

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE UN ANILLO VIAL EXTERNO PARA EL TRANSITO  
DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA SOBRE EL AREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

**SILVIA JULIANA VILLAMIL PADILLA  
FABIO ANDRES BARRETO MORENO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2017**

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE UN ANILLO VIAL EXTERNO PARA EL TRANSITO  
DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA SOBRE EL AREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

**SILVIA JULIANA VILLAMIL PADILLA  
FABIO ANDRES BARRETO MORENO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR:  
MSC. SANDRA MILENA COTE VARGAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores reconocen el agradecimiento a la directora de este proyecto, MsC. Sandra Milena Cote Vargas, por su motivación, asesoría y compromiso para el desarrollo de la investigación, además se agradece el apoyo y la información suministrada por ANI Y Amb.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todas aquellas personas que de algún modo aportaron en mi formación como profesional, principalmente a mi padre por los consejos que me dio durante su vida, a mi madre por estar siempre ahí para escucharme y a mi hermana por tener siempre una frase de apoyo cuando eran más necesitadas.

Dedico esta tesis a mis padres y a mi hermano que siempre estuvieron presentes y me dieron herramientas para explotar mi potencial durante mi etapa como estudiante y a todas aquellas personas que directa e indirectamente me ayudaron en mi proceso formativo.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION .....	16
1. MARCO GENERAL.....	18
1.1 ANILLO VIAL EXTERNO.....	18
1.2 TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CARGA PESADA .....	19
1.2.1 Tipos de vehículos de carga pesada.....	20
1.3 PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD.....	20
1.4 RECOPIACIÓN DE DATOS .....	22
1.4.1 Información existente en redes urbanas e interurbanas.....	22
1.5 ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN VIAL.....	23
1.5.1 Tramo Circunvalar de Mensulí. ....	23
1.5.2 Circunvalar oriental Tramo Floridablanca-Bucaramanga. ....	24
1.5.3 Tramo tres esquinas-girón.....	25
1.6 FACTOR QUE INFLUYÓ EN LA SELECCIÓN DEL ANILLO VIAL EXTERNO.....	25
1.7 ESTUDIO DE TRÁFICO Y DEMANDA.....	26
1.7.1 Volumen de tránsito.....	26
1.7.1.1 Definición.....	27
1.7.2 Volúmenes de tránsito futuro.....	27
1.7.3 Análisis de flujo vehicular. ....	28
1.7.3.1 Nivel de servicio. ....	28
1.8 SIMULACIÓN DE TRÁFICO .....	29
1.8.1 PTV VISSIM. ....	29
2. CASO DE ESTUDIO .....	30
3. METODOLOGÍA.....	31
3.1 VISITA E INVESTIGACIÓN PREVIA .....	31
3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	32

3.3 CLASIFICACIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	32
3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	33
4. RESULTADOS .....	34
5. CONCLUSIONES.....	40
7. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	43
BIBLIOGRAFIA .....	46
ANEXOS .....	47

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Corredores viales metropolitanos .....	21
Tabla 2. Volúmenes pico para el estudio del anillo vial Tres Esquinas-Girón. ....	34
Tabla 3. Transito consolidado conexión girón-tres esquinas.....	36
Tabla 4. tasa de crecimiento del parque automotor .....	36
Tabla 5. Proyecciones de TPD tramo conexión girón-tres esquinas. ....	37

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ring road (anillo vial externo).....	19
Figura 2. Tipos de vehículos en Colombia. ....	20
Figura 3. Anillo vial Floridablanca- Girón.....	22
Figura 4. Clasificación vial por competencias institucionales propuestas.....	23
Figura 5. ubicación circunvalar de Mensulí. ....	24
Figura 6. Tramo Floridablanca-Bucaramanga anillo vial externo oriental.....	24
Figura 7. Localización del tramo Girón –tres esquinas.....	25
Figura 8. Interfaz PTV Vissim.....	29
Figura 9. Localización general del corredor Bucaramanga-Barrancabermeja- Yondó.....	30
Figura 10. Metodología estudio del impacto de un anillo vial externo para el tránsito de vehículos de transporte de carga pesada sobre el área metropolitana de Bucaramanga. ....	31
Figura 11. Modelamiento del cruce Tres Esquinas-Girón.....	34
Figura 12. Serie histórica de TPDs para la autopista Piedecuesta-Floridablanca. .....	35
Figura 13. Serie histórica de TPDs para el anillo vial Floridablanca-Girón.....	35
Figura 14. Modelamiento transito futuro sector Tres Esquinas. ....	38
Figura 15. Análisis de flujo vehicular con el anillo vial externo Tres Esquinas- Girón en funcionamiento. ....	38
Figura 16. Porcentaje de descongestión para el anillo vial Floridablanca-Girón.	39
Figura 17. Porcentaje de descongestión para autopista Piedecuesta Floridablanca.....	39

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Porcentaje vehicular para el anillo vial Tres Esquinas - Girón .....	47
ANEXO B. Proyección de tránsito futuro para la conexión Girón - Tres Esquinas. .....	48
ANEXO C. Proyección de tránsito futuro para la autopista Piedecuesta – Floridablanca.....	49
ANEXO D. Proyección de tránsito futuro para la vía Curos - Piedecuesta.....	50
ANEXO E. Proyección de tránsito futuro para el anillo vial Girón - Floridablanca.	51
ANEXO F. Análisis de Flujo Vehicular para autos. ....	52
ANEXO G. Análisis de Flujo Vehicular para camiones.....	53

## RESUMEN

**TITULO:** ESTUDIO DEL IMPACTO DE UN ANILLO VIAL EXTERNO PARA EL TRANSITO DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA SOBRE EL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA \*

**AUTORES:** Silvia Juliana Villamil Padilla  
Fabio Andres Barreto Moreno

**PALABRAS CLAVE:** anillo vial externo, impacto, transporte de carga pesada, movilidad, área metropolitana de Bucaramanga.

### DESCRIPCIÓN

El desarrollo progresivo del sistema vial del área metropolitana de Bucaramanga se debe al incremento del parque automotor. Una forma para dar solución a esta problemática es la implementación de los anillos viales externos del Área Metropolitana de Bucaramanga, los cuales minimizan los tiempos de viaje. Al establecer las rutas que toman muchos vehículos de carga pesada, encontramos que hay una cantidad notable que se ven obligados a ingresar a la ciudad para luego tomar su destino, lo cual genera congestión en la malla vial interna deteriorándola a su vez. En éste trabajo se procede a Analizar el impacto que presenta el desarrollo de un Anillo Vial Externo en el comportamiento del tránsito de vehículos de Carga Pesada sobre el Área metropolitana de Bucaramanga, así como Examinar la situación actual y el manejo del tránsito para la ciudad. Se utilizaron los estudios archivados de las entidades municipales y gubernamentales para evaluar la viabilidad del anillo vial externo. Y se encontró que según la información solicitada que el proyecto del que más se posee información es el tramo Conexión Girón-Tres esquinas el cual inicia en el empalme sobre la Concesión ZMB (PR67+500) de la Ruta 6602 hasta el municipio de Girón.

Al estudiar estos datos específicos y generando un consolidado se puede determinar qué tan prescindible es este proyecto en el transporte de carga pesada para la ciudad.

\* Trabajo de grado

\*\*Facultad de ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Sandra Milena Cote Vargas.

## ABSTRACT

**TITLE:** STUDY OF THE IMPACT OF A BELTWAY IN THE BEHAVIOR OF THE TRAFFIC OF HEAVY VEHICLES IN THE ROAD NETWORK OF THE MUNICIPALITY OF BUCARAMANGA \*

**AUTHORS:** Silvia Juliana Villamil Padilla  
Fabio Andres Barreto Moreno

**Keywords:** beltway, impact, traffic of heavy vehicles, mobility, road network of the municipality of Bucaramanga

### DESCRIPTION:

The progressive development of the road system of the municipality of Bucaramanga depends of the increase of the traffic. One way to solve that problem is the implementation of beltways at the road network of the municipality of Bucaramanga that minimize travel time. Establishing the most used routes of the heavy vehicles, we find out that it is a remarkable number of cars that have to get into the city to then arrive at their destination, which generates traffic in the internal road and produces damages at the same time. In this paper, we will analyze the impact that represents the develop of a road network in the behavior of the traffic of heavy vehicles in the municipality of Bucaramanga, as well as a review of the current situation and the management of heavy traffic for the city. We used the documents that were archived at the municipality and governments entities to evaluate the project's viability. And we conclude that considering the requiring information that was asked to ANI and PLANEACION the project that gave us more information was "Conexión Girón-Tres esquinas" that starts at the link over la Concesión ZMB (PR67+500) from the route 6602 to the municipality of Girón.

When we study these specific data, it is easy to determine the relevance of this project in the traffic vehicles in the city.

\*

\*Thesis work

\*\*Facultad de ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Sandra Milena Cote Vargas

## INTRODUCCION

Dada la situación actual de tránsito en el área metropolitana de Bucaramanga, es pertinente que se tomen medidas que regulen el transporte de vehículos, principalmente de carga pesada en la ciudad. Este problema se manifiesta en congestión permanente, así como en el deterioro notable de la malla vial, pérdida de competitividad de la industria de la región y un gran impacto socioeconómico.

Es por eso que el Ministerio de Transporte, la Asociación Nacional de Infraestructura ANI, el Departamento Nacional de Planeación DPN, el Instituto Nacional de Vías INVIAS y entidades municipales (el área metropolitana de Bucaramanga) y gubernamentales trabajan en el mejoramiento de la malla vial para garantizar al usuario la movilidad y accesibilidad en condiciones de fluidez y seguridad en los sistemas viales principales, que sirven de soporte urbano y de integración regional. Esto se ve reflejado en la serie de proyectos que se planean para la ciudad [5]

Si consideramos los proyectos que se destacan lo recurrente es analizar los anillos viales, ya que no solo en Colombia sino en otros países se ve reflejada la utilidad de este tipo de proyectos, así como su impacto socioeconómico, inclusive se considera que tiene un impacto cultural en lo que será el desarrollo histórico de las ciudades [1] la construcción de estos anillos es reciente, ya que se remonta a la época de los 60's en países desarrollados, los anillos viales han sido construidos alrededor de numerosas ciudades y áreas metropolitanas, incluyendo ciudades como Bogotá, Medellín y Cali. Y estos son procesos que, afortunadamente, vienen ocurriendo en Colombia.

Desde un punto de vista de tipo práctico, el crecimiento físico, económico y social de la ciudad ha generado situaciones que de manera recurrente deben ser contempladas. La ciudad, junto con Floridablanca, Girón y Piedecuesta, hacen

parte el área metropolitana de Bucaramanga, AMB [2] y es muy claro que la actividad económica regional seguirá siendo totalmente dependiente del sector agropecuario debido a la población rural y parcialmente de la urbana, por ende, se plantea que el motor de esta clase de actividades es ante todo el transporte y la comercialización de estos productos, por lo cual se hace significativo la incorporación de proyectos que mejoren la movilidad de vehículos de carga pesada para la ciudad. [3]

Si tenemos en cuenta la serie de macro proyectos que se han planteado para el desarrollo de la región, se puede fácilmente encontrar como la construcción de un anillo vial externo hace parte del plan maestro de infraestructura planteado para los próximos años, donde lo que se busca es afrontar los desafíos que se presentaran teniendo una visión prospectiva de Santander, este proyecto busca principalmente suplir la necesidad de conectividad para los proyectos de primera y segunda generación, los cuales dada su magnitud han puesto a Santander en una posición preponderante para el nororiente del país. [4] Si se analiza el plan maestro de movilidad para el AMB y teniendo en cuenta que se tuvo un proceso de priorización que se justifica en dos indicadores generales que son el tiempo total de viajes y la distancia recorrida para un escenario que se remonta al 2011 considerando factores tendenciales tales como el crecimiento comercial y social se aprecia como la implementación de un anillo vial externo es considerado para tener una proyección de escenarios en el caso de su ejecución [5], aspecto que le da cierta relevancia en lo que podría ser el impacto que genere en el dado caso de que se materialice.

## 1. MARCO GENERAL

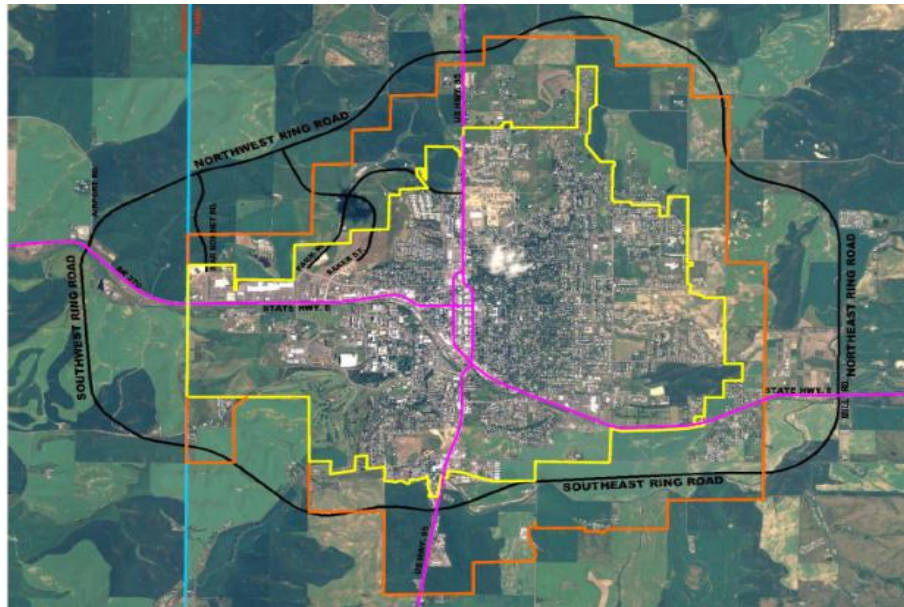
### 1.1 ANILLO VIAL EXTERNO

El rol de los anillos viales externos o vías perimetrales es principalmente liberar el área metropolitana del tráfico que transita la ciudad en veras de otro destino, se dice que esta clase de proyectos buscan proveer la capacidad y dinámica potencial requerida para anticipar la demanda de vehículos principalmente de carga pesada que se avecina en las próximas décadas en las urbes en las que se implementa, a su vez contribuye a la mejora de las deficiencias que se presentan en las configuraciones de tránsito de las ciudades. [7]

Normalmente las vías perimetrales son planeadas como vías rápidas, que abarcan un flujo considerablemente alto, con tiempo de viajes más cortos y con accesos limitados a un origen y destino, de primera mano proveen una alternativa para mejorar la congestión vehicular, pero cabe destacar que también son una buena oportunidad para desviar el tráfico que altera la calidad de vida de la población. [8] (Figura 1.).

Por último, es importante resaltar que conceptualizándonos en un entorno como el actual en Colombia esta clase de proyectos buscan suplir la demanda de proyectos a nivel nacional que se han ejecutado en los últimos años, ya que cumplen el papel de eslabón intermunicipal para las concesiones de primera y segunda generación que ya se ejecutaron, así como las siguientes en desarrollar.

Figura 1. Ring road (anillo vial externo)



Fuente: regional quarterly meeting and sustainable transportation conference “ring road concept”  
University of Idaho.

## 1.2 TRÁNSITO DE VEHÍCULOS DE CARGA PESADA

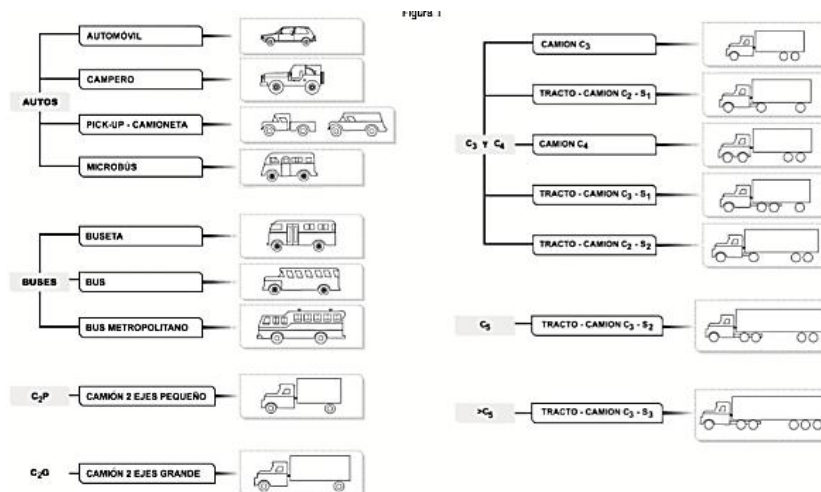
La habilidad operacional, así como la aceleración de los vehículos de carga pesada es diferente ya que además de tener un tamaño que difiere con los vehículos pequeños, los vehículos de carga pesada afectan el tráfico vehicular de diferentes maneras, lo que claramente puede generar cierta volatilidad que traería como consecuencia una diferencia en el flujo esperado en el caso de que se incremente el tráfico de este tipo de vehículos. [9]

La influencia del tránsito de vehículos de carga pesada, es principalmente atribuida a dos factores importantes: primero, el hecho de que el espacio que ocupa esta clase de autos es superior con relación a los convencionales, y segundo es la funcionalidad de estos (manejabilidad, aceleración, desaceleración ,etc.), ya que es totalmente contradictoria respecto a los vehículos pequeños, también es conveniente considerar que dado que la influencia en el flujo de

tránsito pesado es alta, esto afecta directamente la posibilidades de accidentes en zonas urbanas. [10]

**1.2.1 Tipos de vehículos de carga pesada.** La clasificación de los vehículos de carga en el país se define teniendo en cuenta la configuración de este, lo cual depende también de la disposición de los ejes que posee, en el caso de Colombia, para determinar la clasificación se tiene en cuenta la norma técnica internacional y nacional, donde se adoptan letras para identificar los vehículos, para el servicio de transporte de carga se usa la letra C y se combina con el número de ejes que tenga, por ejemplo, C3 hace referencia a un camión de 3 ejes, para este caso se va a disponer de la siguiente configuración. (Figura 2.).

Figura 2. Tipos de vehículos en Colombia.



Fuente: volúmenes de tránsito y costos de operación 2010-2011. INVIAS.

### 1.3 PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD

Debido al crecimiento exponencial del parque automotor, uno de los problemas que revisten mayor importancia a la hora de administrar una ciudad es la movilidad, además de identificar el problema es de carácter urgente tomar medidas que permitan establecer y proponer estrategias que den solución a esta clase de situaciones que involucran a la ciudad, es por ello, que las entidades

estatales, en el caso de la ciudad de Bucaramanga, la administración municipal se ha puesto en la tarea de crear un plan maestro de movilidad.[11] Para este documento es de nuestro interés el último capítulo del plan maestro de movilidad metropolitano para la ciudad de Bucaramanga, ya que este consigna la serie de proyectos y programas específicos a desarrollar en miras de mejorar el transporte de carga en la ciudad.

El capítulo que consigna la construcción y mejoramiento de corredores viales tiene un apartado donde se establecen grupos de proyectos por prioridad indicativos, soportados en modelos que evidencian los impactos en la movilidad metropolitana (Tabla 1)., lo cual es un referente a considerar a la hora de evaluar el impacto que presenta el desarrollo de un anillo vial externo para el área metropolitana, así como también se resalta la importancia de ejecutar proyectos con corredores de interacción regional y nacional.[5]

Tabla 1. Corredores viales metropolitanos

Corredor vial	Grupo de prioridad	Tipo de intervención	Longitud (km)	Localización principal	Competencia institucional proyectada
Anillo vial metropolitano Palenque - Centroabastos - Café Madrid	Grupo 1	Adecuación al perfil	11,6	Bucaramanga - Girón	Vía municipal
Anillo vial externo metropolitano sector Llano Grande - Girón	Grupo 1	Construcción del corredor	9,4	Piedecuesta - Girón	Vía departamental
Avenida Quebrada Seca (sector Morrorrico - Mesón de los Búcaros)	Grupo 1	Adecuación al perfil	1,0	Bucaramanga	Vía municipal
Bulevar Bolívar	Grupo 1	Adecuación al perfil	1,5	Bucaramanga	Vía municipal

Fuente: plan maestro de movilidad para el área metropolitana de Bucaramanga 2011-2030.

Figura 3. Anillo vial Floridablanca- Girón



Fuente: Vanguardia liberal (Anillo vial externos avanza como APP de iniciativa privada) 09/07/2016.

## 1.4 RECOPIACIÓN DE DATOS

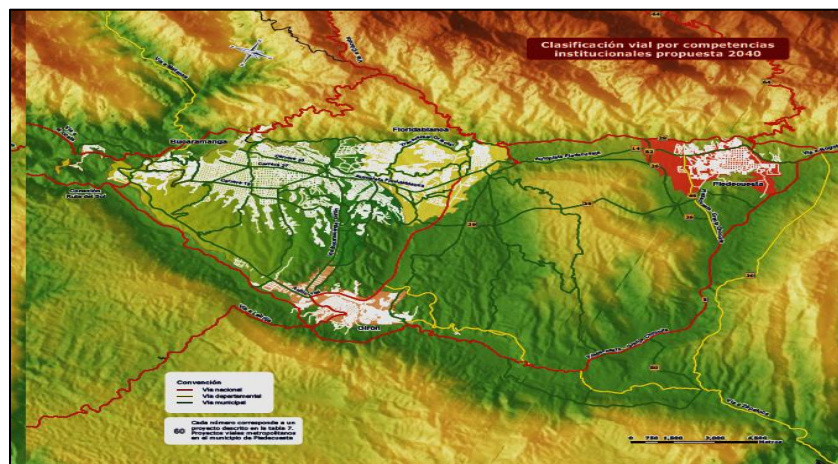
**1.4.1 Información existente en redes urbanas e interurbanas.** Para conocer el comportamiento de los vehículos en una vía, es importante realizar aforos sistemáticos, periódicos o con cierta frecuencia, en este caso particular, donde es necesario aforar la demanda de vehículos que circulan por un punto, es pertinente tener un sistema de recogida de datos en tiempo presente, el cual tenga como prioridad el cuantificar la cantidad de tráfico que pasa a través de una carretera durante un intervalo de tiempo determinado.

Dado que esta clase de aforos con regularidad son tediosos, para este análisis en particular se procedió en veras de facilitar la adquisición de la información, en solicitar estos datos a las diferentes entidades administrativas a nivel municipal y nacional, así como de bases de datos institucionales que sirvieron de apoyo en la obtención de la información pertinente para tener una visión de los diferentes escenarios que se dan respecto al transporte de carga en el área metropolitana de Bucaramanga.

## 1.5 ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN VIAL

Dado que están proyectadas diferentes vías perimetrales o anillos viales externos para el área metropolitana (Figura 4), se buscó información de los siguientes tramos que están en el papel según el plan maestro de movilidad, la recopilación de datos se realizó para cada uno de los escenarios, y fue un factor fundamental en la selección del proyecto a analizar.

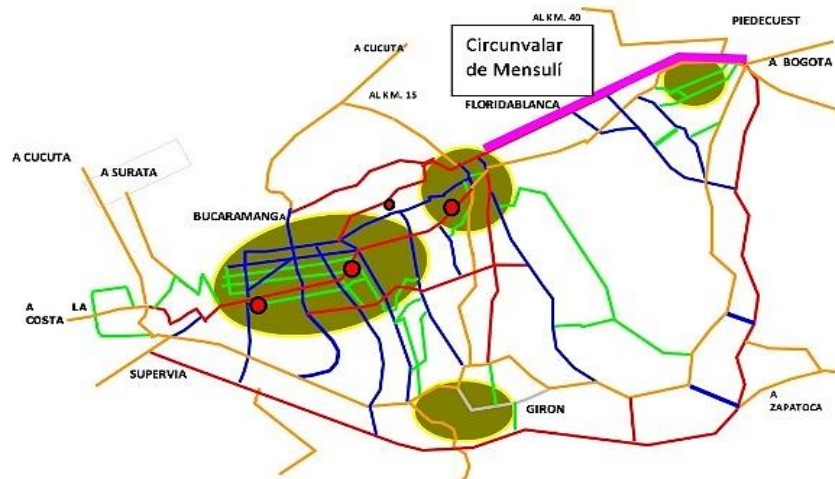
Figura 4. Clasificación vial por competencias institucionales propuestas.



Fuente: Plan maestro de movilidad PIEDECUESTA (2000-2035).

**1.5.1 Tramo Circunvalar de Mensulí.** El plan de desarrollo metropolitano (2000-2025) formula el corredor circunvalar de Mensulí, cuyo objetivo es generar un nuevo corredor vial alternativo a la actual Autopista Floridablanca-Piedecuesta, situado al oriente de esta y sobre el valle de Mensulí, que sirva de soporte de movilidad entre la salida a Cúcuta y el sector Tres Esquinas; salida a Bogotá, sin impactar la red vial del área metropolitana de Bucaramanga, ya que este proyecto da continuidad al de la transversal oriental. [12]

Figura 5. ubicación circunvalar de Mensulí.



Fuente: Área Metropolitana de Bucaramanga, Programas y Proyectos del Plan maestro de movilidad (2011-2030).

**1.5.2 Circunvalar oriental Tramo Floridablanca-Bucaramanga.** Este tramo hace parte del anillo vial externo oriental, tiene una longitud de 13,5 kilómetros, iniciara en el estadio Álvaro Gómez, pasará por el hospital internacional y llegará al kilómetro 8,5 de la carretera que va de Bucaramanga a Pamplona (Figura 6), la intención de esta nueva vía es impedir que los vehículos de tráfico pesado entren al área urbana de Floridablanca y Bucaramanga, logrando un desvío directo hacia Cúcuta por el sector de Morrórico. [13]

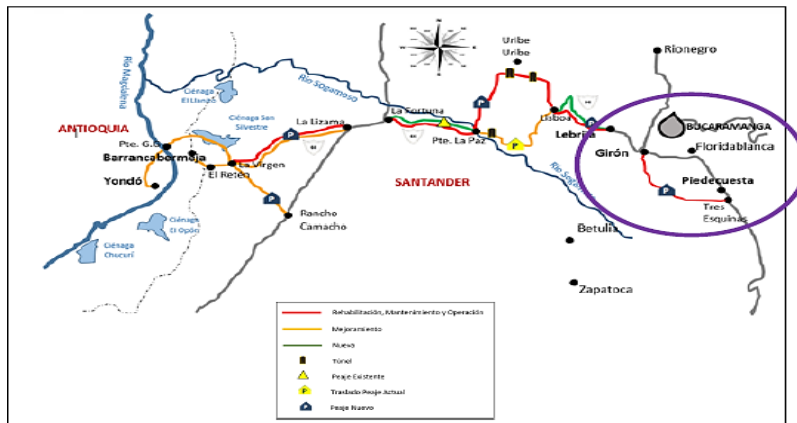
Figura 6. Tramo Floridablanca-Bucaramanga anillo vial externo oriental.



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura. Video descriptivo del proyecto vial de Cuarta Generación de Nuevas Autopistas, Corredor 2 Bucaramanga-Pamplona

**1.5.3 Tramo tres esquinas-girón.** Este tramo inicia en el empalme sobre la concesión ZMB (PR67+500) de la ruta 6602 hasta el municipio de Girón y se desarrolla por la zona externa de este, conectando con la vía que comunica Girón con Zapatoca en el sector de Chocoita y de ahí se despliega por el carreteable existente que atraviesa Palogordo, Chocóa, hasta llegar a Tres Esquinas en Piedecuesta. [3]

Figura 7. Localización del tramo Girón –tres esquinas.



Fuente: informe final de estudios y diseños estructuración corredor vial Bucaramanga – Barrancabermeja – Yondó.

## 1.6 FACTOR QUE INFLUYÓ EN LA SELECCIÓN DEL ANILLO VIAL EXTERNO

La conexión Girón –tres esquinas, es de la cual se obtuvo mayor cantidad de datos con un alto grado de veracidad, esto se debe principalmente a que el proyecto tiene el apoyo incondicional de la administración municipal ya que ayudará a descongestionar el área, sobre todo con el tráfico pesado que hoy colapsa en el anillo vial Bucaramanga-Girón [6].

Cabe destacar que este proyecto no solo descongestionará las vías urbanas, sino también será una alternativa para los conductores que de alguna manera tienen destinos diferentes al área metropolitana. Otro de los factores que influyó en la selección de este tramo fue el índice de importancia que se le dio según el plan maestro de movilidad metropolitana. [5]

## 1.7 ESTUDIO DE TRÁFICO Y DEMANDA

Los estudios de tráfico son una herramienta que permiten evaluar el comportamiento del transporte, para realizarlos, es preciso reconocer el funcionamiento existente sobre las vías, por lo tanto, se debe cuantificar cada una de las variables que definen el comportamiento de la circulación, normalmente estas variables tienden a ser: las intensidades de tráfico, velocidades de los vehículos, así como en casos particulares los usos y costumbres de los conductores y las clases de vehículos.

Los datos a utilizar en esta clase de estudios tienen como característica principal que fueron realmente medidos en la infraestructura ya existente y por lo tanto también pueden ser deducidos por proyección a futuro, factor a considerar en este documento.

**1.7.1 Volumen de tránsito.** Como cualquier sistema dinámico, las vías y carreteras están sujetos a volúmenes, en este caso particular, de tránsito, los cuales poseen características temporales y espaciales, la primera depende de los patrones de viaje de las personas, los cuales se relacionan con el estilo de vida de la población, en cambio, la segunda, resultan del deseo de las personas de efectuar viajes entre determinados orígenes y destinos, es pertinente recalcar que a la hora de proyectar una carretera, esta clase de datos son fundamentales ya que dan información relacionada con el movimiento de los vehículos y gracias a su conocimiento es posible estimar la calidad de servicio que se prestará a los usuarios.

Contextualizando este tipo de valores a la información pertinente para el área metropolitana Bucaramanga, se obtuvo el historial de datos que condensa el rango de TPDs en el año 2011. [Anexo]

**1.7.1.1 Definición.** El volumen de tránsito es el número de vehículos que circula por un punto o sección transversal de un carril o calzada en un tiempo determinado. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q= vehículos que pasan por unidad de tiempo.

N= número total de vehículos que pasan.

T= periodo determinado. [12]

**1.7.2 Volúmenes de tránsito futuro.** El tránsito futuro, se refiere al volumen que tendrá la vía cuando se encuentre en servicio, este está compuesto por el tránsito actual y el incremento del tránsito a futuro, sin embargo, hay que considerar que el tránsito actual no solo tiene en cuenta los datos obtenidos mediante aforos o encuestas origen -destino, sino también el tránsito que es atraído, si es un caso particular donde la vía no es existente, el tránsito actual solo se compone por el atraído. Este tránsito lo podemos determinar teniendo en cuenta una tasa de atracción, definiéndolo de la siguiente manera:

Tránsito atraído=tránsito normal \*tasa de atracción

Normalmente el tránsito atraído corresponde a un valor entre 5-25% del crecimiento normal. [14]

El incremento del tránsito, es el volumen que se espera tener a la hora de la ejecución del proyecto, está compuesto por el crecimiento normal de tránsito, el tránsito generado y el tránsito desarrollado, donde el primero se compone de tres categorías: tránsito inducido, convertido y el trasladado. Teniendo en cuenta lo anterior se tiene como expresión general para el pronóstico del tránsito futuro en la vía:

$$TF = TE + Tat + CNT + TG + TD$$

Donde:

TE=tránsito existente.

Tat= tránsito atraído.

CNT=crecimiento normal de tránsito.

TG=tránsito generado.

TD= tránsito desarrollado. [14]

**1.7.3 Análisis de flujo vehicular.** Teniendo en cuenta los elementos de flujo vehicular se pueden entender cada una de las características, así como el comportamiento de tránsito, factores básicos para el planeamiento, proyecto y operación de carretas [14]. El análisis de flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos.

El flujo vehicular está compuesto por una serie de características fundamentales, la cuales se representan en tres variables principales: el flujo, la velocidad y la densidad. Mediante de un análisis de relación entre ellas se pueden determinar características del tránsito y así predecir las consecuencias de diferentes opciones de operación, es pertinente tener en cuenta que otras variables a tener en cuenta en análisis de flujo vehicular son el volumen, el intervalo, el espaciamiento, la distancia y el tiempo. [14]

**1.7.3.1 Nivel de servicio.** El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones operativas de un tramo vial, estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo, asimismo manejabilidad, comodidad y conveniencia de la seguridad vial. [14]

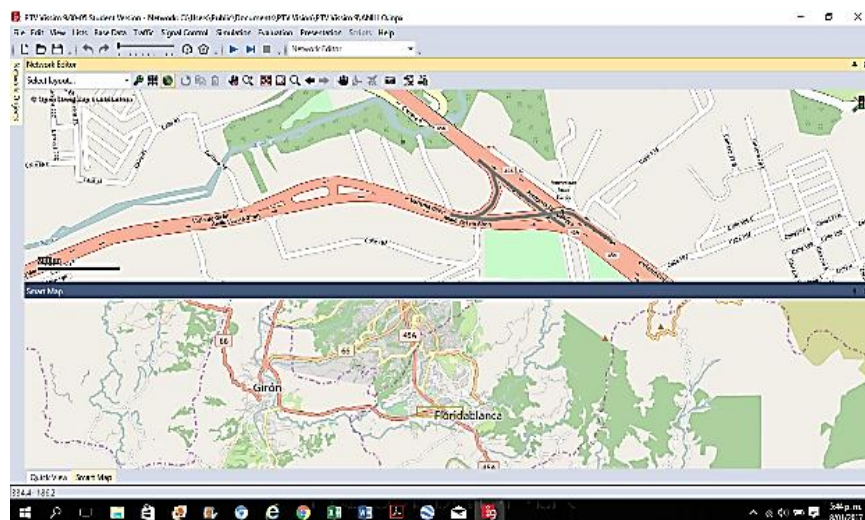
Se han establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F [15] que van de mejor al peor. En el caso particular que se evalúa en este proyecto, es necesario tener un nivel de servicio eficiente (A) en los primeros años al final de la ejecución del proyecto y un nivel intermedio [c] a los veinte años de su ejecución.

## 1.8 SIMULACIÓN DE TRÁFICO

La simulación de tráfico es la aplicación de modelos matemáticos en los sistemas de transporte, esto se hace con la intención de tener un mejor plan, diseño y operación de los sistemas [16] Para esta clase de simulaciones es regular utilizar un software que permita hacer este tipo de proyecciones, en el mercado se puede encontrar varios que son de fácil uso y aplicación, en este caso particular se usa el software **PTV VISSIM**. [17]

**1.8.1 PTV VISSIM.** Con este programa puede simularse la situación del tráfico a la perfección, tanto en el caso de que se implementen distintos tipos de intersecciones como en el análisis de transporte, PTV Vissim con un solo modelo permite representar las interacciones que se presentan entre los diferentes tipos de vehículos, además de mostrar los modelos de comportamiento vehicular proporcionando una simulación realista de todos los agentes. El software se eligió, dado que ofrece una gran flexibilidad en múltiples aspectos ya que permite que se modelen geometrías de cualquier tipo, por muy complejas que sean, además, tiene una amplia gama de posibilidades de análisis que lo hacen una herramienta potente para evaluar y planificar la infraestructura vial tanto urbana como interurbano. (Figura 8)

Figura 8. Interfaz PTV Vissim





### 3. METODOLOGÍA

Dado que la finalidad es dar alcance a los objetivos propuestos en este trabajo, se desarrollaron las etapas que se muestran y describen a continuación. (Figura. 10)

Figura 10. Metodología estudio del impacto de un anillo vial externo para el tránsito de vehículos de transporte de carga pesada sobre el área metropolitana de Bucaramanga.



#### 3.1 VISITA E INVESTIGACIÓN PREVIA

Se realizó una investigación previa que demandó identificar cuáles son las vías que cumplen la función de carretera perimetral para el área metropolitana de Bucaramanga y que se encuentran como posibles proyectos a ejecutar, esto implicó una visita a diferentes entes municipales, gubernamentales y nacionales, como AMB y la ANI, de estos se obtuvo una serie de respuestas que permitieron obtener la información necesaria para la elaboración del trabajo, es pertinente resaltar que no solo se obtuvo información de esta manera, si no también

investigando en bases de datos de la universidad lo cual de primera mano fue una fuente útil para determinar la tramo a ejecutar.

En el caso particular a evaluar, la búsqueda de información teórica para la elaboración del trabajo se cristalizó mediante uso de herramientas informáticas, los términos de búsqueda fueron: traffic of heavy vehicles, ring road networks y traffic simulation. Los resultados obtenidos solo se tuvieron en cuenta si eran revisiones o artículos, estos documentos se referencian al final de este trabajo.

### **3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

La recopilación de información se realizó mediante Excel y medios digitales, esta fue caracterizada y organizada por tramos, también se diferenció considerando su nivel de importancia y veracidad. La recopilación de información fue la etapa más compleja y extensa de la investigación ya que implicó comprobar y revisar los datos que según la fuente se adquirieron en campo.

### **3.3 CLASIFICACIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

Según la clasificación que se elaboró teniendo en cuenta los tramos mencionados previamente, y ya teniendo claro cuál es el proyecto a estudiar, se realiza el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, este procesamiento se hizo mediante el modelamiento del tramo vial TRES ESQUINAS-GIRON en el software PTV Vissim, asimismo como de la revisión de las tasas de crecimiento vehicular elaboradas por la ANI y comparadas con el historial de TPD de los camiones que circularon por el peaje de cueros y que provienen de Bogotá.

De igual manera, para hacer la simulación se utilizaron los datos de estudios realizados anteriormente, esto debido a la veracidad de la información y la compleja elaboración de los aforos en campo.

La simulación se divide en dos etapas, en la primera se tiene en cuenta como es el comportamiento de tránsito de vehículos de carga pesada actualmente y la segunda tiene en cuenta como sería el comportamiento con el proyecto ya culminado.

Cabe resultar que la simulación es una referencia visual del comportamiento de vehículos para este sector.

### **3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En el análisis de resultados se tuvo en cuenta principalmente los valores obtenidos en las proyecciones de tráfico, cuya función es representar cuantitativamente el comportamiento vehicular de los sectores influenciados por el proyecto (autopista Piedecuesta-Floridablanca y Anillo vial Floridablanca-Girón), es de nuestro interés el transporte de carga pesada, ya que estos valores referencian el impacto que tienen estos vehículos en el tránsito del área metropolitana de Bucaramanga.

## 4. RESULTADOS

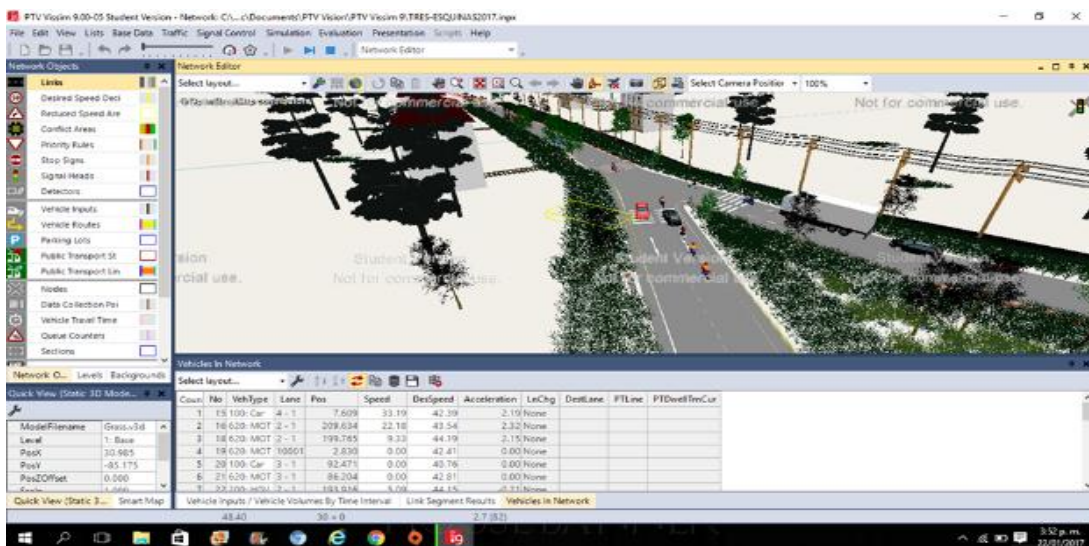
De primera mano se tomó la información que obtuvimos de diferentes entes gubernamentales, de la cual se desarrolló la tabla de volúmenes pico para el estudio del anillo vial Tres esquinas-Girón. (Tabla 2)

Tabla 2. Volúmenes pico para el estudio del anillo vial Tres Esquinas-Girón.

SENTIDO	VOLUMENES PICO SECTOR TRES ESQUINA								
	VOLUMENES PICO								
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	% CAMIONES	# CAMIONES
BOGOTA-MESA	480	370	450	590	490	500	416		
MESA-BOGOTA	196	357	314	221	255	336	221		
PIEDECUESTA-BOGOTA	539	612	1078	1045	945	741	450	10,7%	115
BOGOTA-PIEDECUESTA	765	840	878	804	1260	1258	726	16,9%	213
MESA-PIEDECUESTA	308	372	446	527	585	396	390		
PIEDECUESTA-MESA	330	410	370	360	570	574	644		

A partir de la información presentada previamente, se elaboró un modelamiento en el cruce de tres esquinas, (figura 11) cuya función es representar visualmente el comportamiento actual de tránsito en este sector.

Figura 11. Modelamiento del cruce Tres Esquinas-Girón.



Teniendo en cuenta esto se pudo determinar un panorama actual de tráfico, donde se referencia una considerable cantidad de vehículos de carga pesada que proviene de Bogotá hacia Bucaramanga.

Luego se elaboró una proyección que tiene en cuenta, la autopista Piedecuesta - Floridablanca, así como el anillo vial Floridablanca-Girón (tabla nn), la tasa de crecimiento se determinó en base del análisis de regresión de la serie histórica del tránsito. (Figura 12), (Figura 13)

Figura 12. Serie histórica de TPDs para la autopista Piedecuesta-Floridablanca.

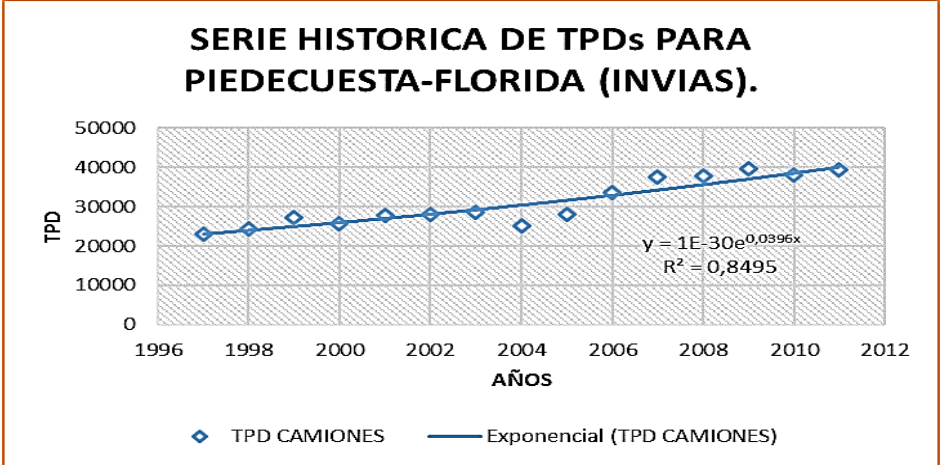
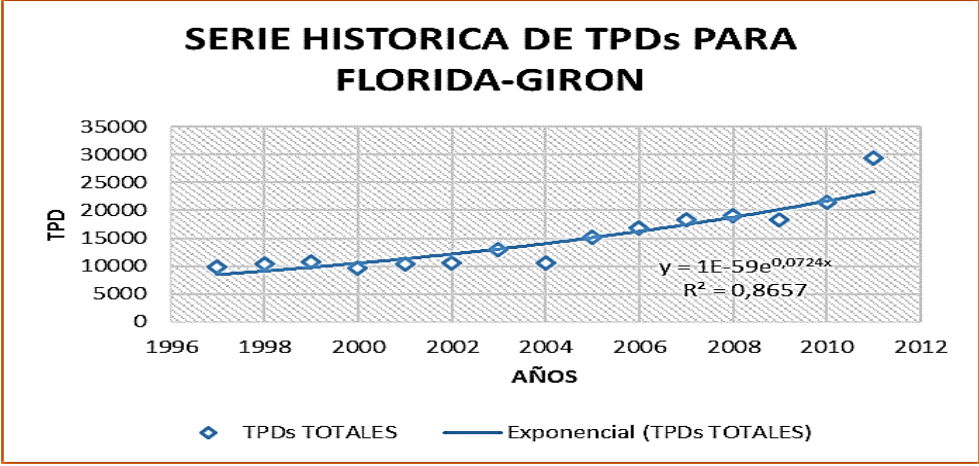


Figura 13. Serie histórica de TPDs para el anillo vial Floridablanca-Girón.



Asimismo, teniendo en cuenta la serie de datos que permiten establecer un tránsito consolidado para el tramo conexión Tres esquinas-Girón (tabla 3).

Tabla 3. Transito consolidado conexión girón-tres esquinas.

TABLA 2-2. TRÁNSITO CONSOLIDADO (CONEXIÓN GIRÓN – TRES ESQUINAS)								
TRÁNSITO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	TOTAL MIXTOS
NORMAL	0	0	0	0	0	0	0	0
AJUSTADO	0	0	0	0	0	0	0	0
ATRAIDO	86	0	100	172	92	34	71	555
GENERADO	520	75	0	0	0	0	0	595
CONSOLIDADO	606	75	100	172	92	34	71	1150

Fuente: Informe final de estudios, diseños y estructuración agencia nacional de infraestructura.

Y tomando los datos adquiridos por la solicitud que se radico a la Agencia Nacional de Infraestructura de donde se tiene la tabla de tasa de crecimiento del parque automotor (tabla 4).

Tabla 4. tasa de crecimiento del parque automotor

TASA DE CRECIMIENTO	
ITEM	PROMEDIO
PIB transporte	4,24%
Pasajeros	4,23%
Carga	5,01%
TPD	1,52%
Parque automotor	4,14%
Estaciones de Invías	5,99%
Promedio	4,19%

Fuente: Informe final de estudios, diseños y estructuración agencia nacional de infraestructura.

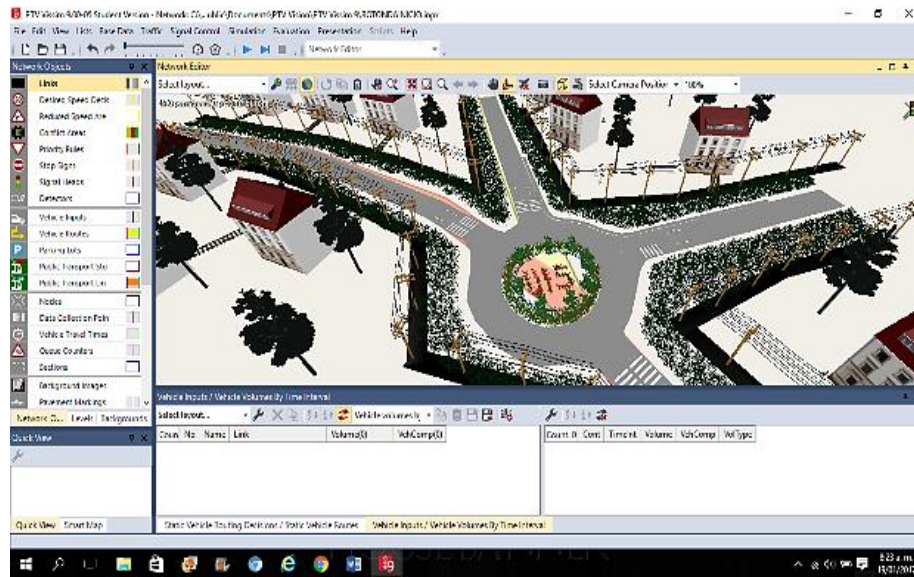
Se elaboró una tabla (tabla 5) que presenta las proyecciones del Tránsito Promedio Diario por tipo de vehículo para la nueva vía, para este caso se tuvo en cuenta la expresión para cálculo de transito futuro expuesta previamente en el documento.

Tabla 5. Proyecciones de TPD tramo conexión girón-tres esquinas.

TABLA 2-4. PROYECCIONES TPD TRAMO CONEXIÓN GIRÓN – TRES ESQUINAS								
AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	TOTAL
2013	606	75	100	172	92	34	71	1150
2014	631	78	104	179	96	35	74	1198
2015	658	81	109	187	100	37	77	1249
2016	686	85	113	195	104	38	80	1301
2017	714	88	118	203	108	40	84	1356
2018	744	92	123	211	113	42	87	1413
2019	776	96	128	220	118	44	91	1472
2020	808	100	133	229	123	45	95	1534
2021	842	104	139	239	128	47	99	1598
2022	878	109	145	249	133	49	103	1665
2023	914	113	151	260	139	51	107	1735
2024	953	118	157	270	145	53	112	1808
2025	993	123	164	282	151	56	116	1884
2026	1035	128	171	294	157	58	121	1963
2027	1078	133	178	306	164	60	126	2046
2028	1123	139	185	319	171	63	132	2132
2029	1170	145	193	332	178	66	137	2221
2030	1220	151	201	346	185	68	143	2314
2031	1271	157	210	361	193	71	149	2412
2032	1324	164	219	376	201	74	155	2513
2033	1380	171	228	392	209	77	162	2618
2034	1438	178	237	408	218	81	168	2728
2035	1498	185	247	425	227	84	176	2843
2036	1561	193	258	443	237	88	183	2962
2037	1627	201	268	462	247	91	191	3087
2038	1695	210	280	481	257	95	199	3217
2039	1766	219	291	501	268	99	207	3352
2040	1840	228	304	522	279	103	216	3492
2041	1918	237	316	544	291	108	225	3639
2042	1998	247	330	567	303	112	234	3792
2043	2082	258	344	591	316	117	244	3951

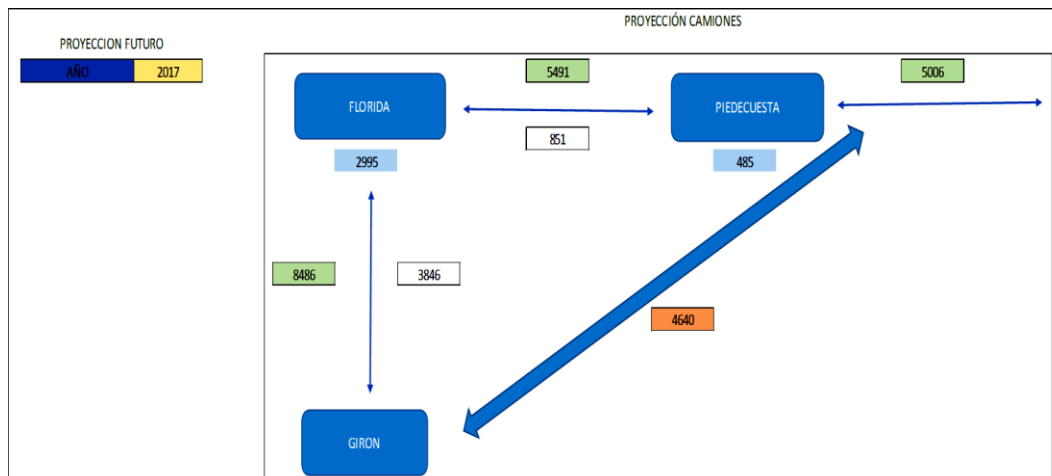
Ya con la información pertinente de volumen vehicular que circularía en el tramo conexión Tres esquinas-Girón, y teniendo en cuenta las proyecciones de flujo, y considerando que un estudio de tránsito debe estimar la probable demanda de tránsito en un horizonte de análisis de veinte años a partir del año de entrada en operación de la carretera [18] se modeló el comportamiento vehicular del sector a los 5, 10,15 y 20 años desde su culminación (Figura 12).

Figura 14. Modelamiento transito futuro sector Tres Esquinas.



Teniendo en cuenta esto se realizó un análisis de flujo para estas vías teniendo en cuenta las condiciones actuales, así como las condiciones futuras con el anillo vial externo Tres esquinas Girón ya en funcionamiento (Figura 14). A Partir de esto se determinó un porcentaje de descongestión para los próximos años, esto se elaboró para la autopista Piedecuesta-Floridablanca (Figura 15) y el anillo vial Floridablanca-Girón (Figura 16), esto considerando que son las vías usadas actualmente por los vehículos de transporte de carga pesada.

Figura 15. Análisis de flujo vehicular con el anillo vial externo Tres Esquinas-Girón en funcionamiento.



Cabe aclarar que análisis considera solo el transporte de carga pesada, ya que teniendo en cuenta los demás vehículos, los valores son similares, en los anexos se presenta la evaluación teniendo en cuenta todo el parque automotor.

Figura 16. Porcentaje de descongestión para el anillo vial Floridablanca-Girón.

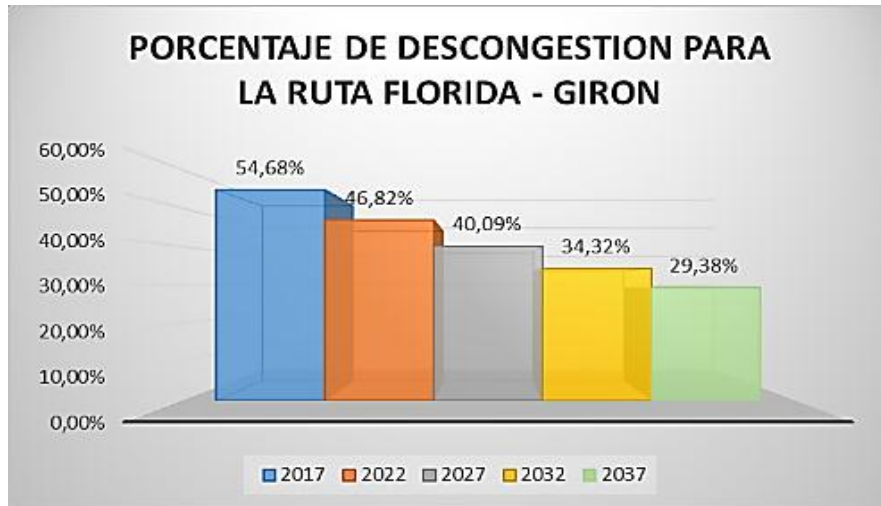
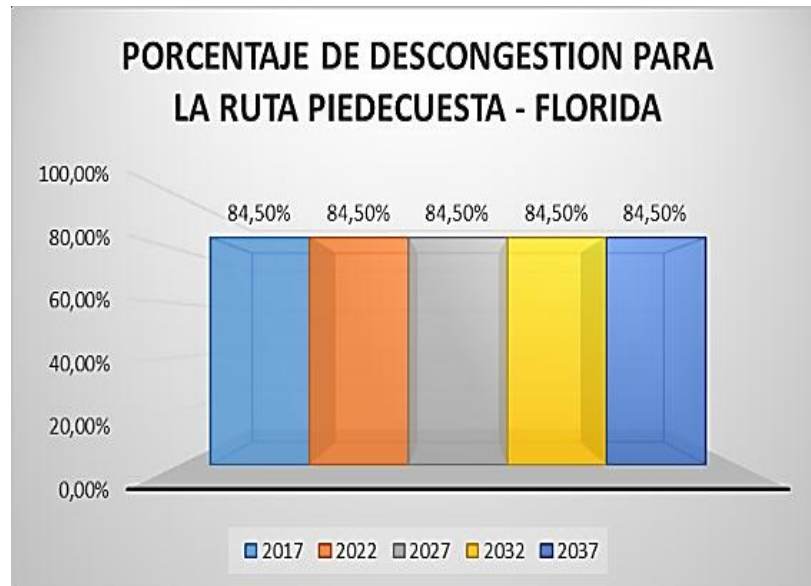


Figura 17. Porcentaje de descongestión para autopista Piedecuesta Floridablanca.



## 5. CONCLUSIONES

Debido a su ubicación y el impacto que tiene en el transporte de vehículos de carga pesada, el anillo vial externo sector Tres Esquinas-Girón fue el sector elegido para analizar. Este se eligió sobre tramos viales tales como la circunvalar de Mensulí y el anillo vial externo del oriente sector Floridablanca-Bucaramanga.

Dado que el tránsito atraído es principalmente transporté de carga pesada para el tramo conexión Tres Esquinas-Girón, se puede concluir que estos resultan siendo potenciales usuarios de este proyecto vial.

Como puede apreciarse en las tablas de volumen pico actual, más de la mitad de los vehículos de carga pesada que circulan actualmente por el anillo vial Floridablanca-girón provienen de Piedecuesta, lo que implica que cuando se construya una vía alterna en el sector tres esquinas, se genere un descongestionamiento en esta carretera que según el POT ( Plan de ordenamiento territorial) [19] se ubica por las zonas que se espera sean urbanizadas en los próximos años en el área metropolitana de Bucaramanga.

En la serie histórica elaborada para cada uno de los tramos a comparar se puede observar como la tasa de crecimiento vehicular es considerablemente alta, valor que también se refleja en los vehículos de carga pesada, estos valores oscilan entre un 4,2% y 7% anual.

Teniendo en cuenta los porcentajes de descongestionamiento para los diferentes años que se proyectaron se observa como este disminuye a medida que pasan los años para el caso particular del anillo vial Floridablanca-Girón, en el caso de la autopista Piedecuesta- Floridablanca se observa como este valor se mantiene constante, se concluye que esto se da por la ubicación del inicio del proyecto respecto a esta vía.

Realizando un análisis de flujo considerando también los vehículos que no son de carga pesada, se observa como los resultados de descongestionamiento son similares, razón que permite concluir que los porcentajes de descongestión son en gran medida influenciados por este tipo de vehículos.

Analizando el informe final de estudios que elaboró la ANI para el tramo conexión Girón-Tres esquinas se puede observar cómo se presenta un incremento en el nivel de servicio una vez culminado el proyecto.

## **7. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta la notable congestión que se presentaría en la rotonda del sector Tres Esquinas con la ejecución del proyecto, se recomienda como posible solución a la problemática del flujo vehicular la construcción de un intercambiador vial que facilite la circulación de los vehículos a las diferentes vías.

Dado que según el Pot (Plan de Ordenamiento Territorial) [19] el crecimiento del área metropolitana se proyectó hacia Piedecuesta y por el anillo vial Floridablanca-Girón, se recomienda que a futuro ya con la ejecución de todo el anillo vial externo, se prohíba el paso de vehículos de carga pesada por la autopista Piedecuesta – florida blanca que lleven como destino Girón.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] **Malathronas**, Jhon. Vienna's Ringstrasse: Lord of the ring roads celebrates 150 years [online]: CNN travel expert's guide. 2015 (fecha de consulta: 28 diciembre 2016). Recuperado de: <http://edition.cnn.com/2015/04/23/travel/experts-guide-austria-ringstrasse/index.html>

[2] **Beltrán**, Álvaro. Costos y presupuestos. Instituto Tecnológico de Tepic. Enero, 2012.

[4] Secretaria de planeación departamental. (2012). informe de macro proyectos de la visión prospectiva de Santander 2019-2030. Santander.

[5] Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB). (2011). Programas y proyectos del plan maestro de movilidad 2011-2030. Bucaramanga, Santander.

[6] Gobernación de Santander. Anillo Vial Externo traerá múltiples beneficios para Santander [en línea] prensa virtual Gobernación de Santander. 2016 [ fecha de consulta: enero 2 2017] Disponible en: <http://www.santander.gov.co/index.php/prensa/item/13689-anillo-vial-externo-traeria-multiples-beneficios-para-santander>

[7] **Osoba**, Miroslav. **Stanic**, Branimir. traffic management concept for new inner semi-ring road in Belgrade, Transport and Traffic Engineering Faculty, Belgrade, Vestee 305, Serbia.

[8] **Steed**, Walter. **MacDonald**, Les. Ring Road Concept [online] regional quarterly meeting and sustainable transportation University of Idaho. 2005 [ fecha de consulta: Enero 2 2017] Recuperado de: [http://www.webpages.uidaho.edu/sustainable\\_transportation/conference%20result](http://www.webpages.uidaho.edu/sustainable_transportation/conference%20result)

s/presentations/Ring%20Road%20Presentation%20to%20Quarterly%20Br%20Mtg  
%207-6-05.pdf

[9] **Swapnil G. P., Kuldeep D., Bhalchandra K.** (2016). Heavy Vehicle's Impact on Traffic Flow at Urban Roads. International Journal of Science Technology & Engineering, Volume 2, Nagpur Recuperado de: <http://www.ijste.org/articles/IJSTEV2I10296.pdf>

[10] **Young, William. Sarviand, Majid. Kayvan Aghabay,** "Understanding the Dynamics of Heavy Vehicle Interactions in Car-Following" Journal of Transportation Engineering © ASCE / December 2012

[12] Sociedad Santandereana de Ingenieros. El anillo vial externo metropolitana costado oriental del área metropolitana de Bucaramanga. [en línea]. Notas de presidencia 2016. (fecha de consulta: Enero 3 2017) Recuperado de: <http://www.ssi.org.co/notas-de-presidencia/357-el-anillo-vial-externo-metropolitano-costado-oriental-del-area-metropolitana-de-bucaramanga.html>.

[13] **Velosa, Milton.** Adjudican vía para que el tráfico pesado no ingrese a Bucaramanga. [en línea]. Economía Local Vanguardia.com 2016. (fecha de consulta: Enero 4 2017) Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/economia/local/355667-adjudican-via-para-que-el-traffic-pesado-no-ingrese-a-bucaramanga>.

[14] **Cal y Mayor Reyes Spindola, R.** (2007). Ingeniería De Transito (8a. Ed., 8a. Reimp.). Mexico: Alfaomega.

[16] **Treiber, M. Kesting, A.** Traffic Flow Dynamics. (2013) Springer.

[17] PTV Group. User manual PTV Vissim. [Online] PTV Vissim Download Area. (2016) [fecha de consulta: Enero 5 2017] Recuperado de: [http://cgi.ptv.de/cgi-bin/en/traffic/vissim\\_download.pl](http://cgi.ptv.de/cgi-bin/en/traffic/vissim_download.pl)

[18] Instituto nacional de vías, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (2008). República de Colombia.

## BIBLIOGRAFIA

Ministerio de transportes, Agencia nacional de infraestructura. (2013) Informe final de estudios y diseños estructuración corredor vial Bucaramanga-Barrancabermeja - Yondó tramo 7. Conexión Girón-Tres Esquinas. Tomo 1, Santander.

Secretaria de Planeación, Plan de ordenamiento territorial de segunda generación 2013-2027. (2013). Documento técnico de soporte tomo n° 2. Bucaramanga, Santander.

Transportation research board, Highway capacity Manual (HCM), (2010), Special Report 209.

Universidad Industrial de Santander, Plan Maestro de movilidad Bucaramanga 2010-2030. (2010). Capítulo 1. Bucaramanga. Santander.

## ANEXOS

### ANEXO A. Porcentaje vehicular para el anillo vial Tres Esquinas - Girón

TABLA 2-2. TRÁNSITO CONSOLIDADO (CONEXIÓN GIRÓN – TRES ESQUINAS)								
TRÁNSITO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	TOTAL MIXTOS
NORMAL	0	0	0	0	0	0	0	0
AJUSTADO	0	0	0	0	0	0	0	0
ATRAIDO	86	0	100	172	92	34	71	555
GENERADO	520	75	0	0	0	0	0	595
CONSOLIDADO	606	75	100	172	92	34	71	1150

PORCENTAJES TOTALES	52,70	6,52	8,70	14,96	8,00	2,96	6,17	100,00
---------------------	-------	------	------	-------	------	------	------	--------

TIPO DE VEHICULO	% TOTAL
AUTOS	52,70
BUSES	6,52
CAMIONES	40,78

TIPO DE VEHICULO	% atraído
AUTOS	15,50
BUSES	0,00
CAMIONES	84,50

**PORCENTAJE DE VEHICULOS ANILLO VIAL  
PIEDECUETA - GIRON**

■ AUTOS ■ BUSES ■ CAMIONES

## ANEXO B. Proyección de tránsito futuro para la conexión Girón - Tres Esquinas.

TASACR	0,042
--------	-------

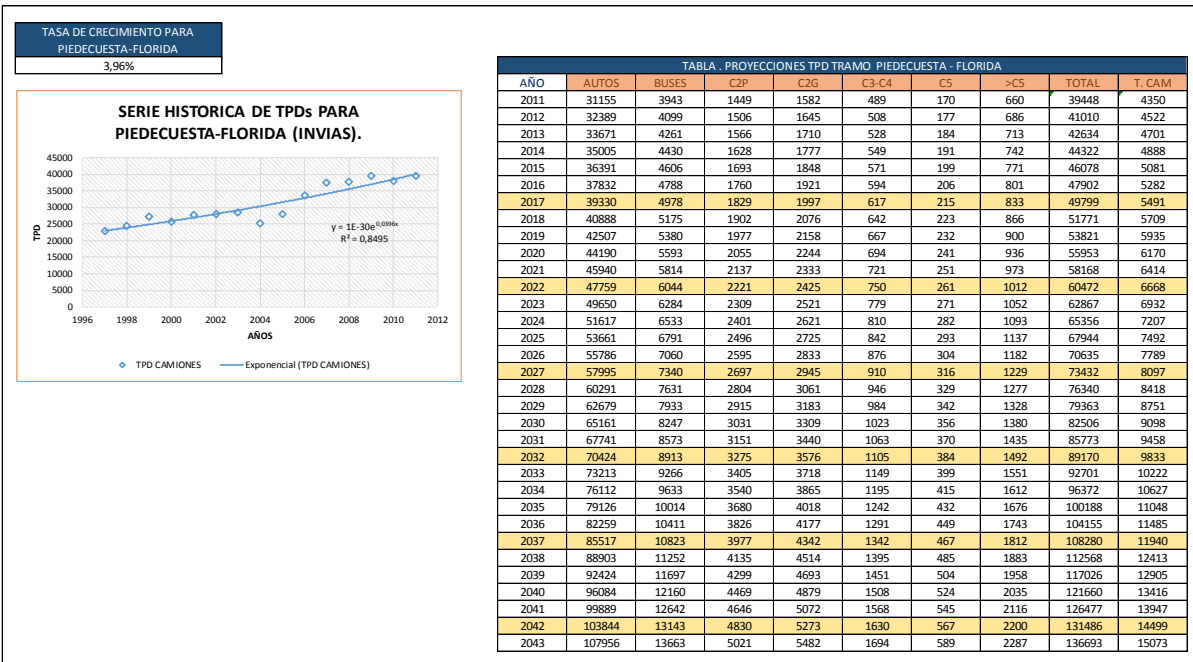
  

TASA DE CRECIMIENTO	
ITEM	PROMEDIO
PIB transporte	4,24%
Pasajeros	4,23%
Carga	5,01%
TPD	1,52%
Parque automotor	4,14%
Estaciones de Inviás	5,99%
Promedio	4,19%

TABLA 2-4. PROYECCIONES TPD TRAMO CONEXIÓN GIRÓN – TRES ESQUINAS									
AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	TOTAL	T. CAM
2013	606	75	100	172	92	34	71	1150	469
2014	631	78	104	179	96	35	74	1198	489
2015	658	81	109	187	100	37	77	1249	509
2016	686	85	113	195	104	38	80	1301	531
2017	714	88	118	203	108	40	84	1356	553
2018	744	92	123	211	113	42	87	1413	576
2019	776	96	128	220	118	44	91	1472	600
2020	808	100	133	229	123	45	95	1534	626
2021	842	104	139	239	128	47	99	1598	652
2022	878	109	145	249	133	49	103	1665	679
2023	914	113	151	260	139	51	107	1735	708
2024	953	118	157	270	145	53	112	1808	737
2025	993	123	164	282	151	56	116	1884	768
2026	1035	128	171	294	157	58	121	1963	801
2027	1078	133	178	306	164	60	126	2046	834
2028	1123	139	185	319	171	63	132	2132	869
2029	1170	145	193	332	178	66	137	2221	906
2030	1220	151	201	346	185	68	143	2314	944
2031	1271	157	210	361	193	71	149	2412	984
2032	1324	164	219	376	201	74	155	2513	1025
2033	1380	171	228	392	209	77	162	2618	1068
2034	1438	178	237	408	218	81	168	2728	1113
2035	1498	185	247	425	227	84	176	2843	1159
2036	1561	193	258	443	237	88	183	2962	1208
2037	1627	201	268	462	247	91	191	3087	1259
2038	1695	210	280	481	257	95	199	3217	1312
2039	1766	219	291	501	268	99	207	3352	1367
2040	1840	228	304	522	279	103	216	3492	1424
2041	1918	237	316	544	291	108	225	3639	1484
2042	1998	247	330	567	303	112	234	3792	1546
2043	2082	258	344	591	316	117	244	3951	1611

# ANEXO C. Proyección de tránsito futuro para la autopista Piedecuesta – Floridablanca.



## ANEXO D. Proyección de tránsito futuro para la vía Curos - Piedecuesta.

TASA DE CRECIMIENTO PARA CUROS-  
PIEDECUESTA  
4,43%

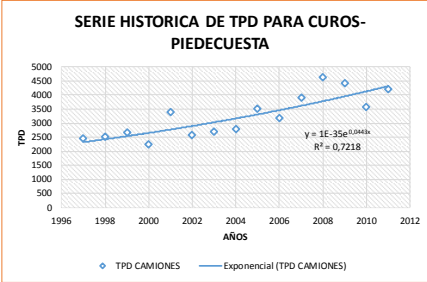
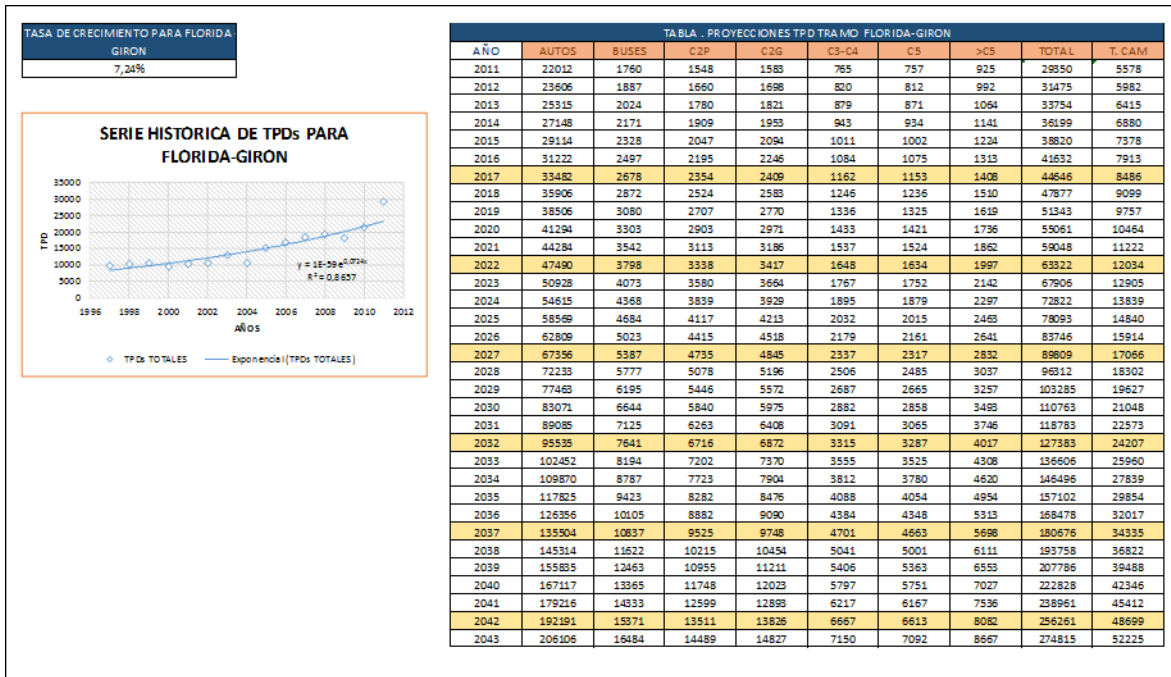
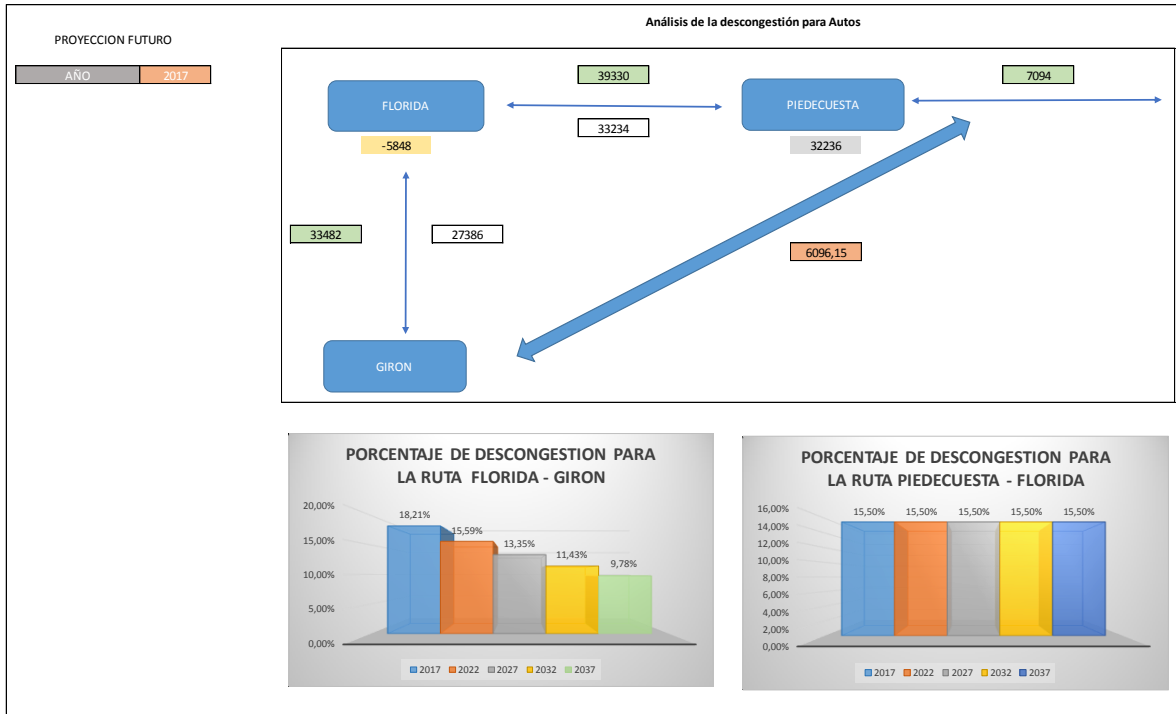


TABLA . PROYECCIONES TPD TRAMO CUROS-PIEDECUESTA									
AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2S	C3-C4	C5	>C5	TOTAL	T. CAM
2011	5470	1394	671	1725	495	197	772	10724	3860
2012	5712	1456	701	1801	517	206	806	11199	4031
2013	5965	1521	732	1881	540	215	842	11696	4210
2014	6229	1588	764	1964	564	225	879	12213	4396
2015	6505	1658	798	2051	589	235	918	12754	4591
2016	6793	1731	833	2142	615	245	959	13318	4794
2017	7094	1808	870	2237	642	256	1001	13908	5006
2018	7408	1888	909	2336	670	267	1045	14523	5227
2019	7736	1972	949	2439	700	279	1091	15166	5458
2020	8079	2059	991	2547	731	291	1139	15837	5699
2021	8437	2150	1035	2660	763	304	1189	16538	5951
2022	8811	2245	1081	2778	797	317	1242	17271	6215
2023	9201	2344	1129	2901	832	331	1297	18035	6490
2024	9609	2448	1179	3030	869	346	1354	18835	6778
2025	10035	2556	1231	3164	907	361	1414	19668	7077
2026	10480	2669	1286	3304	947	377	1477	20540	7391
2027	10944	2787	1343	3450	989	394	1542	21449	7718
2028	11429	2910	1402	3603	1033	411	1610	22398	8059
2029	11935	3039	1464	3763	1079	429	1681	23390	8416
2030	12464	3174	1529	3930	1127	448	1755	24427	8789
2031	13016	3315	1597	4104	1177	468	1833	25510	9179
2032	13593	3462	1668	4286	1229	489	1914	26641	9586
2033	14195	3615	1742	4476	1283	511	1999	27821	10011
2034	14824	3775	1819	4674	1340	534	2088	29054	10455
2035	15481	3942	1900	4881	1399	558	2180	30341	10918
2036	16167	4117	1984	5097	1461	583	2277	31686	11402
2037	16883	4299	2072	5323	1526	609	2378	33090	11908
2038	17631	4489	2164	5559	1594	636	2483	34556	12436
2039	18412	4688	2260	5805	1665	664	2593	36087	12987
2040	19228	4896	2360	6062	1739	693	2708	37686	13562
2041	20080	5113	2465	6331	1816	724	2828	39357	14164
2042	20970	5340	2574	6611	1896	756	2953	41100	14790
2043	21899	5577	2688	6904	1980	789	3084	42921	15445

# ANEXO E. Proyección de tránsito futuro para el anillo vial Girón - Floridablanca.



## ANEXO F. Análisis de Flujo Vehicular para autos.



## ANEXO G. Análisis de Flujo Vehicular para camiones.

