un espacio de oportunidad en la red carretera de sus miembros, pues por ley la red primaria está a cargo de la Nación, la red secundaria está a cargo de los departamentos o Invías, y la red terciaria está a cargo de los municipios o Invías. Se sabe que el muy deficiente estado de la red secundaria y terciaria es en parte producto de los escasos recursos de los entes territoriales, y a su vez es causa y consecuencia de la puesta en marcha de programas de construcción y rehabilitación de vías por parte del gobierno central. La red secundaria y terciaria está relacionada económicamente con sectores de producción que ligan a los miembros de la RRC, por lo tanto son de su interés.

Un segundo ejemplo lo constituye la relación económica complementaria entre los miembros de la RRC. La sección sobre flujos comerciales mostrará que existe una configuración de producción complementaria entre departamentos, donde existen especializaciones entre ellos. La RCC está en posición de potencializar aún más la complementariedad donde tenga sentido, y promover la sustitución cuando sea necesario.

Las características económicas y técnicas del transporte obligan a descartar la planificación central y la descentralización absoluta, una red de transporte debe ser planificada de acuerdo a los intereses regionales, departamentales, privados, y nacionales. La RRC debe

tener entonces un rol activo si se refiere al tema de transporte, es un origen importante de información para el nivel gobierno central así como para los entes territoriales.

Las redes de transporte de la RRC

Una red de transporte en su descripción más simple transporta bienes y personas entre dos puntos, o municipios al nivel de análisis que se ha adoptado. En general, este movimiento de personas obedece a una conexión mercantil entre los municipios, o por motivos de relaciones personales u otro tipo de interdependencias. Esta relación constituye la primera red de transporte que ha sido denominada *Red Básica*¹. En el resto de municipios la profundización de los mercados es baja, las conexiones son de tipo local, y perduran economías autárquicas.

La información útil para la identificación de la Red Básica es escasa, poco confiable, o inexistente, e.g información detallada de flujos comerciales, por esta razón se ha optado en primera instancia por un método simple: la red básica está conformada por todos los municipios de más de 10.000 habitantes. Siendo el área municipal una unidad relativamente pequeña, una población por encima de este límite sugiere un crecimiento del producto relativamente importante, que sólo es posible con un nivel de producción relativamente grande y diversificada, que a su vez sólo es posible con comercio.

El siguiente nivel de detalle puede ser aproximado de diversas formas, consideremos dos que han estado en discusión. La primera tiene que ver con el trabajo del sistema de ciudades que identifica aglomeraciones hoy y a futuro en todo el país utilizando niveles de conmutación laboral principalmente. La segunda tiene que ver con la noción de ‘territorios funcionales’ que viene siendo construida en este momento con un conjunto de variables más detalladas pero que apuntan en la misma dirección.²

El Plan Maestro de Transporte de la RRC considera la Red Básica como un ‘deber ser’, por esto hace un diagnóstico de la Red Básica junto a una hoja de ruta que permita conformar la mejor Red Básica posible. La dinámica existente en los nodos de la Red Básica garantiza

¹ El concepto de Red de transporte dentro del Plan Maestro no presupone un modo específico, sólo pone en evidencia la existencia o no de una conexión.

² Cualquiera de los tres métodos descarta por definición reglas menos coherentes que pudieron haber sido utilizadas en otros trabajos distintos como por ejemplo: construir una red radial alrededor de un nodo central. El Plan Maestro de la RCC descarta de entrada este tipo de planificación.

que una disminución en el costo generalizado de transporte tenga un efecto positivo sobre los nodos, teniendo en cuenta las *externalidades de red* existentes.

Los municipios que no pertenecen a la Red Básica muestran en general bajos niveles de producción y nivel de vida, además se caracterizan por una provisión e inversión deficiente de infraestructura de transporte (Villar & Ramírez (2014)). La *Red de Integración* corresponde a la unión de estos municipios a algún punto de la Red Básica.

Sin embargo, a diferencia del crecimiento que se observará en la Red Básica, el efecto de una disminución en el costo generalizado de transporte en esta red puede tener efectos ambigüos. Por un lado, puede potencializar la producción y extender mercados, e.g expansión de la frontera agrícola; pero también permite la entrada de productos ajenos a la región que antes eran producidos localmente. Por esta razón, los criterios de expansión de la Red de Integración obedecen a otro tipo de objetivo que puede atacar uno o varios problemas, como lo pueden ser el nivel de pobreza, la duración de conmutación, el nivel de conflicto, la posición geográfica, etc.

Para concluir, el Plan Maestro de la RRC lleva a cabo una planificación ordenada con el objetivo de construir una red de transporte coherente e integrada. Esta planificación fortalece el sistema económico regional con la Red Básica y también busca objetivos específicos que deben ser atacados en conjunto.

3 Red objetivo del plan intermodal de transporte de la Región Central

Como parte fundamental del Plan Maestro de Transporte Intermodal de la Región Central, se hace necesario la definición de la red de transporte objetivo, entendida como la red ideal que permite la accesibilidad y conectividad interregional e intrarregional de la Región Central con sus municipios y con los demás departamentos del país.

Para el desarrollo de este plan se definieron tres categorías de red conformadas por corredores multimodales estructurales de nivel departamental y regional. De este modo la red prevista para la Región Central se compone de la Red Básica Nacional, la Red básica adicional y una Red de Integración.

Red Básica Nacional- PMTI

La Red Básica Nacional corresponde a la red establecida desde el Plan Maestro de Transporte Intermodal de la nación y se conforma básicamente por corredores estratégicos multimodales entre las aglomeraciones del Sistema de Ciudades definidas en el documento Conpes 3819 de 2014, los puertos marítimos y los pasos de frontera. El objetivo principal de esta red es fortalecer el comercio exterior, la competitividad y el desarrollo regional. (MinTransporte - FDN, 2015).

A continuación, se presenta Red Básica del PMTI definida para la Región Central y que será considerada en el análisis intermodal de este plan.

Figura 3.1: Red básica PMTI en la Región Central



Fuente: Steer Davies Gleave con base en el Plan Maestro de Transporte Intermodal, 2016.

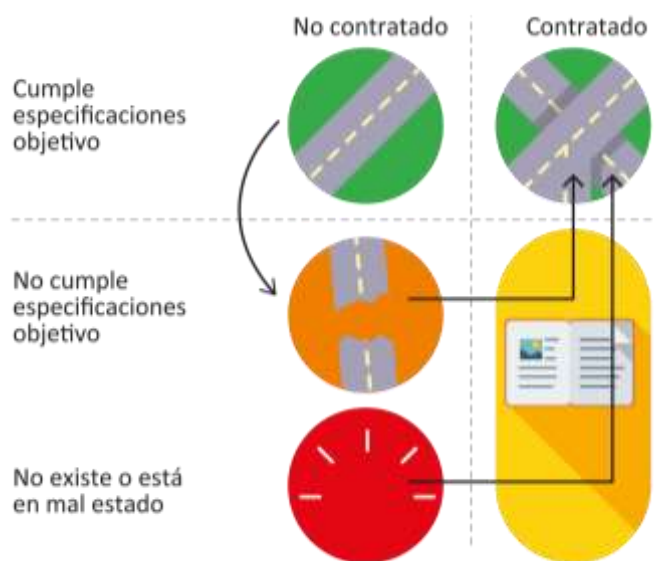
Siguiendo la estrategia planteada en el PMTI, cada corredor se caracterizará de acuerdo al estado físico y de contratación de sus tramos. La metodología de clasificación se hace a través de un semáforo conceptual que valora que tanto el tramo cumple con las especificaciones objetivo de la vía en términos de velocidad (como mínimo 60 Km/h en zonas montañosas y 80 Km/h en terreno plano), estado de pavimento y adicionalmente si se encuentra contratado o en proceso de contratación. (MinTransporte - FDN, 2015).

Las condiciones para la asignación de la nomenclatura de color es la siguiente:

- Verde: Cuando el tramo cumple especificaciones objetivo (velocidad y estado del pavimento)
- Amarillo: Cuando el tramo no cumple especificaciones objetivo, pero está contratado
- Naranja: Cuando el tramo no cumple especificaciones y no está contratado
- Rojo, cuando el tramo no existe o está en muy malas condiciones.

A continuación, se presenta un esquema gráfico que explica mejor los criterios de asignación de color. Como se puede ver, hacia el futuro algunos de los tramos pueden tener transiciones entre los colores de la nomenclatura; teniendo en cuenta que por ejemplo un tramo verde se puede convertir en amarillo o naranja cuando sus condiciones de operación se pierden por falta de mantenimiento, afectando las especificaciones objetivo; o los tramos naranjas y rojos se pueden convertir en verdes cuando se contratan y se construyen las vías con las especificaciones objetivo adecuadas.

Figura 3.2: Transiciones de tramos viales en la Red Básica



Fuente: Plan Maestro de Transporte Intermodal, 2015

Con base en los anterior, se realizó la clasificación de la Red Básica dentro de la Región Central teniendo en cuenta la información recopilada desde diferentes fuentes como el PMTI, la ANI y el INVIAS. A continuación, se presenta el mapa que describe está clasificación.

Figura 3.3: Clasificación actual de la Red Básica dentro de la Región Central.



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016.

Es importante mencionar que la red básica definida es la red objetivo del plan, por lo tanto, no necesariamente corresponde a corredores que existan en la actualidad, de ahí se explica que parte de la clasificación este en color rojo.

Red Básica Adicional-RAPE

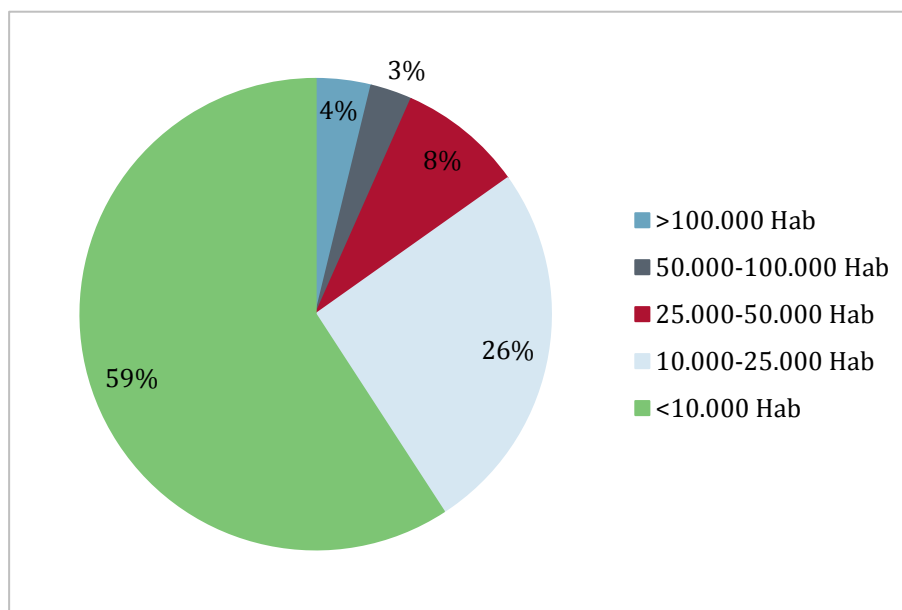
La Red Básica Adicional se define como la red de la Región Central que está conformada por corredores multimodales regionales que se articulan con los corredores estratégicos de la red básica nacional. Los criterios utilizados para la conformación de esta red tienen en cuenta la conexión de:

1. Las cabeceras municipales de la Región Central con población mayor a 10.000 habitantes (criterio 1)
2. Los centros de producción económica definidos para la Región Central (criterio 2)
3. La malla vial de los departamentos limítrofes de la Región Central.

Criterio 1

La siguiente figura presenta la distribución de los municipios que conforman la Región Central según el número de habitantes proyectados para 2016 de acuerdo con los registros del DANE.

Figura 3.4: Distribución de los municipios de la RAPE según el número de habitantes



Fuente: Steer Davies Gleave, con base en proyecciones DANE, 2016.

Con la Red Básica Adicional de la Región Central se garantizará la conexión del 41% de los municipios a los corredores estratégicos según este criterio.

Figura 3.5: Municipios de la Región Central con más de 10.000 habitantes.



Fuente: Steer Davies Gleave, con base en proyecciones DANE, 2016.

Criterio 2

Se identificaron los centros productivos más importantes de la Región Central, teniendo en cuenta las siguientes actividades económicas como predominantes para la región: Sector agropecuario, minería y las zonas petroleras; en cada uno de estos sectores se seleccionaron los municipios con los niveles de producción más altos del país de acuerdo a información registrada del Censo Nacional Agropecuario 2014, el Sistema de Información Minero

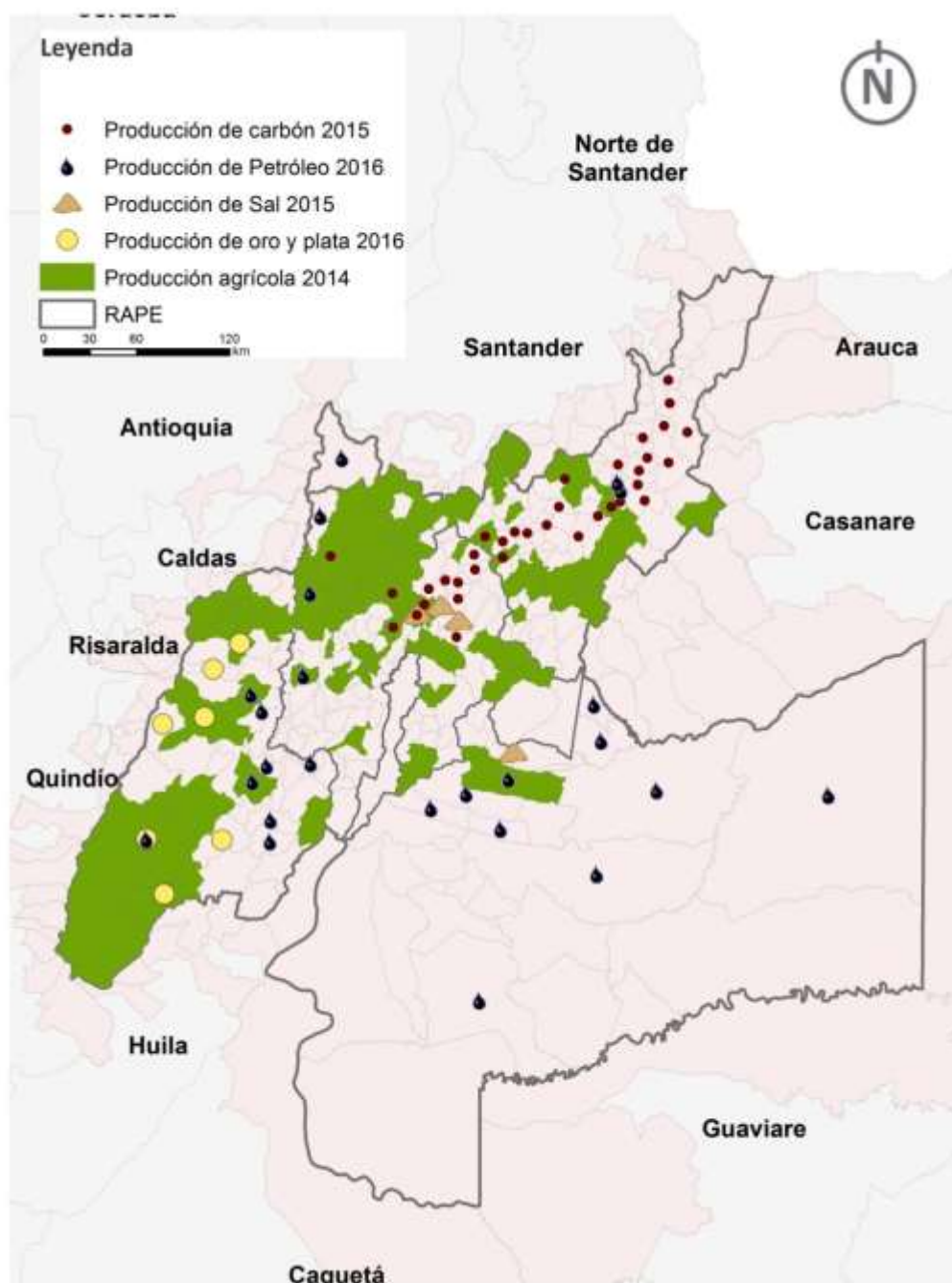
Colombiano y la Asociación Colombiana de Petróleo, respectivamente y se clasificaron de la siguiente forma³:

- Producción agrícola total: Por total de unidades de producción agropecuaria UPA⁴ mayores a 15.
Esta producción incluye la transformación de productos agrícolas, forestales, pecuarios, elaboración de bebidas alcohólicas y alimentos, de artesanías y biocombustibles.
- Producción de petróleo (por promedio mensual entre enero y junio de 2016 de barriles diarios): Entre 0 y 230.500 barriles diarios.
- Producción de sal: Entre 3.300 y 13.600 toneladas al año
- Producción de carbón: Mayor a 5.000 toneladas al año.
- Producción de oro y plata: Entre 500 y 63.250 gramos al año.

³ Años de información registrada: Agropecuaria (2014), carbonero (2015), minero (2015) y petrolera (2016).

⁴ Unidad de organización de la producción agropecuaria que puede estar formada por una parte de un predio, un predio completo, un conjunto de predios o partes de predios continuos o separados en uno o más municipios, independientemente del tamaño, la tenencia de la tierra y el número de predios continuos o separados que la integran y debe cumplir con las siguientes tres condiciones: 1. Produce bienes agrícolas, forestales, pecuarios, acuícolas y/o adelanta la captura de peces destinados al consumo continuo y/o a la venta. 2. Tiene un único productor/a natural o jurídico que asume la responsabilidad y los riesgos de la actividad productiva. 3. Utiliza al menos un medio de producción como construcciones, maquinaria, equipo y/o mano de obra en los predios que la integran.

Figura 3.6: Principales centros productivos para la Región Central seleccionados.

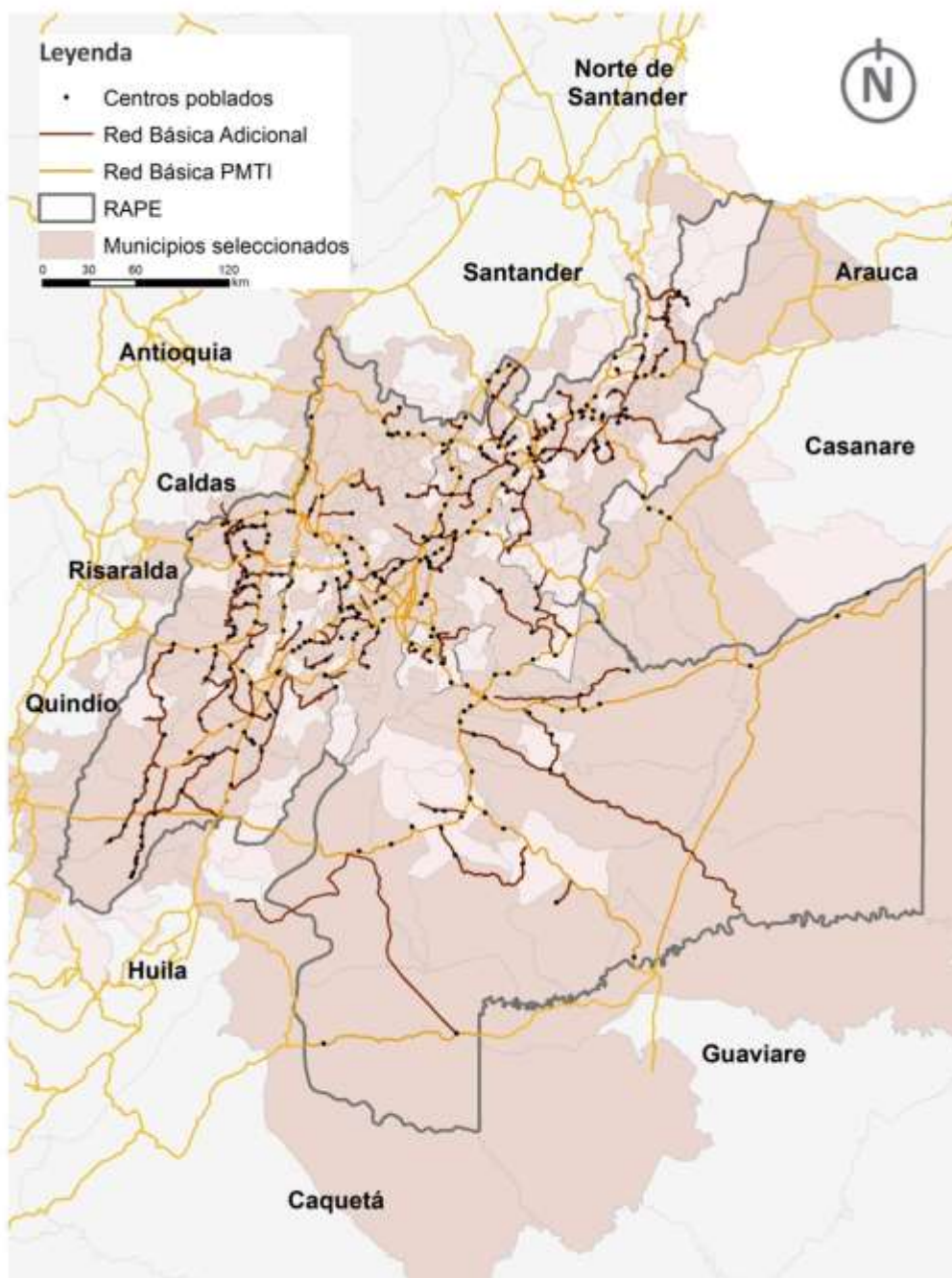


Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de información del SIG-OT, 2016

Red básica Adicional Región Central

De acuerdo con los criterios se conformó la Red Básica Adicional garantizando la conectividad de los municipios que involucran las condiciones de selección a los corredores estratégicos. A continuación, se presenta el mapa que ilustra esta red.

Figura 3.7: Red Básica Adicional de la Región Central.



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016.

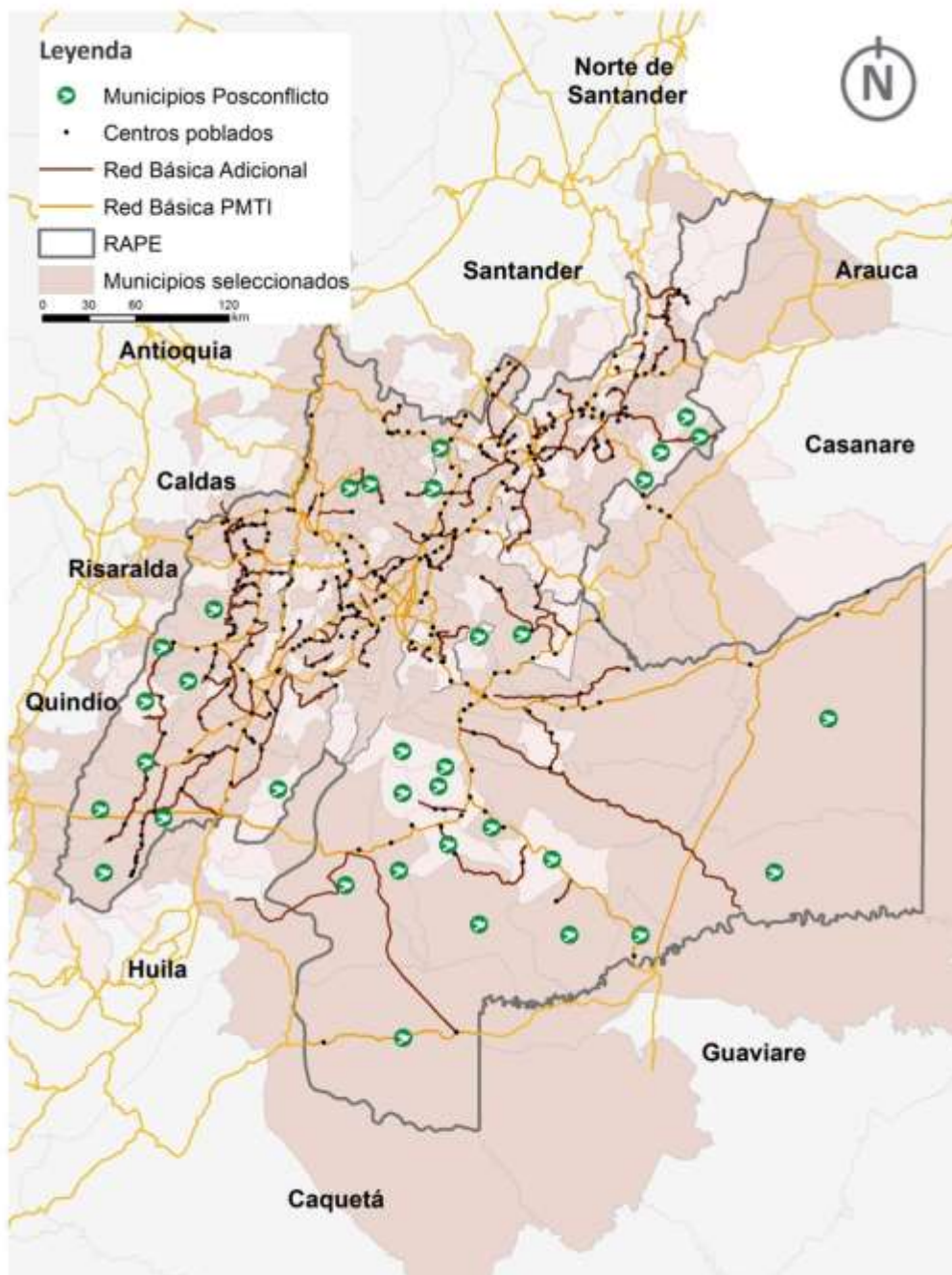
Al igual que la Red Básica del PMTI, esta Red Adicional se encuentra en proceso de clasificación de acuerdo si cumplen especificaciones y estado de contratación.

Red de Integración Región Central

La Red de Integración se define como la red conformada por corredores regionales que dan accesibilidad a regiones apartadas y más afectadas por el conflicto interno del país. El

objetivo de esta red es apoyar el desarrollo regional y la integración territorial de aquellos municipios en los que no se ha invertido o donde no hay obras de infraestructura por las limitaciones del conflicto.

Figura 3.8: Municipios del posconflicto.



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

En la figura anterior se observa que, aunque la mayoría de los municipios del posconflicto ya se encuentran conectados por la Red Básica Adicional, es necesario la Red de Integración

como articulador a está permitiendo la conexión de los siguientes municipios, los cuales se encuentran completamente aislados.

- Meta: Cubarral, El Dorado, San Juanito y el Castillo, lejanías
- Tolima: Dolores
- Boyacá: Labranzagrande y Pisba

Como resultado de los criterios aplicados, se define la red objetivo del plan maestro de transporte intermodal de la Región Central como la que articula el 88% de los municipios de la RAPE.

4 Crecimiento de la demanda

Teniendo en cuenta que la demanda de transporte es dinámica en el tiempo, es necesario desarrollar modelos de crecimiento que permitan generar elasticidades de crecimiento para los horizontes de tiempo definidos para el plan intermodal de la Región Central correspondientes a 2025 y 2035 a partir de la demanda de viajes base de la situación actual.

Vale la pena aclarar que el crecimiento de la demanda no implica por si solo un incremento de iguales proporciones en el tráfico de los corredores asociados a la red básica de la Región Central, dado que las características particulares de cada sector de la red vial y las condiciones de tráfico generarán que algunos corredores vean incrementos en su flujo vehicular en mayor proporción que otras.

Para calcular el crecimiento de la demanda es práctica común estimar relaciones que existen entre el tráfico y variables explicativas basadas en información histórica. Esta aproximación tiene la ventaja de relacionar el tráfico con valores estimados de manera independiente, que típicamente están asociados con la economía, y usar relaciones matemáticas que han resultado acertadas en estudios de demanda a nivel mundial. Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrollaron diferentes modelos de demanda basado en el Producto Interno Bruto (PIB) y el análisis de tráfico para la Región Central. Estos modelos permiten estimar el crecimiento de la demanda para las diferentes subregiones de la Región Central teniendo en cuenta que los comportamientos de movilización de tráfico son completamente diferentes en la extensión de la región.

Análisis de tráfico de la región Central

Para la construcción de los modelos de crecimiento se requiere conocer el comportamiento del tráfico en la zona de estudio y su relación con las variables macroeconómicas. Teniendo en cuenta que la región involucra 5 departamentos del país con características económicas variables, el análisis se realizó teniendo en cuenta los PIB departamentales y el PIB nacional, con el objetivo de desarrollar diferentes combinaciones que puedan explicar el comportamiento del tráfico para las diferentes conexiones intrarregionales e interregionales de la Región Central. A continuación, se presentan los peajes que se analizaron de acuerdo con la conexión que representa para la Región.

Tabla 4.1: Peajes que representan las diferentes conexiones de la Región Central

Conexión	Peajes de Análisis	PIB de análisis
Región Central con el centro del país	El Koran Honda Bicentenario	Nacional Cundinamarca Tolima
Región Central con el occidente del país	Cajamarca	Nacional
Región Central con el suroriente del país	El Patá	Nacional Tolima Huila
Región Central con el suroccidente del país	Iraca	Nacional Meta Guaviare
Región Central con la Altillanura del país	Yucao La Libertad	Nacional Meta
Región Central con el Nororiente del país (Yopal)	San Pedro	Nacional Meta Casanare
Boyacá con el Oriente del país. Llanos	Crucero	Nacional Boyacá Casanare
Región central con el Norte del país y Santanderes	Oiba	Nacional Boyacá Santander
Boyacá	Tuta (Internos Boyacá) Albarracín (Relación Bogotá-Boyacá)	Nacional Boyacá
Cundinamarca	Chinauta (Bogotá-Girardot) Boquerón (Bogotá-Villavicencio)	Nacional Cundinamarca
Meta	Pipiral	Nacional Meta
Bogotá	Patios Andes Siberia Rio Bogotá Chusaca	Nacional Bogotá

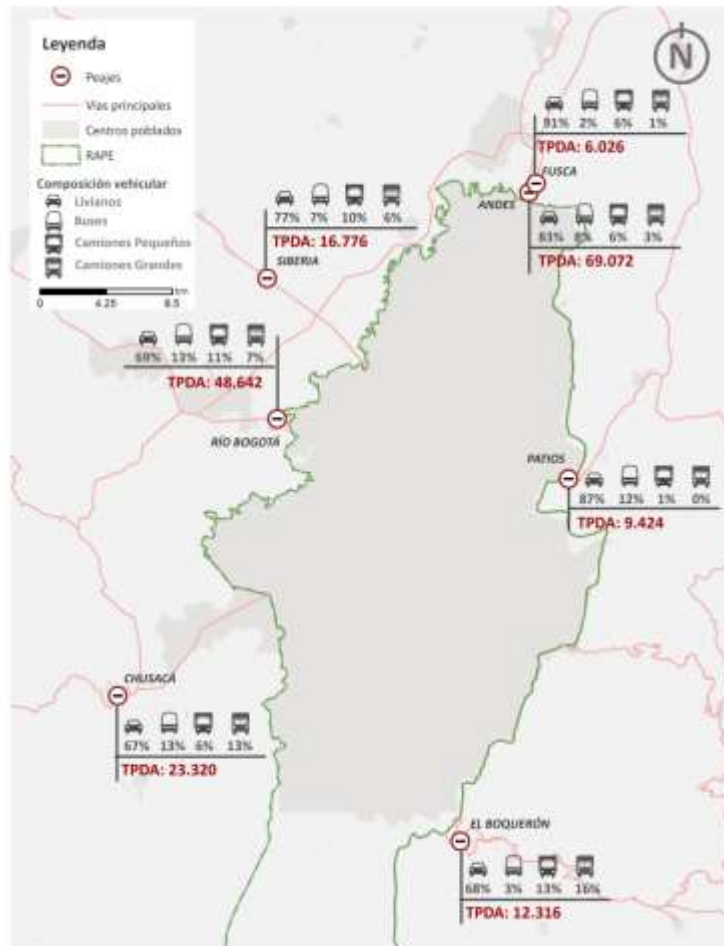
Fuente: Steer Davies Gleave

Estos peajes fueron seleccionados de manera que se cumplieran tres criterios. El primero, que se incluyeran todos los peajes que permitieran identificar las relaciones del tráfico de la Región Central con el resto del país, para esto se tomaron los peajes cercanos a los límites departamentales exteriores.

El segundo criterio, buscó incluir todos los peajes que mostraran las relaciones del tráfico entre los departamentos de la región, para identificar principalmente los viajes internos de la RAPE. Adicionalmente, este criterio permitía identificar el tráfico con origen en la RAPE y destino por fuera de la misma. Por último, se incluyeron peajes que mostraran las relaciones del tráfico al interior de cada uno de los departamentos. A continuación, se

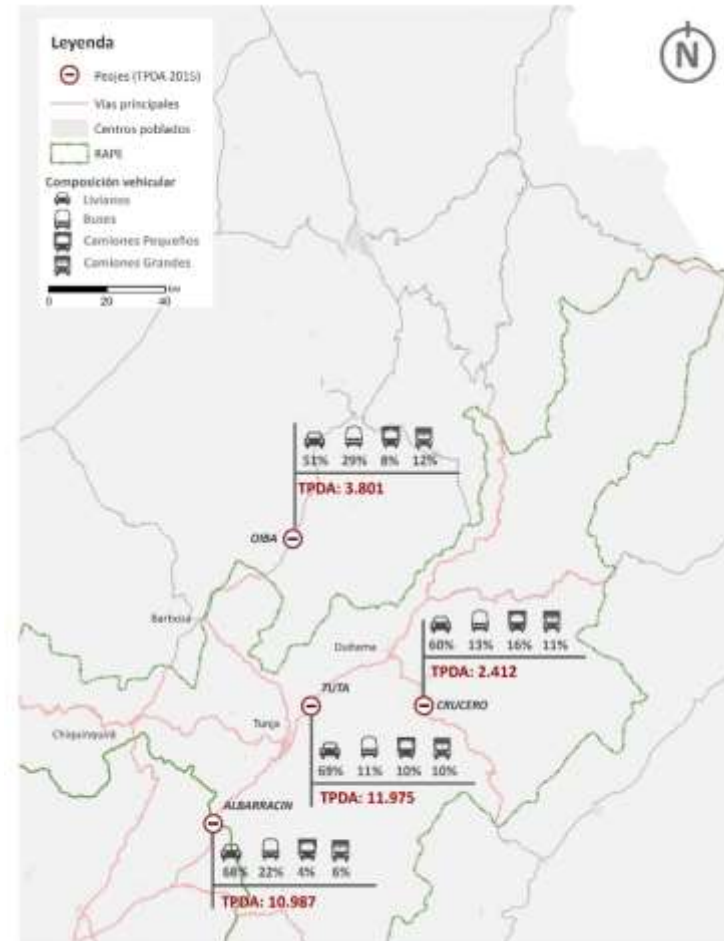
presenta el análisis del tráfico para las estaciones de peaje que se consideraron para identificar cada zona:

Figura 4.1: Peajes para el análisis de tráfico en el Distrito Capital



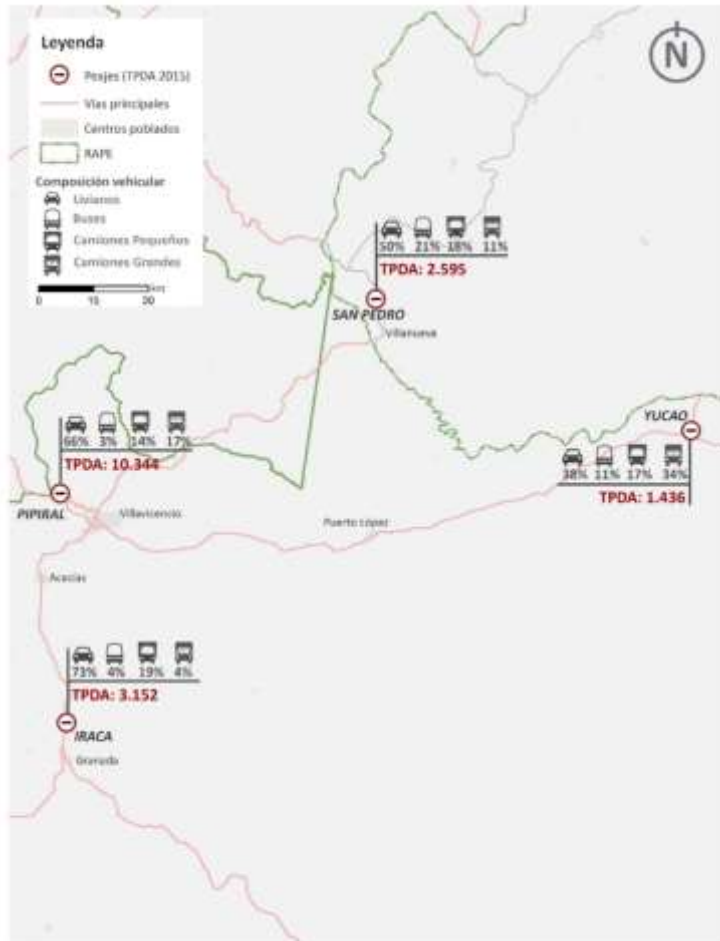
Fuente: Steer Davies Gleave con información de la ANI y el INVIAS

Figura 4.2: Peajes para el análisis de tráfico en Boyacá



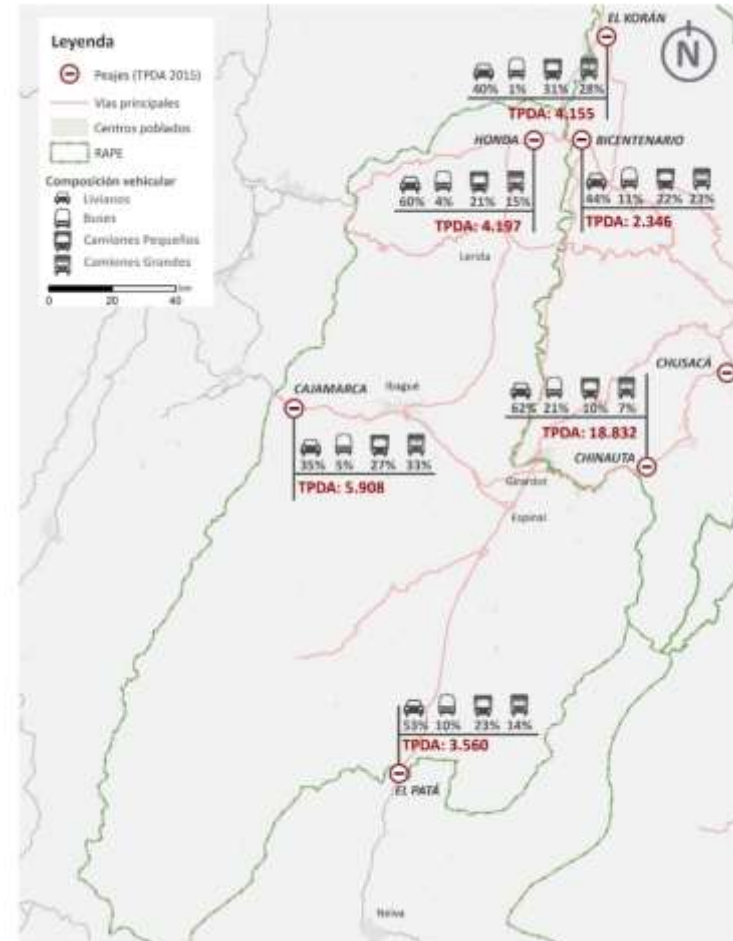
Fuente: Steer Davies Gleave con información de la ANI y el INVIAS

Figura 4.3: Peajes para el análisis de tráfico en el Meta



Fuente: Steer Davies Gleave con información de la ANI y el INVIAS

Figura 4.4: Peajes para el análisis de tráfico en el Tolima y Cundinamarca



Fuente: Steer Davies Gleave con información de la ANI y el INVIAS

Las figuras presentadas previamente indican el TPDA del año 2015 para cada uno los peajes seleccionados, el cual incluye ambos sentidos. Adicionalmente, se realizó una clasificación en autos, buses, camiones pequeños y camiones grandes para obtener la partición modal del tráfico de cada estación.

Dado que el Distrito Capital se constituye como un eje fundamental de los viajes de la Región Central, fue necesario incluir los peajes en todos sus accesos con el objetivo de cumplir con segundo y tercer criterio de los mencionados anteriormente.

Adicionalmente, de acuerdo con las magnitudes del tráfico obtenidos del análisis de tráfico se puede observar que la mayoría de los viajes de la región transitan por alguno de estos peajes y el transporte de carga se mueven principalmente por el sur y el occidente de la ciudad, más no por el norte de la ciudad en el que predominan los livianos constituyendo el tráfico de este corredor.

Por otro lado, en el departamento de Boyacá se analizó la información de cuatro peajes. Los peajes de Oiba y Crucero se seleccionaron como peajes frontera con los departamentos de Santander y Casanare respectivamente. Se identifica que los tráficos que allí se registran en su mayoría corresponden a vehículos livianos con tráficos que se asemejan al promedio nacional, sin embargo, se identifica que desde la conexión oriente a Boyacá hay una importante participación de camiones del orden del 27%. Por otro lado, los peajes de Albarracín y de Tuta registran unos tráficos altos debido a que por este corredor se mueven todos los viajes de Tunja, Duitama y Sogamoso que son grandes generadores/attractores de viajes, representando un comportamiento interno diferente en esta zona.

En el Meta, los peajes escogidos cumplen el criterio de fronteras con los departamentos de Guaviare, Vichada y Casanare, mientras que el peaje de Pipiral permite analizar no solo los viajes entre el Meta y Cundinamarca, también la relación de los viajes del departamento con el resto del país. Dadas las características económicas del Meta, el corredor de Bogotá-Villavicencio tiene un tráfico alto en el que cerca del 31% corresponde a transporte de Carga.

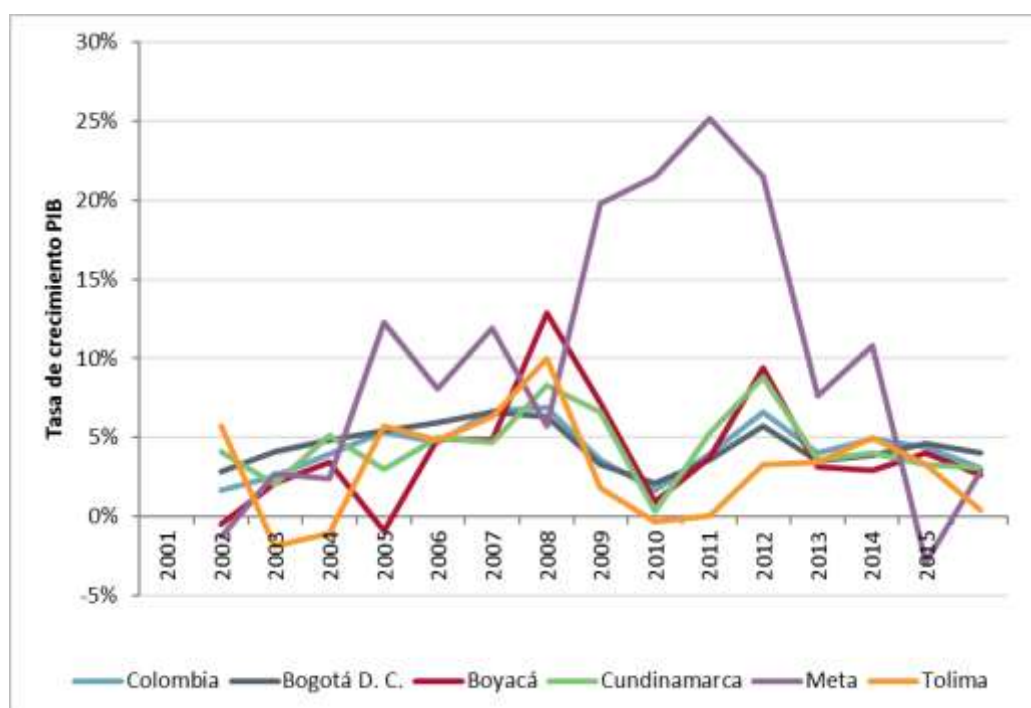
Por último, el departamento de Tolima fue analizado en conjunto con el occidente de Cundinamarca, en especial por la relación del triángulo entre los peajes de El Korán – Honda – Bicentenario. Estos tres peajes complementan sus tráficos y es posible determinar los viajes que se dirigen desde o hacia el centro y norte del país en los que la mayoría son transporte de carga dada la partición analizada.

Igualmente, los viajes hacia el Occidente del país se desplazan a través del peaje de Cajamarca en el que el 60% del tráfico corresponde a camiones, por lo que el transporte de carga a través de este corredor es importante por la conexión de la capital con el puerto. Finalmente, la conexión hacia el sur del país es a través del peaje de El Patá del cual se puede observar una participación importante del transporte de carga con 37%.

Comportamiento histórico del PIB Departamental con los tráficos

Teniendo en cuenta que una de las variables macroeconómicas que se mide con mayor rigurosidad es el Producto Interno Bruto, para el presente estudio se utilizó el PIB de Colombia junto con los PIB Departamentales de la Región en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2015, tomando como referente los registros históricos de las estadísticas registradas por el DANE.

Figura 4.5: Comportamiento del PIB nacional y departamentos RAPE para el periodo 2000-2015



Fuente: Steer Davies Gleave con base en información estadística histórica DANE.

Tabla 4.2: Tasas de crecimiento de PIB Nacional y Departamental de la Región Central

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Colombia	1,7	2,5	3,9	5,3	4,7	6,7	6,9	3,5	1,7	4,0	6,6	4,0	4,9	4,4	3,1
Bogotá D. C.	2,8	4,1	4,8	5,4	5,9	6,6	6,3	3,3	2,1	3,6	5,7	3,5	3,9	4,6	4,0
Boyacá	-0,5	2,1	3,4	-0,9	4,9	4,8	12,9	7,2	0,9	3,7	9,4	3,1	2,9	4,0	2,6
Cundinamarca	4,1	2,0	5,1	3,0	5,0	4,7	8,3	6,6	0,3	5,3	8,8	3,6	4,0	3,3	3,0
Meta	-1,3	2,7	2,4	12,3	8,1	11,9	5,7	19,8	21,5	25,2	21,5	7,6	10,8	-2,9	2,8
Tolima	5,7	-1,9	-1,1	5,7	4,8	6,3	10,0	1,8	-0,3	0,0	3,3	3,4	5,0	3,3	0,4

Fuente: Steer Davies Gleave con base en información estadística histórica DANE.

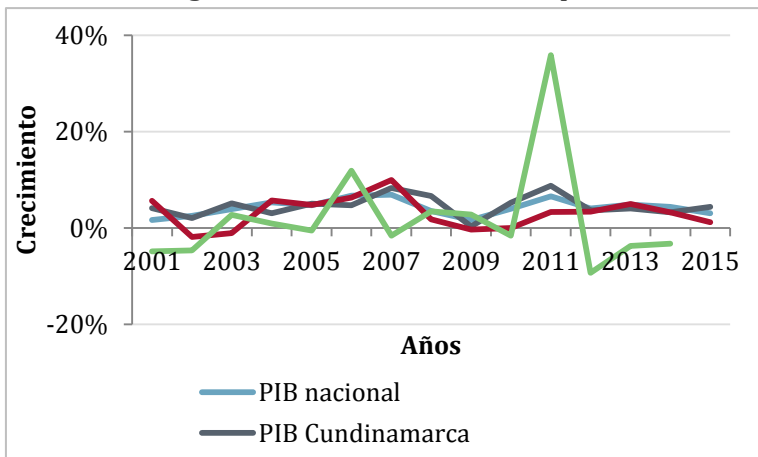
Se identifica el fuerte cambio que presenta el PIB departamental del Meta entre el año 2008 y 2012, relacionado principalmente a la producción y auge petrolero que se presentó en dicho periodo. Sin embargo, se observa que recientemente hacia 2015 el comportamiento presenta un cambio drástico a la baja atribuido a la crisis petrolera que se ha presentado en los últimos años.

Las siguientes figuras muestran el análisis del crecimiento histórico del tráfico en las estaciones de peaje antes mencionadas y la relación que estas tasas de crecimiento tienen con el crecimiento de los diferentes PIB departamentales seleccionados.

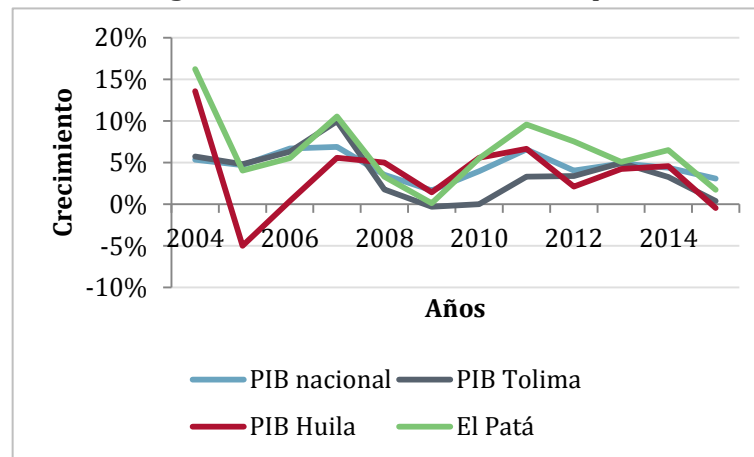
Se identifica que en algunos casos el comportamiento del peaje puede relacionarse al crecimiento económico de su zona de influencia, lo anterior no directamente en proporcionales de las tasas de crecimiento sino en la tendencia de crecimiento o decrecimiento, como es el caso de la conexión de la Región Central con el centro, suroriente, nororiente y norte.

Figura 4.6: Históricos de crecimiento de tráfico y su relación con los diferentes PIB

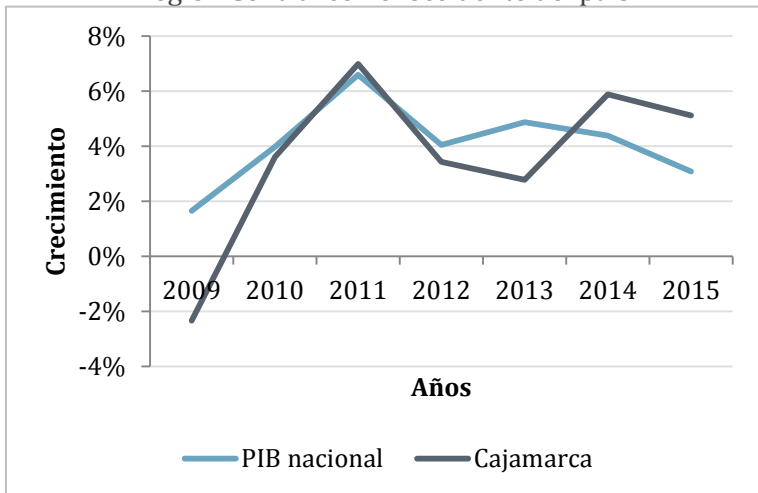
Región Central con el centro del país.



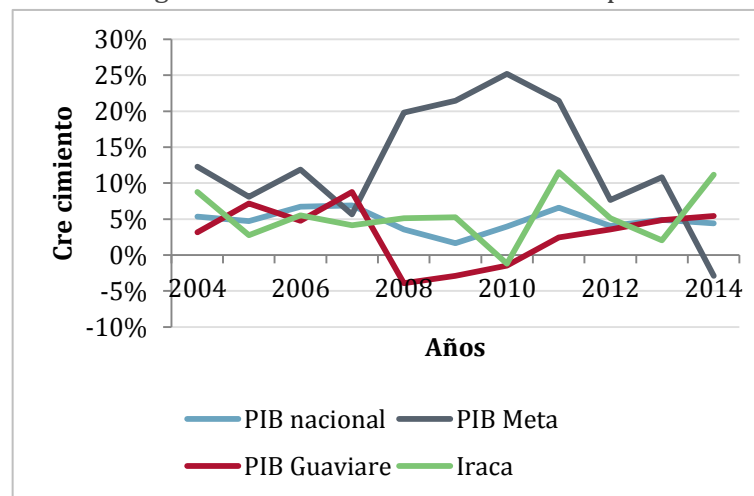
Región Central con el suroriente del país.



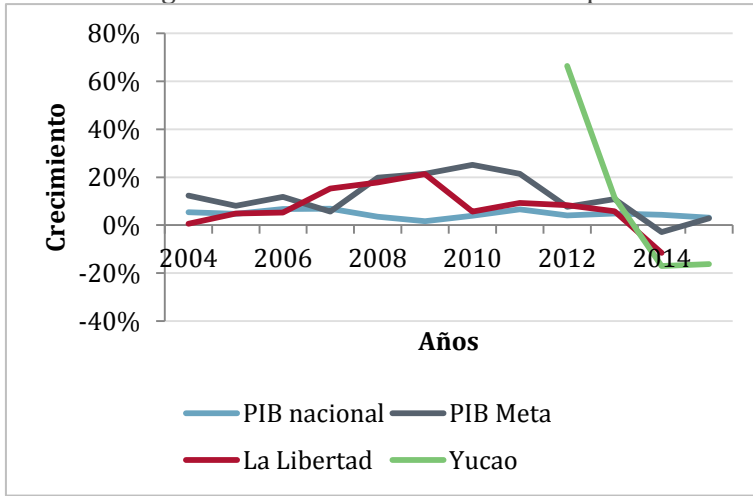
Región Central con el occidente del país.



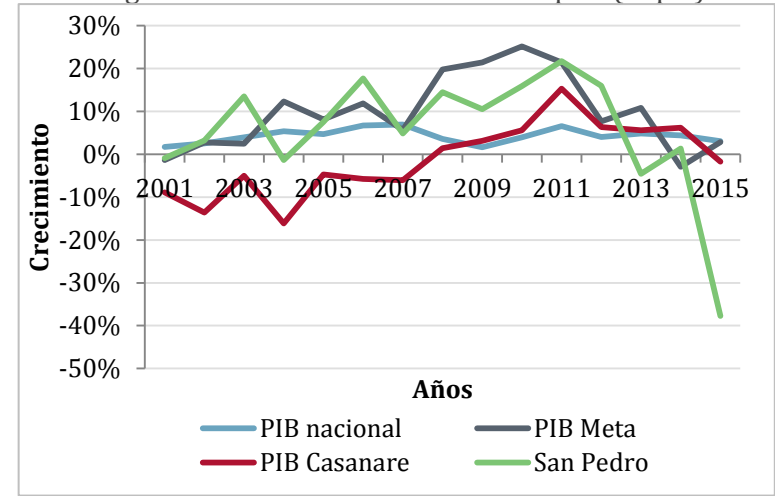
Región Central con el suroccidente del país.



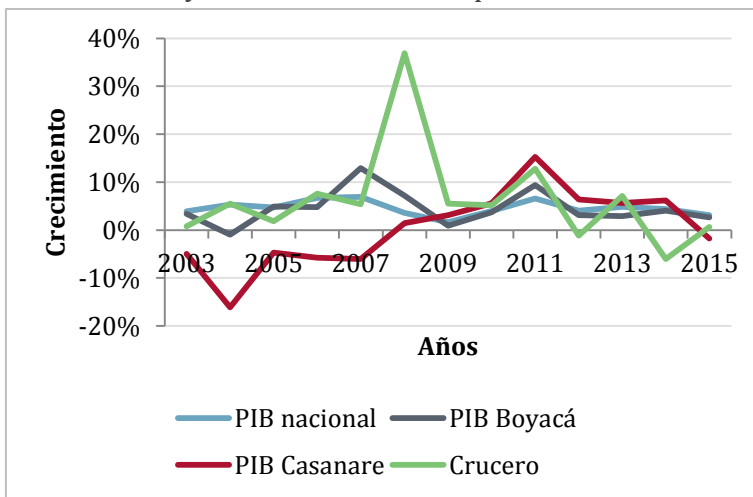
Región Central con la Altillanura del país.



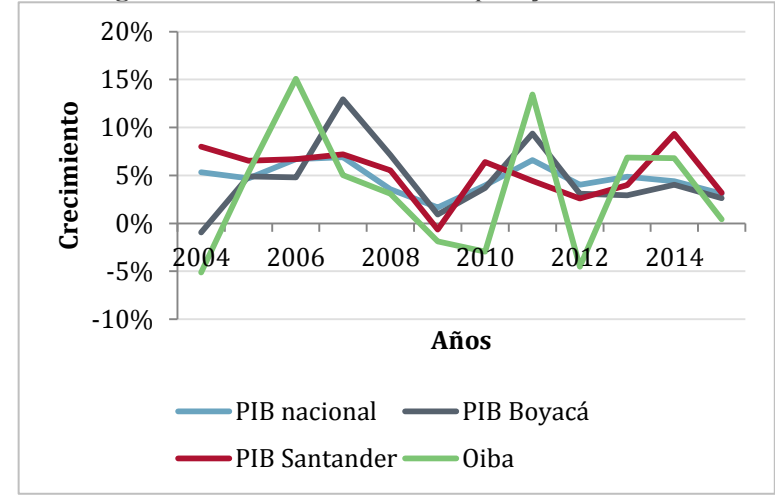
Región Central con el Nororiente del país (Yopal)

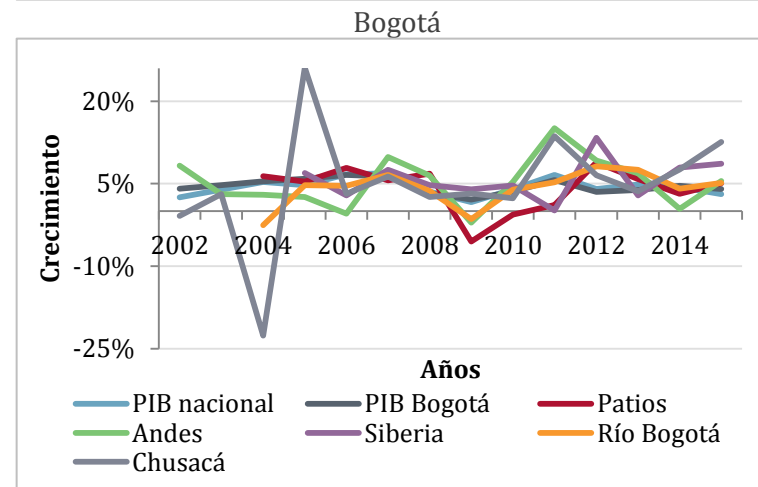
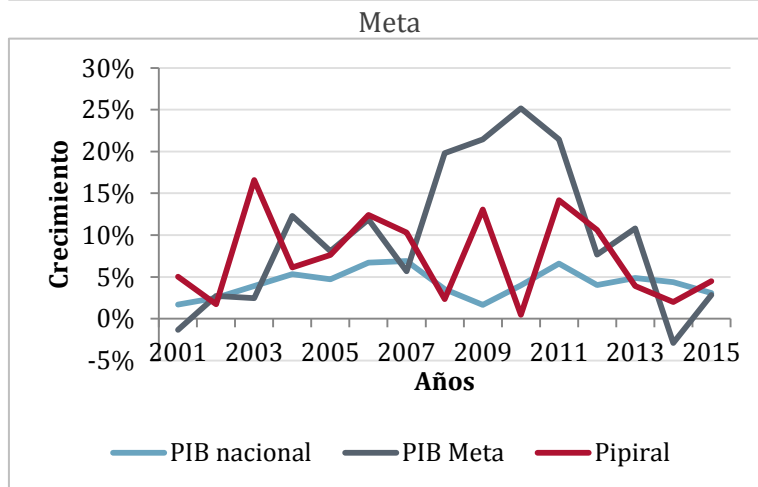
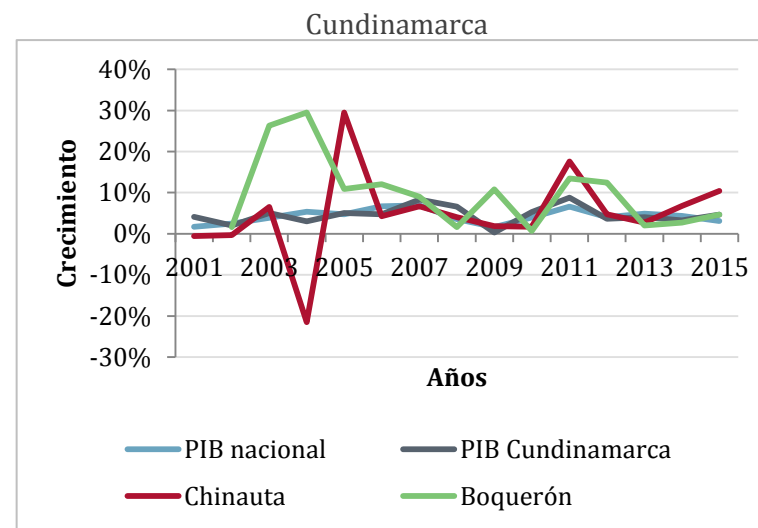
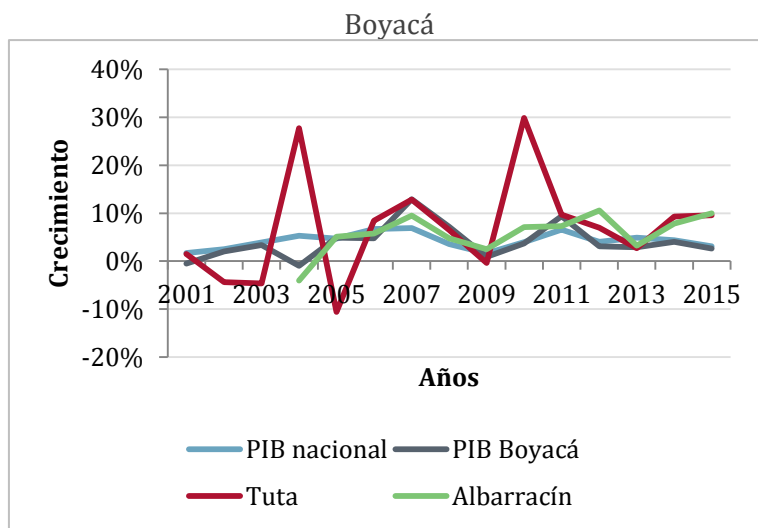


Boyacá con el Oriente del país. Llanos



Región central con el Norte del país y Santanderes.





Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Modelos de crecimiento

Con base en los valores de tráfico histórico para los peajes elegidos que representan cada una de las subregiones de la RAPE y del PIB de los últimos quince años se desarrollaron modelos de crecimiento cuyo objetivo es establecer una relación matemática entre la tasa de crecimiento del PIB y la tasa de crecimiento del universo de viajes del área de estudio.

El modelo estadístico permite realizar predicciones de tráfico en años futuros de acuerdo a las proyecciones macroeconómicas, utilizando la siguiente formulación:

$$TPDA = \alpha * PIB^{\beta}$$

Donde,

- TPDA: Tránsito promedio diario anual
- PIB: producto interno bruto
- β y α son los parámetros de calibración del modelo

Aplicando logaritmo a la ecuación se estima los parámetros a través de una regresión lineal. El parámetro β indica la elasticidad del crecimiento del tráfico respecto al crecimiento del PIB.

En total se realizaron 312 modelos teniendo en cuenta todas las posibles combinaciones por tipo de vehículo, conexión y PIB. Estos modelos relacionan el tráfico histórico, para todas las plazas que representan el área de influencia del proyecto con la relación que hay con el PIB Nacional y Departamental, de este modo se hallaron los estadísticos de bondad de ajuste.

Los PIB departamentales empleados no pertenecen únicamente a los que conforman la Región Central, sino también, considerando el corredor de conexión estratégico nacional e interno en la región al que pertenece, se incluyeron los PIB de algunos de los departamentos colindantes a la misma.

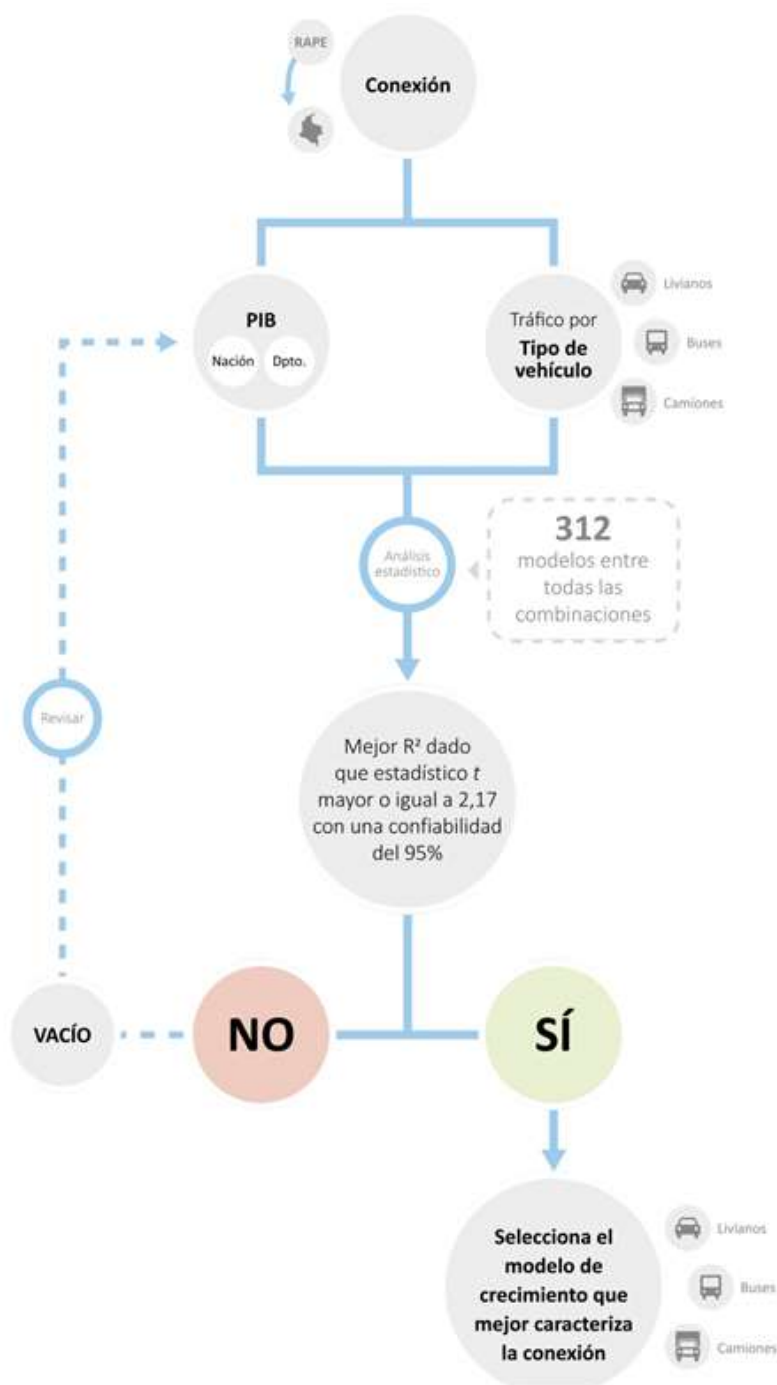
Teniendo en cuenta que eran bastantes modelos con los que se probó el comportamiento del tráfico para las diferentes conexiones de la Región Central, se utilizó una metodología para escoger los mejores modelos de crecimiento que estadísticamente soporten la relación PIB – tráfico de la zona de estudio.

A cada modelo, se le aplicó un análisis estadístico con el fin de determinar su confiabilidad y evaluar su pertinencia de uso. El criterio de decisión empleado establece que el modelo para la proyección del tráfico a futuro debe corresponder al de mayor coeficiente de

determinación (R2), cuando el estadístico t (Prueba t – Student) tenga un valor mayor o igual a 2.17, esto permitiendo una confiabilidad del 95% de los datos. De esta manera, se depuraron y escogieron los más representativos.

En la figura siguiente se incluye en diagrama de flujo de la metodología descrita que ilustra claramente su aplicación.

Figura 4.7: Metodología para la definición de los modelos de crecimiento a emplear



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

A continuación, se presentan los modelos de crecimiento elegidos con base en la metodología planteada y los indicadores estadísticos para cada caso.

Tabla 4.3: Modelos de crecimiento de la demanda

Peaje	Conexión	Departamento	PIB	Tipo de vehículo	Intercepto	Elasticidad	Correlación	R2	t-stat	
Albarracín	Interno Boyacá	Cundinamarca	Nacional	Camiones totales	-5,17	1,00	0,97	0,94	-5,11	12,73
Albarracín	Interno Boyacá	Cundinamarca	Nacional	Livianos	-10,94	1,50	0,96	0,92	-6,21	11,00
Andes	Bogotá Norte	Cundinamarca	Bogotá	Camiones totales	-6,99	1,27	0,96	0,92	-5,88	12,31
Andes	Bogotá Norte	Cundinamarca	Nacional	Livianos	-4,11	1,08	0,95	0,91	-3,54	12,01
Boquerón	Bogotá Oriente	Cundinamarca	Bogotá	Camiones totales	-10,91	1,993	0,97	0,934	-7,786	14,102
Boquerón	Bogotá Oriente	Cundinamarca	Bogotá	Livianos	-13,31	1,89	0,98	0,96	-10,99	18,02
Cajamarca	Occidente	Tolima	Nacional	Camiones totales	-3,04	0,85	0,96	0,92	-2,22	8,14
Cajamarca	Occidente	Tolima	Nacional	Livianos	-3,29	0,91	0,99	0,97	-4,06	14,56
Chinauta	Interno Cundinamarca sur	Cundinamarca	Nacional	Camiones totales	-7,20	1,21	0,96	0,92	-5,47	11,86
Chinauta	Interno Cundinamarca sur	Cundinamarca	Nacional	Livianos	-3,50	1,00	0,93	0,86	-2,48	9,12
Crucero	Nororienté	Boyacá	Boyacá	Camiones totales	-10,71	1,83	0,98	0,95	-9,99	15,90
Crucero	Nororienté	Boyacá	Boyacá	Livianos	-5,56	1,35	0,96	0,93	-5,43	12,23
El patá	Suroccidente	Tolima	Nacional	Camiones totales	-11,52	1,42	0,99	0,98	-15,30	24,43
El patá	Suroccidente	Tolima	Nacional	Livianos	-10,16	1,34	0,99	0,98	-13,78	23,48
Honda-Koran-Bicentenario	Centro	Tolima	Cundinamarca	Camiones totales	2,69	0,57	0,88	0,77	3,20	6,78
Honda-Koran-Bicentenario	Centro	Tolima	Cundinamarca	Livianos	2,22	0,55	0,86	0,74	2,58	6,34
Iraca	Surorienté	Meta	Nacional	Camiones totales	-4,44	0,84	0,97	0,95	-5,46	13,28
Iraca	Surorienté	Meta	Nacional	Livianos	-9,81	1,33	0,99	0,99	-16,34	28,61
Oiba	Norte	Santander	Boyacá	Camiones totales	-5,04	1,23	0,84	0,70	-2,24	5,07
Oiba	Norte	Santander	Boyacá	Livianos	1,55	0,62	0,90	0,80	1,79	6,67
Pipiral	Interno Meta	Meta	Cundinamarca	Camiones totales	-7,36	1,624	0,99	0,988	-16,08	35,20
Pipiral	Interno Meta	Meta	Nacional	Livianos	-12,50	1,62	0,99	0,97	-12,85	21,43
Rio Bogotá	Bogotá Occidente	Cundinamarca	Nacional	Camiones totales	-4,17	0,95	0,97	0,95	-4,80	14,23
Rio Bogotá	Bogotá Occidente	Cundinamarca	Nacional	Livianos	-3,78	1,02	0,95	0,90	-2,86	9,94

Peaje	Conexión	Departamento	PIB	Tipo de vehículo	Intercepto	Elasticidad	Correlación	R2	t-stat	
San Pedro	Oriente Yopal	Casanare	Meta	Camiones totales	-5,00	1,22	0,99	0,98	-11,69	26,55
San Pedro	Oriente Yopal	Casanare	Meta	Livianos	1,96	0,52	0,98	0,97	7,96	19,75
Siberia	Bogotá Centro Norte	Cundinamarca	Nacional	Camiones totales	-17,23	1,85	0,96	0,93	-8,35	11,59
Siberia	Bogotá Centro Norte	Cundinamarca	Bogotá	Livianos	-5,70	1,22	0,99	0,98	-7,99	19,82
Tuta	Interno Boyacá	Boyacá	Nacional	Camiones totales	-10,55	1,41	0,98	0,97	-11,54	19,89
Tuta	Interno Boyacá	Boyacá	Boyacá	Livianos	-7,41	1,70	0,94	0,87	-4,66	9,89
La Libertad	Oriente	Meta	Meta	Camiones totales	-1,43	0,88	0,97	0,93	-2,03	11,82
La Libertad	Oriente	Meta	Meta	Livianos	2,05	0,59	0,99	0,98	7,37	19,86

Fuente: Steer Davies Gleave con base en los registros vehiculares de cada estación de peaje y en los valores del PIB reportados por el DANE.

Los modelos presentan valores y signos coherentes, y una alta correlación entre tráfico histórico y el PIB. Los modelos desarrollados permiten inferir que los camiones son los vehículos con mayor sensibilidad a un cambio en el PIB, lo cual es coherente, dado que la cantidad de viajes de carga depende de la cantidad de productos que produzca y consuma el mercado nacional.

La siguiente tabla muestra las elasticidades PIB-tráfico utilizadas para estimar las tasas de crecimientos de la demanda de transporte en el área de estudio para el 2025.

Tabla 4.4: Elasticidades PIB-tráfico entre la base y el 2025

Peaje	Conexión	Elasticidades			PIB empleado		
		Buses	Camiones totales	Livianos	Buses	Camiones totales	Livianos
Albarracín	Interno Boyacá	0,7632	0,9966	1,4984	Nacional	Nacional	Nacional
Andes	Bogotá Norte	1,0668	1,2700	1,0848	Nacional	Bogotá	Nacional
Boquerón	Bogotá Oriente	0,8723	1,9935	1,8937	Bogotá	Cundinamarca	Bogotá
Cajamarca	Occidente	0,6818	0,8526	0,9070	Nacional	Nacional	Nacional
Chinauta	Interno Cundinamarca sur	0,8543	1,2136	1,0032	Nacional	Nacional	Nacional
Crucero	Nororiente	1,4770	1,8343	1,3481	Boyacá	Boyacá	Boyacá
El Patá	Suroccidente	1,2735	1,4221	1,3387	Nacional	Nacional	Nacional
Honda-Koran-Bicentenario	Centro	0,5735	0,5735	0,5504	Cundinamarca	Cundinamarca	Cundinamarca
Oiba	Norte	0,4891	1,2254	0,6215	Boyacá	Boyacá	Boyacá
Pipiral	Interno Meta	0,3984	1,6234	1,6202	Meta	Cundinamarca	Nacional
Rio Bogotá	Bogotá Occidente	0,4871	0,9544	1,0176	Cundinamarca	Nacional	Nacional
San Pedro	Oriente Yopal	2,0827	1,2159	0,5196	Nacional	Meta	Meta
Siberia	Bogotá Centro Norte	0,3939	1,8451	1,2178	Cundinamarca	Nacional	Bogotá
Tuta	Interno Boyacá	1,1514	1,4141	1,7013	Nacional	Nacional	Boyacá
La Libertad	Oriente	0,7213	0,8806	0,5859	Meta	Meta	Meta

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Debido a la incertidumbre existente con relación al futuro, se optó por hacer la proyección a 10 años en un escenario conservador, por lo que las elasticidades utilizadas para la determinación de los factores de crecimiento del año 2035 tuvieron una reducción del 10% de su valor.

A continuación, se presentan las elasticidades PIB – tráfico empleadas en la estimación de las tasas de crecimiento de la demanda de transporte en el año 2035.

Tabla 4.5: Elasticidades PIB-tráfico para el 2035

Peaje	Conexión	Elasticidades			PIB empleado		
		Buses	Camiones totales	Livianos	Buses	Camiones totales	Livianos
Albarracín	Interno Boyacá	0,6868	0,8969	1,3485	Nacional	Nacional	Nacional
Andes	Bogotá Norte	0,9601	1,1430	0,9763	Nacional	Bogotá	Nacional
Boquerón	Bogotá Oriente	0,7850	1,7941	1,7043	Bogotá	Cundinamarca	Bogotá
Cajamarca	Occidente	0,6136	0,7673	0,816	Nacional	Nacional	Nacional
Chinauta	Interno Cundinamarca sur	0,7688	1,0922	0,9028	Nacional	Nacional	Nacional
Crucero	Nororiente	1,3293	1,6508	1,2132	Boyacá	Boyacá	Boyacá
El Patá	Suroccidente	1,1461	1,2798	1,2048	Nacional	Nacional	Nacional
Honda- Koran- Bicentenari o	Centro	0,5161	0,5161	0,4953	Cundinamarca	Cundinamarca	Cundinamarca
Oiba	Norte	0,4401	1,1028	0,5593	Boyacá	Boyacá	Boyacá
Pipiral	Interno Meta	0,3585	1,4619	1,4581	Meta	Cundinamarca	Nacional
Rio Bogotá	Bogotá Occidente	0,4383	0,8589	0,9158	Cundinamarca	Nacional	Nacional
San Pedro	Oriente Yopal	1,8744	1,0943	0,4676	Nacional	Meta	Meta
Siberia	Bogotá Centro Norte	0,3545	1,6605	1,0960	Cundinamarca	Nacional	Bogotá
Tuta	Interno Boyacá	1,0362	1,2726	1,5311	Nacional	Nacional	Boyacá
La Libertad	Oriente	0,6491	0,7925	0,5273	Meta	Meta	Meta

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tabla 4.6: Elasticidades PIB-tráfico promedio para la Región Central

RAPE	Buses	Camiones Totales	Livianos
Base-2025	0,886	1,288	1,127
2025-2035	0,797	1,159	1,014

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, la demanda de transporte será incrementada para los años horizontes del plan intermodal de transporte regional a las proyecciones del PIB departamental de acuerdo con el análisis realizado que explica cada subzona para los años venideros y los modelos de crecimiento de la demanda mostrados previamente. Es importante señalar que las elasticidades resultantes se consideran aceptables y son consistentes con otros valores encontrados en Colombia en los últimos años para carreteras interurbanas.

Proyecciones del PIB

Para el presente estudio se utilizaron las proyecciones del PIB desarrolladas por Fedesarrollo en el marco del presente estudio de acuerdo con la metodología explicada en este documento.

En la siguiente tabla se presenta la tasa de crecimiento esperada según las proyecciones de Fedesarrollo, que fueron base para la estimación del factor de crecimiento del tráfico a los años 2025 y 2035 según la formulación presentada en la sección de modelos de crecimiento.

Tabla 4.7: Proyecciones de crecimiento del PIB departamental durante el periodo 2016-2035

Año	Nacional	Bogotá	Boyacá	Cundinamarca	Guaviare	Meta
2016	0,69%	3,96%	2,22%	3,96%	12,34%	-3,85%
2017	2,77%	3,25%	3,48%	3,25%	2,69%	0,65%
2018	3,55%	3,74%	4,20%	3,74%	3,93%	1,27%
2019	4,27%	4,56%	4,63%	4,56%	4,41%	4,30%
2020	4,33%	4,47%	5,12%	4,47%	4,83%	2,16%
2021	4,45%	4,45%	4,44%	4,44%	4,41%	4,44%
2022	4,45%	4,44%	4,45%	4,45%	4,60%	4,45%
2023	4,44%	4,44%	4,45%	4,44%	4,39%	4,44%
2024	4,44%	4,45%	4,44%	4,45%	4,38%	4,45%
2025	4,45%	4,45%	4,45%	4,45%	4,52%	4,45%
2026	4,45%	4,44%	4,44%	4,45%	4,48%	4,45%
2027	4,44%	4,44%	4,45%	4,44%	4,43%	4,44%
2028	4,45%	4,45%	4,45%	4,44%	4,38%	4,45%
2029	4,44%	4,45%	4,44%	4,45%	4,47%	4,45%
2030	4,45%	4,45%	4,44%	4,44%	4,41%	4,45%
2031	4,44%	4,44%	4,45%	4,44%	4,47%	4,44%
2032	4,44%	4,45%	4,45%	4,45%	4,40%	4,44%
2033	4,45%	4,44%	4,44%	4,45%	4,56%	4,45%
2034	4,44%	4,45%	4,45%	4,44%	4,36%	4,45%

2035	4,44%	4,44%	4,44%	4,45%	4,49%	4,44%
2036	4,45%	4,45%	4,44%	4,45%	4,40%	4,44%

Fuente: Steer Davies Gleave con base en proyecciones Fedesarrollo, 2016

Proyecciones de crecimiento del tráfico en la zona de estudio

El crecimiento de la movilidad en el área de estudio resulta de la estimación de las tasas que se deben aplicar a las matrices origen-destino por cada par origen-destino de los diferentes tipos de vehículo. Para estimar el crecimiento se establecieron tasas diferenciadas para cada tipo de vehículo. Empleando los modelos presentados anteriormente y las proyecciones del PIB se obtienen las siguientes tasas de crecimiento promedio anual de la demanda de transporte en la Región Central.

Tabla 4.8: Crecimiento promedio anual proyectado de la demanda vehicular en los periodos base-2025 y 2025-2035

Peaje	Conexión	2025			2035		
		Buses	Camiones totales	Livianos	Buses	Camiones totales	Livianos
Albarracín	Interno Boyacá	2,9%	3,8%	5,7%	3,3%	4,4%	6,7%
Andes	Bogotá Norte	4,0%	5,3%	4,1%	4,7%	5,6%	4,8%
Boquerón	Bogotá Oriente	3,3%	7,4%	7,3%	4,2%	9,9%	9,4%
Cajamarca	Occidente	2,6%	3,2%	3,4%	3,0%	3,7%	4,0%
Chinauta	Interno Cundinamarca sur	3,2%	4,6%	3,8%	3,7%	5,4%	4,4%
Crucero	Nororiente	5,8%	7,3%	5,3%	6,6%	8,2%	6,0%
El Patá	Suroccidente	4,8%	5,4%	5,1%	5,6%	6,3%	5,9%
Honda-Koran-Bicentenario	Centro	2,3%	2,3%	2,2%	2,5%	2,5%	2,4%
Oiba	Norte	1,9%	4,8%	2,4%	2,1%	5,4%	2,7%
Pipiral	Interno Meta	1,1%	6,6%	6,2%	1,7%	7,2%	7,2%
Rio Bogotá	Bogotá Occidente	1,9%	3,6%	3,9%	2,1%	4,2%	4,5%
San Pedro	Oriente Yopal	8,1%	3,3%	1,4%	9,4%	5,4%	2,3%
Siberia	Bogotá Centro Norte	1,6%	7,1%	5,1%	1,7%	8,3%	5,4%
Tuta	Interno Boyacá	4,4%	5,4%	6,7%	5,1%	6,3%	7,6%
La Libertad	Oriente	1,9%	2,4%	1,6%	3,4%	4,2%	2,8%

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

5 Proyecciones de tráfico

Con la definición de la Red básica para el Plan Maestro de Transporte Intermodal de la Región Central, se generaron las proyecciones de tráfico teniendo en cuenta que estas se convierten en el principal input para la priorización de los proyectos en los diferentes modos, de acuerdo con la misma metodología de priorización tenida en cuenta para el PMTI nacional. Asimismo, parte de los insumos principales para el desarrollo de este ejercicio corresponden a las matrices base del PMTI, las cuales fueron analizadas con mayor detalle para la Región Central.

Para determinar las proyecciones de tráfico se realizó como parte del Plan Intermodal de Transporte Regional un análisis de matrices por modo, identificando los pares Orígenes-Destino que hacen parte de la Región Central y analizando la dinámica de los viajes que se generan y atraen en los diferentes tipos de vehículo. Con este análisis, fue posible identificar las conexiones que mejor permiten explicar el comportamiento del tráfico para cada uno de los viajes y de este modo asociarlo a un crecimiento adecuado de acuerdo con las relaciones del tráfico y las dinámicas económicas de cada una de las zonas de la Región Central, como se presentó en el capítulo anterior.

Por lo anterior, el crecimiento de la demanda de transporte en el tiempo para la Región Central no implica por si solo un incremento de iguales proporciones en el tráfico de los diferentes corredores de estudio, sino que está explicado de acuerdo a las características de la red vial y las condiciones de tráfico que generaran que existan incrementos en flujo vehicular en mayor proporción que otros.

En las siguientes tablas se muestran los municipios que abarcan el 75% de los viajes diarios que se originan y se atraen en la Región Central, esto tanto para vehículos livianos como para camiones. Adicionalmente se presenta, según las proyecciones de demanda del apartado anterior, la distribución de los viajes diarios para los escenarios futuros y el porcentaje de viajes totales que cada municipio representa.

Tabla 5.1: Viajes diarios de livianos originados en la Región Central en los diferentes horizontes de tiempo.

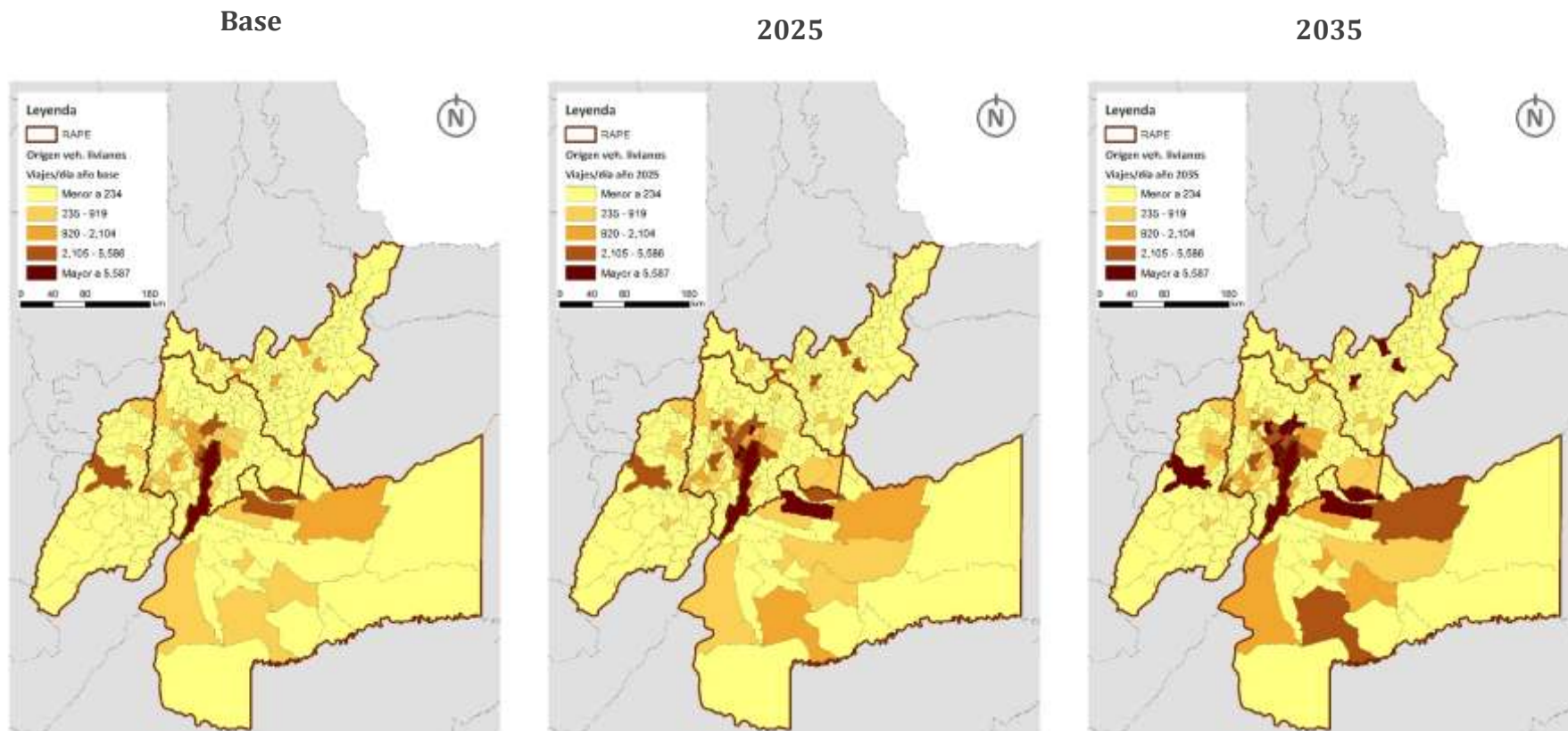
MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	BASE	2025	2035	%
BOGOTÁ	BOGOTA D.C.	28.872	50.341	89.546	25,20%
MOSQUERA	CUNDINAMARCA	5.586	8.918	14.141	4,87%
TABIO	CUNDINAMARCA	5.285	8.576	13.682	4,61%

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	BASE	2025	2035	%
FUNZA	CUNDINAMARCA	4.461	7.695	13.658	3,89%
VILLAVICENCIO	META	3.847	6.170	10.514	3,36%
SOACHA	CUNDINAMARCA	2.992	4.869	7.821	2,61%
ZIQUAIRA	CUNDINAMARCA	2.883	4.678	7.464	2,52%
SUBACHOQUE	CUNDINAMARCA	2.813	5.118	8.642	2,45%
CUMARAL	META	2.738	5.452	10.673	2,39%
IBAGUE	TOLIMA	2.728	4.122	6.182	2,38%
LA VEGA	CUNDINAMARCA	2.104	3.832	6.473	1,84%
SOGAMOSO	BOYACA	2.061	4.374	8.932	1,80%
TUNJA	BOYACA	2.028	4.169	8.297	1,77%
MADRID	CUNDINAMARCA	2.009	3.626	6.095	1,75%
DUITAMA	BOYACA	2.009	3.738	6.680	1,75%
LA CALERA	CUNDINAMARCA	1.699	2.861	4.635	1,48%
PUERTO LOPEZ	META	1.625	1.958	2.578	1,42%
EL ROSAL	CUNDINAMARCA	1.564	2.848	4.810	1,36%
FACATATIVA	CUNDINAMARCA	1.492	2.713	4.578	1,30%
CHIQUINQUIRA	BOYACA	1.465	2.860	5.452	1,28%
ANAPOIMA	CUNDINAMARCA	1.450	2.289	3.560	1,27%
LA MESA	CUNDINAMARCA	1.396	2.194	3.395	1,22%
VILLETÁ	CUNDINAMARCA	1.395	2.370	3.850	1,22%
GIRARDOT	CUNDINAMARCA	1.311	2.027	3.089	1,14%
SAN FRANCISCO	CUNDINAMARCA	1.080	1.967	3.323	0,94%

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016.

De los 25 municipios que representan el 75% del total de viajes diarios originados en la Región central para vehículos livianos el más importante es Bogotá con el 25,20% de los viajes totales de la región, de los municipios restantes 16 son de Cundinamarca, 4 de Boyacá, 3 del Meta, 1 del Tolima.

Figura 5.1: Orígenes de viajes diarios vehículos livianos en la región central para los horizontes del Plan Intermodal de Transporte Regional.



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

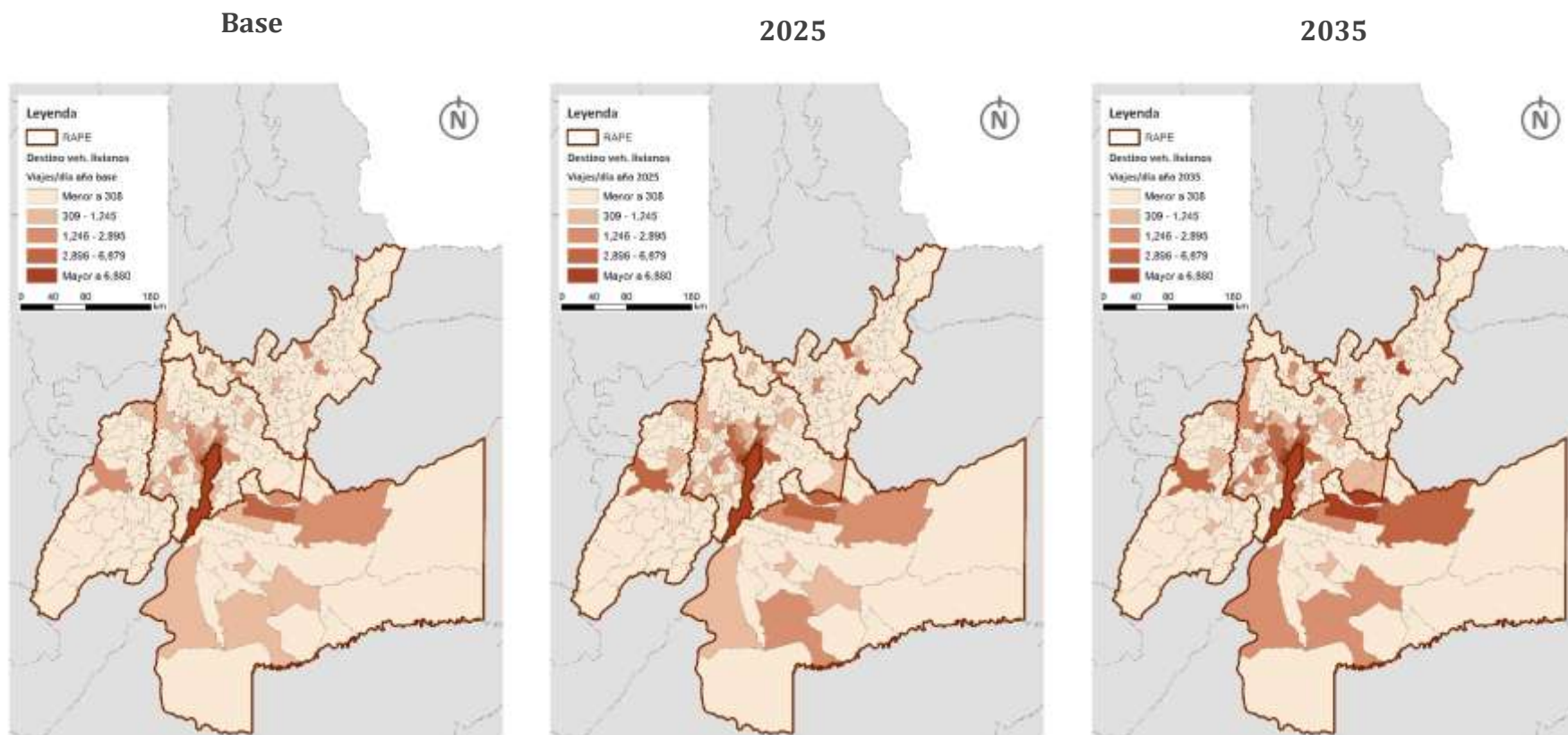
Por otro lado, Bogotá representa el 27,16% del total de viajes en vehículos livianos con destino en la Región Central, seguido de municipios mayoritariamente en Cundinamarca; 17 de los 25 que representan el 75% de los viajes diarios.

Tabla 5.2: Viajes de livianos con destino en la Región Central en los diferentes horizontes de tiempo.

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	BASE	2025	2035	%
BOGOTÁ	BOGOTA D.C.	31.117	50.943	82.226	27,16%
CHIA	CUNDINAMARCA	6.879	11.582	19.563	6,00%
MOSQUERA	CUNDINAMARCA	4.447	7.234	11.809	3,88%
VILLAVICENCIO	META	3.837	6.089	10.170	3,35%
FUNZA	CUNDINAMARCA	2.895	4.904	8.235	2,53%
IBAGUE	TOLIMA	2.828	4.243	6.317	2,47%
DUITAMA	BOYACA	2.683	5.568	11.217	2,34%
CAJICA	CUNDINAMARCA	2.504	4.152	6.758	2,19%
CUMARAL	META	2.475	5.112	11.437	2,16%
SOGAMOSO	BOYACA	2.435	4.377	7.641	2,13%
CHIQUINQUIRA	BOYACA	2.145	3.932	7.101	1,87%
LA VEGA	CUNDINAMARCA	2.112	3.708	6.281	1,84%
FACATATIVA	CUNDINAMARCA	2.051	3.504	5.839	1,79%
MADRID	CUNDINAMARCA	1.849	3.008	4.915	1,61%
LA CALERA	CUNDINAMARCA	1.830	3.280	6.005	1,60%
ZIPAQUIRA	CUNDINAMARCA	1.826	3.079	5.127	1,59%
PUERTO LOPEZ	META	1.678	2.614	4.829	1,46%
SOACHA	CUNDINAMARCA	1.585	2.594	4.145	1,38%
LA MESA	CUNDINAMARCA	1.537	2.481	3.960	1,34%
GIRARDOT	CUNDINAMARCA	1.529	2.490	4.031	1,33%
ANAPOIMA	CUNDINAMARCA	1.456	2.427	4.009	1,27%
COTA	CUNDINAMARCA	1.383	2.356	3.875	1,21%
EL ROSAL	CUNDINAMARCA	1.344	2.450	4.242	1,17%
SOPO	CUNDINAMARCA	1.328	2.239	3.784	1,16%
VILLETA	CUNDINAMARCA	1.245	2.269	3.888	1,09%

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016.

Figura 5.2: Destinos de viajes diarios vehículos livianos en la región central para los horizontes del Plan Intermodal de Transporte Regional.



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

En el caso de los viajes de camiones, aunque los principales orígenes se conservan con respecto a los livianos, su distribución es más equitativa teniendo concentrado el 75% del total de viajes originados en la Región central en 53 municipios, el doble del caso de los livianos.

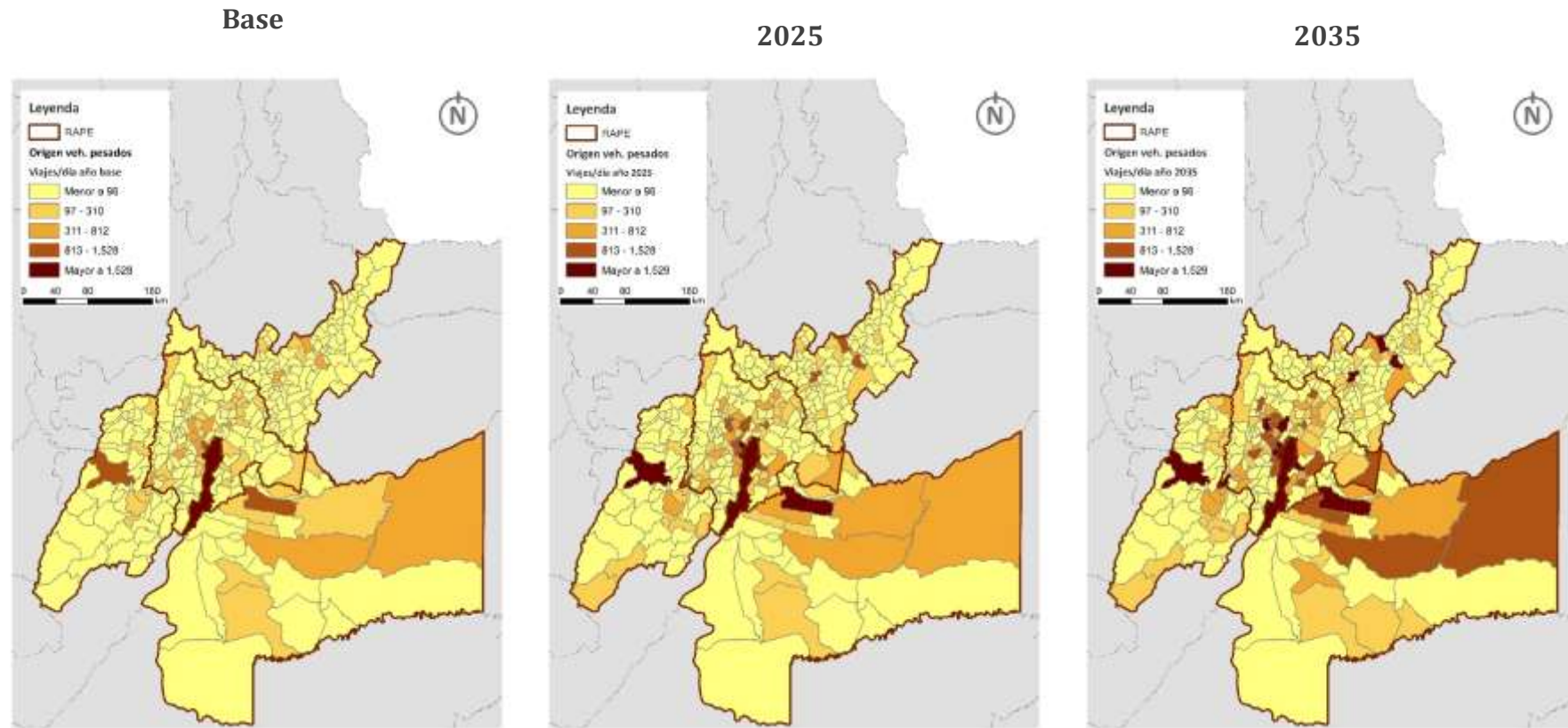
Tabla 5.3: Viajes de camiones originados en la Región Central en los diferentes horizontes de tiempo.

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	BASE	2025	2035	%
BOGOTÁ	CUNDINAMARCA	6989	13383	26526	20,32%
FUNZA	CUNDINAMARCA	1528	3891	12376	4,44%
VILLAVICENCIO	META	1384	2575	5039	4,02%
IBAGUE	TOLIMA	1099	1843	3048	3,19%
TUNJA	BOYACA	812	1468	2612	2,36%
GIRARDOT	CUNDINAMARCA	634	1011	1613	1,84%
SUBACHOQUE	CUNDINAMARCA	632	1113	1858	1,84%
SOGAMOSO	BOYACA	607	1188	2271	1,77%
MADRID	CUNDINAMARCA	532	815	1230	1,55%
TOCANCIPA	CUNDINAMARCA	487	884	1501	1,42%
DUITAMA	BOYACA	486	976	1914	1,41%
MOSQUERA	CUNDINAMARCA	424	935	2248	1,23%
FACATATIVA	CUNDINAMARCA	393	590	877	1,14%
PUERTO GAITAN	META	390	516	780	1,13%
LA VEGA	CUNDINAMARCA	376	852	1874	1,09%
LA MESA	CUNDINAMARCA	352	551	850	1,02%
LA PENA	CUNDINAMARCA	310	535	966	0,90%
ACACIAS	META	306	656	1414	0,89%
UBATE	CUNDINAMARCA	306	529	876	0,89%
SAN FRANCISCO	CUNDINAMARCA	292	655	1436	0,85%
MELGAR	TOLIMA	291	453	705	0,85%
PUERTO LOPEZ	META	290	384	581	0,84%
COTA	CUNDINAMARCA	287	580	1123	0,84%
PARATEBUENO	CUNDINAMARCA	267	621	1391	0,78%
SAN CARLOS GUAROA	META	266	387	556	0,77%
SOACHA	CUNDINAMARCA	250	439	831	0,73%
UBAQUE	CUNDINAMARCA	248	898	3493	0,72%
PUERTO BOYACA	BOYACA	243	319	408	0,71%
HONDA	TOLIMA	223	292	374	0,65%
TAUSA	CUNDINAMARCA	219	341	524	0,64%
ESPINAL	TOLIMA	192	305	486	0,56%
CAJICA	CUNDINAMARCA	189	355	614	0,55%
GUAMO	TOLIMA	188	322	543	0,55%
NOBSA	BOYACA	179	342	638	0,52%
SAN MARTIN	META	177	257	369	0,51%

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	BASE	2025	2035	%
SIBATE	CUNDINAMARCA	175	465	1472	0,51%
CASTILLA LA NUEVA	META	168	243	350	0,49%
AGUA DE DIOS	CUNDINAMARCA	165	247	365	0,48%
PUERTO SALGAR	CUNDINAMARCA	163	214	273	0,47%
SUPATA	CUNDINAMARCA	163	371	821	0,47%
FLANDES	TOLIMA	159	272	462	0,46%
SAN JUAN DE ARAMA	META	147	214	307	0,43%
SUESCA	CUNDINAMARCA	145	227	348	0,42%
EL ROSAL	CUNDINAMARCA	144	228	378	0,42%

Fuente: Steer Davies Gleave

Figura 5.3: Orígenes de viajes diarios vehículos pesados en la región central para los horizontes del Plan Intermodal de Transporte Regional.



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

El principal destino de la carga es la ciudad de Bogotá con un 24,5% de los viajes totales de la Región Central, seguida de Villavicencio con el 4,39%, los siguientes 48 municipios que concentran el 75% del total de viajes tienen en promedio una diferencia porcentual entre ellos del 0,05%, lo que significa que los viajes están equitativamente distribuidos entre dichos municipios.

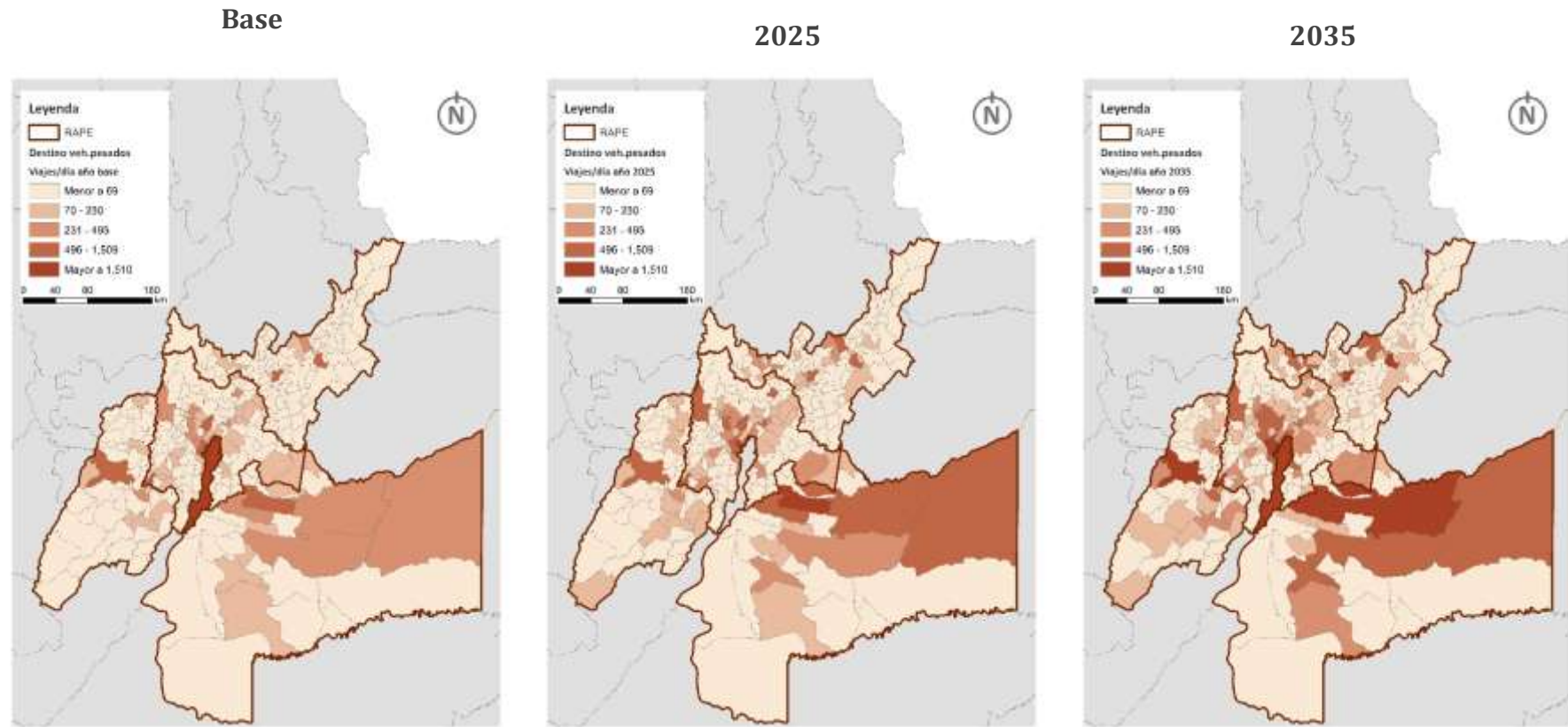
Tabla 5.4: Viajes de camiones que tienen como destino la Región Central en los diferentes horizontes de tiempo.

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	BASE	2025	2035	%
BOGOTA D.C.	CUNDINAMARCA	8424	14071	23549	24,50%
VILLAVICENCIO	META	1509	3361	9355	4,39%
IBAGUE	TOLIMA	924	1449	2275	2,69%
TUNJA	BOYACA	751	1338	2389	2,18%
FUNZA	CUNDINAMARCA	747	1563	3246	2,17%
GIRARDOT	CUNDINAMARCA	728	1243	2106	2,12%
SOGAMOSO	BOYACA	627	1146	2081	1,82%
SUBACHOQUE	CUNDINAMARCA	621	868	1195	1,81%
MOSQUERA	CUNDINAMARCA	618	1453	3602	1,80%
LA VEGA	CUNDINAMARCA	495	833	1353	1,44%
MADRID	CUNDINAMARCA	470	1121	3048	1,37%
GUADUAS	CUNDINAMARCA	450	813	1426	1,31%
PUERTO LOPEZ	META	440	1034	3182	1,28%
DUITAMA	BOYACA	419	742	1297	1,22%
PUERTO GAITAN	META	398	646	1390	1,16%
TOCANCIPA	CUNDINAMARCA	396	771	1445	1,15%
COTA	CUNDINAMARCA	318	666	1375	0,93%
ACACIAS	META	318	765	2348	0,93%
FACATATIVA	CUNDINAMARCA	286	467	778	0,83%
PUERTO BOYACA	BOYACA	284	430	644	0,83%
UBATE	CUNDINAMARCA	272	503	890	0,79%
ESPINAL	TOLIMA	264	430	699	0,77%
VERGARA	CUNDINAMARCA	258	422	670	0,75%
SOACHA	CUNDINAMARCA	230	438	835	0,67%
SAN FRANCISCO	CUNDINAMARCA	229	391	678	0,66%
CUCAITA	BOYACA	217	372	618	0,63%
CHIA	CUNDINAMARCA	211	457	973	0,61%
SAN MARTIN	META	197	308	568	0,57%
MELGAR	TOLIMA	191	305	484	0,56%
CHIQUINQUIRA	BOYACA	190	340	578	0,55%
MEDINA	CUNDINAMARCA	173	256	431	0,50%
PAIPA	BOYACA	173	303	533	0,50%
CAJAMARCA	TOLIMA	168	224	291	0,49%

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	BASE	2025	2035	%
GACHANCIPA	CUNDINAMARCA	152	238	365	0,44%
CAQUEZA	CUNDINAMARCA	148	233	365	0,43%
LA MESA	CUNDINAMARCA	145	251	433	0,42%
CAJICA	CUNDINAMARCA	144	267	468	0,42%
SUPATA	CUNDINAMARCA	144	291	570	0,42%
MESETAS	META	138	370	1229	0,40%
LA CALERA	CUNDINAMARCA	132	229	387	0,38%
TOCAIMA	CUNDINAMARCA	131	219	361	0,38%

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 5.4: Destinos de viajes diarios vehículos pesados en la región central para los horizontes del Plan Intermodal de Transporte Regional.



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Junto con la asignación de las matrices de demanda de viajes, tanto para vehículos livianos como para vehículos de carga, este modelo representa de forma simplificada los patrones de viaje que se observan actualmente en el modo carretero para la Región Central.

A partir de este análisis se identificaron los principales pares origen-destino de la Región Central y son los mostrados en las siguientes tablas; están discriminados por pares para vehículos livianos y camiones, tanto para un escenario base como para los dos cortes temporales futuros.

Tabla 5.5: Principales pares origen – destino de la Región Central para vehículos livianos.

Municipio Origen	Municipio Destino	VIAJES 2013	VIAJES 2025	VIAJES 2035	%
BOGOTÁ	CHIA	5966	10058	17102	5,21%
TABIO	BOGOTÁ	5267	8547	13635	4,60%
MOSQUERA	BOGOTÁ	3766	5930	9190	3,29%
BOGOTÁ	MOSQUERA	2740	4500	7484	2,39%
SUBACHOQUE	BOGOTÁ	2630	4789	8091	2,30%
ZIPAQUIRA	BOGOTÁ	2619	4250	6780	2,29%
FUNZA	BOGOTÁ	2069	3368	5506	1,81%
DUITAMA	SOGAMOSO	2009	3738	6680	1,75%
BOGOTÁ	FUNZA	1938	3221	5393	1,69%
BOGOTÁ	CAJICA	1837	2976	4741	1,60%

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

De los diez principales pares Origen-Destino, Bogotá se encuentra en 9 de ellos, esto corrobora la importancia de la capital como generados de viajes diarios de la región y del país, y su dinámica de viajes principalmente con los municipios de la sábana. Del mismo modo se identifica la importante interacción de viajes entre Duitama y Sogamoso. Lo anterior soporta el hecho de la necesidad que existe de conectar dichos municipios a través de sistemas de transporte público interurbano.

Tabla 5.6: Principales pares origen – destino de la Región Central para vehículos pesados.

Municipio Origen	Municipio Destino	VIAJES 2013	VIAJES 2025	VIAJES 2035	%
MADRID	BOGOTA D.C.	325	498	751	0,95%
FUNZA	BOGOTA D.C.	324	497	749	0,94%
MOSQUERA	BOGOTA D.C.	321	599	1035	0,93%
SUBACHOQUE	GUADUAS	300	561	969	0,87%
BOGOTA D.C.	VILLAVICENCIO	287	1037	4031	0,83%
BOGOTA D.C.	MOSQUERA	279	522	902	0,81%
BOGOTA D.C.	IBAGUE	263	403	608	0,77%
BOGOTA D.C.	MEDELLIN	262	596	1320	0,76%
BOGOTA D.C.	CALI	256	441	743	0,75%

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016.

En el caso de los pares origen-destino de camiones las variaciones son mínimas (en promedio 0,02%) entre los diez principales pares seleccionados y nuevamente Bogotá se encuentra en 9 de los diez pares.

Es importante tener en cuenta que por el detalle de la información con que se contó para la alimentación del modelo de transporte, los viajes que se simulan pertenecen en su gran mayoría a viajes diarios de larga distancia o de vocación interurbana; y no representa en detalle las condiciones de oferta y demanda de las zonas urbanas, ni zonas internas.

Otros modos

Transporte aéreo

Para el análisis del crecimiento de la demanda del transporte aéreo en la Región Central se usó como base lo establecido en los Planes Maestros de los aeropuertos más importantes de la región: El Dorado, Vanguardia y Perales., teniendo en cuenta que es la información oficial de proyecciones previstas para los aeropuertos del país desde la Aerocivil.

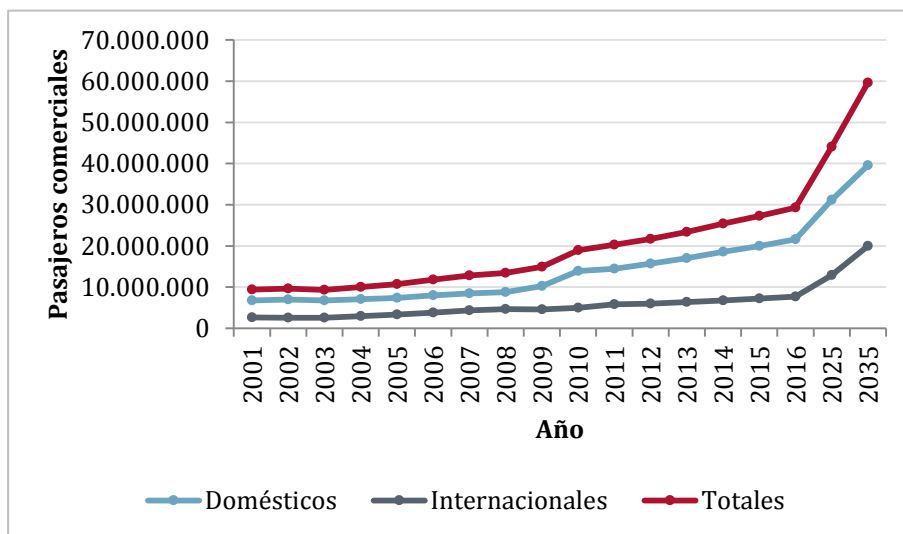
Aeropuerto El Dorado⁵

Para establecer la demanda de este aeropuerto, el análisis que tuvieron en cuenta dentro del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional el Dorado consideró tanto el comportamiento histórico de la actividad aeronáutica en país, la región y el mundo como el Producto Interno Bruto (PIB), Índice de Precio al Consumidor (IPC), la tasa representativa de mercado (TRM), exportaciones, importaciones, población y otras variables macro económicas relevantes. (Aeronáutica Civil, 2014).

Los pronósticos que se presentan en la siguiente figura obedecen a las proyecciones realizadas para pasajeros, carga y operaciones hasta el 2035. Se identifica que los pasajeros crecerán a un promedio anual de 4.2%, la carga crecerá a un promedio anual del 4.3% y las operaciones crecerán a un promedio anual del 3.4% hasta el 2041.

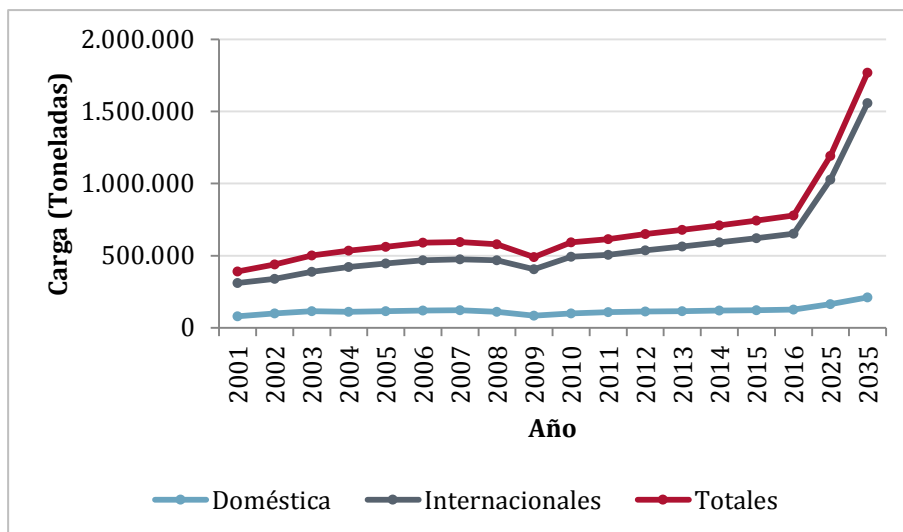
⁵ (Actualización del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional El Dorado, 2014)

Figura 5.5: Pronóstico de pasajeros - Aeropuerto El Dorado.



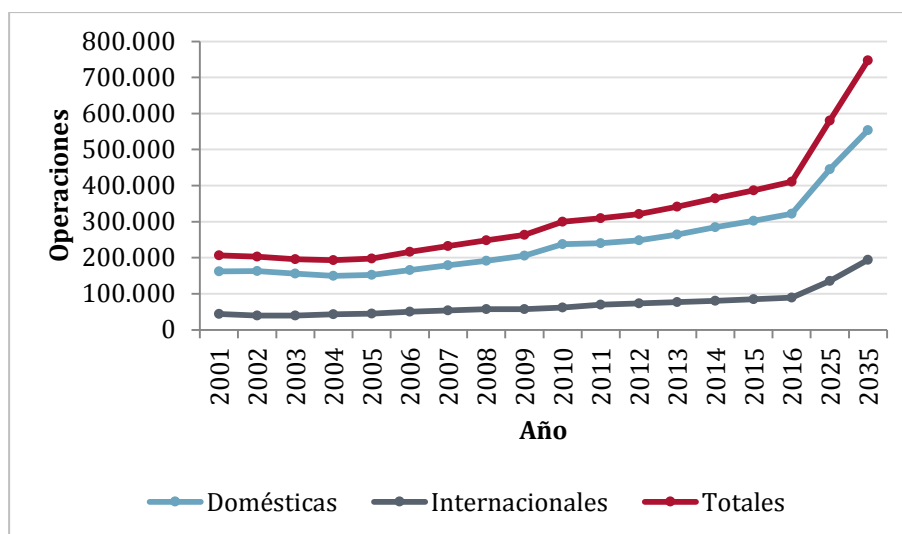
Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el Aeropuerto Internacional El Dorado, 2016.

Figura 5.6: Pronóstico de carga – Aeropuerto El Dorado.



Fuente: Steer Davies Gleave, a partir del Plan Maestro para el Aeropuerto Internacional El Dorado, 2016.

Figura 5.7: Pronóstico de operaciones - Aeropuerto El Dorado.



Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el Aeropuerto Internacional El Dorado, 2016.

Para efectos de análisis del Plan Maestro de Transporte Intermodal de la Región Central se evalúa este escenario tendencial en dos cortes temporales: 2025 y 2035. La siguiente tabla muestra un resumen del pronóstico de la demanda para dichos cortes temporales.

Tabla 5.7.: Escenario tendencial del aeropuerto El Dorado

Año	Pasajeros	Carga (Tn)	Operaciones
2025	44.070.709	1.192.823	580.380
2035	59.609.121	1.769.402	747.638

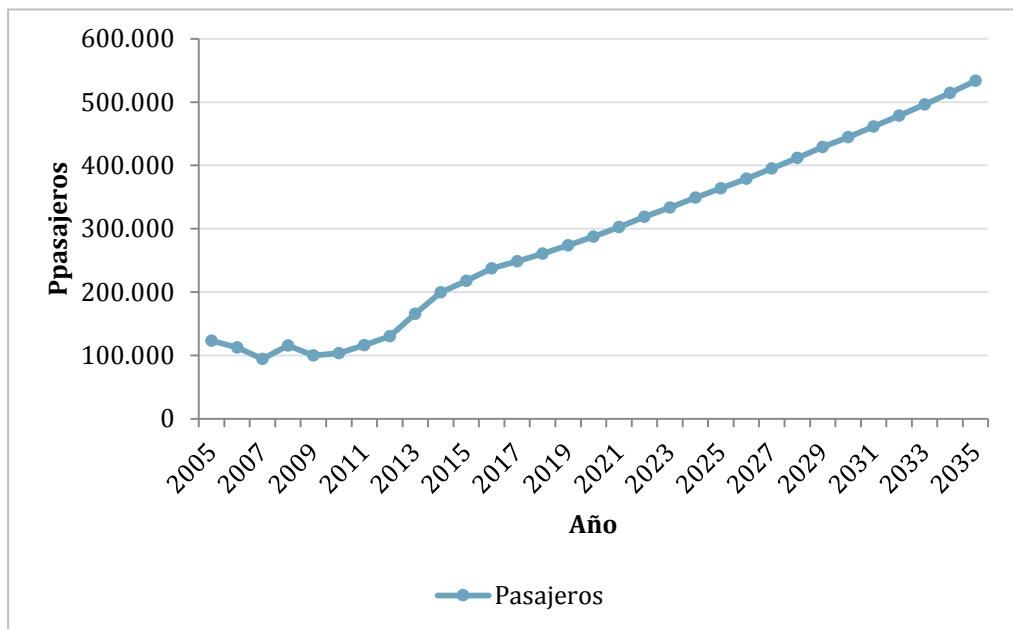
Aeropuerto Vanguardia⁶

Para el caso del aeropuerto Vanguardia las proyecciones presentadas en el plan maestro contemplan un escenario de comportamiento medio de la demanda; este obedece a la conservación de las condiciones base más unos crecimientos modestos en las variables explicativas, tales como un crecimiento del PIB departamental levemente superior a la tasa de crecimiento del país. Así mismo, considera aumentos interanuales de las tarifas de pasajes aéreos no mayores a los incrementos observados del IPC para los años recientes cercanos al 3%. De igual manera el crecimiento en la demanda hacia los años venideros también se vería impulsado por el aumento interanual del PIB para los sectores de minas y canteras, el comercio y la construcción. (Aeronáutica Civil, 2015).

⁶ (Consultoría para la Actualización del Plan Maestro Aeroportuario del Aeropuerto Vanguardia de Villavicencio, Colombia, 2015)

La estimación de demanda de pasajeros se realizó en la ruta Bogotá – Villavicencio y viceversa junto con las rutas no regulares entre Villavicencio y las regiones de la Orinoquía y parte de Amazonía, hasta 2035.

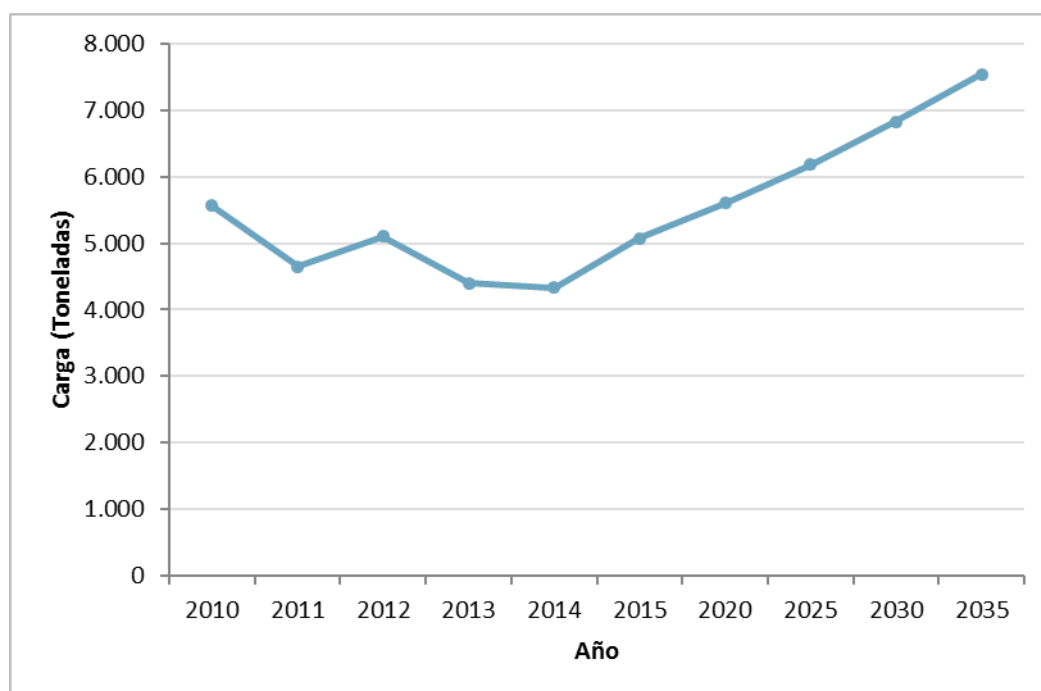
Figura 5.8: Pronóstico de pasajeros - Aeropuerto Vanguardia.



Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el aeropuerto Vanguardia, 2016

Para la carga se considera un escenario medio teniendo en cuenta las condiciones actuales de crecimiento económico de la región, la cual considera que la carga transportada por el modo aéreo crecerá a una tasa proyectada del 2%. Se obtiene un factor de correlación de 0,5. (Aeronáutica Civil, 2015).

Figura 5.9: Pronóstico de carga - Aeropuerto Vanguardia.

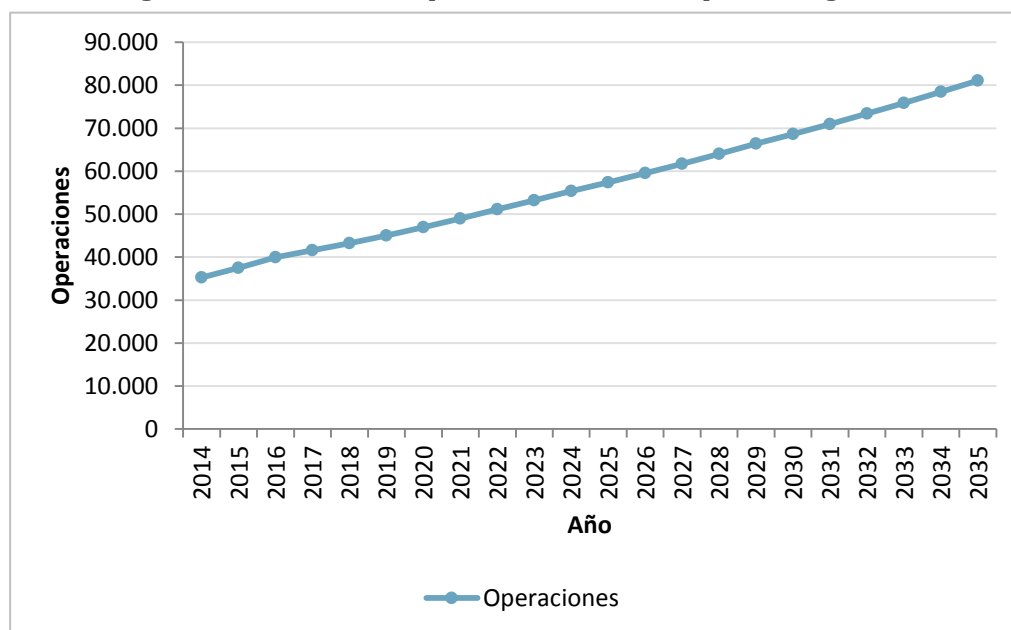


Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el aeropuerto Vanguardia, 2016

El cálculo de las operaciones de pasajeros se realiza a partir de los resultados de los análisis de la demanda de pasajeros de acuerdo con la capacidad de la aeronave que actualmente opera en el aeropuerto Vanguardia.

La variación del otro tipo de operaciones se calcula en razón a una tasa de crecimiento supuesta, así:

- Crecimiento de las operaciones de carga del 3,6% según pronósticos de crecimiento de carga de Global Market Forecast para 2013 – 2033 de Airbus,
- Para la actividad militar se estimó que en razón a los procesos de paz que se adelantan actualmente, esta permanece constante con el nivel de las últimas operaciones del año 2014,
- Para la aviación del estado se estima un crecimiento igual al 2%,
- El crecimiento de la aviación particular se estima en el 5.6% consistente con los pronósticos de crecimiento de Airbus para América Latina y,
- Por último, para los trabajos especiales se anticipa un crecimiento igual previsto por el Banco de la Republica del PIB del 3.6%.

Figura 5.10: Pronóstico de operaciones totales - Aeropuerto Vanguardia.

Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el aeropuerto Vanguardia, 2016

La siguiente tabla muestra un resumen del pronóstico de la demanda para los cortes temporales definidos anteriormente.

Tabla 5.8: Escenario tendencial del aeropuerto Vanguardia

Año	Pasajeros	Carga (Tn)	Operaciones
2025	363.861	6.186	57.401
2035	533.432	7.541	81.087

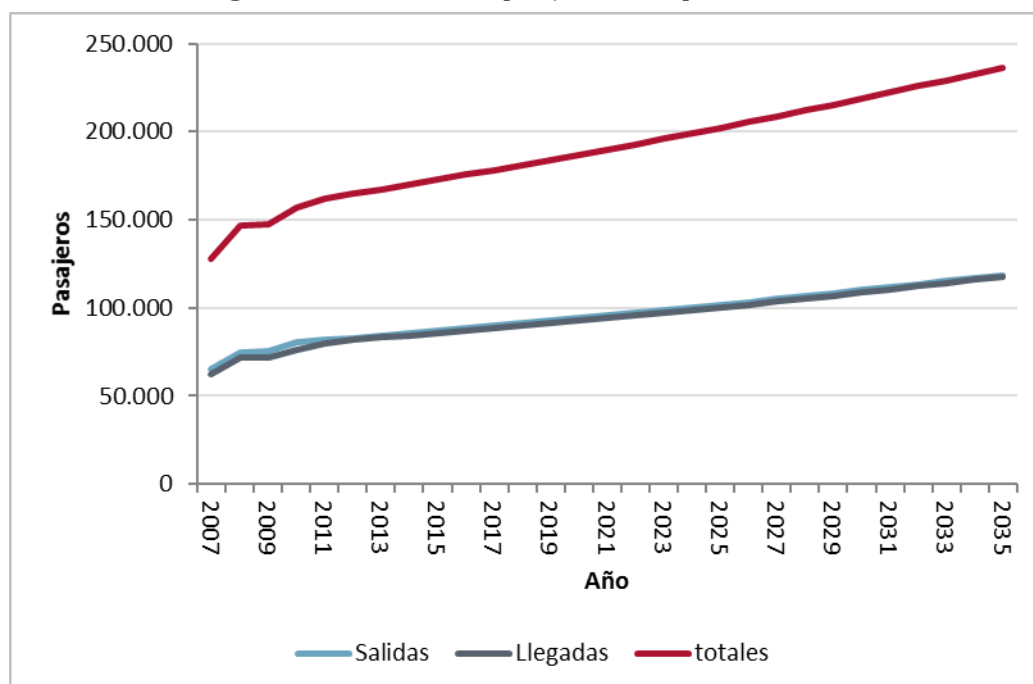
Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el aeropuerto Vanguardia, 2016

Aeropuerto Perales⁷

El plan maestro del aeropuerto de Perales presenta las proyecciones de pasajeros con base en la metodología establecida por la IATA “Airport Development Reference Manual 9th Edition January 2004”, la cual permite desarrollar el análisis de capacidad del terminal aéreo. Dentro de esta metodología se toma como base los pronósticos de pasajeros transportados por el aeropuerto, durante la hora pico de diseño en el período comprendido del 2007 al 2025. (Aeronáutica Civil, 2011). Los escenarios de demanda futura fueron calculados en los años 2010, 2015, 2020, 2025 y 2035.

⁷ (Plan Maestro del Aeropuerto Perales de la Ciudad de Ibagué, 2011)

Figura 5.11: Pronóstico de pasajeros - Aeropuerto Perales.



Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el aeropuerto Perales, 2016

La siguiente tabla muestra un resumen del pronóstico de la demanda para los cortes temporales definidos anteriormente.

Tabla 5.9: Escenario tendencial del aeropuerto Perales

Año	Pasajeros
2025	202.118
2035	235.861

Fuente: Steer Davies Gleave, a partir de Plan Maestro para el aeropuerto Perales, 2016

Modo fluvial y férreo

En cuanto al modo férreo, el gobierno nacional está en la búsqueda de recuperar dos de los corredores que impactarían directamente la Región Central, estos dos son el corredor de Bogotá Belencito, donde la demanda estimada para esta línea corresponde a la producción de la siderúrgica de Paz del Río y la fábrica de cemento de la empresa Argos, productos que se transportan principalmente hacia Bogotá y Medellín, y que podrían ser conducidas hacia un puerto marítimo para exportación. El segundo corredor férreo corresponde a La Dorada – Chiriguana, el cual realizó su primer recorrido después de tres años de reparación de puntos críticos.

Por otra parte, el modo fluvial cuenta con impulso importante de parte del gobierno nacional hacia el transporte de carga a través del Río Magdalena en donde actualmente se

encuentran vigentes 46 concesiones portuarias, por las que se espera que se lleguen a movilizar entre 5 y 6 millones de toneladas al año según datos del gobierno nacional.

De manera que, a partir del PMTI se ha identificado estos corredores multimodales como importantes para restablecer estos modos en el país, sin embargo, teniendo en cuenta que en la actualidad la movilización de carga por dichos corredores es muy baja, y que corresponde a carga de productos muy especializados, las proyecciones de estos corredores dependerán de la producción de dichos productos, junto con la carga potencial a ser transportada en escenarios futuros cuando el modo carretero no sea lo suficientemente atractivo y eficiente para el transporte de la misma. Esto se encuentra en proceso de análisis y será resultado de una etapa posterior de este estudio.

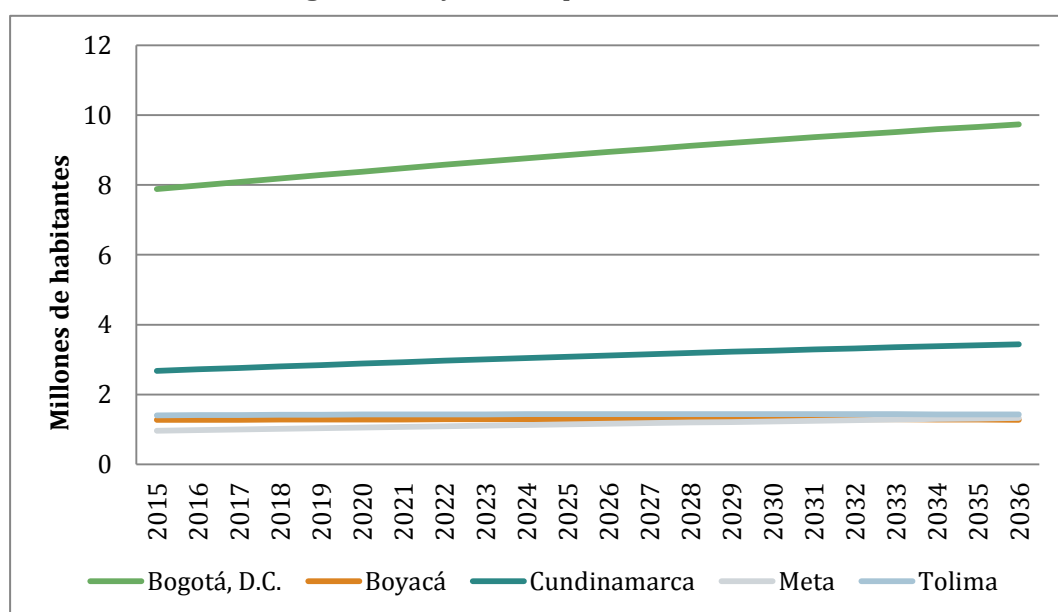
6 Proyecciones de variables estratégicas

El objetivo de esta sección es presentar la proyección de algunas variables insumo al ejercicio de planificación de transporte de alto nivel durante el periodo 2015-2035. En primer lugar se presenta la proyección de población, luego se aborda el tema de la proyección del nivel de producto, y por último, en la siguiente sección, la estimación de flujos comerciales.

Población

Las proyecciones de población para los miembros de la RRC subyacen en parte el comportamiento del nivel de producción (y por tanto flujos comerciales), además del nivel de tráfico. La Figura 6.1 muestra la proyección de número de habitantes para los miembros de la RRC.

Figura 6.1 Proyección de población 2016-2035



Elaboración propia utilizando las proyecciones de DNP.

Los niveles de población para los miembros de la RRC son crecientes durante el periodo de estudio. Bogotá D.C, Meta, y Cundinamarca tienen una tasa de crecimiento anual superior a la de Boyacá y Tolima. Las proyecciones incluso muestran un decrecimiento ligero de la población para estos dos departamentos. Este resultado concuerda con estudios previos, el

diagnóstico de la FAO para la RRC también mencionó las fuertes tendencias migratorias en estos dos departamentos. Las razones estructurales de este fenómeno requieren de estudios en detalle.

El número de habitantes sugiere que existe una concentración hacia el centro de la RRC en Cundinamarca y Bogotá D.C. Esta configuración es producto de la historia (lo que Krugman denomina la dependencia de senda) y tendrá seguramente ventajas y desventajas. El ejercicio de planificación de transporte toma como premisa que no hay cambios estructurales en este aspecto, y supone que esta variable seguirá su curso de manera inercial.

El bajo nivel de motorización de Colombia sugiere, dado el crecimiento poblacional proyectado, que el número de vehículos aumentará en el periodo de estudio. Sin embargo, su ritmo de crecimiento depende más estrechamente del nivel de producto, en dos dimensiones: La primera tiene que ver con el transporte de carga y los flujos comerciales departamentales, la segunda tiene que ver con el transporte de pasajeros y vehículos particulares en su mayoría urbanos. El primer fenómeno tiene que ver con las economías de aglomeración y el aumento de comercio entre los nodos de la RRC, el segundo tiene que ver con el crecimiento del poder adquisitivo que permite el consumo de motos y vehículos.

Las proyecciones de población señalan el signo de crecimiento del nivel de producto y del nivel de tráfico. El comportamiento futuro de la población sugiere que tanto la producción como el tráfico aumentarán durante el periodo en estudio. El siguiente paso requiere determinar a cierto nivel de detalle en dónde ocurrirá esto.

Producto Interno Bruto

El nivel de detalle seleccionado en este estudio, toma la estrecha relación existente entre el nivel de producto real y el nivel de tráfico a nivel macroscópico. Por esto, la proyección de producto es quizá la más importante de todas las variables insumo de los modelos de demanda de transporte.

La Tabla 1 muestra la proyección tendencial del nivel de producto real para los miembros de la RRC y el resto del país. Como se explicó en el Entregable 1 esta proyección simplemente reproduce el crecimiento inercial de una estructura productiva sin cambios fundamentales. La proyección incorpora información coyuntural y de mediano plazo mientras que a largo plazo muestra el crecimiento potencial de la economía. Por esta razón los crecimientos de la segunda década son 'balanceados' inter-departamental y sectorialmente.

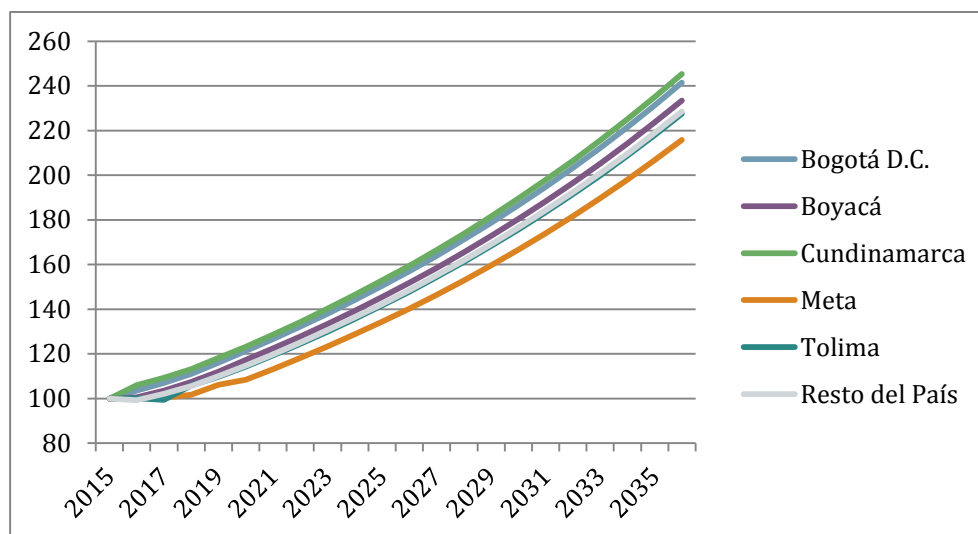
Tabla 6.1 Tasas de crecimiento de anuales por décadas

	2016-2026	2027-2036
Bogotá D.C.	4,3%	4,4%
Boyacá	4,2%	4,4%
Cundinamarca	4,2%	4,4%
Meta	3,6%	4,4%
Tolima	4,0%	4,4%
Resto del País	4,1%	4,4%

Elaboración propia

Durante la primera década de estudio, Bogotá D.C. muestra la mayor tasa de crecimiento entre los miembros de la RRC. Meta por su parte muestra la menor tasa de crecimiento producto del cambio en la producción minero energética. Detrás de estas tasas de crecimiento que se encuentran por debajo del crecimiento potencial, existe un ciclo económico negativo durante los primeros años y una posterior recuperación hacia la segunda mitad de la primera década.

La Figura 2 muestra el crecimiento del nivel de producción real de los miembros de la RRC de manera comparativa. La producción inicial en 2015 ha sido normalizada a 100 para resaltar las diferencias departamentales. Estas diferencias están totalmente determinadas por información coyuntural de mediano plazo, pues durante la segunda década todos crecen a la misma tasa. Esto quiere decir, por ejemplo, que la posición inferior del departamento del Meta está determinada por el mal panorama que se tiene con información hasta el día de hoy en sus próximos 5 años. De hecho es sólo a partir de 2019 que el crecimiento del Meta retoma una senda de crecimiento sostenido.

Figura 6.2 Índice de crecimiento del nivel de producto comparativo, 2015=100

Elaboración propia

Cundinamarca y Bogotá se ubican por encima del resto de miembros de la RRC y el resto del país. Este comportamiento obedece al buen panorama de mediano plazo para estos departamentos, en comparación al Meta, Boyacá, y Tolima. Estos dos últimos se encuentran muy cerca al promedio de crecimiento del resto del país. Sin embargo, la proyección inercial señala que el Meta tendrá ‘media década perdida’, pues su desaceleración en el mediano plazo sólo le permitirá retomar la senda de crecimiento cinco años después.

Las implicaciones de esta proyección en la red de transporte son múltiples y su modelación se hace de manera cuidadosa con ayuda de una modelación con software especializado. Cualitativamente se puede decir que el mayor crecimiento de Cundinamarca y Bogotá D.C generará una dinámica sobre toda la red de transporte de la RRC, si el crecimiento económico se da en sectores generadores de carga. Dada la interdependencia económica entre los miembros de la RRC, la fuerza de atracción de carga del centroide aumentará ligeramente en comparación a la situación actual. Lo cual genera un aumento en los niveles de tráfico desde y hacia el centro de la RRC.

El siguiente nivel de detalle se logra desagregando el crecimiento departamental por sectores. La Tabla 2 muestra las tasas de crecimiento sectoriales en la primera década. Los nueve sectores corresponden a los denominados ‘grandes ramas de actividad’ del DANE⁸.

⁸ Estos son 1=Sector agrícola, 2=minero, 3=industria, 4=Elec. Gas y Agua, 5=construcción, 6=comercio, 7=transporte, 8=establecimientos financieros, y 9=actividades de servicios sociales.

La segunda década sólo refleja un crecimiento balanceado, es decir que todo sector crece al 4.4%, a excepción del sector agrícola de Bogotá inexistente que crece 0%.

Tabla 6.2 Tasas de crecimiento promedio anual del nivel de producto sectorial

Sector	2016-2026								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bogotá D.C	0,0%	4,4%	4,5%	2,7%	4,2%	4,0%	4,0%	4,4%	4,6%
Boyacá	4,5%	5,7%	3,7%	2,7%	4,2%	4,0%	4,0%	4,3%	4,3%
Cundinamarca	3,6%	4,4%	4,5%	2,7%	4,2%	4,0%	4,0%	4,4%	4,6%
Meta	4,1%	3,5%	5,9%	2,7%	4,2%	4,0%	4,0%	4,6%	5,4%
Tolima	3,6%	3,5%	7,1%	2,7%	4,2%	4,0%	4,0%	4,2%	4,3%
Resto del País	3,8%	4,6%	4,8%	2,7%	4,2%	4,0%	4,0%	4,1%	4,3%

Elaboración propia. 1=Sector agrícola, 2=minero, 3=industria, 4=Elec. Gas y Agua, 5=construcción, 6=comercio, 7=transporte, 8=establecimientos financieros, y 9=actividades de servicios sociales.

Siguiendo el razonamiento anterior los sectores con una tasa de crecimiento mayor para Bogotá y Cundinamarca son los sectores 2, 3, y 8, que corresponden al sector agrícola, minero, industrial, y establecimientos financieros. Los dos primeros son generadores de carga (aunque al interior de cada uno de ellos existen diferencias importantes en las características de la misma); por su parte, el último sector se compone en su mayoría de no transables.

En el caso de Boyacá son el agro y el sector minero los que crecen a un nivel más alto, ambos sectores son generadores de carga. Meta, Tolima y el resto del país muestran tasas por encima del promedio en los sectores de industria y establecimientos financieros, solo el primero es generador de carga.

A grandes rasgos, el panorama es coherente con las grandes tendencias macroeconómicas a nivel nacional, caracterizadas especialmente por una recuperación de la industria luego de una década de enfermedad holandesa. La perspectiva es positiva en promedio, pero el crecimiento será menor que el de la última década. El supuesto sobre el sector de construcción, el más volátil en Colombia, es mínimo y supone un crecimiento promedio sostenido.

Además de este primer escenario podemos tener en cuenta el efecto más o menos de oportunidades de crecimiento de largo plazo, como se explicó en el Entregable 1. Los resultados de este entregable utilizará inicialmente estas proyecciones de crecimiento.

7 Flujos Comerciales

El siguiente paso en este ejercicio es calcular cuánto del crecimiento económico espacialmente localizado fluye entre las unidades de estudio. El problema tiene diferentes aristas y hoy en día es abordado sólo parcialmente. Por un lado está la estimación del contenido de los flujos, y por otro el nivel del flujo. La investigación de punta en transporte opta por la estimación de los flujos en unidades físicas utilizando información de toneladas circulantes (para el caso de Colombia). La investigación económica opta por la estimación de flujos en unidades monetarias, en donde a diferencia del primer caso no existen encuestas al interior de Colombia. Esta sección considera la estimación económica, la siguiente se ocupa de la estimación de tráfico y por lo tanto de los volúmenes.

Como se mencionó en el Entregable 1 los flujos comerciales fueron estimados con técnicas insumo producto limitadas especialmente por la falta de información primaria, y deben ser tomadas *cum grano salis*. Este método estima flujos basado en la estructura productiva nacional, utilizando el producto sectorial departamental. La contribución de esta sección a la literatura radica en estimar flujos monetarios en donde imperan flujos en unidades físicas, esto quiere decir que el sector agrícola frecuentemente mencionado por su presencia en tráfico físico, se ve menos protagonista pues el valor por unidad de volumen de sus mercancías es bajo. Afortunadamente los flujos de bienes agrícolas ya han sido caracterizados a nivel de bien, en el trabajo precedente de la FAO para la RRC.

Se construyó una matriz insumo producto para 2014, utilizando las matrices oferta y utilización del DANE, de acuerdo a la metodología de naciones unidas (se utilizó el modelo D de los cuatro posibles modelos, ver Naciones Unidas (2008))

Estos flujos comerciales son preliminares podrían ser ajustados por el equipo si nueva información está disponible⁹. Los flujos comerciales pueden estar subestimados o sobreestimados. La principal limitación tiene que ver con el tratamiento de las importaciones y exportaciones internacionales, pues al no existir información de exportaciones o importaciones del resto del mundo a los departamentos, es difícil crear una regla de asignación de estas entre los departamentos. La premisa implícita es que los

⁹ Por ejemplo, la matriz de carga origen destino. El reto consiste en no sesgar aún más el ejercicio de estimación.

departamentos tienen una estructura de producción (en el sentido de la matriz insumo producto) igual al orden nacional.

Por ejemplo, en esta primera estimación es evidente que los flujos de Meta al resto de miembros de la RCC están sobre estimados, pues su producción de exportación en la minería va en realidad al exterior. Un segundo ejemplo tiene que ver con departamentos con un mismo sector de exportación. Es el caso de la agricultura, pues dos departamentos (digamos Cundinamarca y Tolima) con un sector agrícola fuerte intercambian bienes agrícolas entre ellos, por esto su relación estará subestimada.

La Tabla 7.1 muestra la estimación de los flujos comerciales para 2015.

Tabla 7.1 Flujos comerciales para la RCC en 2015

	Resto del País	Bogotá	Boyacá	Cundinamarca	Meta	Tolima	Total
Resto del País	0	5053	324	570	1376	246	7.568
Bogotá	3825	0	414	432	5799	1006	11.476
Boyacá	212	777	0	38	133	9	1.169
Cundinamarca	281	1688	32	0	187	20	2.208
Meta	1793	7671	147	467	0	89	10.167
Tolima	254	1261	28	38	207	0	1.787
Total	6365	16450	945	1545	7700	1370	

Nota: Todos los valores en miles de millones de pesos de 2015. Origen en la primera columna, destino en la primera fila.

Un primer vistazo muestra que la RCC es efectivamente una unidad de análisis económico coherente, pues las relaciones comerciales entre sus miembros son mayores en magnitud que con el resto del país. Para cada uno de los miembros de la RCC, el monto de comercio con los miembros restantes de la Región Central es mayor que con el resto del país. Las filas y columnas de mayor monto son las de Bogotá, siendo el origen y destino que más valor mueve para la desagregación que se ha escogido. El Meta es el segundo miembro de la RCC con los montos más altos. A continuación caracterizamos los flujos de mayor valor para cada miembro de la RCC a partir de sus exportaciones. Por lo tanto, estos flujos no están necesariamente relacionados con grandes flujos de tráfico, pues pueden representar objetos de mucho valor por unidad de volumen o servicios.

El destino de mayor valor para Bogotá es el Meta. Las exportaciones están compuestas en su mayoría de bienes provenientes del sector industrial y construcción. El destino de estos bienes son los sectores agrícola, minero, construcción, y comercio.

La relación comercial de Bogotá con Tolima se centra en la exportación de bienes del sector industrial hacia los sectores agrícola, industrial, y de comercio. El caso de Boyacá es más diversificado pues Bogotá exporta bienes de los sectores construcción, comercio, establecimientos financieros, y servicios sociales, hacia los sectores de industria, y construcción. Por último, Bogotá presta a Cundinamarca servicios financieros y sociales para la industria y la construcción.

El mayor socio de Boyacá es Bogotá, seguido de Meta, y Cundinamarca. La relaciones de Boyacá con Tolima son las más pequeñas de la muestra. Boyacá exporta a Bogotá bienes y servicios de los sectores agrícola, industria y construcción, hacia los sectores de comercio, servicios financieros, y servicios sociales. Aparecen entonces el sector industria y de construcción como sectores importantes en valor, cuando es el sector agrícola el que es resaltado cuando se habla de la interdependencia de Boyacá y Bogotá. Boyacá exporta a Cundinamarca bienes y servicios del sector minero y de establecimientos financieros, hacia los sectores de industria y servicios sociales. Por último, Boyacá exporta del sector de comercio, transporte, y servicios sociales, hacia los sectores minero y de servicios sociales del Meta. Las exportaciones de Boyacá a Tolima son muy pequeñas y no aparece un sector dominante.

El caso de las exportaciones de Cundinamarca no es disruptivo y su mayor socio comercial es Bogotá. Las exportaciones a Bogotá están dominadas en valor desde los sectores de industria, electricidad, gas y agua, y construcción hacia los sectores de industria, comercio, establecimientos financieros, y servicios sociales. Las exportaciones de Cundinamarca a Boyacá provienen de los sectores de establecimientos financieros y servicios sociales, hacia los sectores de industria, construcción, transporte, y servicios financieros. Hacia el departamento del Meta, las exportaciones provienen del sector industria, comercio, transporte, y servicios sociales, hacia el sector d minería, construcción, y servicios sociales. Por último, Boyacá exporta a Tolima en un monto relativamente bajo desde el sector de industria y servicios financieros, hacia los sectores de comercio y servicios sociales.

El departamento de Meta refleja una dinámica quizá más conocida dado su protagonismo en la última década. Su mayor socio comercial es de nuevo Bogotá, a donde exporta desde los sectores agrícola, minero, industrial, y de la construcción hacia los sectores industrial, comercial, y de establecimientos financieros. Hacia Boyacá el Meta exporta desde los sectores de comercio y de servicios sociales, hacia los sectores industrial, de construcción, de transporte, y establecimientos financieros. Con Cundinamarca, la relación es más lineal y exporta bienes del sector minero y de servicios sociales hacia el sector industrial y de

electricidad, gas, y agua. Por último Tolima recibe bienes del Meta desde el sector minero y de establecimientos financieros, hacia el sector minero y de industria¹⁰.

El departamento del Tolima tiene como mayor socio comercial a Bogotá, a este exporta bienes y servicios desde el sector agrícola, industrial, de electricidad, gas, y agua, y del sector construcción. Estos son consumidos por los sectores de comercio, instituciones financieras, y servicios sociales. La relación de Tolima con Boyacá es de relativo poco valor y provienen de las exportaciones desde el sector comercial y de servicios sociales hacia los sectores industrial, construcción, y de instituciones financieras. Frente a Cundinamarca, Tolima exporta bienes del sector minero, de instituciones financieras, y de servicios sociales, hacia los sectores de industria, instituciones financieras, y servicios sociales. Por último, Tolima exporta a Meta bienes y servicios desde el sector de comercio, transporte, y servicios sociales, hacia los sectores de minería, construcción, y comercio.

Para la proyección de flujos comerciales para 2025 es consistente con el cambio de crecimiento mostrado en las proyecciones de producto de la sección precedente. La Tabla 7.2 muestra el valor de los flujos comerciales entre los miembros de la RRC.

Tabla 7.2 Flujos comerciales para la RRC en 2025

	Resto del País	Bogotá	Boyacá	Cundinamarca	Meta	Tolima	Total
Resto del País	0	5.974	317	763	2.491	755	10.301
Bogotá	6.669	0	517	572	6.585	1.560	15.902
Boyacá	243	642	0	52	254	17	1.207
Cundinamarca	513	1.970	42	0	517	54	3.097
Meta	2.030	9.675	214	1.098	0	136	13.153
Tolima	459	1.654	35	83	478	0	2.708
Total	9.914	19.915	1.126	2.567	10.324	2.522	

Nota: Todos los valores en miles de millones de pesos de 2015. Origen en la primera columna, destino en la primera fila.

El mayor socio comercial de Bogotá es el resto del país. Bogotá exporta a Boyacá desde los sectores de construcción y servicios sociales, hacia los sectores de industria, comercio, instituciones financieras, y servicios sociales. Con Cundinamarca la relación es similar a la de Boyacá, mientras que con el Meta se exportan bienes desde los sectores industriales,

¹⁰ Este es un caso en el cual las exportaciones mineras del Meta están sobreestimadas. El método de estimación incluye la minería como bien de exportación hacia el resto de miembros de la RRC por la participación de este sector en la economía minera, sin embargo la mayoría de esta producción (petróleo) es enviada al exterior.

comercio, y servicios sociales, hacia los sectores agrícola, minero, construcción, y comercio. Con el Tolima, la relación de exportación parte de los sectores industrial, comercio, e instituciones financieras, hacia el agro, la industria, y los servicios sociales.

Boyacá exporta a Bogotá desde los sectores agrícola, industrial, y de la construcción, hacia los sectores industriales, de comercio, y de instituciones financieras. Con Cundinamarca la relación es más simple desde los sectores de instituciones financieras y de servicios sociales, al sector industrial, y de servicios sociales. La relación con Meta viene desde los sectores de comercio y transporte, hacia la minería y los servicios sociales. Por último, la relación con Tolima es muy pequeña dentro de la muestra.

El mayor socio comercial de Cundinamarca es Bogotá. A este exporta bienes desde el sector agrícola, industrial, y de la construcción, hacia los sectores de industria, comercio, y servicios sociales. En relación a Boyacá se exportan bienes desde el sector de instituciones, financieras, y servicios sociales, hacia la industria y los servicios sociales. La relación con el Meta va desde los sectores industrial, de comercio, y de servicios sociales, hacia los sectores minero, de construcción, comercio, y servicios sociales. A Tolima se exportan bienes y servicios desde el sector industrial, y de instituciones financieras, hacia la industria, la construcción, y el comercio.

Los mayores socios de Meta son Bogotá seguido de Cundinamarca. En el caso de Bogotá se exporta desde los sectores agrícola, minería, industria, y construcción, hacia los sectores de industria, electricidad, gas, y agua, y comercio e instituciones financieras. Las exportaciones de Meta a Boyacá proceden principalmente desde los sectores de la construcción, comercio, y servicios sociales, hacia los sectores de industria y servicios sociales. En el caso de Cundinamarca, Meta exporta bienes y servicios mineros, de transporte, y de servicios sociales, hacia los sectores de industria, transporte, instituciones financieras, y servicios sociales. Por último, hacia el departamento del Tolima los principales sectores exportadores son el sector minero, de comercio, y de instituciones financieras, encadenados con los sectores de minería, industria, y servicios sociales.

El mayor socio de Tolima es Bogotá que recibe exportaciones desde los sectores agrícola, industrial, y de la construcción. Los sectores que reciben estos bienes y servicios son el sector industrial, de comercio, y de instituciones financieras. Las exportaciones de Tolima a Boyacá están compuestas de bienes y servicios de los sectores de comercio, instituciones financieras, y servicios sociales, hacia los sectores de industria, instituciones financieras, y servicios sociales. A Cundinamarca llegan bienes y servicios de los sectores de minería, instituciones financieras, y servicios sociales, hacia los sectores industriales, y de servicios

sociales. Por último, Tolima exporta a Meta desde los sectores de comercio, y transporte hacia el sector minero y de la construcción.

La Tabla 7.3 muestra los flujos comerciales para los miembros de la RRC en 2035 estos fueron construidos utilizando las proyecciones de producto de la sección precedente. Como durante la segunda década es de crecimiento balanceado, la estructura de los flujos no cambia en comparación al 2025. Los montos de los flujos de comercio crecen todos a la misma tasa.

Tabla 7.3 Flujos comerciales para la RRC en 2035

	Resto del País	Bogotá	Boyacá	Cundinamarca	Meta	Tolima	Total
Resto del País	0	9.190	488	1.174	3.832	899	15.582
Bogotá	10.258	0	796	880	10.128	2.399	24.461
Boyacá	374	987	0	79	390	26	1.856
Cundinamarca	789	3.030	65	0	795	84	4.763
Meta	3.123	14.882	329	1.689	0	209	20.232
Tolima	706	2.544	54	127	735	0	4.166
Total	15.250	30.633	1.732	3.949	15.880	3.616	

Nota: Todos los valores en miles de millones de pesos de 2015. Origen en la primera columna, destino en la primera fila.

8 Referencias

Naciones Unidas (2008) “Sistema de Cuentas Nacionales 2008”. Disponible en:
<http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna2008.asp>

Villar, Leonardo; J.M. Ramírez. (2014) “Infraestructura regional y pobreza rural”. Working Paper. No. 61. Fedesarrollo. Disponible en: <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2014/02/working-paper-No-61.pdf>

