

CONCEPTO TÉCNICO No. 003 DE ENERO 21 DE 2022

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN DE VEHICULOS CON CAPACIDAD SUPERIOR A CINCO (5.00) TONELADAS EN EL DISTRITO DE BARRANQUILLA

OFICINA DE GESTIÓN DE TRÁNSITO SECRETARÍA DISTRITAL DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL

Historial de versiones

Versión	Descripción	Fecha	Páginas
1.0	Versión 1	9-julio-21	33
2.0	Se atienden observaciones del asesor	2-agosto-21	35
2.1	Se atienden observaciones del jefe de oficina	17-agosto-21	35

BARRANQUILLA, COLOMBIA

ENERO

2022

CONTENIDO

1. Introducción.....	4
2. Marco legal y normativo.....	5
3. Glosario	9
4. Antecedentes.....	11
4.1. Nivel Nacional	11
4.2. Nivel Distrital	13
5. Condiciones de circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas 18	
5.1. Características actuales del sistema vial del Distrito	18
5.2. Características de operación vehicular sobre red vial del Distrito.....	23
5.3. Uso del espacio público e impactos en el tráfico de los vehículos pesados	25
5.4. Evaluación de factores camión y maniobras de giro de vehículos de carga sobre red vial del Distrito	26
5.4.1. Tipos de vehículos de carga.....	27
5.4.2. Factor de equivalencia de carga y factor camión	28
5.4.3. Evaluación del peso mínimo exigido para emisión de permisos de circulación 30	
6. Conclusiones y recomendaciones.....	31
7. Referencias	34

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos técnicos considerados por la consultoría para el Decreto 840 de 2019.	12
Figura 2. Vías con excepciones y restricciones para la circulación de vehículos con capacidad > 5 ton	14
Figura 3. Historial de solicitud de permisos especiales por tipo de vehículos de carga	15
Figura 4. Categorías viales de la ciudad de Barranquilla	18
Figura 5. Clasificación de vías por secciones transversales	19
Figura 6. Sección transversal para vías tipo AVC	20
Figura 7. Sección transversal para vías tipo V-2	20
Figura 8. Sección transversal para vías tipo V-3	21
Figura 9. Sección transversal para vías tipo VTM-2	21
Figura 10. Uso de suelo predializado del Distrito de Barranquilla	22
Figura 11. Partición modal de los corredores de interés	23
Figura 12. Variación horaria del tráfico en los corredores de interés	24
Figura 13. Trayectoria en maniobra de giro de un camión	25
Figura 14. Efecto un vehículo pesado en los vehículos a su alrededor	26
Figura 15. Configuración de los vehículos de carga predominantes en Colombia	27

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Solicitud de permisos especial por tramos de vía en el Distrito	15
Tabla 1. Solicitud de permisos de circulación en el Distrito	16
Tabla 2. Distribución de camiones en la circunvalar con carrera 38	24
Tabla 3. Distribución de camiones en la vía 40 con calle 79	25
Tabla 4. Tipos de eje y su carga equivalente de referencia	28
Tabla 5. Factores camión a nivel nacional	29
Tabla 6. Peso bruto vehicular por tipo de camión	30
Tabla 7. Vías y zonas exceptuadas de la restricción	31
Tabla 9. Vías prohibidas o no sujetas a permisos	32
Tabla 10. Horarios no permitidos	33



1. INTRODUCCIÓN

El transporte de carga en el territorio colombiano constituye un rol fundamental en el desarrollo económico del país, toda vez que permite conectar consumidores con diferentes empresas a nivel nacional e internacional. Por esto se deben garantizar condiciones de circulación eficientes, seguras, oportunas y cómodas para los vehículos con capacidad de transportar cualquier tipo de carga. De igual modo, es importante regular de manera estratégica, la circulación de este tipo de vehículos sobre la red vial nacional, distrital y local, considerando lo dispuesto en el artículo 1 de la Ley 769 de 2002 *“todo colombiano tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional, pero está sujeto a la intervención y reglamentación de las autoridades para garantía de la seguridad y comodidad de los habitantes, especialmente de los peatones y de los discapacitados físicos y mentales, para la preservación de un ambiente sano y la protección del uso común del espacio público”*.

En Colombia, los principales centros de producción y consumo se encuentran en Bogotá y Medellín y los puertos con mayor atracción y generación de carga en Buenaventura, Cartagena, la Costa Pacífica y Barranquilla. Según el Ministerio de Transporte, en el 2019 se registraron aproximadamente 35 millones de viajes entre los lugares mencionados, de los cuales el 75% se realizaron con camiones C2, vehículos que por la distribución de sus ejes pueden causar un daño significativo al pavimento (Ministerio de Transporte, 2019).

Por otro lado, respecto al flujo vehicular y volúmenes horarios de máxima demanda en la ciudad, es necesario reglamentar el tránsito de vehículos de carga de más de cinco (5.00) toneladas y el cargue y descargue de todo tipo de vehículo con el fin de lograr descongestionar en buena medida la red vial principal de la ciudad, como garantía de seguridad y comodidad de los habitantes, así como preservar la red secundaria de exceso de cargas por el tránsito de vehículos pesados.

La Oficina de Gestión de Tránsito de la Secretaría Distrital de Tránsito y Seguridad Vial elaboró el presente informe, enmarcado dentro del marco legal y normativo Nacional y Distrital, en el que se describen las características actuales del sistema vial y de la operación vehicular en las principales vías del Distrito, además de evaluar los factores camión en vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas. Este estudio revisa y analiza la situación actual de este tipo de vehículos, con el fin de establecer restricciones y/o regulaciones sobre estos, teniendo en cuenta su influencia en el comportamiento del tránsito vehicular, el estado del pavimento, la infraestructura vial y de transporte en general.



2. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Para la elaboración del presente informe se consideró la normatividad existente y regulaciones dispuestas por los entes territoriales y nacionales, entre las cuales se encuentran:

- **Ley 769 de 2002** “Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones” y sus modificaciones:

Artículo 3°. Autoridades de tránsito. “Para los efectos de la presente ley entiéndase que son autoridades de tránsito, en su orden, las siguientes:

El Ministro de Transporte.

Los Gobernadores y los Alcaldes.

Los organismos de tránsito de carácter departamental, municipal o Distrital.

La Policía Nacional a través de la Dirección de Tránsito y Transporte.

Los Inspectores de Policía, los Inspectores de Tránsito, Corregidores o quien haga sus veces en cada ente territorial.

La Superintendencia General de Puertos y Transporte.

Las Fuerzas Militares para cumplir exclusivamente lo dispuesto en el parágrafo 5o de este artículo.

Los Agentes de Tránsito y Transporte.”

Artículo 6°. Organismos de tránsito. “Serán organismos de tránsito en su respectiva jurisdicción: (...)”

Parágrafo 3. *Los gobernadores y los alcaldes, las Asambleas Departamentales y los Concejos Municipales, no podrán, en ningún caso, dictar normas de tránsito de carácter permanente, que impliquen adiciones o modificaciones al código de tránsito.*

Los Alcaldes dentro de su respectiva jurisdicción deberán expedir las normas y tomarán las medidas necesarias para el mejor ordenamiento del tránsito de personas, animales y vehículos por las vías públicas con sujeción a las disposiciones del presente código.”

Artículo 7°. Cumplimiento régimen normativo. “Las autoridades de tránsito velarán por la seguridad de las personas y las cosas en la vía pública y privadas abiertas al público. Sus funciones serán de carácter regulatorio y sancionatorio y sus acciones deben ser orientadas a la prevención y la asistencia técnica y humana a los usuarios de las vías. (...)”



Artículo 119°. Jurisdicción y facultades. “Sólo las autoridades de tránsito, dentro del territorio de su jurisdicción, podrán ordenar el cierre temporal de vías, la demarcación de zonas, la colocación o retiro de señales, o impedir, limitar o restringir el tránsito o estacionamiento de vehículos por determinadas vías o espacios públicos.”

- **Resolución 4100 de 2004** “Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional”

Artículo 1°. Objeto. “La presente resolución tiene por objeto reglamentar la tipología para vehículos automotores de carga para transporte terrestre, así como los requisitos relacionados con dimensiones, máximos pesos brutos vehiculares y máximos pesos por eje, para su operación normal en la red vial en todo el territorio nacional, de acuerdo con las definiciones, designación y clasificación establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4788 “Tipología para vehículos de transporte de carga terrestre”

- **Resolución 1782 de 2009** “Por la cual se modifica el artículo 8° de la Resolución 4100 del 28 de diciembre de 2004”
- **Ley 105 de 1993** “Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones”.

Artículo 12°. Definición e integración de la infraestructura de transporte a cargo de la Nación. “Se entiende por infraestructura del transporte a cargo de la Nación, aquella de su propiedad que cumple la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo del País, y de éste con los demás países. Esta infraestructura está constituida por:

1. La red nacional de carreteras, con sus zonas, facilidades, y su señalización, que se define de acuerdo con los siguientes criterios:

a. Las carreteras cuyos volúmenes de tránsito sean superiores a aquellas que sirven hasta un 80% del total de la red vial de carreteras.





b. Las carreteras con dirección predominante sur - norte, denominadas Troncales, que inician su recorrido en las fronteras internacionales y terminan en los puertos del Atlántico o en fronteras internacionales.

c. Las carreteras que unen las Troncales anteriores entre sí, denominadas Transversales, cuyo volumen de tránsito esté justificado, según el contenido del literal a, que comuniquen con los Países limítrofes o con los puertos de comercio internacional.

d. Las carreteras que unen las capitales de Departamento con la red conformada con los anteriores criterios, de acuerdo con su factibilidad técnica y económica; esta conexión puede ser de carácter intermodal.

e. Las vías para cuya constitución se ha comprometido el Gobierno Nacional con Gobiernos Extranjeros mediante convenios o pactos internacionales”.

- **Decreto Acordal No. 0801 de 2020** “Por el cual se adopta la estructura orgánica de la administración central del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla”:

Artículo 96°. Funciones de la secretaría distrital de tránsito y seguridad vial.
“Corresponde a esta dependencia, el cumplimiento de las siguientes funciones: (...)”

Coordinar el desarrollo de planes, programas y proyectos de educación, capacitación y sensibilización, encaminados al establecimiento de cultura ciudadana en materia de tránsito, transporte y seguridad vial en el Distrito de Barranquilla, en el marco del Plan de Desarrollo Distrital y la normatividad vigente aplicable.

Diseñar e implementar estrategias y campañas de promoción, formación y sensibilización en materia de movilidad segura, para el desarrollar destrezas, habilidades y actitudes adecuadas en los ciudadanos en situaciones de desplazamiento o de uso de las vías del Distrito de Barranquilla, en el marco de los objetivos y metas del Plan de Desarrollo Distrital.

Desarrollar estrategias y acciones para fomentar una movilidad racional e inclusiva de los actores viales, enmarcada en la sostenibilidad ambiental, el respeto por la movilidad de las personas con discapacidad y las demás políticas y normas vigentes y aplicables.

Las demás que en el marco de sus competencias se deriven de los planes, programas y proyectos a su cargo y que le sean asignadas por autoridad competente.”



- **Decreto Distrital No. 0785 de 2014** “Por medio del cual se regula la circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas en el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla”:

***Artículo 1°. Generalidades. Objeto.** “El presente Decreto tiene por objeto regular la circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas, y regula la expedición de permisos especiales de circulación por las vías del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla.”*

***Artículo 2°.** Regular la circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas, por las vías del Distrito Especial, Industrial y portuario de Barranquilla, en el sentido de prohibir la circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas.*

3. GLOSARIO

Con el fin de generar una adecuada comprensión del documento y de reducir las diferencias conceptuales entre quienes lo consulten, se describe, a continuación, una descripción de los principales términos empleados a lo largo del mismo.

- **Actores viales:** Son actores de la vía, todas las personas que asumen un rol determinado, para hacer uso de las vías, con la finalidad de desplazarse de un lugar a otro, por lo tanto, se consideran actores de tránsito y de la vía los peatones, los transeúntes, los pasajeros y conductores de vehículos automotores y no automotores, los motociclistas, los ciclistas, los acompañantes, los pasajeros, entre otros (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2011).
- **Capacidad de carga:** Es el máximo tonelaje autorizado en un vehículo, de tal forma que el peso bruto vehicular no exceda los límites establecidos¹ (Ministerio de Transporte, 2002).
- **Carretera:** Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma (INVIAS, 2008).
- **Eje patrón:** Dada la gran cantidad de cargas que pueden circular por las vías, los métodos de diseño de pavimentos recurren a establecer un eje patrón al cual se le asigna una carga determinada, la más tradicional es la de 8,2 toneladas para el eje sencillo de llanta doble (INVIAS, 2008).
- **Factor camión (FC):** Se puede entender como el número de aplicaciones de ejes sencillos cargados con 81.81 kN (8.2 toneladas) que es necesario que circulen por un pavimento para hacer el mismo daño que un camión con una carga cualquiera (INVIAS, 2008).
- **Factor de equivalencia de carga (FEC):** Determina el correspondiente daño proporcionado al pavimento a partir de la relación que existe entre el peso que ejerce el eje con una carga cualquiera y el eje patrón (INVIAS, 2008).
- **Malla Vial:** conjunto de vías que conforman la infraestructura necesaria para la movilización de bienes y personas, definidas en el Plan de Ordenamiento territorial del Distrito.
- **Niveles de servicio:** Refleja las condiciones operativas del tránsito vehicular en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, los deseos del usuario y la seguridad vial (INVIAS, 2008).

¹ La capacidad de carga debe estar registrada en la licencia de tránsito del vehículo automotor.



- **Peso bruto vehicular:** Corresponde al peso de un vehículo provisto de combustible, equipo auxiliar habitual y el máximo de carga (Ministerio de Transporte, 2002).
- **Sección transversal:** Describe los elementos de la carretera en un plano normal a su eje (INVIAS, 2008).
- **Serviciabilidad:** Medida del comportamiento del pavimento, que a la vez se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario cuando éste circula por la carretera (Dujisin & Arroyo, 1995).
- **Vehículo de carga:** Vehículo autopropulsado o no, destinado al transporte de mercancías. Puede contar con equipos adicionales para la prestación de servicios especializados (Ministerio de Transporte, 2001).
- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD):** Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

4. ANTECEDENTES

En el presente capítulo se describen los antecedentes que fueron considerados y analizados para la construcción del informe y sus conclusiones.

4.1. Nivel Nacional

Dado que los principales centros de producción y consumo se encuentran en la ciudad de Bogotá y en Medellín (Ministerio de Transporte, 2019), es conveniente analizar las políticas, medidas y restricciones de circulación para el tránsito de los vehículos de carga en cada una de ellas. De este modo, a continuación, se describen las principales consideraciones que se tuvieron en cuenta para establecer determinadas normas.

- **Decreto 840 de 2019 - Alcaldía Mayor de Bogotá**

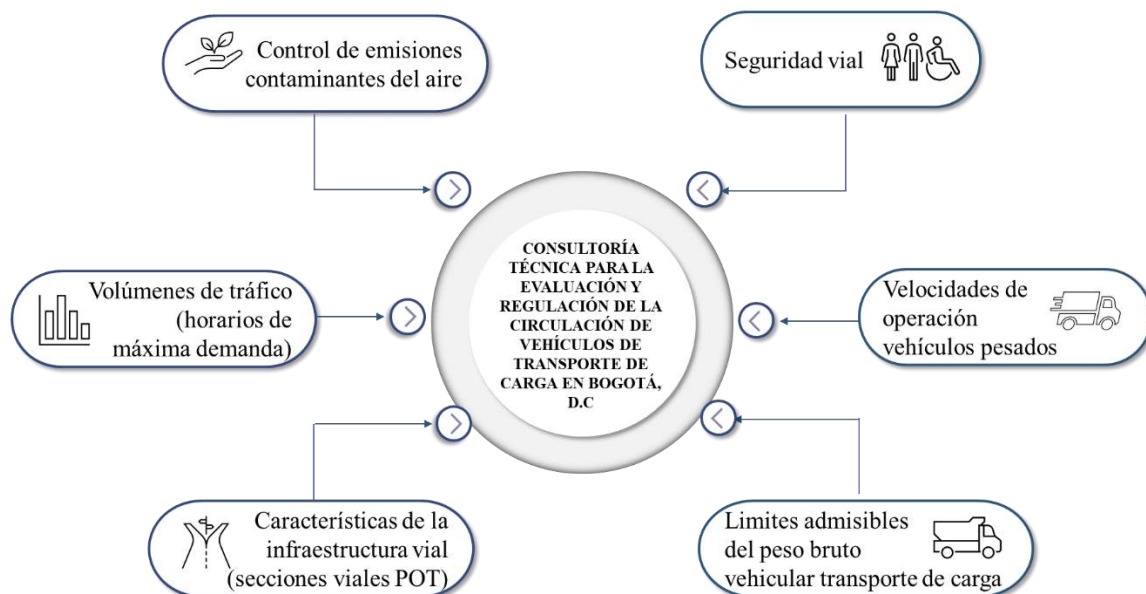
“Por medio del cual se establecen las condiciones y restricciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga en el Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones”

En este decreto se definen las condiciones de circulación de vehículos de transporte de carga² sobre la malla vial de la ciudad, para lo cual se establecen zonas de restricción, zonas de libre circulación, horarios de restricción, circulación de vehículos pesados en función de las secciones viales y fuera del horario de restricción, excepciones, etc.

Con el fin de justificar cada una de las restricciones y medidas estipuladas en este decreto, la Secretaría Distrital de Movilidad, en el marco del contrato 2018-1654 de 2018, contrató una consultoría técnica para realizar la evaluación y proponer una regulación de circulación de vehículos de transporte de carga en Bogotá, D.C. Los aspectos y/o criterios técnicos desarrollados por dicha consultoría se muestran en la siguiente figura.

² Incluye vehículos con capacidad superior a 5.00 toneladas y todos los vehículos de transporte de carga terrestre en general.

Figura 1. Aspectos técnicos considerados por la consultoría para el Decreto 840 de 2019



Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito con información del Decreto 840 de 2019 (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2019)

Uno de los principales criterios considerados por la consultoría fue el control de emisiones contaminantes del aire, teniendo en cuenta la Resolución 2254 de 2017, la Resolución 910 de 2008, el Decreto Distrital 98 de 2011, la Ley 1083 de 2006, entre otros. Así, la consultoría toma en cuenta las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá para evaluar las zonas de restricción de vehículos de carga.

Igualmente, se describen las regulaciones que han adoptado a nivel mundial entidades como Environmental Protection Agency (EPA) en materia de emisiones contaminantes. En este sentido, el Decreto 840 de 2019 menciona que “*la composición del parque de vehículos de carga cuyo año modelo es superior a veinte (20) años no reúne condiciones uniformes siquiera bajo los referentes EPA 94*”, razón por la cual la consultoría recomienda tomar medidas restrictivas de circulación de vehículos de carga con el objetivo de mitigar los efectos de sus emisiones, principalmente para modelos de vehículos con más de 20 años.

Por otro lado, el estudio técnico realiza un análisis del flujo vehicular en la ciudad para definir el periodo de máxima demanda a partir del cual se establecen los horarios de restricción vehicular. Asimismo, considera los corredores viales de alta congestión, las zonas residenciales, los límites admisibles del peso bruto vehicular para el transporte de carga, entre otros aspectos que permiten establecer controles para la circulación de vehículos pesados.



- **Resolución 1804 de 2010 – Alcaldía de Medellín**

“Por medio del cual se toma una determinación en materia de tránsito”

Esta resolución restringe la circulación de vehículos de carga, subiendo y bajando con capacidad de carga mayor a las cinco (5) toneladas, por la Loma de los Balsos, entre la vía Las Palmas y la Glorieta de La Poda, todos los días de la semana las 24:00 horas.

Los criterios técnicos considerados en esta resolución se asocian a las características de operación vehicular de las zonas en mención (alto flujo vehicular), el uso del suelo (zonas de bienes y servicios); así como las condiciones geométricas en perfil de estas vías, que presentan altas pendientes longitudinales, causando riesgos de accidentalidad a vehículos pesados, principalmente en trayectorias en descenso.

Adicionalmente, la Secretaría Distrital de Medellín ha establecido otras normas para la regulación de vehículos con capacidad de carga superior a 4 toneladas: Resolución 038 de 2008; Resolución 176 de 2004; Resolución 293 de 2008; Resolución 294 de 2008; Resolución 1240 de 2009, entre otras.

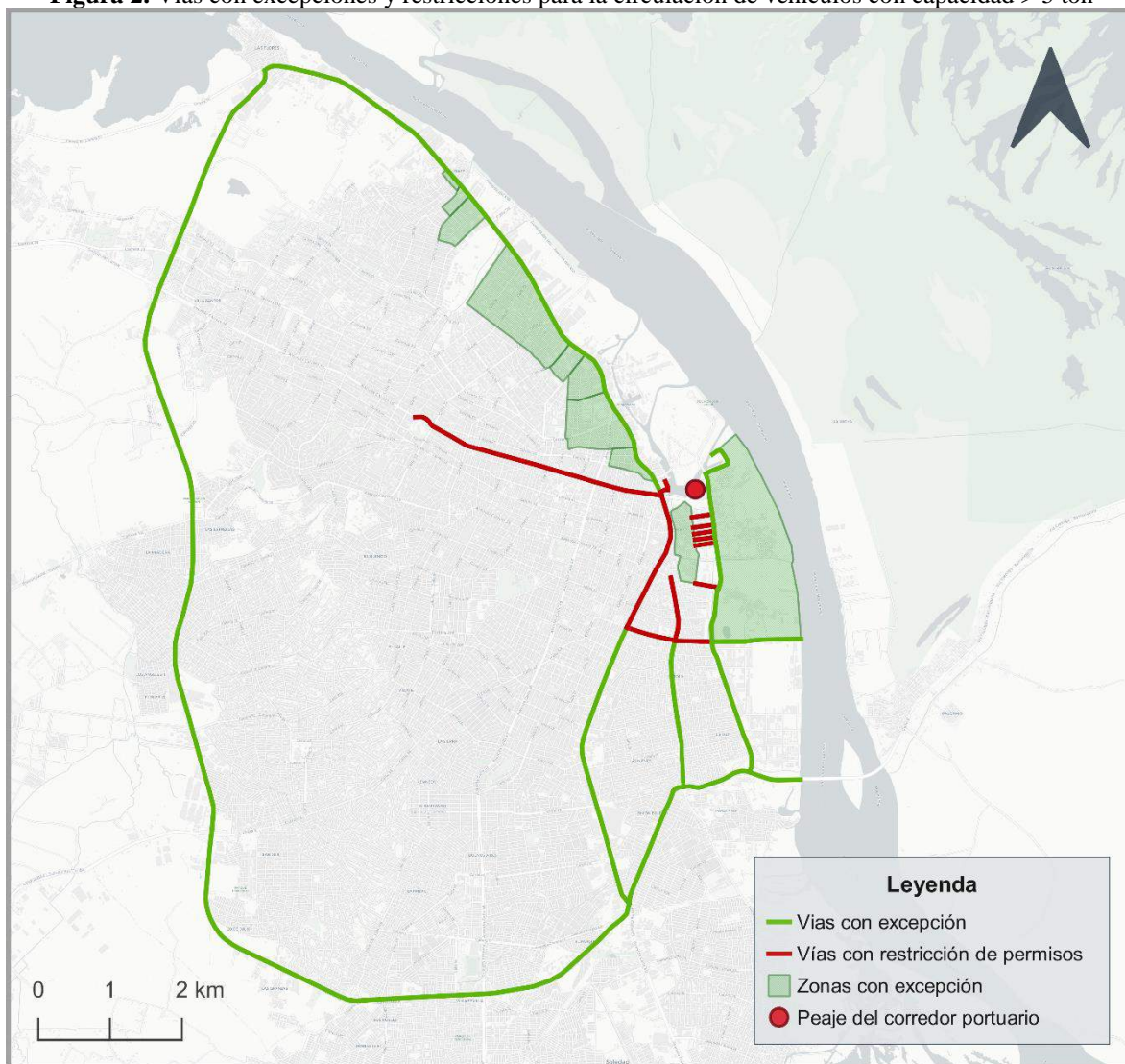
4.2. Nivel Distrital

Por su parte, a nivel distrital actualmente se encuentra regulada la circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas en todas las vías del Distrito de Barranquilla, sin embargo, existen vías y zonas con excepciones a esta restricción, para el resto de las vías se debe solicitar un permiso para circulación.

Por otro lado, también hay vías que no están sujetas a expedición de permisos, a menos que existe una justificación, como el acceso o salida de predios, para lo cual es necesario solicitar un permiso especial. Las zonas y vías incluidas en estas restricciones se presentan en la Figura 2.



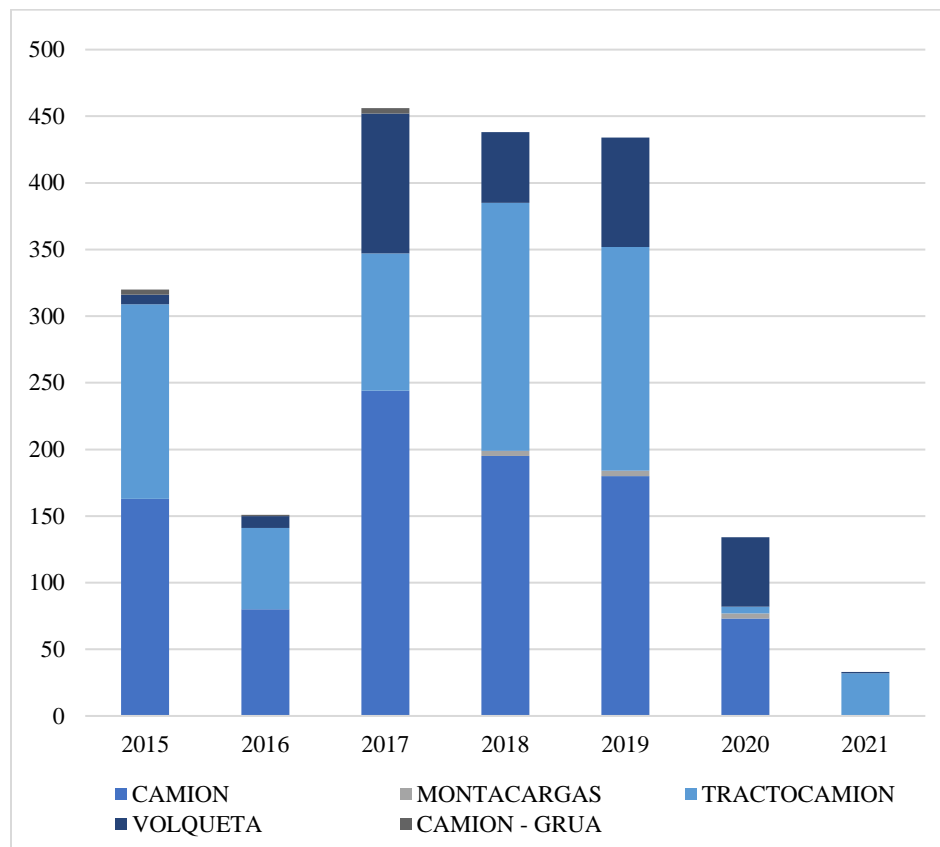
Figura 2. Vías con excepciones y restricciones para la circulación de vehículos con capacidad > 5 ton



Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2021) con información del Decreto Distrital 0785 de 2014.

Así mismo, existe una regulación el ingreso y salidas a empresas o predios de vehículos de carga cuyas maniobras requieran más de un carril. En estas situaciones se prohíbe el ingreso de estos vehículos entre 6:30 a.m. - 9:00 a.m. y entre 4:30 p.m. – 7:00 p.m.

Figura 3. Historial de solicitud de permisos especiales por tipo de vehículos de carga



Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2015-2021).

La solicitud de permisos especiales se centra principalmente el acceso a empresas y construcciones de camiones, volquetas y tractocamión. Además, se observa una reducción de solicitud de permisos para el 2020, posiblemente por la emergencia sanitaria generar por la pandemia del Covid-19.

Tabla 1. Solicitud de permisos especial por tramos de vía en el Distrito

TRAMOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Calle 17 entre carreras 30 y 38	62	23	77	119	157	7	14	459
Calle 17 entre carreras 30 y 38; Calle 30 entre carreras 30 y 46	0	0	23	0	0	0	0	23
Calle 17 entre carreras 30 y 38; Calle 30 entre carreras 30 y 46; Carrera 38 entre calles 6 y 8	34	63	75	79	80	0	0	331
Calle 30 entre carreras 30 y 46	12	0	0	0	0	1	0	13
Calle 30 entre carreras 30 y 46; Calle 17 entre carreras 30 y 38; Carrera 30 entre calles 17 y 6; Carrera 38 entre calles 8 y 6; Carrera 44 entre calles 8 y 6; Carrera 43 entre calles 8 y 6; Carrera 42d entre calles 8 y 6; Carrera 42c entre calles 8 y 6; Carrera 42 entre calles 8 y 6m; Carrera 46 entre calles 30 y 74	5	0	0	0	0	0	0	5



TRAMOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Calle 30 entre carreras 30 y 46 Carrera 30 entre calle 17 y 6 Carrera 38 entre calle 8 y 6	0	3	0	0	0	0	0	3
Calle 30 entre carreras 30 y 46; Calle 17 entre carreras 30 y 38	0	0	0	9	43	7	0	59
Calle 30 entre carreras 39 y 46	0	0	21	0	0	0	0	21
Calle 30 entre carreras 45 y 46; Carrera 46 entre calles 44 y 46; Carrera 46 entre calles 53 y 55	0	0	19	0	0	0	0	19
Carrera 30 entre calles 17 y 6	3	0	4	0	0	0	0	7
Carrera 30 entre calles 6 y 17; Calle 17 entre carreras 30 y 33b	0	0	3	3	0	0	0	6
Carrera 30 entre calles 6 y 17; Calle 17 entre carreras 30 y 38; Carreras 38, 42, 42c, 42d, 43 y 44 entre calles 6 y 8; Calle 30 entre carreras 30 y 46; Carrera 46 entre calles 30 y 45	0	9	10	0	0	0	0	19
Carrera 30 entre calles 6 y 17; Calle 17 entre carreras 30 y 38; Carreras 38, 42, 42c, 42d, 43 y 44 entre calles 6 y 8; Calle 30 entre carreras 30 y 46; Carrera 46 entre calles 30 y 74; Calle 46a entre vía 40 y calle 9a; Calle 9a entre carrera 46a y 46b	54	6	135	116	108	110	0	529
Carrera 38 entre calles 6 y 8	63	47	62	109	43	6	18	348
Carrera 38 entre calles 6 y 8; Calle 30 entre carreras 30 y 46; Calle 17 entre carreras 30 y 38	80	0	0	0	0	0	0	80
Carrera 38 entre calles 6 y 8; Calle 17 entre carreras 30 y 38	0	0	23	0	0	0	0	23
Carrera 38 entre calles 6 y 8; Calle 17 entre carreras 38 y 33b	0	0	2	3	3	3	1	12
Carrera 46 entre calles 30 y 74; Calle 30 entre carreras 30 y 46	0	0	2	0	0	0	0	2
Carrera 46 entre vía 40 y calle 37	4	0	0	0	0	0	0	4
Carrera 46 entre calles 40 y 53	3	0	0	0	0	0	0	3

Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2015-2021).

Los permisos especiales se centran en tramos en la calle 17, la carrera 30 y 38 en las zonas aledañas al corredor portuario, como se evidencia en Tabla 1.

Por otro lado, los permisos de circulación para vehículos con capacidad superior a 5.00 toneladas que han sido expedidos por la Secretaría de Tránsito y Seguridad Vial, se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Solicitud de permisos de circulación en el Distrito

Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Enero	759	201	161	201	303	221	140
Febrero	509	250	288	335	306	242	188
Marzo	486	313	324	272	390	123	138
Abril	401	337	346	375	313	1	123
Mayo	443	377	352	431	471	76	150
Junio	368	336	289	303	239	196	183
Julio	357	217	280	319	236	217	
Agosto	369	292	386	376	300	133	
Septiembre	276	302	367	363	255	149	





Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Octubre	409	279	292	351	274	131	
Noviembre	309	317	406	388	341	115	
Diciembre	331	350	401	285	291	220	
Total	5017	3571	3892	3999	3719	1824	922

Fuente: Oficina de Registros de Tránsito (2015-2021)

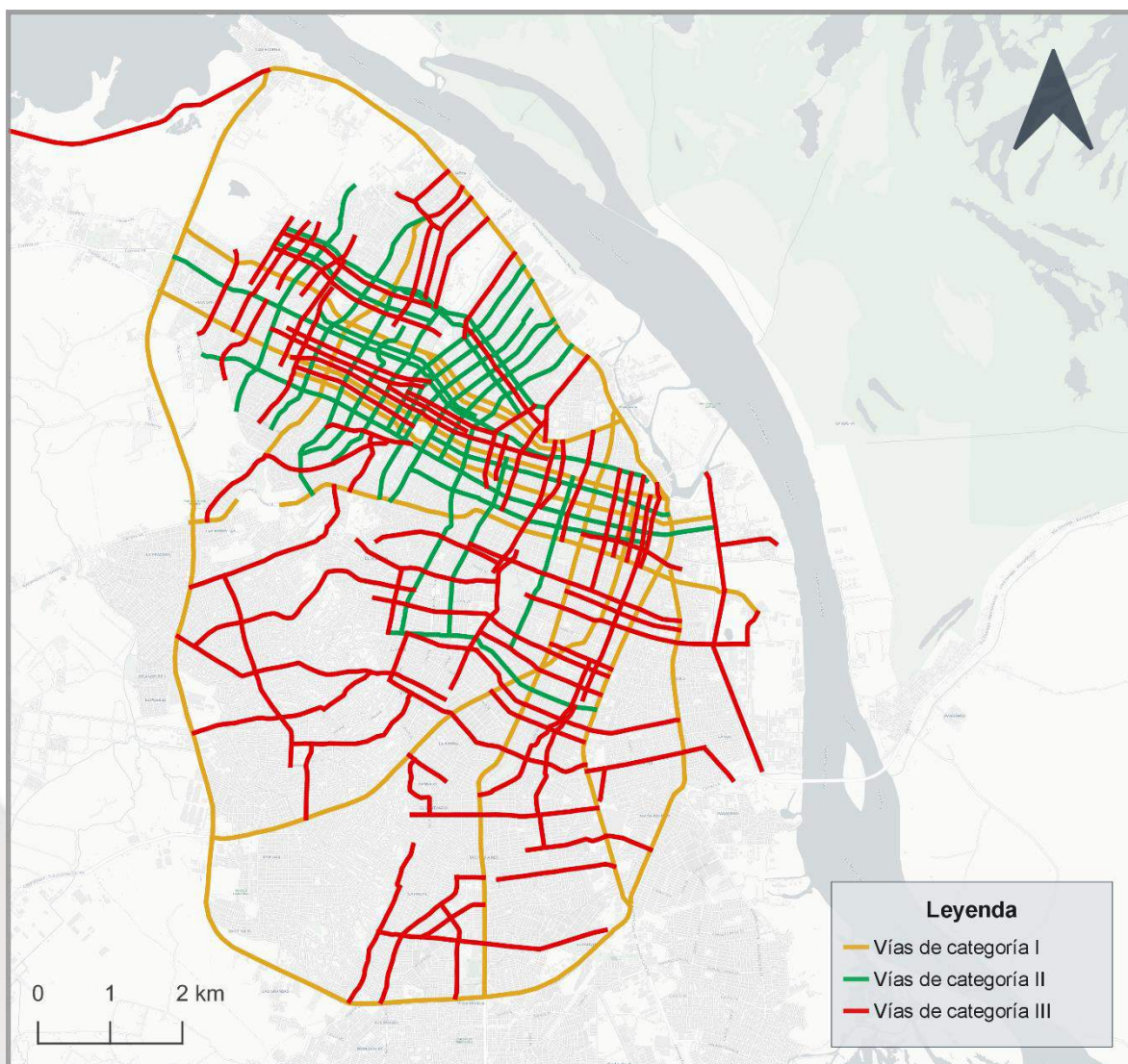


5. CONDICIONES DE CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS CON CAPACIDAD SUPERIOR A CINCO (5.00) TONELADAS

5.1. Características actuales del sistema vial del Distrito

Inicialmente se presenta la categoría de las vías del Distrito (Figura 4), dónde se identifica que las vías consideradas para las excepciones y restricciones adicionales son principalmente de categoría I y solo el corredor portuario se encuentra en la categoría III.

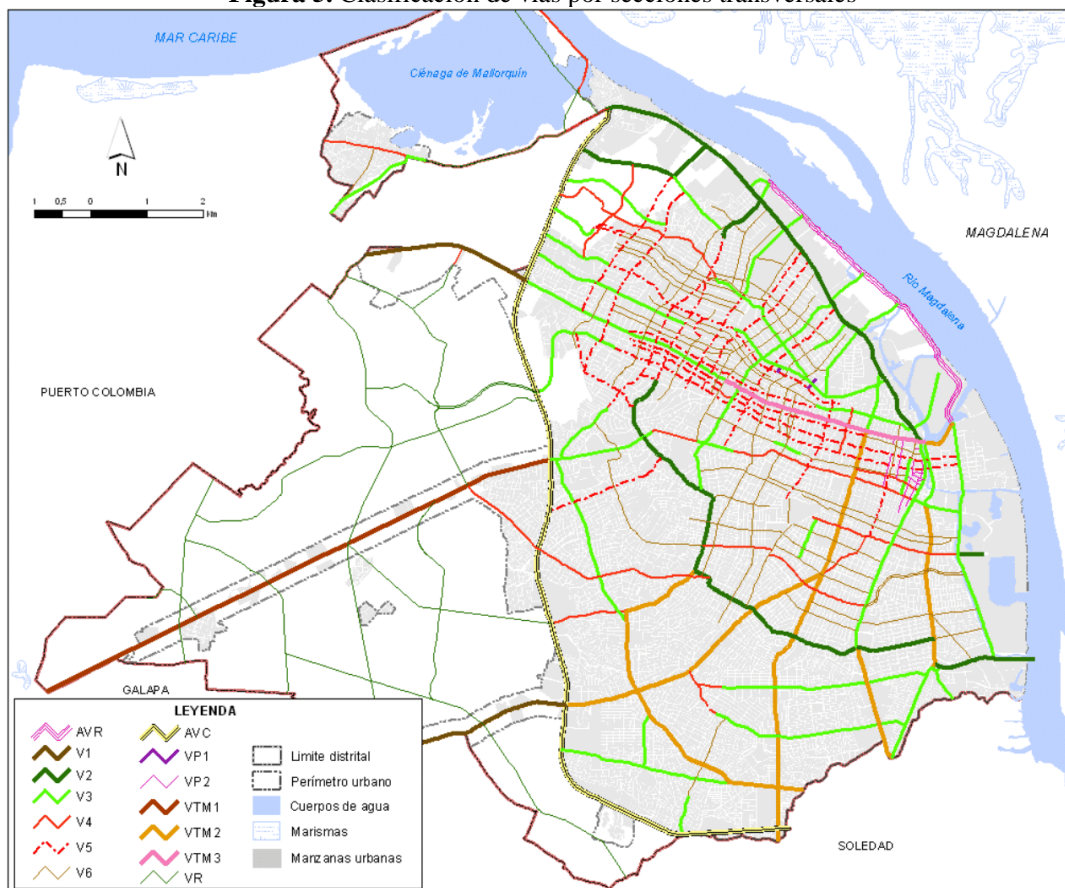
Figura 4. Categorías viales de la ciudad de Barranquilla



Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2021).

Por otro lado, las vías del Distrito también se clasifican según la sección transversal, como se presenta en la Figura 5.

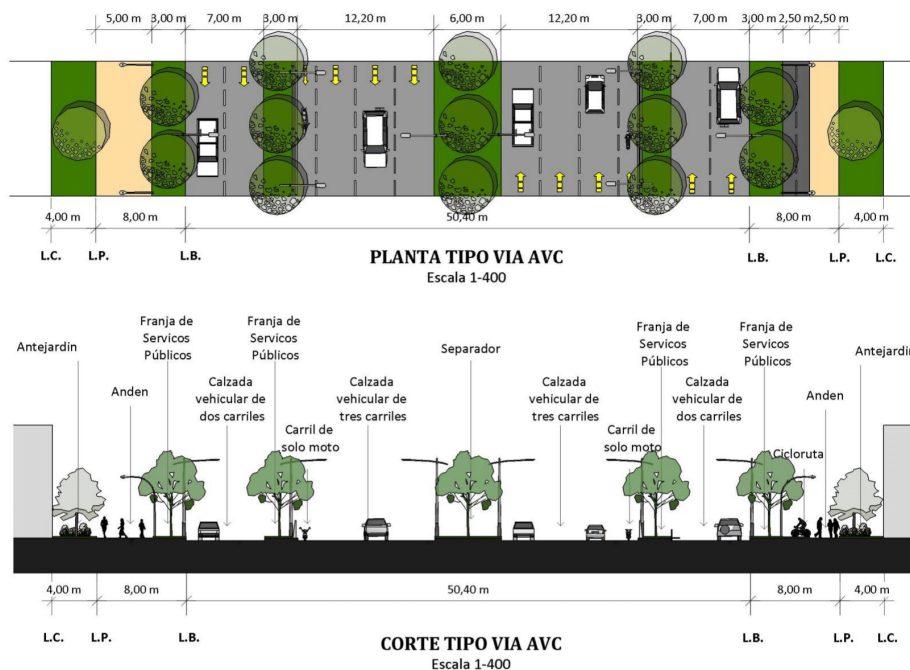
Figura 5. Clasificación de vías por secciones transversales



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

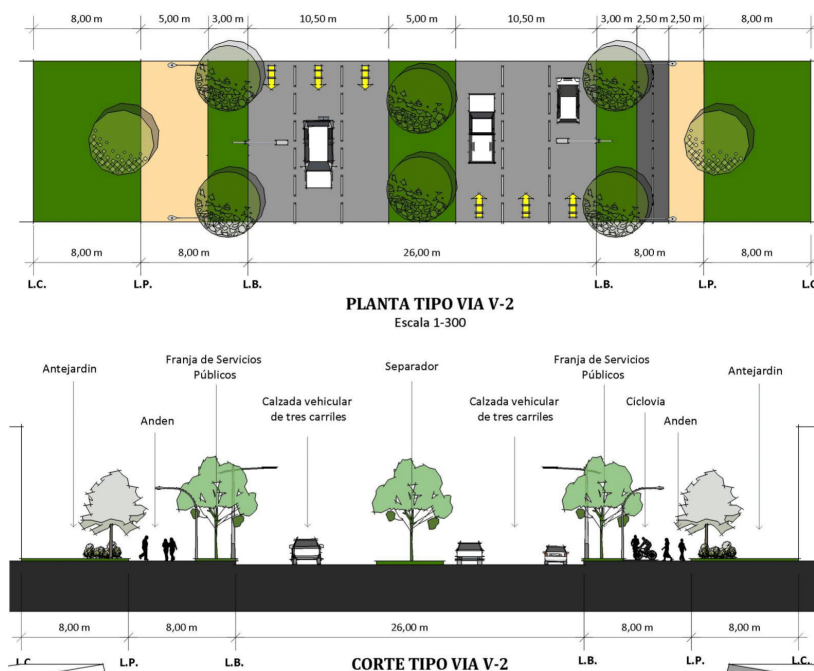
En el POT se define una sección de cuatro calzadas para la avenida circunvalar, compuestas por dos calzadas lentas y dos rápidas con una sección total 50,4 metros para circulación vehicular, como se presenta en la Figura 6. La vía 40 Por su parte, presenta una sección según POT de tipo V2 (Figura 7) que dispone de 29 metros para espacio vehicular y corredor portuario una sección V3 (Figura 8) con mínimo 15 metros, además, la calle 30 y la calle 10 también tiene un segmento con sección V3, pero con tramos de sección VTM2 (Figura 9). Finalmente, la carrera 46 es de sección VTM3, por la circulación de sistema de transporte Transmetro.

Figura 6. Sección transversal para vías tipo AVC



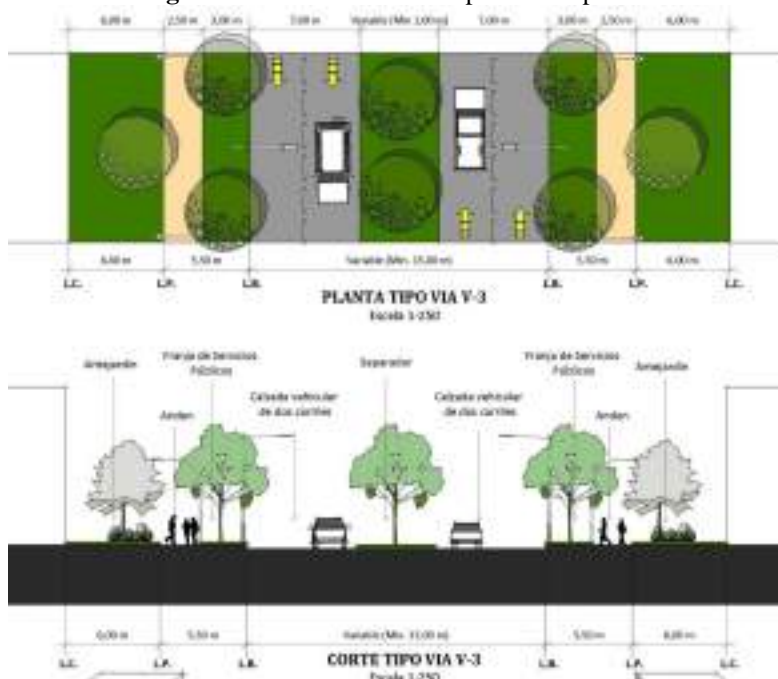
Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

Figura 7. Sección transversal para vías tipo V-2



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

Figura 8. Sección transversal para vías tipo V-3



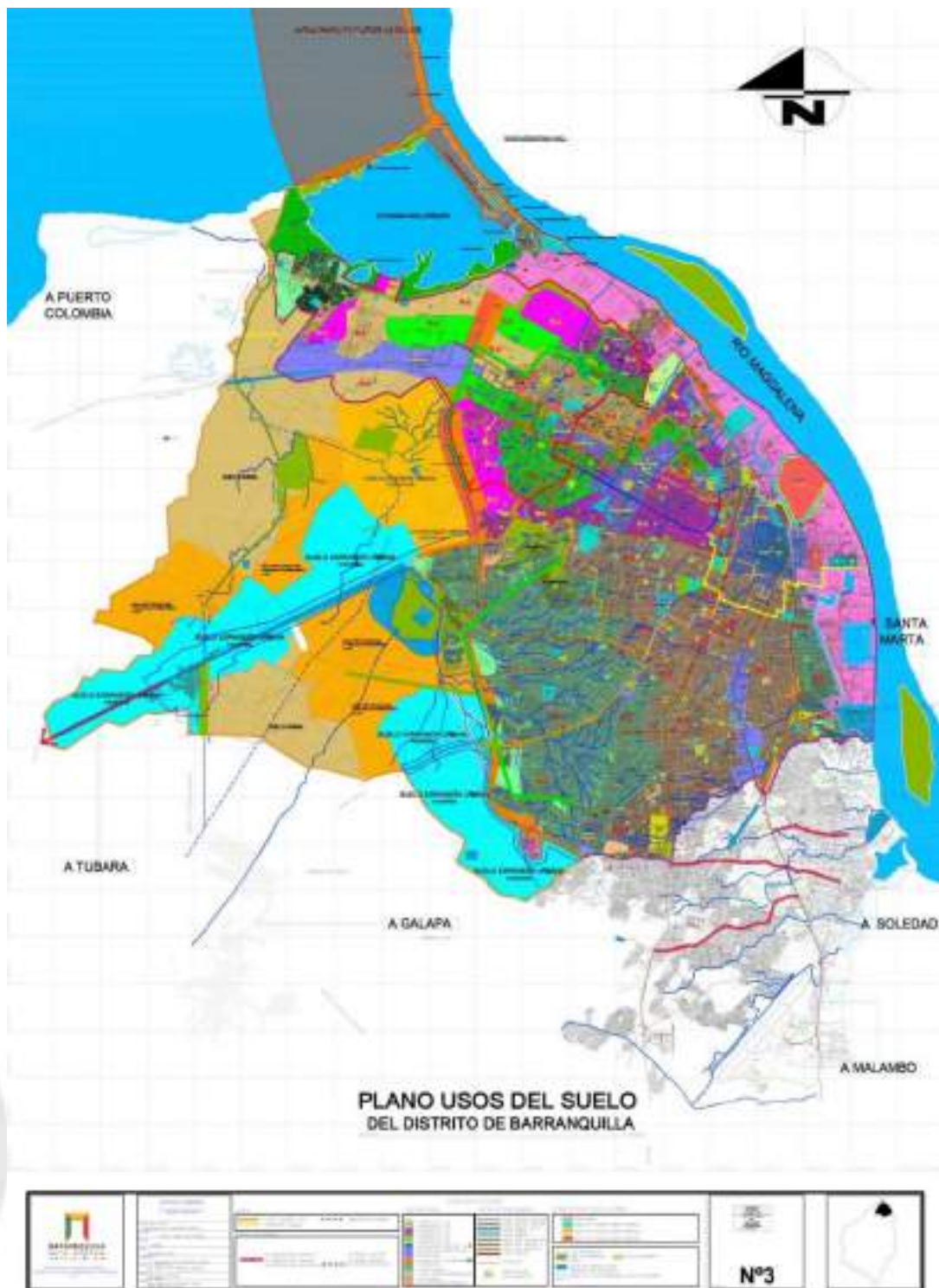
Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

Figura 9. Sección transversal para vías tipo VTM-2



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

Figura 10. Uso de suelo predializado del Distrito de Barranquilla



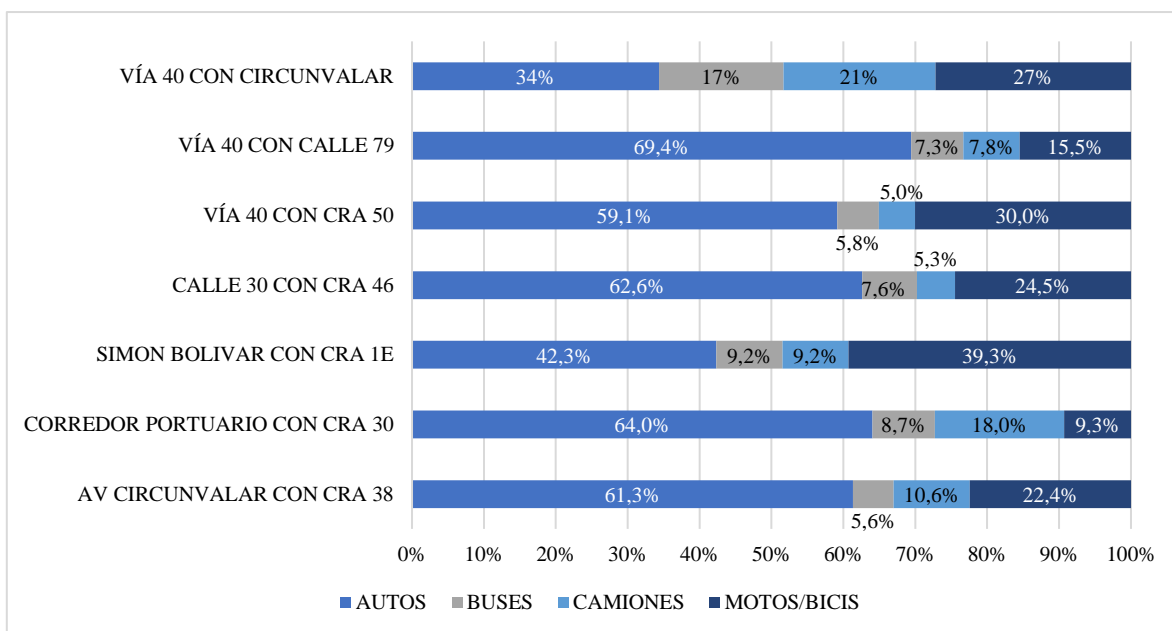
Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Barranquilla, 2014).

En general, los corredores viales de categoría I incluidos en las excepciones del decreto de 2014 son de actividad económica según lo establecido en el POT y conectan los accesos de la ciudad con las zonas industriales ubicadas el nororiente (Vía 40) y suroriente de la ciudad (zona franca) ambas al borde del río Magdalena, como se puede observar en la Figura 10.

5.2. Características de operación vehicular sobre red vial del Distrito

Para caracterizar el tránsito de las vías consideradas en la restricción se emplean aforos vehiculares realizados por la SDTSV entre 2018 y 2021. Inicialmente se presenta (Figura 1) la partición modal de diferentes intersecciones de los corredores estudiados, donde se evidencia la participación de camiones, principalmente en el corredor portuario y la circunvalar.

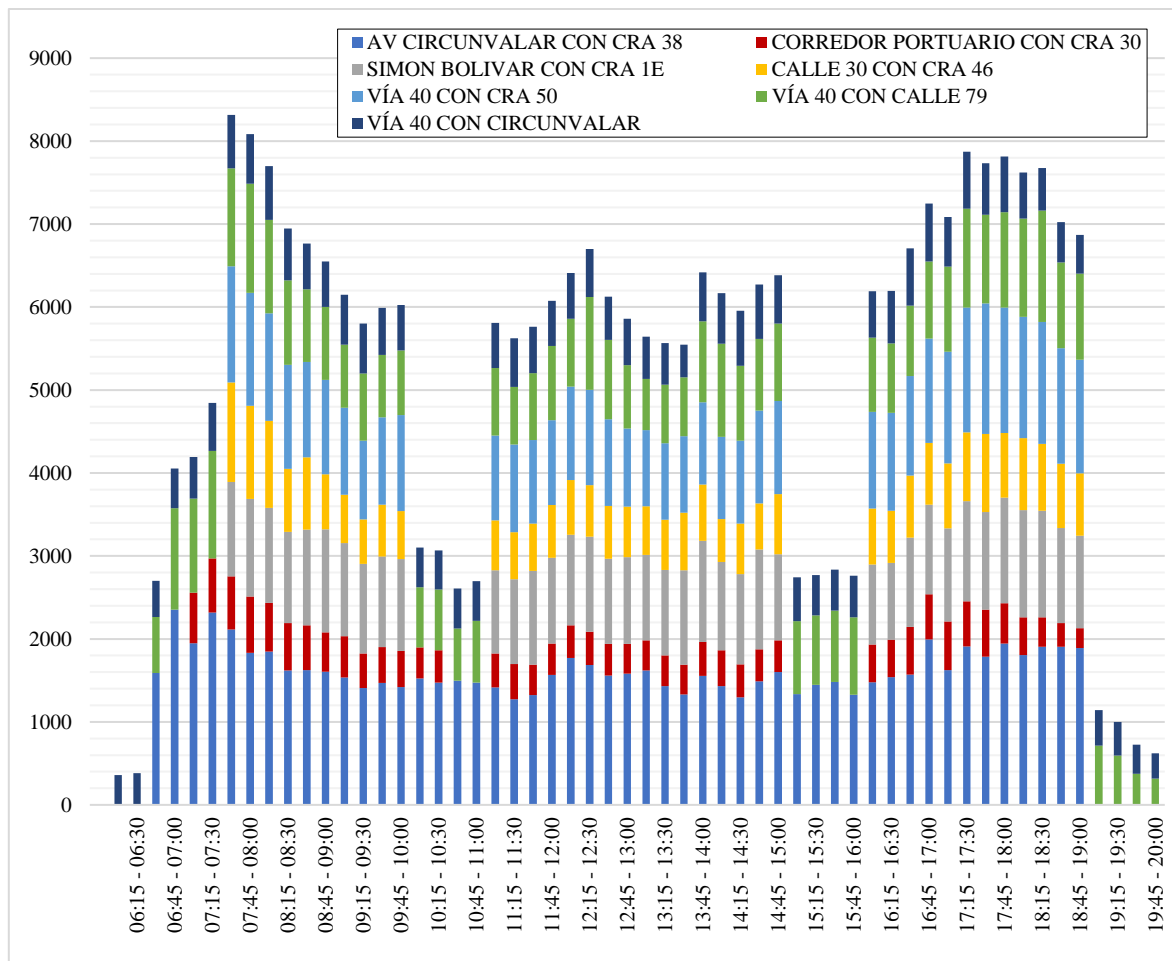
Figura 11. Partición modal de los corredores de interés



Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2018-2021).

Asimismo, se evalúa la variación horaria del tráfico vehicular en estas intersecciones, evidenciando tres picos claros durante el día entre las 7:30 y 8:30 horas, a medio día entre las 12:15 y las 13:15 horas, y finalmente entre la hora de máxima demanda entre las 17:15 y las 18:15 horas.

Figura 12. Variación horaria del tráfico en los corredores de interés



Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2018-2021).

Otra información relevante de la variación horaria es que la hora de máxima demanda se desplaza dependiendo la ubicación, en algunas estaciones la ocurre antes de 7:30 en la jornada matutina, por tanto, a nivel distrital lo mejor es considerar un intervalo de más de una hora como periodo de máxima demanda.

Tabla 3. Distribución de camiones en la circunvalar con carrera 38

C2	C3 - C4	≥C5
6239	1519	870
72.3%	17.6%	10.1%

Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2016).

Finalmente, se revisa la distribución de camiones en dos puntos importantes de la ciudad. En la circunvalar con carrera 38 durante el día se destaca principalmente la presencia de vehículos con menos ejes y al igual que en la vía 40, sin embargo, en la vía 40 los vehículos

con más ejes y normalmente con más capacidad representa una proporción significativa como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Distribución de camiones en la vía 40 con calle 79

C2-P	C2-G	C3	C4	≥C5
1732	890	446	178	535
45.8%	23.5%	11.8%	4.7%	14.1%

Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2018).

5.3. Uso del espacio público e impactos en el tráfico de los vehículos pesados

Las cargas pesadas que deben transportar los camiones, las bajas velocidades a las que estos operan dentro de la ciudad y el espacio útil que requieren para desarrollar maniobras de giro, han dificultado, en cierta medida, la movilidad sobre las vías de la ciudad, causando traumatismo al tránsito (colas, congestión vehicular, tiempos de espera prolongados, etc.) en diferentes corredores del Distrito.

Esto se ha evidenciado en recorridos en campo realizados en algunos corredores viales, como por ejemplo sobre la Vía 40 de la ciudad y mediante la simulación de las maniobras de ingreso y salida que realizan los vehículos pesados, desde y hacia las empresas, como se puede observar en la siguiente figura para un camión 3S2, el cual requiere más de un carril de la Vía 40 para poder incorporarse a un acceso.

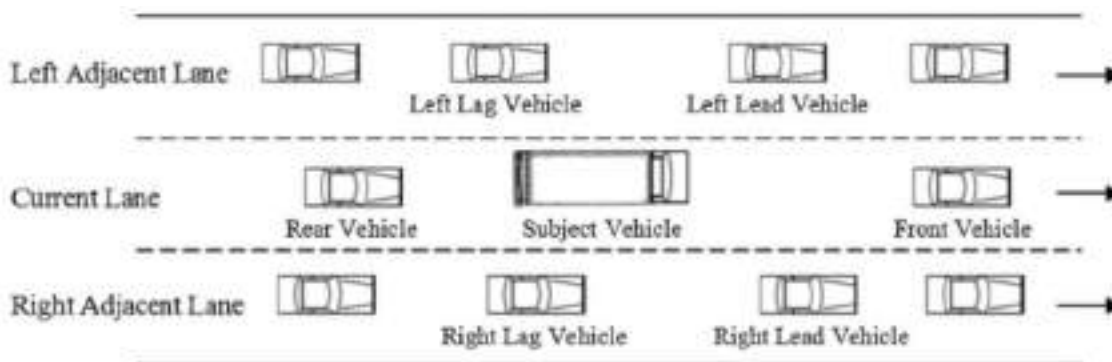
Figura 13. Trayectoria en maniobra de giro de un camión



Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2021).

Por otra parte, a partir de los datos presentados se observa una participación significativa de estos vehículos pesados en las vías donde se permite su circulación. La presencia de estos vehículos tiene un impacto en los niveles de servicios y tiempos de viaje, además de un efecto físico en el tránsito y psicológico en los usuarios (Moridpour, Mazloumi, & Mesbah, 2014), donde los vehículos contiguos evitan acercarse al vehículo pesado creando espacios alrededor de los camiones como se presenta en la Figura 14.

Figura 14. Efecto un vehículo pesado en los vehículos a su alrededor



Fuente: Impact of heavy vehicles on surrounding traffic characteristics (Moridpour, Mazloumi, & Mesbah, 2014).

Este efecto es inevitable, sin embargo, debe ser segregado a las vías que tengas suficiente espacio, anchos y número de carriles para que los demás usuarios de la vía no se sientan intimidados y cuenten con el espacio suficiente para circular con una sensación de seguridad.

5.4. Evaluación de factores camión y maniobras de giro de vehículos de carga sobre red vial del Distrito

Con el fin de analizar la incidencia de los vehículos de carga sobre las vías, así como definir las condiciones pertinentes para establecer permisos para la circulación de este tipo de vehículos en el Distrito, se describe a continuación los conceptos técnicos sobre el comportamiento y la transmisión de las cargas hacia el pavimento. De este modo, se presenta las metodologías establecidas por la AASHTO³, el INVIAS⁴ y otros estudios técnicos asociados.

³ American Association of State Highway and Transportation

⁴ Instituto Nacional de Vías






5.4.1. Tipos de vehículos de carga

De acuerdo con lo establecido en el Resolución 4100 de 2004 (Ministerio de Transporte, 2004), la designación para los vehículos de transporte de carga depende de la configuración de sus ejes; así el primer dígito corresponde al número de ejes del camión o del tractocamión, la S se designa para semirremolque, la R para remolque y el dígito inmediato indica el número de sus ejes y la B significa remolque balanceado y el dígito inmediato indica el número de sus ejes.

Las cargas que transportan estos vehículos son transmitidas al pavimento mediante sus ruedas y en el caso del semirremolque, parte de esta es compartida con la unidad tractora. Las llantas (sencillas, dobles o mixtas) se encuentran configuradas en líneas de rotación o ejes (simples, tándem o trídem), los cuales tienen asociada una carga equivalente de referencia mostradas en la


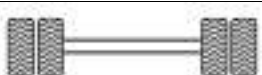
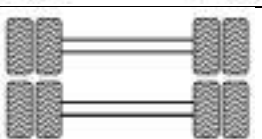
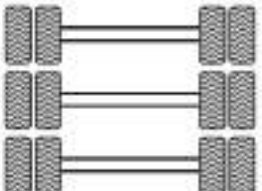
Tabla 5 y estipulada por el Instituto Nacional de Vías (Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, 1998). En la Figura 15 se muestra la designación para los vehículos de transporte de carga más comunes, teniendo en cuenta diferentes estudios realizados en el territorio nacional (Macea, Fuentes, & Alvarez, 2013) en los cuales se encontró que la flota vehicular de carga está compuesta de manera predominante por los camiones tipo C2, C3, 2S2, 3S2 y 3S3 y para el caso del Distrito de Barranquilla, principalmente por camiones C2 (pequeño y grande).

Figura 15. Configuración de los vehículos de carga predominantes en Colombia

C2	C3	2S2	3S2	3S3
				
Camión sencillo. Camión de dos ejes.	Camión de tres ejes. Doble tracción	Tractocamión de dos ejes con semirremolque de dos ejes	Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes	Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes

Fuente: Tipología para vehículos de transporte de carga terrestre. Norma técnica colombiana 4788 (ICONTEC, 2000)

Tabla 5. Tipos de eje y su carga equivalente de referencia

Tipo de eje	Configuración	Carga equivalente de referencia (t)
Eje simple direccional		6.6
Eje simple llanta doble		8.2
Eje tandem llanta doble		15.0
Eje trídem llanta doble		23.0

Fuente: Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carretera (INVIAS, 2008)

5.4.2. Factor de equivalencia de carga y factor camión

El daño que sufre un pavimento cuando está sometido a ciertas cargas es inversamente proporcional al número de ejes y de neumáticos sobre los cuales se transmiten estas; en otras palabras; entre más ejes estén dispuestos para recibir las cargas, mejor será su distribución y, en consecuencia, el deterioro se reducirá comparado con un contexto en el que hay un menor número de ejes para tal fin.

Para la estimación del deterioro causado por diferentes tipologías de vehículos de carga, “*los expertos encontraron apropiado expresar la cantidad de deterioro producida por cada carga real, en términos de la cantidad equivalente de deterioro ocasionada por una carga de referencia*” (INVIAS, 2008). De este modo, las metodologías de diseño de pavimentos adoptadas por la AASHTO e INVIAS han recurrido a establecer una carga de referencia de un eje patrón (eje simple de llanta doble) de 8.2 toneladas (80 kN).

En este sentido, Deacon (1969) definió la siguiente expresión para el cálculo del factor de equivalencia de carga por eje:

$$FEC = \left(\frac{P_i}{P_e} \right)^n$$

Donde P_i es el peso del eje en toneladas y P_e es la carga equivalente de referencia sobre un eje patrón (ver

Tabla 5) con el mismo número de ejes que el eje de peso P_i ; mientras que el exponente n , según el *AASHTO Road Test*, se puede asumir de 4 para pavimentos flexibles. El FEC representa, entonces, el número de repeticiones que producen una pérdida de serviciabilidad entre el número de ejes equivalentes que generan la misma pérdida de serviciabilidad. Así, el FEC transforma a los vehículos pesados en ejes cargados, sintetizando la distribución de cargas de los camiones, la configuración de sus ejes y el tipo de carga que transporta (Secretaría Distrital de Movilidad, 2013).

Para la determinación del FEC se consideraron los operativos de pesaje móvil de vehículos comerciales pesados realizados en el año 2011 en una investigación del INVIAS y la Universidad del Norte (Macea, Fuentes, & Alvarez, 2013) sobre distintos tramos de la red vial principal de Colombia. En este estudio, se obtuvo una muestra de 59,622 vehículos pesados, con 151,736 ejes de distintas configuraciones en los diferentes departamentos del país.

Adicionalmente, no solo es conveniente estimar el deterioro del pavimento equivalente entre diferentes cargas por eje, sino también en términos de la cantidad de deterioro producida por un vehículo completo. Esto se realiza mediante el factor camión (FC) o factor vehicular de deterioro, que, representa, el número de ejes simples equivalentes de referencia que producen el mismo deterioro en el pavimento que la pasada de un vehículo comercial (The Asphalt Institute, 2008). El FC es, entonces, la suma de los FEC de los ejes de la configuración de cada tipo de camión. De este modo, en la Tabla 6 se muestran los factores camión por tipo de camión, calculados durante la investigación del 2013 en el territorio colombiano y comparados con los registrados anteriormente por el INVIAS.

Tabla 6. Factores camión a nivel nacional

Tipo de camión	Factor Camión (INVIAS, 1996)	Factor Camión (INVIAS, 2003)	Factor Camión (2012)
C2	3.44	2.15	2.29
C3	3.76	3.15	3.91
C2-S2	3.42	2.27	2.44
C3-S2	4.4	4.21	3.66
C3-S3	4.72	5.31	4.46

Fuente: Evaluación de factores camión de los vehículos comerciales de carga que circulan por la red vial principal colombiana (Macea, Fuentes, & Alvarez, 2013)

Teniendo en cuenta que los camiones C2 son los que más circulan en las vías del Distrito de Barranquilla, de acuerdo con aforos realizados en distintas intersecciones sobre la red primaria de la ciudad, se debe regular su circulación considerando no solo el deterioro que pueden causar (factor camión de 8.52 con el máximo peso bruto permitido y una distribución del 35% para el eje delantero y 65% en el eje trasero) sino también por su frecuencia de paso sobre la malla vial, en ocasiones, con sobrecargas.

5.4.3. Evaluación del peso mínimo exigido para emisión de permisos de circulación

Para estimar el peso mínimo exigido para la emisión de permisos de circulación, es importante conocer el máximo peso bruto vehicular para cada tipo de camión conforme con lo establecido en la resolución 4100 de 2004 (ver Tabla 7). De este modo, el mayor peso bruto vehicular permitido de 52 toneladas corresponde al camión 3S3, el cual distribuye el 10% de la carga en el eje sencillo, es decir, 5.2 toneladas, por lo que no es necesario exigir permisos de circulación para vehículos con cargas inferiores de 5.0 toneladas aproximadamente.

Tabla 7. Peso bruto vehicular por tipo de camión

Tipo de camión	Máximo peso bruto vehicular (t)
C2	17
C3	28
C2-S2	32
C3-S2	48
C3-S3	52

Fuente: Resolución No. 4100 de 2004 (Ministerio de Transporte, 2004)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio desarrolló los aspectos y/o criterios técnicos para analizar las condiciones de circulación de vehículos de carga, principalmente aquellos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas en el Distrito de Barranquilla con el fin establecer restricciones y/o controles sobre estos. En tal sentido, se realizó inicialmente una recopilación de antecedentes a nivel nacional y distrital sobre las políticas, medidas y regulaciones adoptadas en otras ciudades, así como las normas emitidas en el Distrito.

Para analizar y evaluar la circulación de vehículos pesados en la ciudad, se consideraron las características actuales de su sistema vial (jerarquización de las vías, funcionalidad, perfiles viales, etc.) y su influencia en el comportamiento del tránsito vehicular. Igualmente, en este estudio se presentaron volúmenes de tráfico realizados por la Secretaría de Tránsito y Seguridad vial entre 2016 y 2021 en diferentes intersecciones principales del Distrito para definir periodos de máxima demanda.

Por otra parte, se pudo evidenciar, no solo el impacto que pueden generar los vehículos de carga (principalmente aquellos de grandes configuraciones) sobre el espacio público compartido, sino también su afectación en los niveles de servicio, tiempos de viaje e incluso sobre los usuarios de otro tipo de vehículos. Adicionalmente, otro de los aspectos técnicos desarrollados por el estudio estuvo asociado a la incidencia que tienen las cargas transportadas por estos vehículos sobre el pavimento y la infraestructura vial y de transporte en general.

A partir de este estudio técnico se elaboran las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Se considera necesario permitir la circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas por las vías del Distrito de Barranquilla que cuentan con características adecuadas para atender ese tipo de vehículos, teniendo en cuenta, además, que estas generan una conectividad entre los puntos de accesos y salida de la ciudad con zonas industriales o corredores comerciales. De este modo, en la siguiente tabla se listan aquellos tramos viales y zonas que deben exceptuarse de las restricciones de prohibición de circulación de vehículos con capacidad superior a cinco (5.00) toneladas.

Tabla 8. Vías y zonas exceptuadas de la restricción

Tipo	Descripción
Tramos viales	Vía 40 en toda su extensión
	Calle 30 entre Carrera 30 y Av. Circunvalar
	Calle 17 entre Carreras 30 y 9
	La Avenida Circunvalar entre la Calle 45 y Vía 40
	Av. Simón Bolívar entre Calle 30 y 17
	Carrera 9 entre la Glorieta de la Calle 17 y el Puente Laureano Gómez

Tipo	Descripción
	Avenida Olaya Herrera entre Calle 30 y Corredor portuario
Zonas	Zona entre el Corredor Portuario y el río Magdalena entre la Carrera 51 y la carrera 30.
	Vía 40 y Carrera 81 entre Calles 85 y 82 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Vía 40 y Carrera 78B entre Calles 82 y 80 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Vía 40 y Carrera 74 entre Calles 80 y 79 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Vía 40 y Carrera 65 entre Calles 77B y 68 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Vía 40 y Carrera 66 entre Calles 68 y 58 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Vía 40 y Calle 52 entre Calles 58 y Carrera 64 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Vía 40 y Calle 48 entre Carreras 64 y 52 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Vía 40 y Calle 44 entre Carreras 52 y 50 (incluyendo vías que delimitan la zona)
	Calle 10 entre carreras 45 y 38; Carrera 38 entre Calles 10 y 8; Calle 8 entre Carreras 38 y 45 y Carrera 45 entre Calles 8 y 10 (incluyendo estos tramos viales)

Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2021).

- Por otro lado, es importante definir aquellos tramos viales que se sugiere requieran permisos especiales con una justificación válida, esto para regular la solicitud de permisos de circulación en vías que permitan la evasión del pago de peajes de los vehículos pesados que quieran transitar el corredor portuario, por lo anterior se definen los tramos viales presentados en la Tabla 9.

Tabla 9. Vías prohibidas o no sujetas a permisos

Tipo	Descripción
Tramos viales	Calle 30 entre Carreras 30 y 46
	Calle 17 entre Carreras 30 y 38
	Carrera 30 entre Calles 17 y 6 (Corredor Portuario)
	Carrera 38 entre Calle 8 y 6 (Corredor Portuario)
	Carrera 45 entre Calles 8 y 6 (Corredor Portuario)
	Carrera 44 entre Calles 8 y 6 (Corredor Portuario)
	Carrera 43 entre Calles 8 y 6 (Corredor Portuario)
	Carrera 42 D entre Calles 8 y 6 (Corredor Portuario)

Tipo	Descripción
	Carrera 42 C entre Calles 8 y 6 (Corredor Portuario)
	Carrera 42 entre Calles 8 y 6 (Corredor Portuario)
	Carrera 46 entre Calles 30 y 74
	Carrera 46 A entre Vía 40 y Calle 9A
	Calle 9 A entre Carrera 46A y 46B
	Calle 9 entre Carreras 46 y 46B

Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2021)..

- Para la regulación de las maniobras de ingreso y salida de los vehículos de carga desde y hacia las empresas ubicadas en vías públicas, se debe tener en cuenta los horarios de máxima demanda que se evidenciaron en los aforos vehiculares realizados en diferentes intersecciones del Distrito. De esta manera, se recomienda restringir la realización de estas maniobras en los siguientes periodos:

Tabla 10. Horarios restringidos

Periodo	Horario
Mañana	6:30 a 9:00 a.m.
Medio día	11:30 a.m. a 2:00 p.m.
Tarde	4:30 p.m. a 7:00 p.m.

Fuente: Oficina de Gestión de Tránsito (2021).

- El deterioro de un pavimento depende de las configuraciones de ejes o neumáticos de los vehículos de transporte de carga que circulen sobre este, ya que entre más ejes estén dispuestos para recibir las cargas, mejor será su distribución y, en consecuencia, el daño se reducirá comparado con un contexto en el que hay un menor número de ejes para tal fin. Es por esto, que es importante regular la circulación de vehículos de carga teniendo en cuenta que los camiones C2 son los que más circulan sobre las vías del Distrito de Barranquilla; en otras palabras, por su alta frecuencia de paso sobre la malla vial, en ocasiones, con sobrecargas. Igualmente, considerando que, el mayor peso bruto vehicular permitido de 52 toneladas está asociado al camión 3S3, el cual distribuye el 10% de la carga en el eje sencillo, es decir, 5.2 toneladas, no es necesario exigir permisos de circulación para vehículos con cargas inferiores de 5.0 toneladas aproximadamente.
- Es necesario exceptuar a los vehículos adscritos a empresas de prestación del servicio público de aseo los cuales necesiten transitar por las vías en las cuales se encuentra restringida la circulación en el ejercicio de sus funciones, que es inherente para la salubridad de la comunidad, los valores ecológicos y el derecho al ambiente sano.

7. REFERENCIAS


- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2019). Decreto 840 de 2019.
- Cal y Mayor y Asociados. (1994). Ingeniería de Tránsito.
- INCONTEC. (2000). Tipología para vehículos de transporte de carga terrestre. Norma técnica colombiana 4788.
- INVIAS. (1998). Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito. Popayán.
- INVIAS. (2008). Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carretera.
- INVIAS. (2008). Manual de diseño de pavimentos de concreto : para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.
- INVIAS. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- Macea, L., Fuentes, L., & Alvarez, A. (2013). Evaluación de factores camión de los vehículos comerciales de carga que circulan por la red vial principal colombiana. *Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 57-69.
- Ministerio de Transporte. (2001). Decreto 173 de 2001.
- Ministerio de Transporte. (2002). Ley 769 de 2002. *Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones*.
- Ministerio de Transporte. (2004). Resolución No. 4100 de 2004.
- Ministerio de Transporte. (2019). Transporte en cifras.
- Moridpour, S., Mazloumi, E., & Mesbah, M. (2014). Impact of heavy vehicles on surrounding traffic characteristics. *JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION*.
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2013). Documento técnico "Cargas en vías del Distrito de Barranquilla".
- The Asphalt Intitute. (2008). Thickness design. Asphalt pavements for highways and streets, MS1. Lexington, KY.

REVISIÓN

Elaboró:


LILIANA ZAPATA GARRIDO
Asesora Externa
Oficina de Gestión de Tránsito

Revisó:


SEBASTIAN ESTRADA CONTRERAS
Asesor de despacho
Oficina de Gestión de Tránsito

Aprobó:


MARLOW N. GABRIEL ALCARAZ
Jefe de Oficina
Oficina de Gestión de Tránsito