

**ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO PARA DETERMINAR LA DEMANDA  
DE PASAJEROS MODO FÉRREO EN EL SECTOR BOGOTÁ -  
FACATATIVÁ.**

**JONNY ALEJANDRO BELLO MONTAÑEZ.  
JAVIER LEONARDO RAMÍREZ TRIANA.**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ÁREA DE VÍAS Y TRANSPORTE  
BOGOTÁ D.C.**

**2014**

**ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO PARA DETERMINAR LA DEMANDA  
DE PASAJEROS MODO FÉRREO EN EL SECTOR BOGOTÁ -  
FACATATIVÁ.**

**JONNY ALEJANDRO BELLO MONTAÑEZ.  
JAVIER LEONARDO RAMÍREZ TRIANA.**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el  
título de ingeniero civil.**

**Asesor metodológico: Dra. Jeannette Martínez González  
Asesor disciplinar: Ing. Civil. José Gonzalo Ríos Marín.**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ÁREA DE VÍAS Y TRANSPORTE  
BOGOTÁ D.C. 2014**

**ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO PARA DETERMINAR LA DEMANDA DE PASAJEROS MODO FÉRREO EN EL SECTOR BOGOTÁ - FACATATIVÁ.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Vías y transporte para el desarrollo de la infraestructura física, regional sostenible, la competitividad y el desarrollo económico y social: VITRA UGC.

**SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Transporte Multimodal

**SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN:**

Roma

**ASESOR DISCIPLINAR**

Ing. José Gonzalo Ríos Marín.

**ASESOR METODOLÓGICO**

Dra. Jeannette Martínez González

**DIRECTOR DE ÁREA**

Ing. Nancy Cifuentes Ospina

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3	JUSTIFICACIÓN.....¡Error! Marcador no definido.	
4	OBJETIVOS.....	6
3.1	OBJETIVO GENERAL .....	6
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
5	ANTECEDENTES .....	7
6	MARCO REFERENCIAL .....	9
7	MARCO HISTORIOGRÁFICO .....	13
6.1	Ferrocarril de Cundinamarca (sistema ferroviario central):.....	14
8	MARCO LEGAL.....	15
9	MARCO GEOGRÁFICO .....	17
7.1	UBICACIÓN .....	17
7.2	CLIMA .....	18
7.3	POBLACIÓN .....	18
10	DISEÑO METODOLÓGICO.....	19
9.1	ENFOQUE METODOLÓGICO .....	19
9.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	19
9.3	FASES.....	19
9.3.1	FASE I RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE.....	20
9.3.2	FASE II ENCUESTAS DE PREFERENCIA DECLARADA ORIGEN-DESTINO.....	20
9.3.3	FASE III CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	21
11	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	22

<b>10.1 ESTUDIO DE ORIGEN – DESTINO (O-D)</b> .....	<b>24</b>
<b>10.2 Encuestas domiciliarias</b> .....	<b>24</b>
<b>10.3 LA OFERTA DEL TRANSPORTE</b> .....	<b>25</b>
<b>10.4 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE</b> .....	<b>26</b>
<b>10.4.1 RESULTADOS FACATATIVÁ</b> .....	<b>26</b>
<b>10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS</b> .....	<b>26</b>
<b>10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE</b> .....	<b>27</b>
<b>10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ</b> .....	<b>28</b>
<b>10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE</b> .....	<b>29</b>
<b>10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE</b> .....	<b>30</b>
<b>10.4.1 RESULTADOS MADRID</b> .....	<b>30</b>
<b>10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS</b> .....	<b>30</b>
<b>10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE</b> .....	<b>31</b>
<b>10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ</b> .....	<b>32</b>
<b>10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE</b> .....	<b>32</b>
<b>10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE</b> .....	<b>33</b>
<b>10.4.1 RESULTADOS MOSQUERA</b> .....	<b>34</b>
<b>10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS</b> .....	<b>34</b>
<b>10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE</b> .....	<b>34</b>
<b>10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ</b> .....	<b>35</b>
<b>10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE</b> .....	<b>36</b>
<b>10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE</b> .....	<b>36</b>
<b>10.4.1 RESULTADOS FUNZA</b> .....	<b>37</b>
<b>10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS</b> .....	<b>37</b>
<b>10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE</b> .....	<b>38</b>
<b>10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ</b> .....	<b>39</b>

10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE .....	39
10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE .....	40
10.4.1 RESULTADOS BOGOTÁ .....	41
10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE.....	42
10.4.1.3 MOTIVO DE VIAJE .....	42
10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE .....	43
10.4.1 MÉTODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS .....	44
10.4.2 VEHÍCULO PRIVADO .....	45
10.4.3 MOTIVOS DE VIAJE .....	45
10.4.4 FRECUENCIA DE VIAJE .....	46
10.4.5 HORARIOS DE USO TRANSPORTE .....	47
10.4.6 PUNTOS DE MAYOR DEMANDA .....	47
10.5 ENCUESTAS DOMICILIARIAS.....	48
10.5.1 MOTIVO DE VIAJE .....	48
10.5.2 MEDIO DE TRANSPORTE .....	49
10.5.3 TIEMPO DE ESPERA .....	50
10.5.4 TIPO DE ESTACIONAMIENTO.....	51
10.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.....	52
10.6.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	53
10.6.2 CALCULO DE LA DEMANDA .....	54
10.6.3 CALCULO DE LA DEMANDA QUE UTILIZARÍA EL SISTEMA .	54
10.6.3.1 CAPACIDAD DEL TRAZADO.....	56
10.6.3.2 NÚMERO DE VIAJES QUE HARÍA EL SISTEMA.....	56
12 CONCLUSIONES .....	57
13 BIBLIOGRAFÍA .....	59
ANEXOS.....	60

## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 1: Perfil Transversal de Una Vía Férrea .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2: Perfil Longitudinal de Una Vía Férrea .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3 Mapa del tramo Bogotá-Facatativá.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 4 Mapa Distribución Bogotá Fuente: Autor .....</b>	<b>23</b>

## CONTENIDO DE GRAFICAS

Gráfica 1 Modo para llegar al Bus .....	27
Gráfica 2 Destino de Viajes.....	28
Gráfica 3 Distribución de Pasajeros en Bogotá. ....	29
Gráfica 4 Motivo de Viaje .....	29
Gráfica 5 Frecuencia de Viaje .....	30
Gráfica 6 Modo para llegar al Bus (Facatativá) .....	31
Gráfica 7 Destino de Viaje (Facatativá).....	31
Gráfica 8 Distribuciones en Bogotá (Facatativá .....	32
Gráfica 9 Motivo de Viaje (Facatativá).....	33
Gráfica 10 Frecuencias de Viaje (Facatativá) .....	33
Gráfica 11 Modo para llegar al Bus (Mosquera).....	34
Gráfica 12 Destinos de Viaje (Mosquera).....	35
Gráfica 13 distribución en Bogotá (Mosquera) .....	35
Gráfica 14 motivo de viaje (Mosquera). ....	36
Gráfica 15 frecuencia de viaje (Mosquera). ....	37
Gráfica 16 modo para llegar al bus (Funza).....	38
Gráfica 17 destino de viaje (Funza).....	38
Gráfica 18 distribución en Bogotá (Funza).....	39
Gráfica 19 motivo de viaje (Funza .....	40
Gráfica 20 frecuencia del viaje (Funza).....	40
Gráfica 21 modo para llegar al bus (Bogotá).....	41
Gráfica 22 destino de viaje (Bogotá).....	42
Gráfica 23 motivo de viaje (Bogotá).....	43
Gráfica 24 frecuencias de viaje (Bogotá).....	43



<b>Gráfica 25 Modo para llegar al Bus Consolidado.....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfica 26 Posee Vehículo Privado Consolidado .....</b>	<b>45</b>
<b>Gráfica 27 Frecuencia de Viaje Consolidado .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfica 28 intensidad horaria .....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfica 29 Motivo de Viaje .....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfica 30 Medio de Transporte .....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfica 31 Tiempo de Espera.....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfica 32 Tipo de Estacionamiento .....</b>	<b>52</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1 Población de los Municipios en Estudio .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2 Número de Encuestas Origen Destino por Tramos.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3 Número de Encuestas Domiciliarias.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 5 Motivo de Viaje de los Encuestados .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 6 Porcentaje de las zonas de mayor demanda .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 7 Población estimada por el DANE .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 8 Población que se transporta por el corredor Bogotá - Facatativá .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 9 Número total de pasajeros que utiliza el corredor del occidente. ....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 10 Personas que Utilizarían el Sistema Diariamente.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

Los últimos 30 años Bogotá ha presentado un incremento de población muy significativa, con ello el crecimiento de sus municipios vecinos, que de una u otra forma se encuentran muy conectados y que se han ido integrando a la ciudad. Sucedió con Fontibón, Usaquén o Suba que años atrás se fundieron con Bogotá, todo esto debido a que la capital se ha consolidado como el polo económico, cultural, administrativo y financiero del país concentrando la gran mayoría de áreas productivas para la generación de empleo y centros de educación. Debido al crecimiento demográfico hay servicios que no satisfacen con eficacia las necesidades de la población, y uno de esos servicios es el sistema de transporte que presenta falencias considerables debido a no existir un sistema de transporte masivo que cumpla con los desplazamientos necesarios para transportar a la gente de un lado a otro. Además de esto el área metropolitana de Bogotá carece de un sistema de transporte que aligere los tiempos, que es necesario para un mejor funcionamiento de la ciudad – región, puesto que a pesar de existir vías de fácil acceso y que últimamente se han venido modernizando, no retribuye las necesidades existentes.

Tanto en la ciudad, como en su área metropolitana se planea construir sistemas férreos que apoyen a la infraestructura actual; en Bogotá se implementaría gradualmente el “metro” en un principio sirviendo de apoyo al sistema Transmilenio, para después funcionar como la columna vertebral de la movilidad en la ciudad. Para integrar a la ciudad con su área metropolitana se pondrá en funcionamiento los rieles existentes utilizados por antiguos sistemas férreos que desde hace décadas dejaron de operar. El sistema férreo llamado “tren de cercanías” que integrará a los municipios aledaños con Bogotá esta subdividido en dos corredores principales el corredor oeste que beneficiaría a los municipios de: Funza,

Mosquera, Madrid y Facatativá; y el corredor norte, donde los municipios que harán parte del proyecto son: Chía, Cajicá y Zipaquirá.

El presente documento está enfocado en el corredor oeste. Se pretende determinar la población que utilizaría el tren de cercanías en los municipios principales de este corredor, haciendo un estudio de origen y destino a lo largo del trayecto, utilizando el método de encuestas de ascenso y descenso y encuestas domiciliarias en cada una de las poblaciones y puntos principales, que permita deducir si la demanda existente justifica la implementación del tren de cercanías. También se pretende identificar los puntos de mayor demanda de población, e identificar los posibles puntos de acceso al sistema en función de la demanda existente; además se pretende establecer la intensidad de uso del sistema y los horarios de desplazamiento de los pasajeros.

Es importante reconocer que el estudio de origen y destino es fundamental para poder llevar a cabo la construcción del tren de cercanías, y así pensar en integrar a Bogotá con los municipios aledaños implementando un servicio que este a la altura de esta conurbación. También concientizarnos de la importancia que todo esto acarrea, desde una disminución en los tiempos de recorrido hasta un mejor posicionamiento en el renglón internacional.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Facatativá hace parte de la zona metropolitana que conforma el área de Bogotá, gracias a las diferentes fuentes de trabajo que ofrece la ciudad son atendidas por personas que residen no sólo en Bogotá, sino también en varios de los municipios cercanos, entre ellos Facatativá. En el trayecto de Facatativá hasta la capital de la republica hay poblaciones intermedias como: Madrid, Mosquera y Funza las cuales también se benefician de las oportunidades que ofrece Bogotá. Teniendo en cuenta la gran cantidad de población que diariamente se desplaza desde Facatativá a Bogotá por motivos tan importantes como son el estudio, el trabajo, el hogar entre otros, se presenta una demanda insatisfecha de servicio público de transporte, ya que no todos tienen la capacidad adquisitiva para poder tener un vehículo propio, y quienes sí, no le pueden sacar el provecho que deberían debido al sistema de restricción que aplica en la ciudad, por lo que no pueden usar el vehículo todos los días.

Actualmente existe un solo tipo de transporte que comunica a Facatativá con la ciudad de Bogotá y es por medio del transporte intermunicipal, usando los corredores de la Avenida Calle 80 y la Calle 13, desplazando diariamente un gran número de pasajeros, teniendo como punto de referencia la población existente en los municipios que hacen parte del trayecto y que alcanzan alrededor de los 8.124.779 habitantes<sup>1</sup> agregando alguna necesidad de los residentes de Bogotá en desplazarse a Facatativá, o algún otro punto dentro del trayecto, haciendo que la oferta existente de transporte público entre ambos puntos sea limitada a empresas con flotas de buses que brindan el servicio diariamente con frecuencia razonable, pero que no retribuye las necesidades de la población.

---

<sup>1</sup> ANÁLISIS ESTADÍSTICO POBLACIONAL. ALCALDÍA DE FACATATIVÁ. CÓDIGO: GAD-FR-01. VERSIÓN 01. 02-ENERO-2012. PÁG. 4.

Debido a lo anterior, todo esto conlleva a pensar en implementar un nuevo sistema de transporte que satisfaga las necesidades del sector, como lo es el transporte férreo, el cual podría aprovechar el corredor existente entre Bogotá y Facatativá; para lo cual se hace necesario un estudio de origen y destino para proyectar la demanda de usuarios del sistema. Teniendo en cuenta lo anterior se formula la siguiente pregunta de investigación: ***¿Cuál es la demanda de pasajeros que utilizaría el sistema férreo en el corredor Bogotá – Facatativá?***

### 3 JUSTIFICACIÓN

La investigación busca mejorar la calidad de transporte, en tiempo y desplazamiento implementando el servicio férreo, llamado tren de cercanías, teniendo en cuenta que existe un corredor férreo subutilizado al cual se podría sacar provecho modernizando o mejorando el estado actual.

Además, busca recuperar las funciones que antes llevaba a cabo el extinto Ferrocarril de la Sabana utilizando los corredores existentes uniendo mediante vías férreas las principales ciudades de la Sabana de Bogotá con la capital de la república.

También, se pretende solucionar problemas de congestiones vehiculares, así como también accidentes de tránsito muy recurrentes en los corredores viales de la calle 13 y la Calle 80 generados por los automotores de servicio intermunicipal.

## **4 OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la demanda de pasajeros que utilizaría el sistema férreo en el sector Bogotá – Facatativá.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar cuáles son los lugares de mayor demanda de pasajeros entre Bogotá y Facatativá.
- Establecer la intensidad de uso y horarios de desplazamiento de los pasajeros.
- Definir la ubicación de los sitios de acceso al sistema en función de la demanda existente.



## 5 ANTECEDENTES

Para la investigación se revisaron algunos estudios previamente desarrollados:

En el ámbito internacional se tomó el estudio en la zona metropolitana de Guadalajara ESTUDIO DE DEMANDA MULTIMODAL DE DESPLAZAMIENTOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, en el año 2007, integrado por 19.227 encuestas<sup>2</sup>, realizadas sobre diferentes puntos de marcha urbana, en donde se averiguo al usuario el origen y destino de su viaje, se estudió el ascenso y descenso en cada parada, el número de buses por hora la demanda de cada viaje y el valor recaudado por cada unidad de transporte.

En el ámbito nacional el estudio realizado por el Ministerio de Transporte y el INVIAS buscaba canalizar las proyecciones para poder determinar la población que se desplazaba por este corredor; además de la población transportada era de suma importancia medir los volúmenes de tránsito, ya que era el principal centro de conexión entre la capital del país y el puerto de Buenaventura en el Pacífico. La metodología utilizada fue una encuesta hecha por personas distribuidas a lo largo del trayecto, ubicados principalmente en las poblaciones como son: Buenaventura, Buga, Loboguerrero, Media canoa, La Uribe, Calcará, Ibagué, Espinal, Girardot, Melgar, Fusa y Bogotá haciendo aforos vehiculares y domiciliarios. El estudio duro 18 meses.

Las conclusiones de esta investigación fueron favorables, puesto que se identificaron los puntos de mayor movilidad, entre Bogotá y Girardot;

---

<sup>2</sup>Rehovot, ESTUDIO DE DEMANDA MULTIMODAL DE DESPLAZAMIENTOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA. Gobierno del Estado de Jalisco 09/03/2012

menor movilidad, entre Loboguerrero y Media canoa; y volúmenes transportados por este eje.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE e INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Estudio de movilidad y volúmenes de tránsito Bogotá- Buenaventura. Bogotá: 1998. Pág. 77

## 6 MARCO REFERENCIAL.

### **Sistemas de transporte:**

Cuando se hace referencia a un sistema de transporte este se concibe como un conjunto constituido por un modo o medio, una red de tránsito y un vehículo. En los sistemas de transporte de carga podemos encontrar el Transporte aéreo, en el cual la carga se moviliza por aire en aviones, en el marítimo los bienes se transporta a través del agua en buques, el fluvial es por medio de ríos lagos o quebradas en los cuales se movilizan lanchas, ferry y otra clase de embarcaciones, el carretero de carga y pasajeros que es donde se movilizan las tracto mulas camiones y buses por el medio terrestre, y por último el sistema de transporte ferroviario que será el centro de este proyecto investigativo, dicho sistema es terrestre y se utilizan locomotoras o trenes que se movilizan por medio de rieles.<sup>4</sup>

### **Sistema de Transporte Férreo:**

Es un sistema de transporte terrestre que se orienta mediante carriles o rieles de diferentes diseños, en el caso de Colombia las clases de rieles más utilizados son los de trocha angosta o yarda que tienen de ancho 1.914 m y el de trocha media o estándar que tienen de ancho una medida aproximada de 1.435m, estos rieles son los que construyen la vía férrea por donde se desplazan los trenes. En el sistema férreo existen varia clases de trenes como por ejemplo el metro, el tren ligero, el tranvía, funicular entre otros, en Colombia el sistema férreo no es protagonista por ahora de la mercancía que se mueve en el país ya que quien moviliza la

---

<sup>4</sup> MINISTERIO DE FOMENTO, Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad, Cap. 1 [online]. [cita 2013-04-23] disponible en: <<http://goo.gl/XG3F6E>>

mayor cantidad de carga es el sistema carretero con un 63.3% seguidamente el sistema férreo con un 33.3% y por último el fluvial con el 3.3%. El sistema férreo es un modo de transporte muy efectivo ya que mueve volúmenes significativos de mercancías y materias primas entre grandes centros de producción y consumo, ubicados a distancia<sup>5</sup>.

Para entender mejor como funciona un sistema de transporte férreo se definen a continuación sus componentes según la cámara colombiana de infraestructura<sup>6</sup>.

- **Ferrocarril:** un ferrocarril es el conjunto de obras civiles como rieles y terraplenes por los cuales se desplaza una serie de vehículos de tracción mecánica.
- **Vías férreas:** las vías terreas son la estructura por la cual se movilizan las locomotoras y están compuestas de la terciaria y la superestructura.
- **La terciaria:** son el conjunto de obras formadas por cortes y terraplenes para llegar al nivel de sub rasante, y a la súper estructura.
- **La superestructura:** está conformada por dos hileras de rieles que van sujetos a piezas transversales llamadas durmientes o traviesas, que a su vez descansan sobre un lecho de material pétreo denominado balasto, y se adicionan accesorios de la vía tales como placas, planchuelas, tornillos, etc. Los rieles vienen designados por el número de libras de peso por cada yarda de longitud o calibre. Estos rieles se fijan a los durmientes por medio de clavos que se ponen contrapeados para que no se raje el durmiente.
- **Durmientes o traviesas:** son las piezas que se instalan transversalmente sobre el balasto para proporcionar a los rieles de la vía un soporte adecuado; estas traviesas no solo soportan los

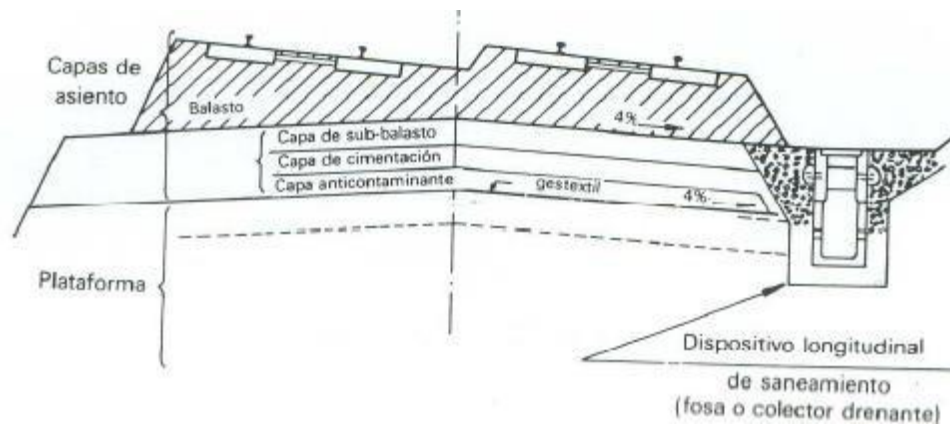
---

<sup>5</sup> ABRIL, Yuber Andrés y SANABRIA, Luis Felipe. Op. Ci.,p 26.

<sup>6</sup> Cámara colombiana de la infraestructura. Informe de seguimiento a proyectos sistema férreo nacional., Bogotá. 2012. Pag.4, 5. [Citado 27 de octubre de 2013],[en línea] disponible en: <http://goo.gl/dZpov1>

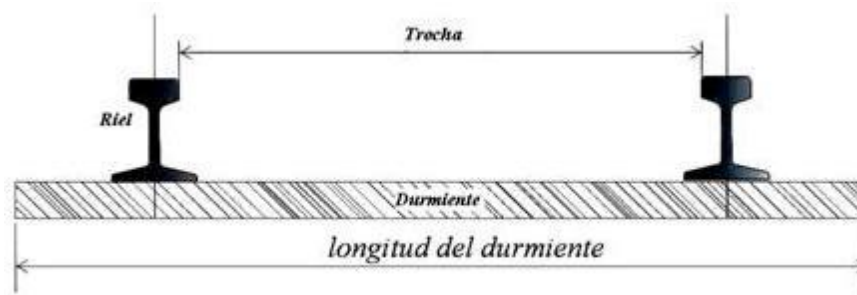
rieles, sino además proporcionan un medio para que los rieles se conserven con seguridad a la distancia correcta del patrón. La mayor parte de las traviesas que se emplean en nuestros ferrocarriles son de madera, pero en la actualidad se emplean traviesas de hormigón pretensado y materiales plásticos sobre los que apoyan rieles soldados con longitudes relativamente grandes y juntas de dilatación más separadas gracias a un diseño más perfeccionado.

**Figura 1: Perfil Transversal de Una Vía Férrea**



FUENTE: Cámara colombiana de la infraestructura. Informe de seguimiento a proyectos sistema férreo nacional. Bogotá. 2012. Pag.5. [Citado 27 de octubre de 2013]. [En línea] disponible en: <http://goo.gl/dZpov1>

**Figura 2: Perfil Longitudinal de Una Vía Férrea**



FUENTE: Cámara colombiana de la infraestructura. Informe de seguimiento a proyectos. Sistema férreo nacional. Bogotá. 2012. Pag.6. [Citado 27 de octubre de 2013]. [En línea] disponible en: <http://goo.gl/dZpov1>

### **Tren de cercanías:**

Es un sistema de transporte suburbano de distancias cortas (máx. 100 Km) que se encarga de enlazar poblaciones o ciudades aledañas a una gran conurbación, por lo general este tren se desplaza sobre unos rieles de menor dimensión a los de un tren metropolitano (Metro) y van a una velocidad mayor a estos mismos (entre 60 y 120 Km/h).

Su función es complementaria al servicio urbano, puesto que se encarga de enlazar puntos extremos de una ciudad con las poblaciones más importantes de su área metropolitana<sup>7</sup>.

### **Estudio de origen y destino de pasajeros:**

Se refiere al estudio de personas que se desplazan de un lugar a otro utilizando algún medio de transporte o caminando. Aquí se analizan tendencias, rutas y horarios que ayudan al investigador a hacer proyecciones hacia el futuro, como también a determinar los pasajeros que se movilizan en una ruta.

Para hacer este estudio es necesario utilizar algún método de conteo, como encuestas, conteo de vehículos o aforo vehicular, método de Registro de las placas de los vehículos en tránsito, etc.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> MAYNAR MANUEL, Melis. Ferrocarriles metropolitanos. Madrid: 2008. Tercera edición.

<sup>8</sup> BOX, Paul C. MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRANSITO. Cuarta edición. 1985. Pág. 102

## 7 MARCO HISTORIOGRÁFICO

Para la elaboración del marco historiográfico se tomará como referente base la cronología realizada por Jorge Arias de Greiff “Ferrocarriles en Colombia 1836-1930”<sup>9</sup>, ya que esta nos muestra claramente el proceso evolutivo y de implementación de los diferentes corredores férreos en toda la geografía nacional.

Los sistemas férreos en Colombia tienen su origen en la necesidad de una intercomunicación entre el océano pacífico y el océano atlántico en el sector de panamá, es en el año de 1826 cuando el congreso colombiano decide promover una ley que incentivar la construcción de una línea férrea que diera solución a dicha problemática. Pero es hasta 1855 que se da fin a la primera línea del ferrocarril con una extensión de 77 kilómetros de largo que atravesaba panamá de oriente a occidente. En ese mismo año pero en Barranquilla se firmaba una concesión para la construcción de otra línea que conectaría Barranquilla con el municipio de Sabanilla a orillas del mar caribe, es gracias a esta pero luego de haber sido cedida dicha concesión a una firma alemana que Colombia ve llegar su primera locomotora a la cual bautizaron con el apellido del libertador “Bolívar”.

Otra de las ideas visionarias de la época fue elaborar una gran red nacional de vías férreas que comunicará la capital del país Santafé de Bogotá con los diferentes puertos, Buenaventura en el Pacífico, Barranquilla y Cartagena en el Atlántico. Seguido a esto se dio el inicio de la construcción de varios tramos de líneas férreas en el interior del país pero que al parecer se vio demorada y en ocasiones totalmente frenada por algunos inconvenientes pero que lentamente se fueron superando, el objetivo principal al construir estas líneas férrea era unir las ciudades principales y los puertos fluviales para así facilitar el transporte tanto de

---

<sup>9</sup> ARIAS de GREIFF, Jorge. Ferrocarriles en Colombia 1836-1930. Credencial histórica [online]. no. 257. [cita 2013-04-23] disponible en: <<http://goo.gl/xx7wrT>>

pasajeros como de carga desde y hacia el interior del país, algunas de estas líneas fueron:

### **6.1 Ferrocarril de Cundinamarca (sistema ferroviario central):**

Este se inició con la construcción de una línea cuyo fin sería conectar Bogotá con Girardot que para el año de 1880 se constituye como un importante puerto sobre el río Magdalena, debido a la guerra civil que para la época se libraba y al incumplimiento del contratista la obra se suspendió quedando construidos solamente 27 kilómetros de vía, posteriormente se vendría la construcción de la sección Bogotá Facatativá, para el año de 1895 se inicia la implementación del tramo Bogotá Soacha que fue conocido para la época como el Ferrocarril del Sur. Luego de muchos años en 1908 por fin el ferrocarril de Girardot se conecta con el de Facatativá. en 1921 estos corredores viales reciben el nombre de Ferrocarril de Cundinamarca el cual continua con expansión esta vez hacia el sur buscando comunicarse con Fusagasugá y Puerto Salgar las ampliaciones de líneas cesaron y por el contrario después de esto los sistemas ferroviarios a nivel nacional entran en crisis y se sumen en una era de abandono y oscuridad.

Otras de las rutas fueron ferrocarril de Antioquia (sistema ferroviario central), el ferrocarril de Santa Marta y ferrocarril de Barranquilla (Red ferroviaria del Atlántico).

Aunque en la actualidad sólo algunas de estas son operadas con fines de transporte de carga y otras solamente con fines turísticos, pero cabe resaltar que actualmente el gobierno ha puesto en marcha un gran número de estrategias basadas en concesionar los corredores férreos con el ánimo de optimizar y modernizar los mismo, rehabilitando los existentes y creando nuevas líneas de ferrocarril para así mejorar el transporte de carga a lo largo y ancho del país.



## 8 MARCO LEGAL

El transporte, un servicio público esencial que pertenece a todos los colombianos, sujeto a las disposiciones constitucionales reglamentarias por la ley; su operación es necesariamente regulada por el estado que debe protegerlo, condicionando y permitiéndole gozar de beneficios con ajuste a las disposiciones reguladoras en la materia, que forman parte del Plan Nacional de Desarrollo.

Como servicio público regulado por el estado a nivel nacional, implica la prelación del interés general sobre el particular, en atención a los derechos y obligaciones reglamentarios para cada modo del transporte. Este servicio se autoriza para la operación de las empresas de transporte público, Corresponde al estado la obligación de prestar el servicio público de transporte pero puede delegar por concesión a los particulares su organización, desarrollo y prestación; En caso de transporte privado debe cumplir dentro del ámbito de las actividades de las personas naturales o jurídicas, prestado con equipos propios debidamente homologados. En caso de contratar equipos para el cumplimiento de un objetivo deben hacerlo con empresas debidamente constituidas y homologadas.<sup>10</sup>

Las siguientes son algunas leyes y decretos las cuales debemos seguir para la toma de decisiones en el proyecto:

### **DECRETO NÚMERO 1587 DE 1989:**

Por el cual se dictan normas generales para la organización y operación del sistema de transporte público ferroviario nacional.

### **DECRETO 3110 DE 1997:**

Por el cual se reglamenta la habilitación y la prestación del servicio público de transporte ferroviario.

---

<sup>10</sup> CHÁVEZ, Álvaro, Sistemas y servicios del transporte, Ed UNAD, mayo de 2011 Colombia pg. 141

**LEY 450 DE 2011:**

Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014

**LEY 336 DE 1996:**

Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Transporte. La presente ley tiene por objeto unificar los principios y los criterios que servirán de fundamento para la regulación y reglamentación del Transporte Público Aéreo, Marítimo, Fluvial, Férreo, Masivo, Terrestre y su operación en el Territorio Nacional, de conformidad con la Ley 105 de 1993, y con las normas que la modifiquen o sustituyan.

**Documento CONPES 3547 de 2008:**

Define las políticas establecidas por el gobierno nacional en pro de mejorar la situación del transporte de carga a nivel nacional.

**Ley 21 de 1988**

Esta adopta el programa de recuperación del servicio público nacional de transporte ferroviario nacional, se provee a su funcionamiento y se dictan otras disposiciones.

## 9 MARCO GEOGRÁFICO

La zona en estudio está ubicada al occidente de Bogotá, entre la capital del país, a lo que se le llama ferrocarril del occidente que fue inaugurado en 1889. La distancia que existe entre Bogotá y Facatativá es de aproximadamente 33,3 Km en línea recta por vía férrea y 49.7 Km desde Bogotá en la intersección en la Calle 13 por la Avenida ciudad de Cali hasta Facatativá.

La altitud de la zona varía entre los 2.586 y 3250 msnm, por lo cual su clima es cambiante en el transcurso del trayecto; la temperatura aproximadamente ronda los 14° C en promedio.

### 7.1 UBICACIÓN

**Figura 3 Mapa del tramo Bogotá-Facatativá**



Fuente: mini transporte, Gobernación de Cundinamarca, 2 de marzo del 2014. <http://www.rupestweb.info/pcys.html>

## 7.2 CLIMA

La zona presenta un clima templado de altura que oscila entre los 6 y 20°C, con muy poca variación térmica a lo largo del año debido a su latitud; y la precipitación como en la mayoría del país esta demarcada por dos lapsos muy significativos: entre marzo y mayo, y entre septiembre y octubre es cuando se presentan las mayores precipitaciones, anualmente las precipitaciones alcanzan valores cercanos a los 1000 mm.

## 7.3 POBLACIÓN

Se da a conocer las poblaciones de los municipios más importantes por los que pasa la red férrea de Bogotá a Facatativá.

**Tabla 1 Población de los Municipios en Estudio**

<b>Localidad</b>	<b>Población</b>
<b>Bogotá</b>	7.776.845
<b>Madrid</b>	76.112
<b>Funza</b>	73.962
<b>Mosquera</b>	80.688
<b>Facatativá</b>	129.671
<b>TOTAL</b>	8.137.278

Fuente: DANE. [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co). 20 de Marzo del 2014

## **10 DISEÑO METODOLÓGICO.**

En el marco de la investigación a realizar se plantea el siguiente diseño metodológico.

### **9.1 ENFOQUE METODOLÓGICO**

La presente investigación tendrá un enfoque Cuantitativo, porque se analizarán resultados obtenidos por tabulación de los datos en el trabajo de campo, utilizando tablas, graficas e información que permita hacer conclusiones.

### **9.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este estudio tendrá una investigación descriptiva, ya que se podrán analizar datos de manera científica, ayudados por la estadística; teniendo en cuenta que la información se recolecta mediante encuestas obteniendo esta información de fuentes primarias.

### **9.3 FASES**

Se realizarán los trámites necesarios para poder llevar a cabo el trabajo de campo, como es conseguir permisos para poder hacer encuestas de ascenso, descenso y las encuestas domiciliarias.

### **9.3.1 FASE I RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE.**

Se recoge información correspondiente a planos catastrarles, el cual se actualizará la información de los planos indicando los lugares de colegios, universidades, centros comerciales, aéreas de asentamientos urbanos, etc., también se recopilara los volúmenes vehiculares entregados por el secretaria de movilidad y por el INVIAS, como también se extraerá del cuarto de datos “ubicación 12” la asignación de escenarios futuros del servicio de transporte regional del tren de cercanías.

Con este análisis se identifica que actividades hay que actualizar, y las posibles zonas o población para realizar esta actividad. También se va hacer un análisis logístico acerca de cuáles son los puntos matrices de origen y destino, como también un estudio de la zona; y por último, se va a planear el proceso de encuesta a lo largo del trayecto.

### **9.3.2 FASE II ENCUESTAS DE PREFERENCIA DECLARADA ORIGEN-DESTINO.**

- Proceso de aforo de ascenso y descenso de pasajeros en una ruta de transporte público.

El encuestador aborda a una persona que se disponga a tomar el servicio para diligenciar la encuesta de origen y destino, en donde se preguntara además de los motivos de viaje y la frecuencia de los mismos. Será resuelto en la mayor brevedad posible.

- Proceso de Encuestas Domiciliarias

Estas encuestas se realizarán directamente en viviendas que pertenecen a una muestra seleccionada con anterioridad. Esta encuesta permite obtener información sobre los viajes que fueron realizados en el día

inmediatamente anterior al día de la encuesta, por cada una de las personas mayores de cinco años, así como información sobre las variables socioeconómicas como son entre otras, el ingreso y la tenencia de vehículos.

### **9.3.3 FASE III CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En esta fase de tomara los datos de los aforos respectivos de las encuestas se tabularan y se hará un análisis detallo con los cálculos correspondientes para hallar la demanda de pasajeros y también cumplir con los objetivos propuestos para este trabajo.

## 11 ANÁLISIS DE RESULTADOS

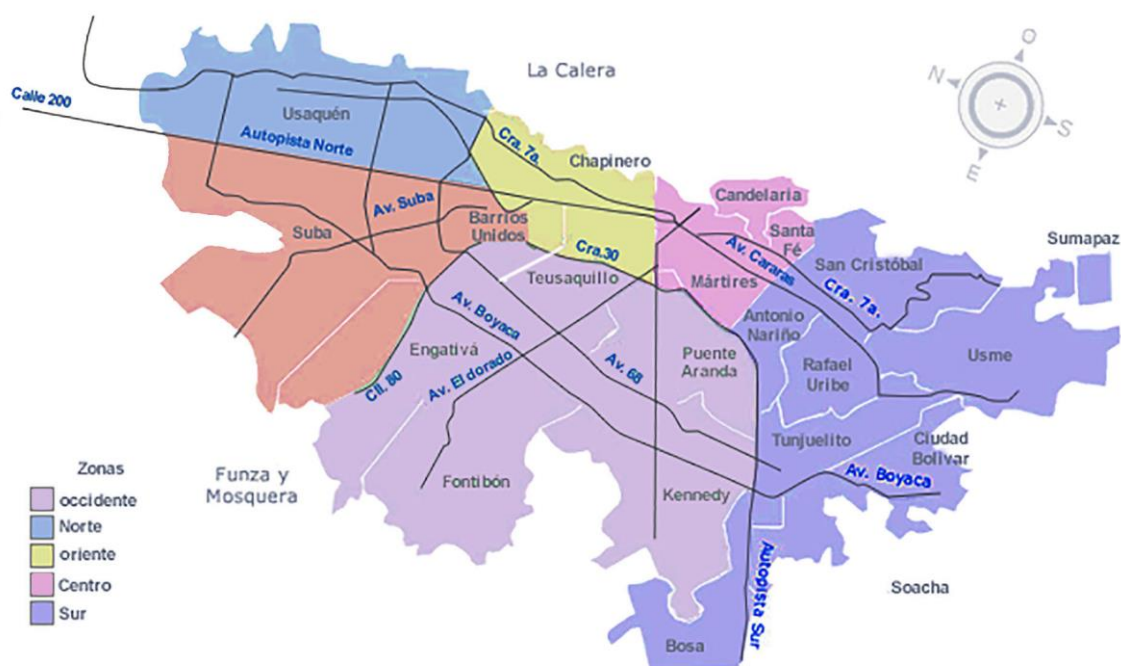
Para el resultado de análisis primero se calculó el tamaño de la muestra para que el proyecto tuviera fuera valido, Las encuestas origen destino se aplicaron utilizando el formato 01 que se encuentra en el anexo número 01 , las encuestas domiciliarias por su parte se realizaron con el formato 02 que se encuentra en el anexo 02, estos formatos fueron sacados del MANUAL PARA ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS Y MIXTO EN ÁREAS MUNICIPALES DISTRITALES Y METROPOLITANAS, la aplicación de las encuestas se realizaron por días, el día uno se tomó como origen Bogotá en la entrada por la calle 13, los días dos y tres se realizaron las encuestas tomando como origen las personas que desde el portal de la 80 se desplazaron para Facatativá o los municipios incluidos en la investigación, al cuarto día se tomó como origen Bogotá en Zona Franca, el día quinto el municipio de Funza, al sexto día se tomó como origen el municipio de Madrid, al séptimo día se tomó como origen el municipio de Mosquera, finalmente para los días ocho y nueve se tomó como origen Facatativá.

Al recolectar toda esta información de las encuestas los resultados fueron tabulados en su totalidad, para la ciudad de Bogotá se hizo una distribución de la ciudad para poder tener una información detallada de los principales desplazamientos de los usuarios que se puede apreciar en la figura número 4.

Luego se localizó los puntos de mayor demanda, intensidad de uso y horarios de desplazamiento de los pasajeros, también se definió los posibles puntos de acceso de pasajeros al sistema, número de personas que utilizarían el sistema en este corredor y también el número de trenes que serían necesarios para satisfacer la demanda.



**Figura 4 Mapa Distribución Bogotá**



Fuente: Autor

Para la determinación de la demanda se realizó el trabajo de campo que incluyó encuestas origen-destino (O – D) de ascenso y descenso de pasajeros y encuestas domiciliarias. Los municipios que fueron estudiados como área influencia del corredor férreo fueron:

- Facatativá
- Madrid
- Mosquera
- Funza

## 10.1 ESTUDIO DE ORIGEN – DESTINO (O-D)

Este proceso se realizó a usuarios de buses de transporte intermunicipal, entre Bogotá y los municipios del área de influencia del estudio, especificando las zonas o direcciones tanto del inicio como el fin de cada viaje. Lo anterior genera la matriz origen – destino.

Las encuestas se realizaron con orígenes y destinos en Bogotá y los municipios del área de estudio, en días hábiles desde el día 08 de abril de 2014 al 11 de abril de 2014 y del 21 de abril de 2014 al 25 de abril de 2014, todos días hábiles.

En total se procesaron 765 encuestas a lo largo del trayecto, como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2 Número de Encuestas Origen Destino por Tramos**

TRAMO	Encuestas (O-D)
Bogotá – Facatativá.	201
Madrid.	78
Mosquera.	113
Funza.	150
Facatativá - Bogotá	223
Total	765

Fuente: Autor

## 10.2 ENCUESTAS DOMICILIARIAS

Las encuestas domiciliarias se realizaron en las cabeceras municipales de Facatativá, Madrid, Mosquera y Funza como principales polos de demanda del sistema férreo en el corredor.

**Tabla 3 Número de Encuestas Domiciliarias**

<b>Cabecera municipal</b>	<b>Encuestas domiciliarias</b>
Facatativá	39
Funza	35
Madrid	32
Mosquera	37
Total	144

Fuente: Elaboración propia

### **10.3 LA OFERTA DEL TRANSPORTE**

La infraestructura vial del área de estudio se encuentra en óptimas condiciones, en su totalidad existe doble calzada, y últimamente se ha venido modernizando y ampliando el sistema. El corredor tiene una longitud de 56.8 Km desde Bogotá por la calle 80 hasta Facatativá y de 49.7 Km desde Bogotá en la intersección en la Calle 13 por la Avenida ciudad de Cali hasta Facatativá, a continuación en la tabla 4 y la tabla 5 respectivamente se muestran las distancias entre los municipios y la longitud total.

**Tabla 4 Distancias Bogotá Calle 80 - Facatativá.**

<b>Cabecera municipal</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>Longitud (Km)</b>
Funza	20.7	
Mosquera	2.9	23.6
Madrid	13.8	37.4
Facatativá	19.4	56.8

Fuente: Autor

**Tabla 5 Distancias Bogotá calle 13 - Facatativá.**

<b>Cabecera municipal</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>Longitud (Km)</b>
Mosquera	16.5	
Madrid	13.8	30.3
Facatativá	19,4	49,7

Fuente: Autor

En este corredor existen varias empresas con servicios autorizados para el transporte de pasajeros con orígenes y destinos ubicados a lo largo del trayecto, en diferentes tipos de vehículos, como son: buses y colectivos intermunicipales. Las principales horas pico de oferta se concentra entre las 6:30 horas y 7:30 horas, de 17:30 horas a 19:30 horas.

#### **10.4 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE**

Para la caracterización de la demanda de transporte se analizaron los resultados de las encuestas origen- destino. Dentro de las preguntas realizadas se incluyeron un conjunto de ellas encaminadas a determinar el perfil general de los usuarios en el presente capítulo se resumen los resultados más relevantes.

##### **10.4.1 RESULTADOS FACATATIVÁ**

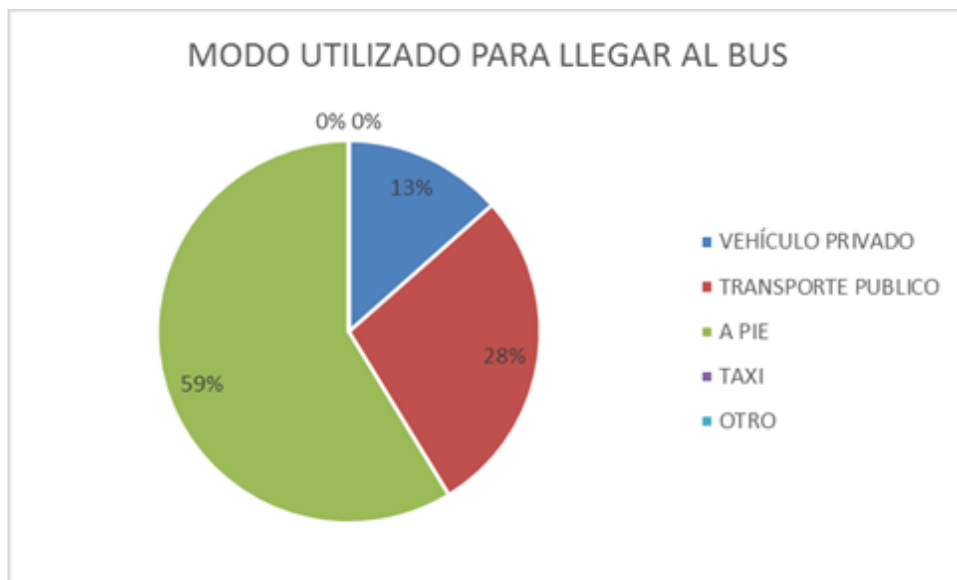
De las encuestas realizadas en Facatativá se obtuvieron los siguientes resultados, teniendo como principales observaciones hechas por los encuestados el elevado costo que se presentó en los últimos años, además que las restricciones de la capital los limita a la hora de usar su vehículo privado

##### **10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS**

En la gráfica uno podemos apreciar que en Facatativá el 59% de los encuestados llegan caminado para abordar los vehículos prestadores del

servicio, mientras que el 28% utiliza el sistema de transporte buses particulares incluso intermunicipales que los acerquen a Facatativá principalmente de veredas cercanas que los acerquen al punto, el 13% llega en automóvil o moto al paradero.

**Gráfica 1 Modo para llegar al Bus**

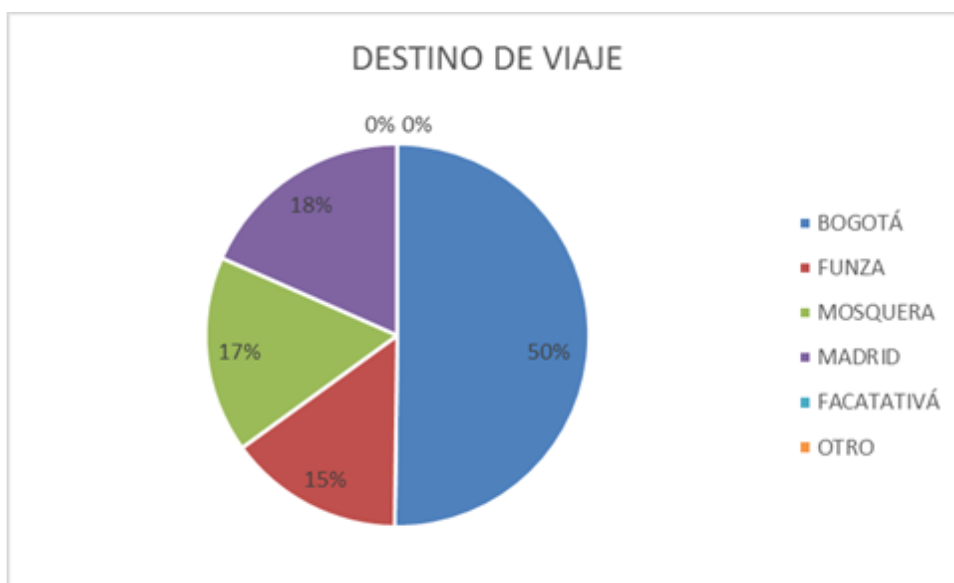


Fuente: Autor

#### 10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE

En la gráfica dos podemos apreciar que en Facatativá el 50% de la población se dirige a la capital del país, seguido de un 18% que se dirige a Madrid, el 17% viaja hacia Mosquera y el 15% faltante lo hace para Funza.

**Gráfica 2 Destino de Viajes**

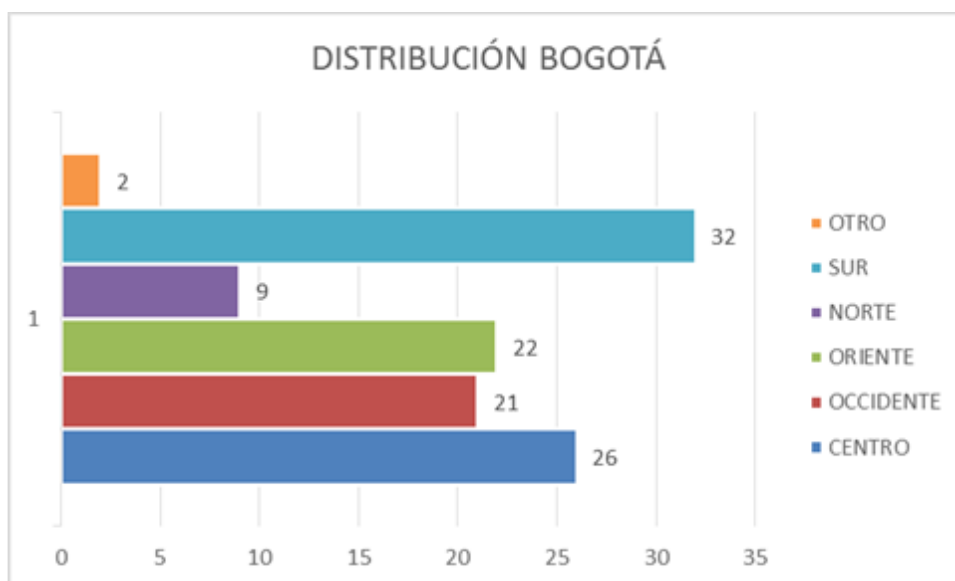


Fuente: Autor

#### **10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ**

En la gráfica tres vemos la distribución para quienes se dirigen hacia la capital, dividida se la siguiente manera por número de encuestados: 32 hacia el sur de la capital, 26 al centro de la capital, 22 al oriente de la capital, 21 al occidente de la capital, 9 al norte de la capital y solo 2 a otra parte de la ciudad.

**Gráfica 3 Distribución de Pasajeros en Bogotá.**

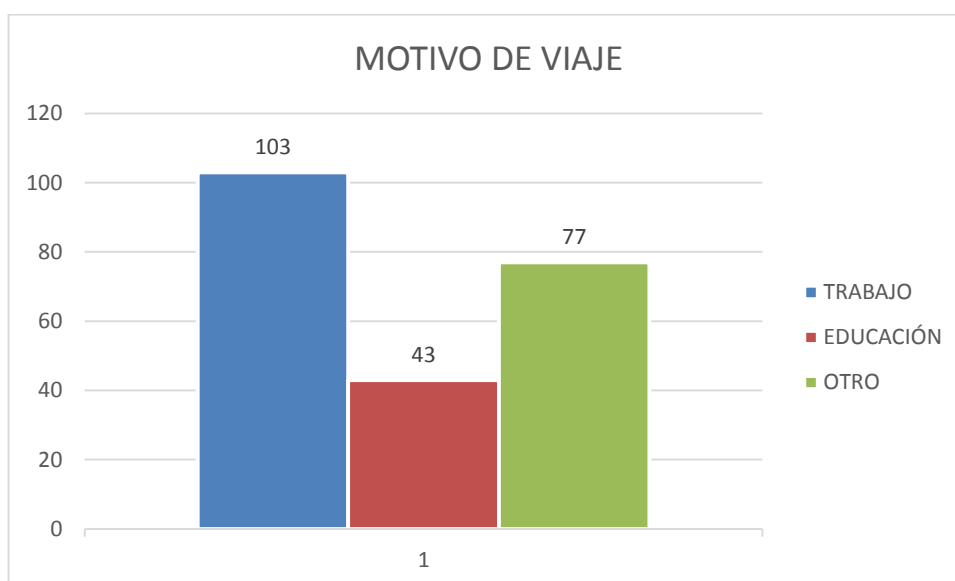


Fuente: Autor

#### 10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE

En la gráfica cuatro observamos que el principal motivo de viaje es el trabajo con 103 encuestados, 77 se dirigen para realizar visitas al médico, a hacer diligencias, hacer compras o dirigirse a sus hogares, mientras que 43 van por motivos de estudio a colegios y universidades.

**Gráfica 4 Motivo de Viaje**

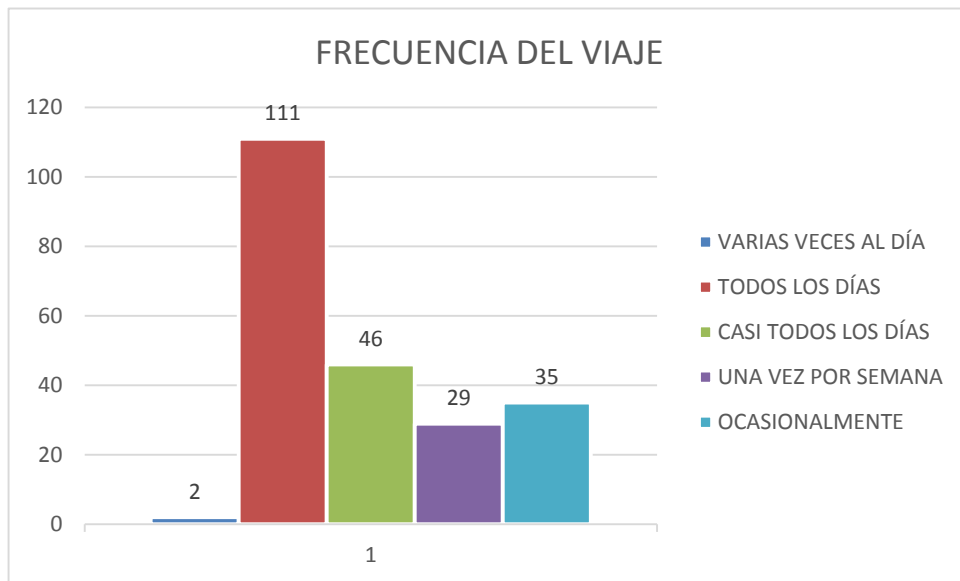


Fuente: Autor

#### 10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE

En la Gráfica cinco podemos observar que el 111 personas de los encuestados realizan viajes todos los días, 48 habitantes lo hace casi todos los días, un 29 realiza los viajes una vez por semana, 35 ocasionalmente y 2 personas viaja varias veces al día.

**Gráfica 5 Frecuencia de Viaje**



Fuente: Autor

#### 10.4.1 RESULTADOS MADRID

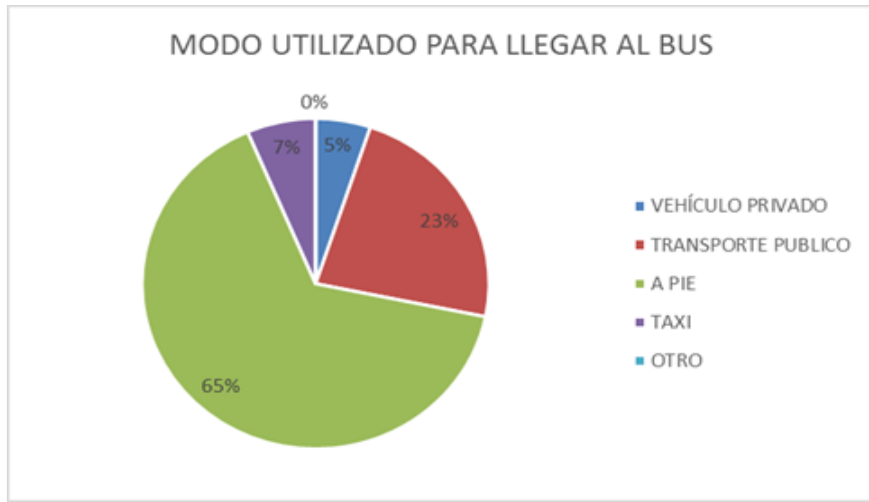
De las encuestas realizadas en Madrid se obtuvieron los siguientes resultados.

##### 10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS

En la gráfica seis podemos apreciar que en Madrid el 65% de los encuestados llegan caminado para abordar los vehículos prestadores del servicio, mientras que el 23% utiliza el sistema de transporte buses particulares que los acerquen al paradero, el 5% llega en vehículo privado y el 7% afirma utilizar taxi para llegar al paradero debido a la urgencia que les presenta abordar el sistema.



**Gráfica 6 Modo para llegar al Bus (Facatativá)**

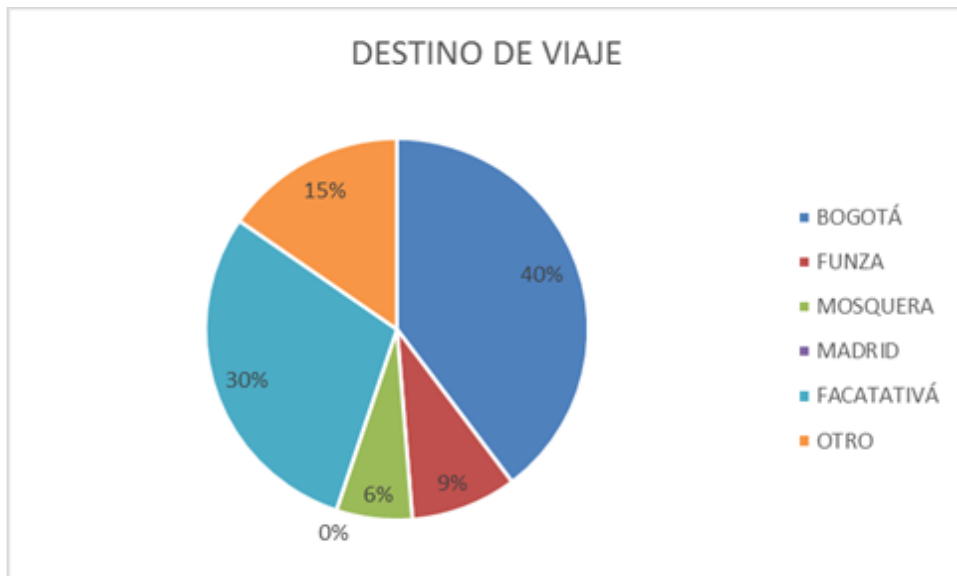


Fuente: Autor

#### 10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE

En la gráfica siete podemos apreciar que en Madrid el 40% de la población se dirige a la capital del país, un 15% que se dirige a otro punto, pero deben llegar a Facatativá o a Bogotá para continuar con su recorrido, el 30% lo hace Facatativá, el 6% viaja hacia Mosquera y el 9% faltante se dirige a Funza.

**Gráfica 7 Destino de Viaje (Facatativá)**

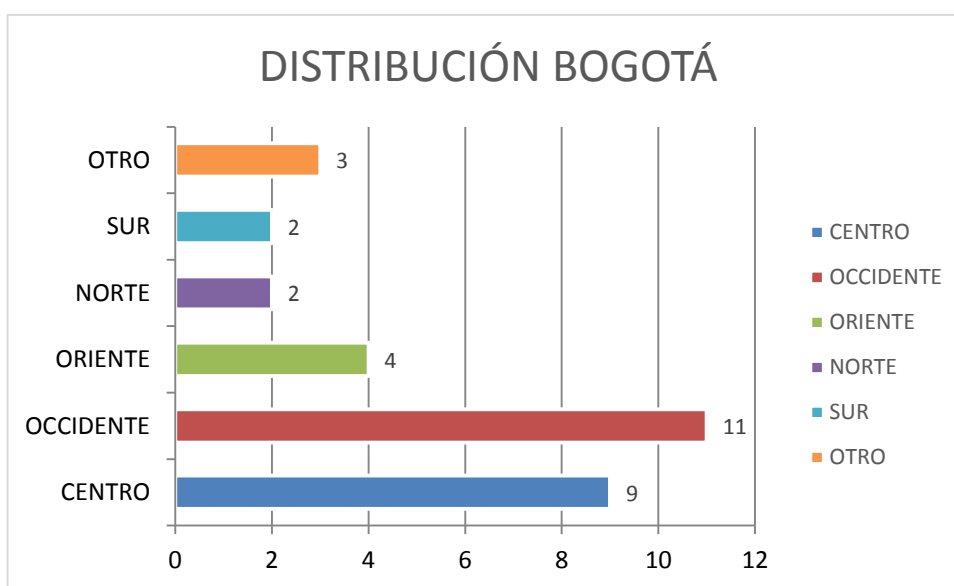


Fuente: Autor

### 10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ

En la gráfica ocho vemos la distribución para quienes se dirigen hacia la capital, dividida de la siguiente manera por número de encuestados: 2 hacia el sur de la capital, 9 al centro de la capital, 4 al oriente de la capital, 11 al occidente de la capital, 2 al norte de la capital y 3 a otra parte de la ciudad.

**Gráfica 8 Distribuciones en Bogotá (Facatativá)**

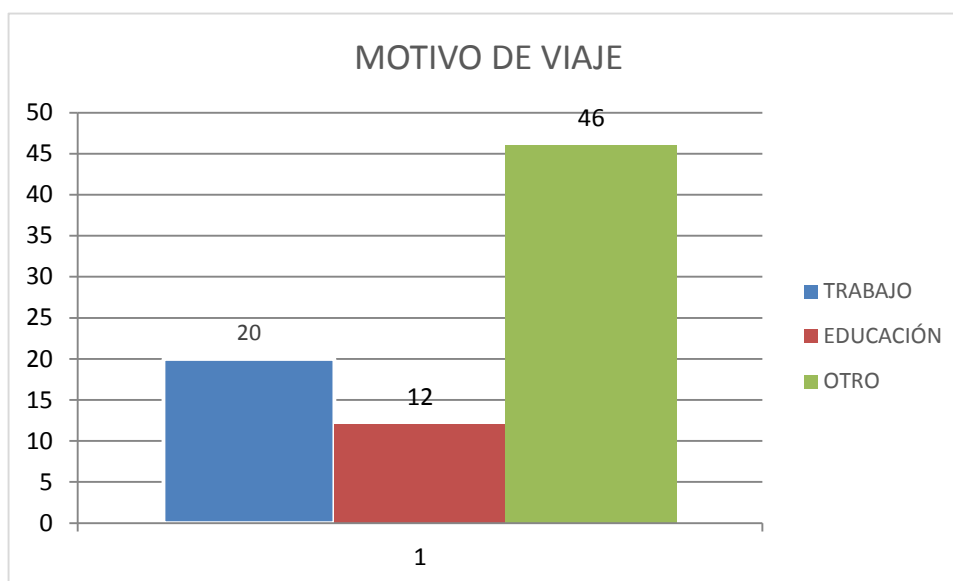


Fuente: Autor

### 10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE

En la gráfica nueve observamos que los principales motivos de viaje se hacen para realizar visitas al médico, a hacer diligencias, hacer compras o dirigirse a sus hogares con un total de 46 encuestados, el trabajo con 20 encuestados, mientras que 12 van por motivos de estudio a colegios y universidades.

**Gráfica 9 Motivo de Viaje (Facatativá)**

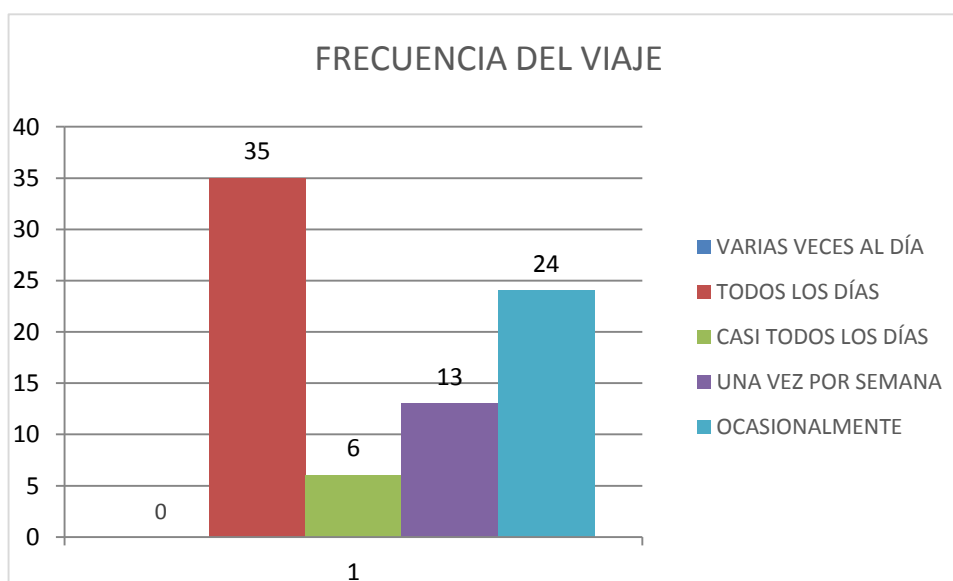


Fuente: Autor

#### 10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE

En la gráfica diez podemos observar que 35 de los encuestados realizan viajes todos los días, 6 encuestado lo hace casi todos los días, un 13 realiza los viajes una vez por semana, 24 ocasionalmente y ningún encuestado viaja varias veces al día.

**Gráfica 10 Frecuencias de Viaje (Facatativá)**



Fuente: Autor

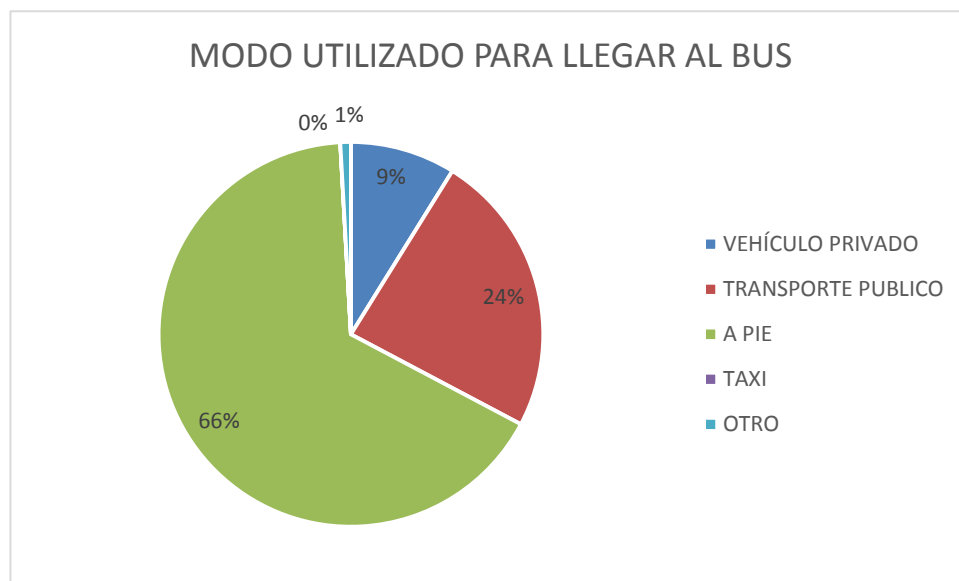
#### 10.4.1 RESULTADOS MOSQUERA

De las encuestas realizadas en Mosquera se obtuvieron los siguientes resultados.

##### 10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS

En la gráfica once podemos apreciar que en Mosquera el 66% de los encuestados llegan caminado para abordar los vehículos prestadores del servicio, mientras que el 24% utiliza el sistema de transporte buses particulares incluso intermunicipales que los acerquen al paradero, 9% llega en vehículo privado, no se presentaron personas que usen taxi para abordar los intermunicipales y el 1% utiliza otro modo para llegar al paradero principalmente aventones.

**Gráfica 11 Modo para llegar al Bus (Mosquera)**

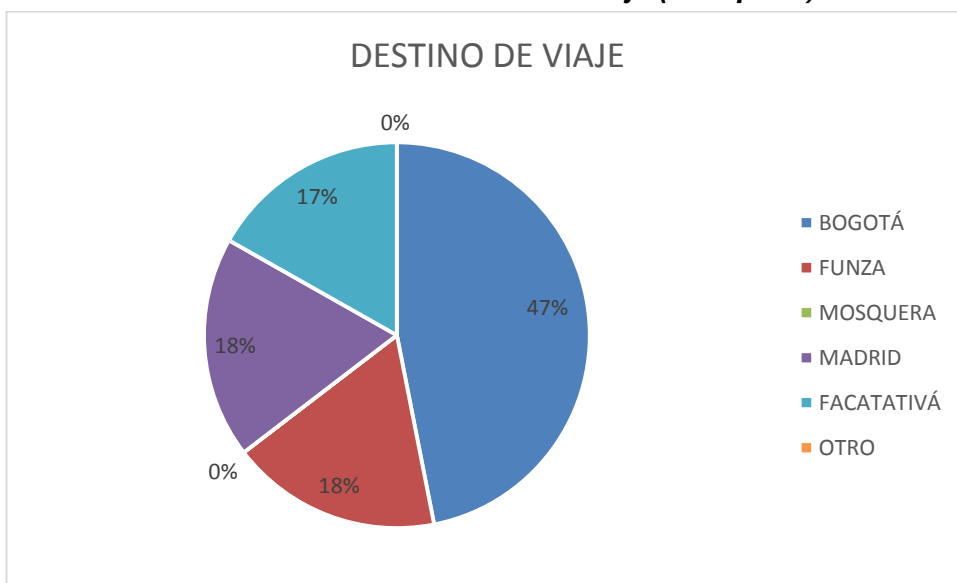


Fuente: Autor

##### 10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE

En la gráfica doce podemos apreciar que en Mosquera el 47% de la población se dirige a la capital del país, el 18% se dirige hacia Funza y Madrid, el 17% viaja hacia Facatativá.

**Gráfica 12 Destinos de Viaje (Mosquera).**

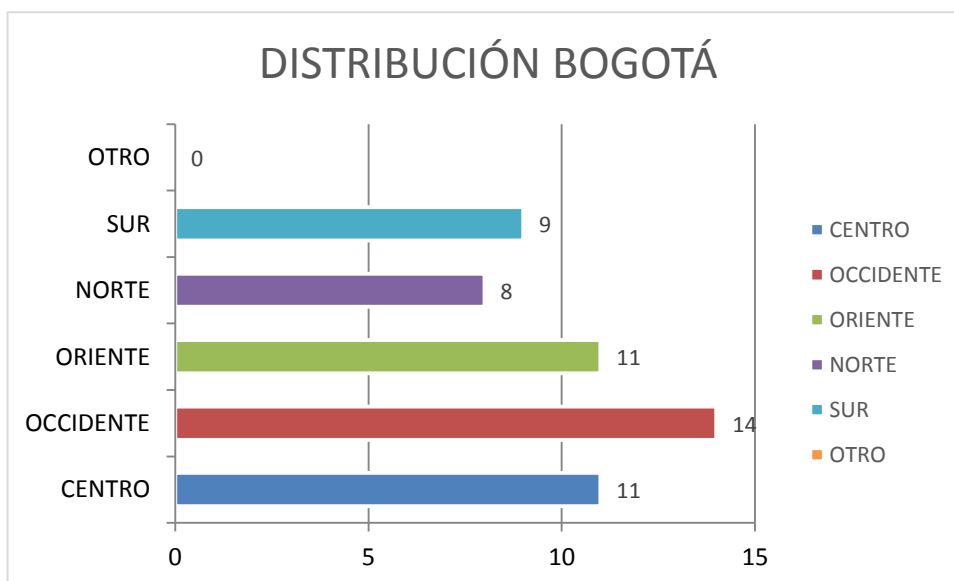


Fuente: Autor

### 10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ

En la gráfica trece vemos la distribución para quienes se dirigen hacia la capital, dividida de la siguiente manera por número de encuestados: 9 hacia el sur de la capital, 11 al centro de la capital, 11 al oriente de la capital, 14 al occidente de la capital, 8 al norte de la capital y no hay movimientos a otra parte de la ciudad.

**Gráfica 13 distribución en Bogotá (Mosquera).**

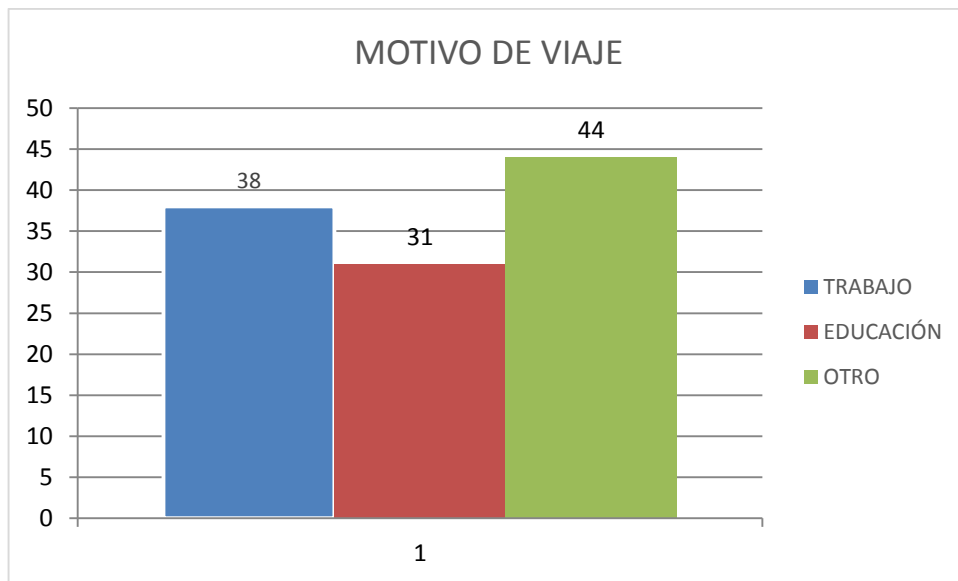


Fuente: Autor

#### 10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE

En la gráfica catorce observamos que los principales motivos de viaje se hacen para realizar visitas al médico, a hacer diligencias, hacer compras o dirigirse a sus hogares con un total de 44 encuestados, el trabajo con 38 encuestados, mientras que 31 van por motivos de estudio a colegios y universidades.

**Gráfica 14 motivo de viaje (Mosquera).**

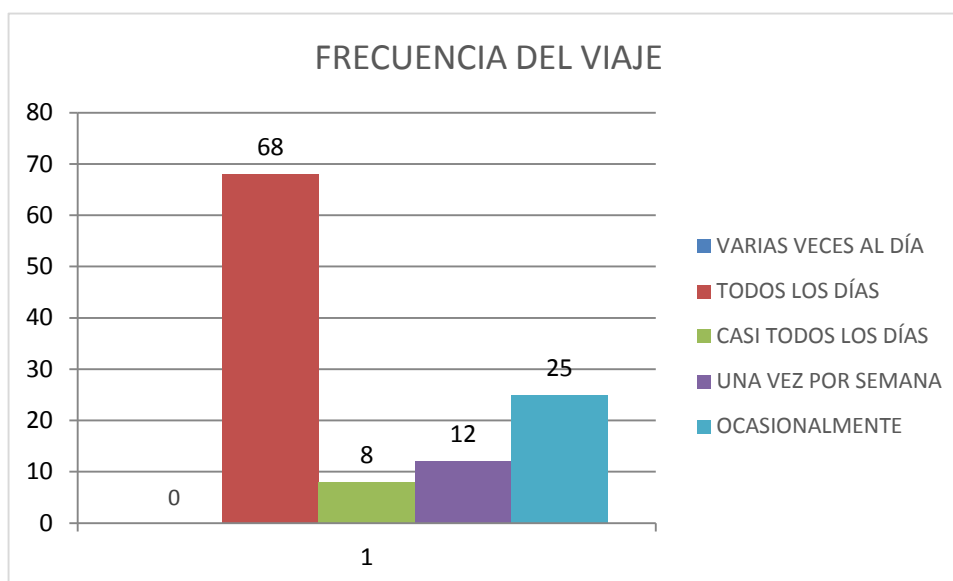


Fuente: Autor

#### 10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE

En la gráfica quince podemos observar que 68 de los encuestados realizan viajes todos los días, 8 lo hace casi todos los días, 12 realiza los viajes una vez por semana, 25 ocasionalmente y no hay encuestado que viajen varias veces al día.

**Gráfica 15 frecuencia de viaje (Mosquera).**



Fuente: Autor

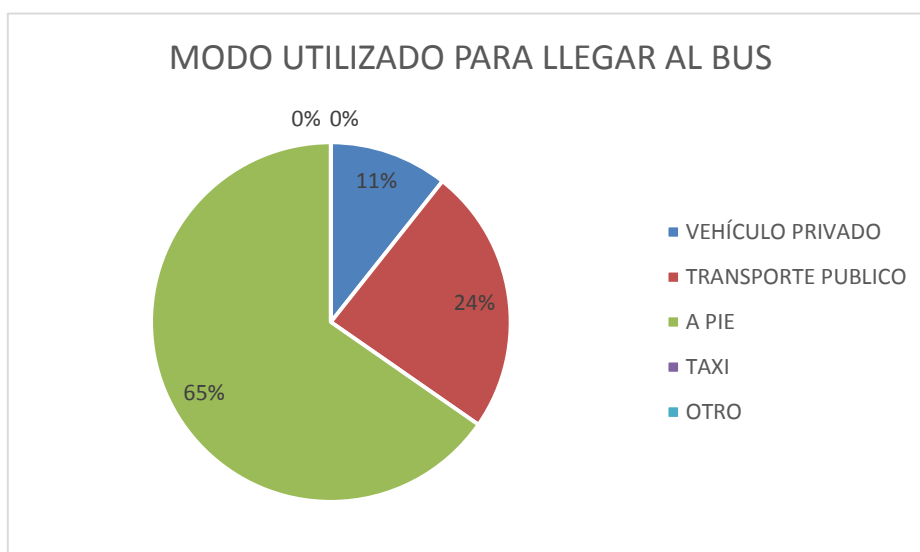
#### **10.4.1 RESULTADOS FUNZA**

De las encuestas realizadas en Funza se obtuvieron los siguientes resultados.

##### **10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS**

En la gráfica dieciséis uno podemos apreciar que en Funza el 65% de los encuestados llegan caminado para abordar los vehículos prestadores del servicio, mientras que el 24% utiliza el sistema de transporte buses particulares incluso intermunicipales que los acerquen al paradero, 11% llega en vehículo privado.

**Gráfica 16 modo para llegar al bus (Funza)**

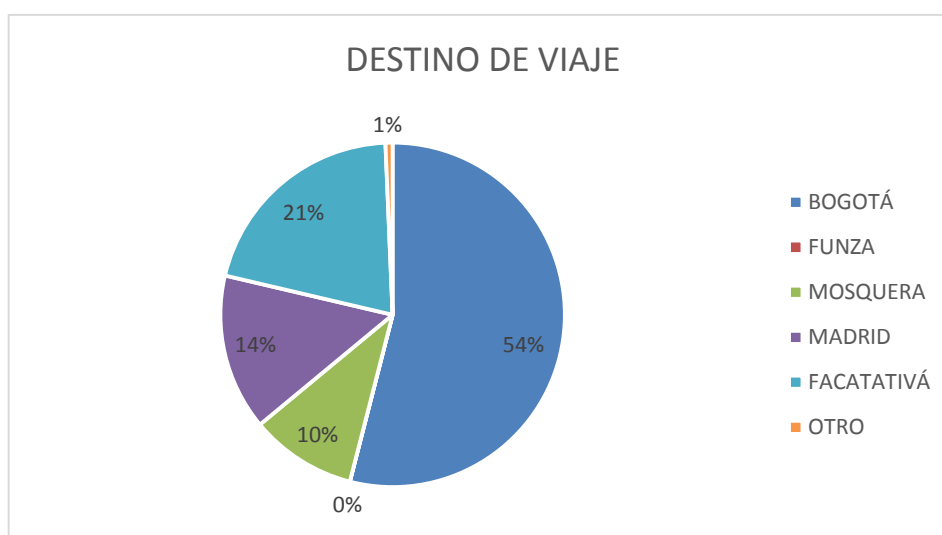


Fuente: Autor

#### 10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE

En la gráfica diecisiete podemos apreciar que en Funza el 54% de la población se dirige a la capital del país, seguido de un 21% que se dirige a Facatativá, el 14% viaja hacia Madrid, el 10% lo hace para Mosquera y un 1% se dirige a otra parte de la Ciudad.

**Gráfica 17 destino de viaje (Funza)**



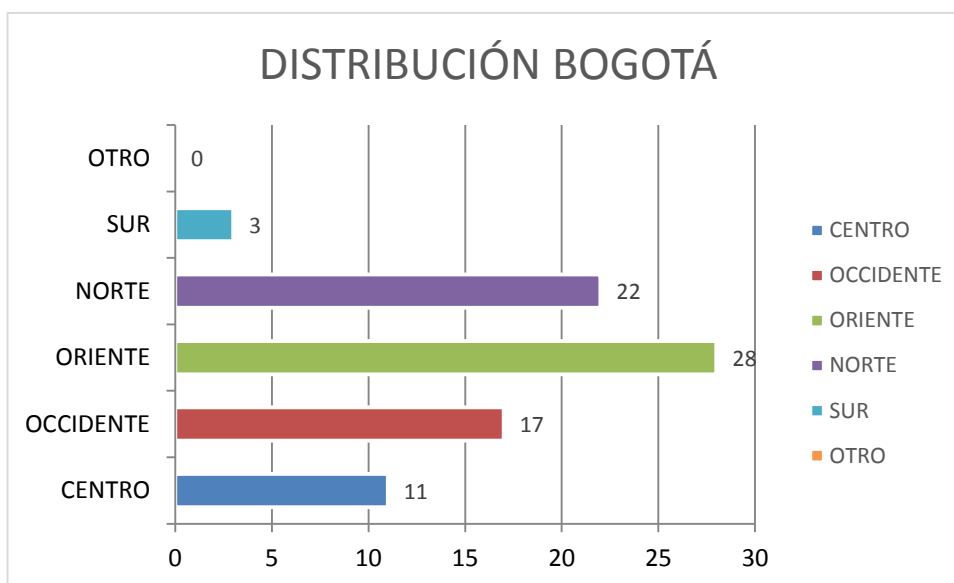
Fuente: Autor



### 10.4.1.3 DESPLAZAMIENTO A BOGOTÁ

En la gráfica dieciocho vemos la distribución para quienes se dirigen hacia la capital, dividida de la siguiente manera por número de encuestados: 3 hacia el sur de la capital, 11 al centro de la capital, 28 al oriente de la capital, 17 al occidente de la capital, 22 al norte de la capital y no hay movimientos a otra parte de la ciudad.

**Gráfica 18 distribución en Bogotá (Funza)**

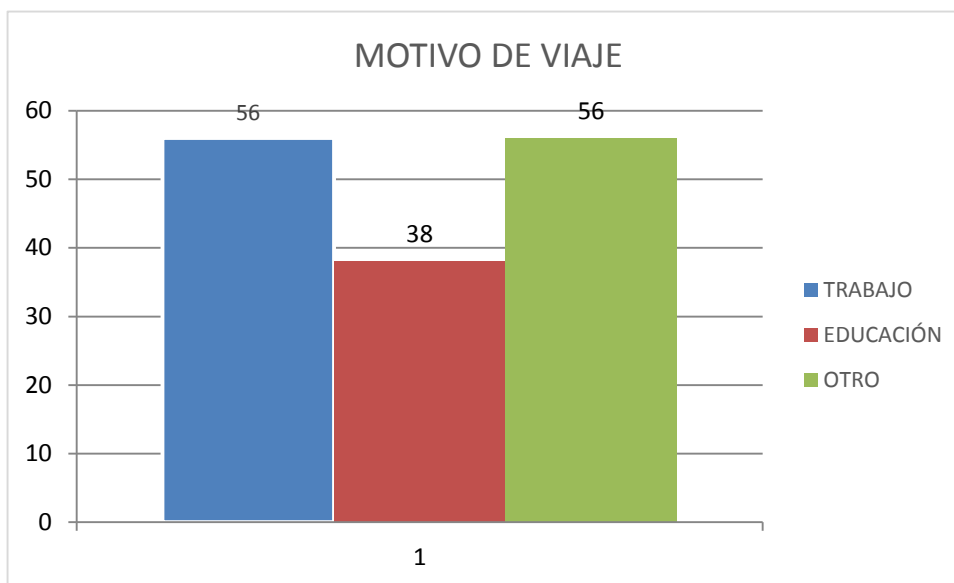


Fuente: Autor

### 10.4.1.4 MOTIVO DE VIAJE

En la gráfica diecinueve cuatro observamos 56 personas que al igual del trabajo se dirigen a la ciudad para realizar visitas al médico, a hacer diligencias o hacer compras y 38 de ellas lo hacen con propósitos educativos.

**Gráfica 19 motivo de viaje (Funza)**

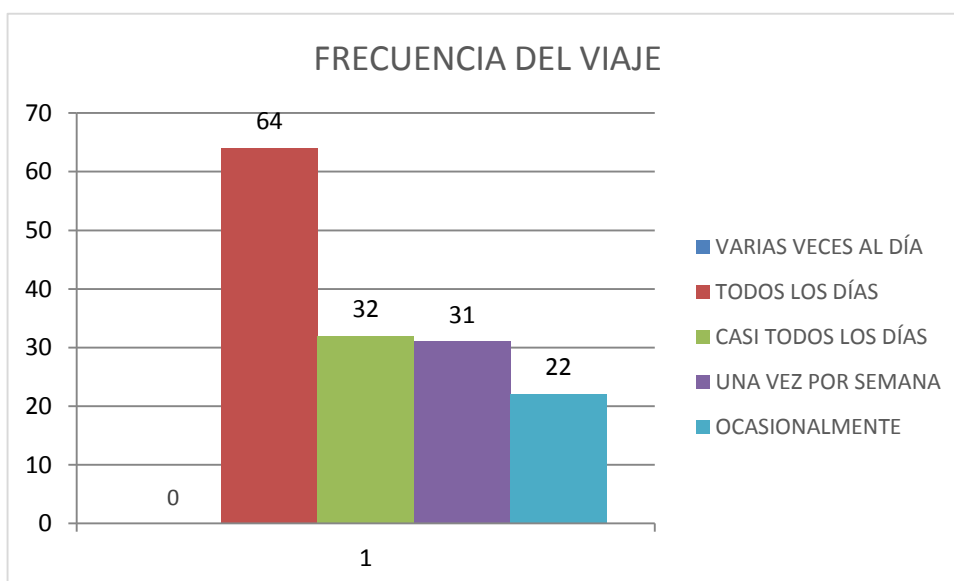


Fuente: Autor

#### 10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE

En la gráfica veinte podemos observar que 64 de los encuestados realizan viajes todos los días, el 32 lo hace casi todos los días, un 31 realiza los viajes una vez por semana, 22 ocasionalmente y no se presentan viajes varias veces al día.

**Gráfica 20 frecuencia del viaje (Funza)**



Fuente: Autor

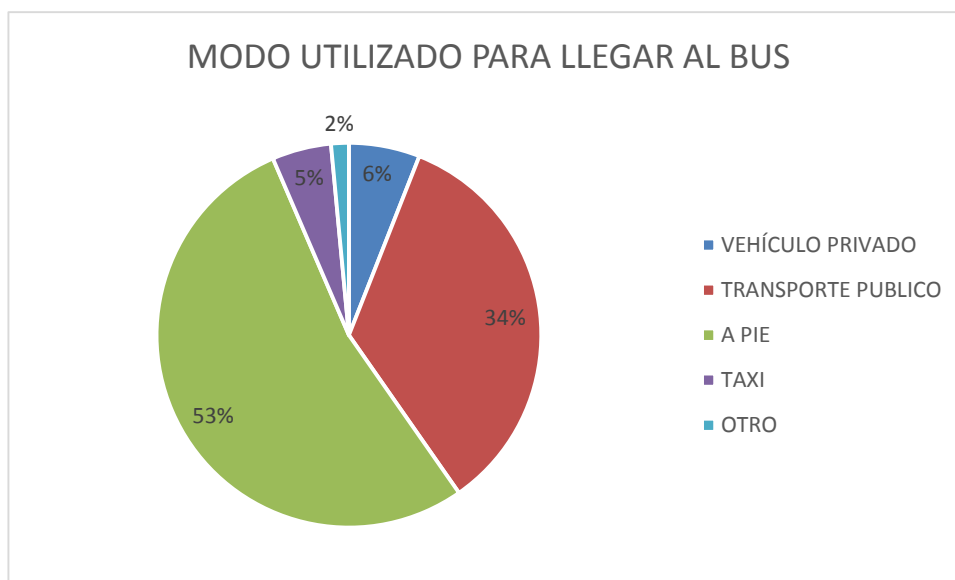
### 10.4.1 RESULTADOS BOGOTÁ

De las encuestas realizadas en Bogotá tanto en la salida por la calle 80 y la salida por la calle 13 se obtuvieron los siguientes resultados.

#### 10.4.1.2 MODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS

En la gráfica veintiuno podemos apreciar que en Bogotá el 53% de los encuestados llegan caminado para abordar los vehículos prestadores del servicio, mientras que el 34% utiliza el sistema de transporte buses particulares o Transmilenio que los acerquen al paradero, aquí el porcentaje que llega en vehículo privado es 6%, en taxi un 5% que no es muy regular por el incrementado costo que representa para los usuarios por lo general se usa por una urgencia y el 2% utiliza otro modo para llegar al bus, como el uso de rutas alimentadoras en el caso del portal de la 80, en donde ingresan y se bajan en el último paradero antes de entrar al sistema lo que no le genera costo al usuario.

**Gráfica 21 modo para llegar al bus (Bogotá)**

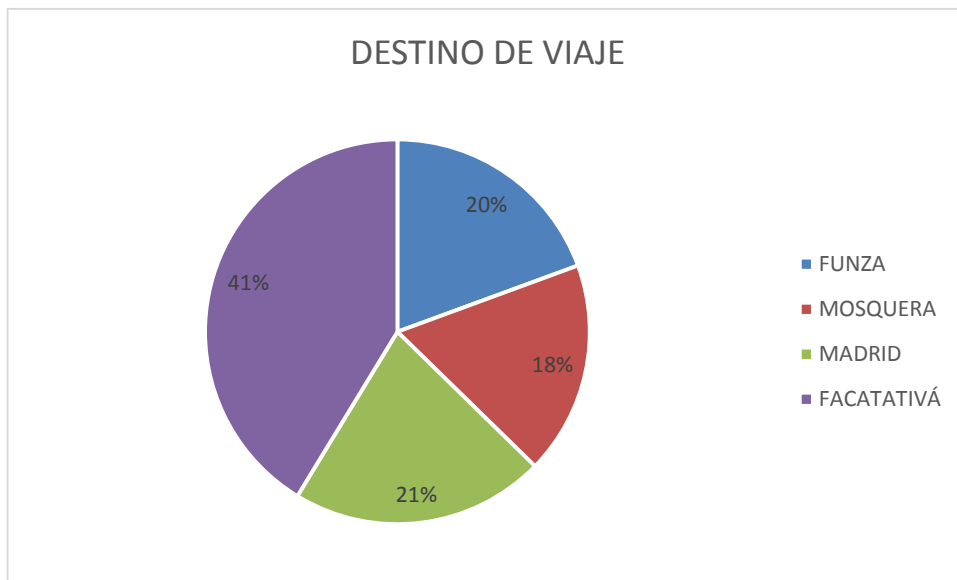


Fuente: Autor

### 10.4.1.2 DESTINO DE VIAJE

En la gráfica veintidós podemos apreciar que en Bogotá el principal destino de viaje es para Facatativá 41%, seguido de un 21% que se dirige a Madrid, el 18% viaja hacia Mosquera y el 20% faltante lo hace para Funza.

**Gráfica 22 destino de viaje (Bogotá)**

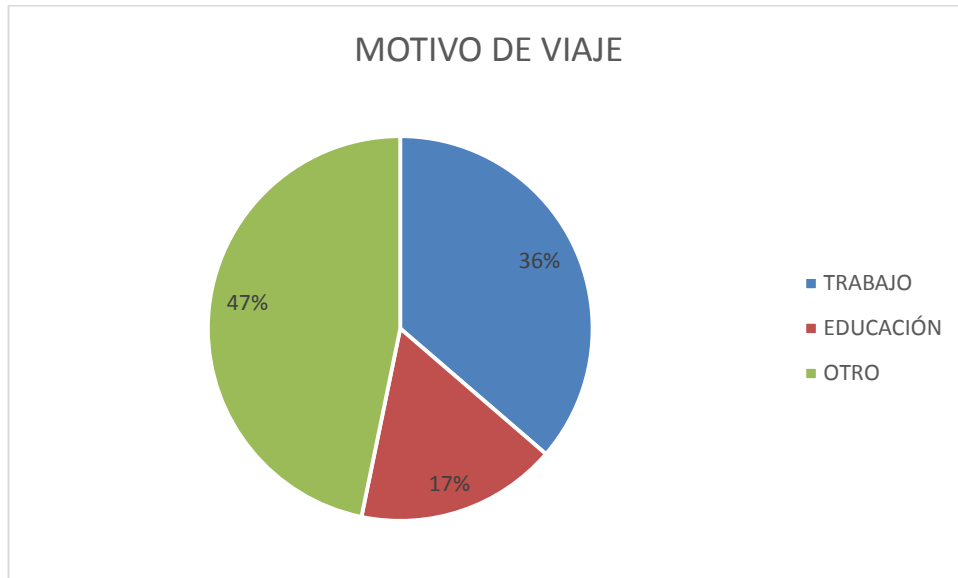


Fuente: Autor

### 10.4.1.3 MOTIVO DE VIAJE

En la gráfica veintitrés observamos que el principal motivo de viaje el 47% la vivienda ya que la mayoría viene a la ciudad a trabajar, así como también se dirigen a visitar familiares o hacer diligencias, 36% para trabajar y el 17% salde de la ciudad para estudiar.

**Gráfica 23 motivo de viaje (Bogotá).**

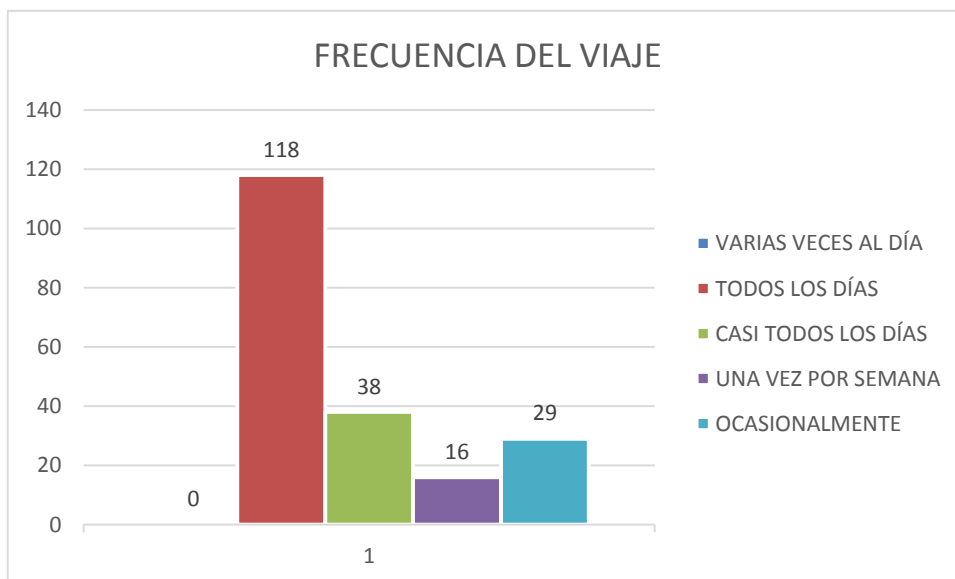


Fuente: Autor

#### 10.4.1.5 FRECUENCIA DE VIAJE

En la gráfica veinticuatro podemos observar que el 118 de los encuestados realizan viajes todos los días, 38 lo hace casi todos los días, un 16 realiza los viajes una vez por semana, 29 ocasionalmente y no se viaja varias veces al día.

**Gráfica 24 frecuencias de viaje (Bogotá).**



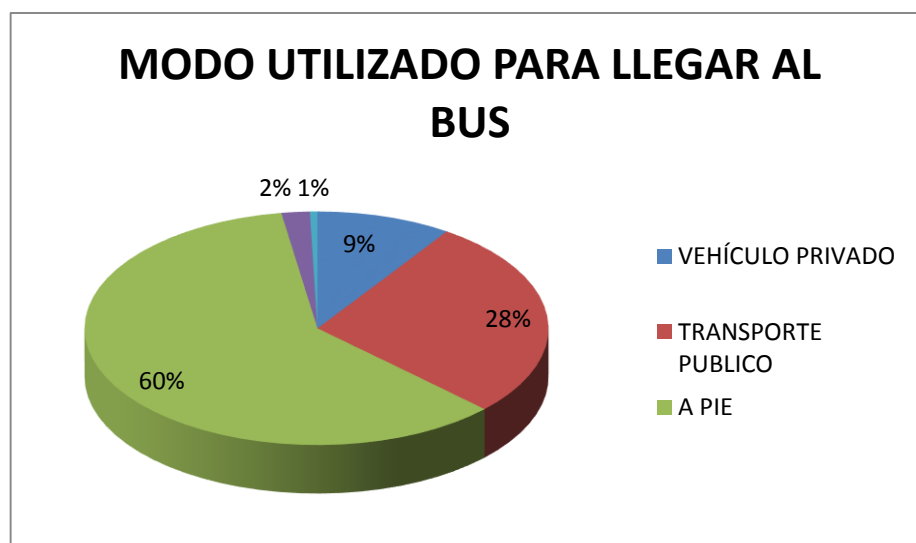
Fuente: Autor

Los resultados finales obtenidos al consolidar toda la información se muestra en el anexo número 3, gracias a esta información obtenida de los municipios tenemos la siguiente información.

#### 10.4.1 MÉTODO UTILIZADO PARA LLEGAR AL BUS

Del análisis podemos determinar que el 60% llega a los paraderos o sitios de ascenso al bus a pie, el 28% llega al bus por medio de transporte público, el 9% utiliza vehículo particular para tomar el bus, mientras que el 2% toma el servicio de taxi para arribar a un lugar de abordaje al bus y solamente el 1% utiliza otro método para bordar el bus tal como se puede apreciar en la gráfica 25, un altísimo porcentaje de la población tiene acceso directo a los sitios de abordaje a los buses intermunicipales, también se deduce que medios como motocicletas y bicicletas no funcionan como enlace entre el demandante y el ofertante. En Facatativá hay que señalar que existen varias rutas interurbanas que facilita el acceso a los buses intermunicipales. Se puede observar que hay poca utilización de vehículos privados como enlace para el servicio intermunicipal. La gran mayoría de la utilización del transporte público interurbano se presenta en la ciudad de Bogotá que son viajes provenientes de diferentes coordenadas de la Capital.

**Gráfica 25 Modo para llegar al Bus Consolidado**

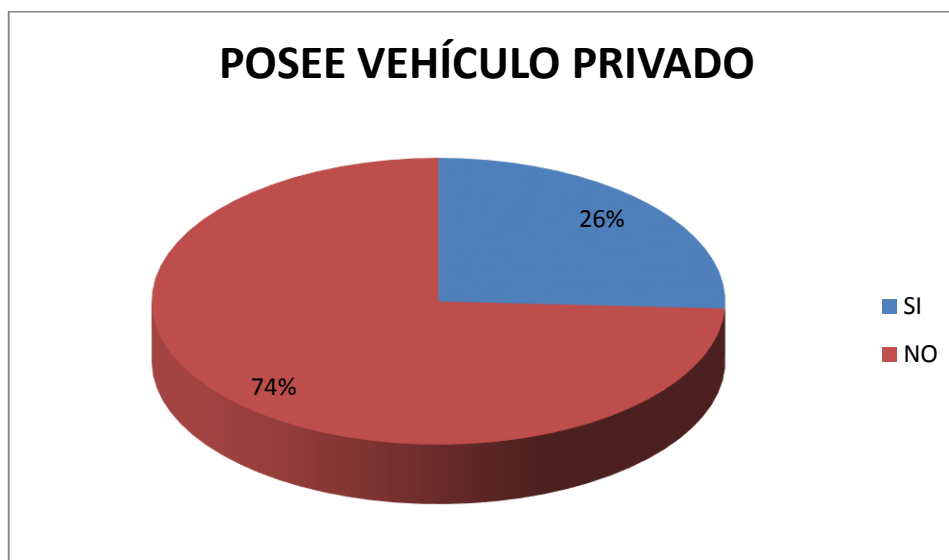


Fuente: Autor

#### 10.4.2 VEHÍCULO PRIVADO

Del total de los encuestados el 74% no posee vehículo particular, el 26% que posee vehículo particular no lo utiliza de manera uniforme debido al sistema de pico y placa que rige Bogotá, que se puede apreciar en la gráfica número 26.

**Gráfica 26 Posee Vehículo Privado Consolidado**



Fuente: Autor

#### 10.4.3 MOTIVOS DE VIAJE

Un alto porcentaje de los encuestados afirma que sus motivos de viaje son: el trabajo con un 37%, el 25% se desplazan hacia su lugar de residencia y el 21% se dirige a su estudio, mayoritariamente educación superior como lo muestra la tabla 8.

**Tabla 5 Motivo de Viaje de los Encuestados**

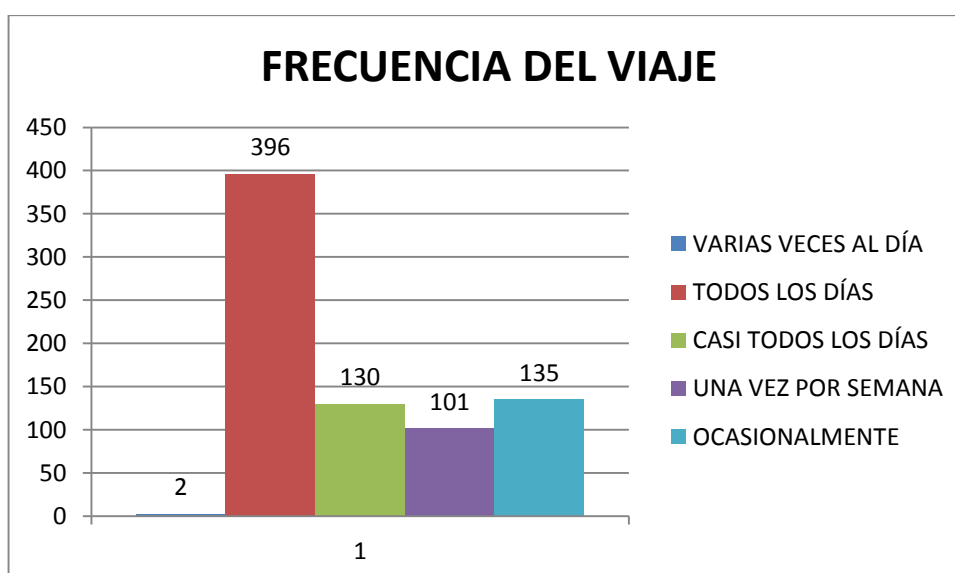
MOTIVO	ENCUESTAS	%
Trabajo	246	37%
Vivienda	170	25%
Educación	140	21%
Visita	42	6%
Diligencias	36	6%
Salud	22	3%
Compras	14	2%

Fuente: Autor

#### 10.4.4 FRECUENCIA DE VIAJE

Los resultados que se observan en la Gráfica 30 arrojaron que 3/4 partes de la población encuestada viaja todos los días, debido a que sus rutinas diarias son el trabajo o el estudio, actividad que demanda un desplazamiento constante.

**Gráfica 27 Frecuencia de Viaje Consolidado**



Fuente: Autor



#### 10.4.5 HORARIOS DE USO TRANSPORTE

El análisis de las encuestas mostrado en la gráfica 28, arroja que en promedio se movilizan por la zona de fluencia aproximadamente 50 automotores por cada intervalo, donde los horarios de mayor demanda son entre las 06:00 y 08:00 de la mañana y 16:00 y 19:00 de la noche, aunque hay que resaltar que no se presentan horas valles muy significativas.

**Gráfica 28 intensidad horaria**



Fuente: Autor

#### 10.4.6 PUNTOS DE MAYOR DEMANDA

La investigación determinó que los puntos de mayor demanda a lo largo del trayecto son el portal de la calle 80, zona franca en Bogotá, y los cascos urbanos de Funza Mosquera, Madrid y Facatativá respectivamente. Hay que resaltar que hay puntos en la zona de influencia que también presentan una demanda considerable como la Ciudadela Colsubsidio y la Av. Ciudad de Cali por Calle 13. A continuación se muestran los resultados generados en la tabla 6.

**Tabla 6 Porcentaje de las zonas de mayor demanda**

	<b>Movimientos</b>	<b>%</b>
Bogotá	277	36
Funza	99	13
Mosquera	93	12
Madrid	127	17
Facatativá	223	22

Fuente: Autor

Se puede apreciar que entre Bogotá y Facatativá se registra un 58% de la demanda de pasajeros, debido a haber una gran densidad de población y residencias habitacionales.

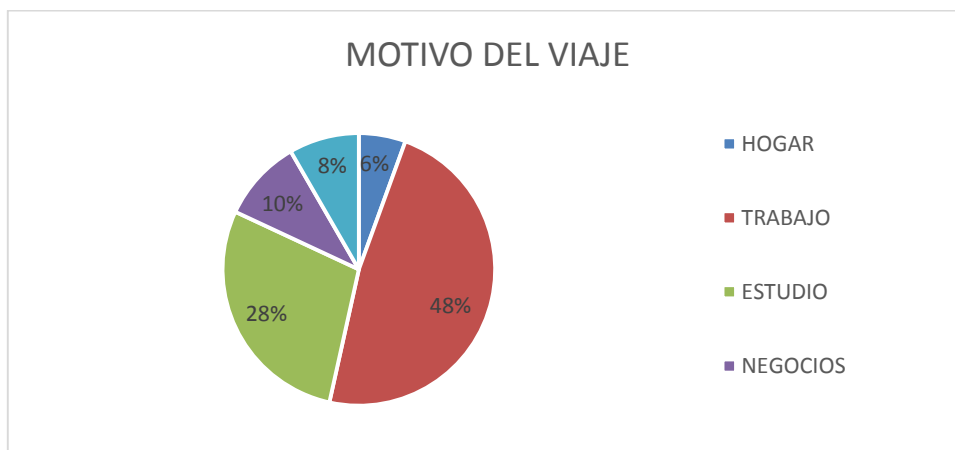
## **10.5 ENCUESTAS DOMICILIARIAS**

Las encuestas domiciliarias realizadas en las cabeceras municipales se analizaron todas como un grupo conjunto y no se discriminaron por municipios como si se hizo con las encuestas de origen y destino pues los porcentajes eran muy altos unos con respecto de otros. Los principales datos que se recolectaron son datos de identificación de la vivienda, dirección y otros aspectos sobre su ubicación, además del número de habitantes o residentes permanentes en la vivienda y los datos de quienes viven en ella como lo son la edad, sexo, ocupación, etc. A cada persona se le asignó un número único, en el que queda referida la serie de viajes diarios.

### **10.5.1 MOTIVO DE VIAJE**

El destino de viaje para los cuatro municipios encuestados se observa en la gráfica veintinueve donde el principal motivo de viaje es el trabajo con un 48% de encuestados, el 10% lo hacer por negocios, el 8% por compras y asuntos personales, y el 6% para dirigirse a su hogar, mientras que el 28% viaja por motivos de estudio a colegios y universidades.

**Gráfica 29 Motivo de Viaje**

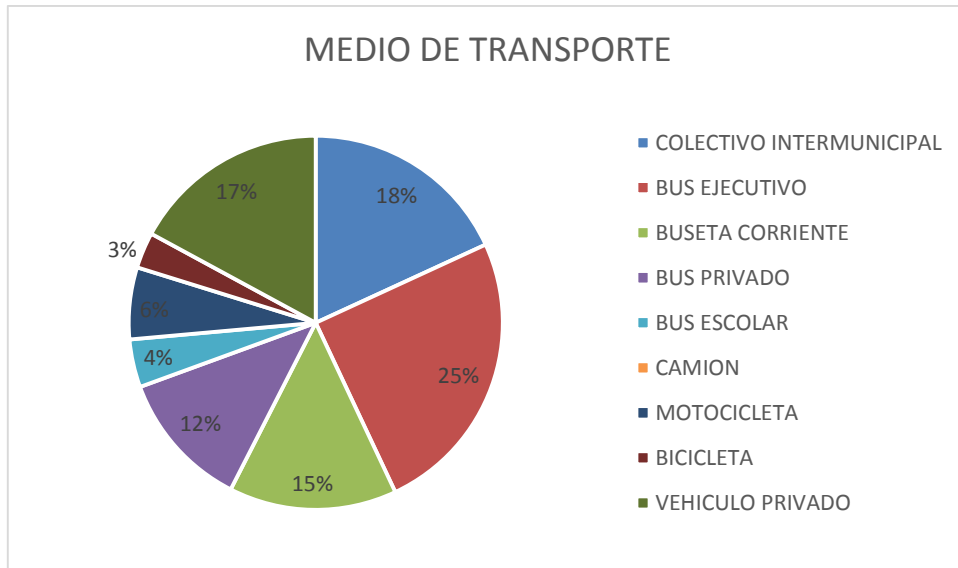


Fuente: Autor

### 10.5.2 MEDIO DE TRANSPORTE

El medio de transporte para los cuatro municipios encuestados se observa en la gráfica treinta donde el principal medio de transporte de viaje es el bus ejecutivo con un 25% de los encuestados, seguido por el colectivo intermunicipal con un 18% de los encuestados, el 17% se transporta en bus corriente lo hacer por negocios, el 8% por compras y asuntos personales, y el 6% para dirigirse a su hogar, mientras que el 28% viaja por motivos de estudio a colegios y universidades.

**Gráfica 30 Medio de Transporte**

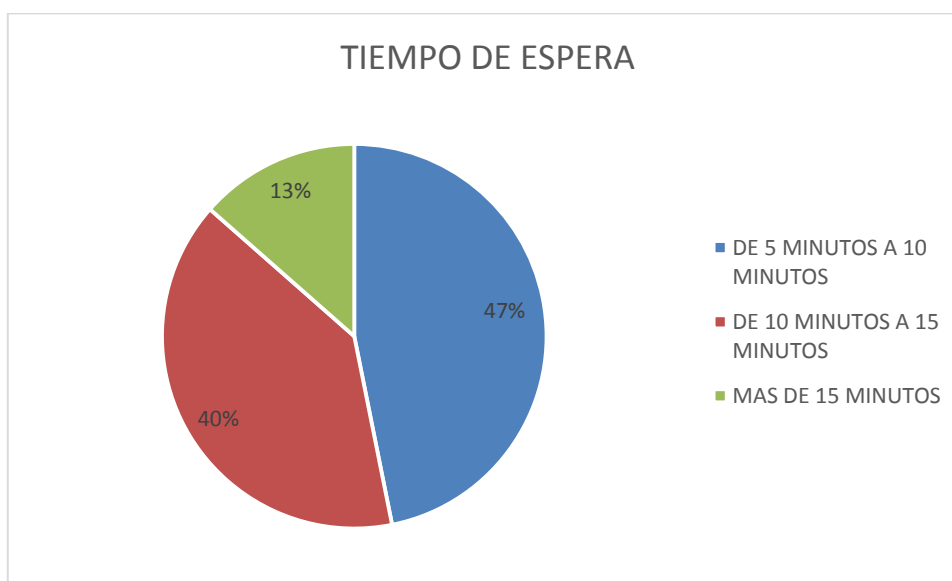


Fuente: Autor

### 10.5.3 TIEMPO DE ESPERA

El tipo de estacionamiento para los cuatro municipios encuestados que se muestra en la gráfica treinta y uno para los encuestados que utilizan colectivo intermunicipal, bus ejecutivo o bus corriente para llegar a su destino, mostro que los tiempos de espera tienen un corto intervalo, pues no es muchos los días en donde los usuarios esperan de cinco a diez minutos para abordar los vehículos, de igual manera los intervalos de 10 a 15 minutos se ven cuando abordan los vehículos en horas no habituales de la mañana y más de 15 minutos cuando por razones como la comodidad de ellos prefieren dejar pasar la ruta y esperar una que venga con asientos disponibles.

**Gráfica 31 Tiempo de Espera**

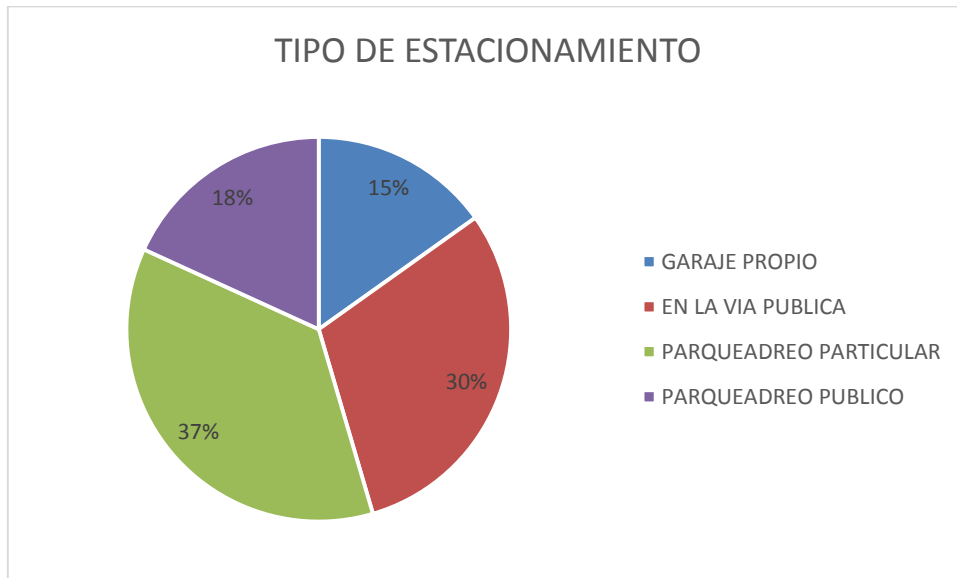


Fuente: Autor

#### **10.5.4 TIPO DE ESTACIONAMIENTO**

El tipo de estacionamiento para los cuatro municipios encuestados que se muestra en la gráfica treinta y dos para los encuestados que poseen vehículo privado, mostrado en el medio de transporte usado, nos muestra que más de una cuarta parte representada por el 37% de los encuestados tiene un parqueadero vehicular para dejar su vehículo, aun así es interesante ver que muchos encuestados se ven obligados a dejar sus vehículos en la vía pública el 30% , principalmente porque hacen diligencias en donde ellos no se demoran y no ven la necesidad de entrar al parqueadero, otros encuestados afirman que es por el costo adicional que les representa el parqueadero, el 18% si paga un parqueadero publico mientras que el 15% tiene un garaje propio en su sitio de trabajo donde no les genera un gasto utilizar del vehículo.

**Gráfica 32 Tipo de Estacionamiento**



Fuente: Autor

Las encuestas domiciliarias nos permitieron además ver el nivel socioeconómico de los habitantes, estos datos correspondientes básicamente al ingreso total familiar y a las percepciones económicas de los residentes que desempeñan alguna actividad remunerada.

## 10.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

Los datos recopilados que conforman la muestra sujetos a las técnicas de análisis estadístico, permiten generalizar el comportamiento de la población, para esto se aplican los denominados "*factores de expansión*", que no es más que convertir los datos de la muestra a estimaciones para el universo en estudio (total de la población). Los factores de expansión pueden ser representados mediante la fórmula siguiente:

$$F.E. = \frac{N}{n}$$

En donde:

- F.E. = Factor de expansión;  
 N = Tamaño del universo;  
 n = Número total de elementos de la muestra.

La aplicación de los factores de expansión es muy sencilla y puede ser expresada por medio de la siguiente ecuación:

$$X' = F.E. x'$$

En donde:

- X' = Valor total estimado del universo para la zona de análisis.  
 F.E. = Factor de expansión para la zona de análisis.  
 x' = Valor total calculado de la muestra para la zona de análisis.<sup>11</sup>

A partir de esto se puede calcular la demanda de pasajeros que utilizaría el sistema. Además se puede calcular la demanda hacia escenarios futuros tomando la proyección del crecimiento de población suministrada por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística).

### 10.6.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Para poder generar la demanda de pasajeros se solicitaron las proyecciones de población de los municipios afectados y Bogotá. En la tabla siete se muestran los datos suministrados por el DANE.

**Tabla 7 Población estimada por el DANE**

<b>AÑO</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Bogotá</b>	7.776.845	7.878.783	7.980.001	8.080.734	8.181.047	8.281.030	8.380.801
<b>Madrid</b>	76.112	77.627	79.120	80.622	82.118	83.612	85.090
<b>Funza</b>	73.962	75.350	76.742	78.146	79.545	80.937	82.321
<b>Mosquera</b>	80.688	82.750	84.841	86.954	89.108	91.282	93.461
<b>Facatativá</b>	129.671	132.106	134.522	136.950	139.364	141.762	144.149

Fuente: DANE. www.dane.gov.co. 27 de Abril del 2014

<sup>11</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual para estudio de origen y destino de transporte de pasajeros y mixto en áreas municipales, distritales y metropolitanas. 2006. Pág. 78-95

### 10.6.2 CALCULO DE LA DEMANDA

El tamaño del universo que se usó no es el número de personas que habitan cada municipio, sino el número de personas que generalmente viaja. El hecho de que Bogotá tenga una población más que considerable, no se usó su número real demográfico, sino que se utilizó el número más alto de población de los municipios afectados.

**Tabla 8 Población que se transporta por el corredor Bogotá - Facatativá**

	<b>N</b>	<b>n</b>	<b>F.E</b>	<b>Encuestas</b>	<b>N. de viajes</b>
<b>Bogotá</b>	106.303	765	139	201	27.939
<b>Madrid</b>	63.574	765	83	78	6474
<b>Funza</b>	61.332	765	80	113	9040
<b>Mosquera</b>	67.143	765	88	150	13.200
<b>Facatativá</b>	106.303	765	139	223	30997
					<b>87650</b>

Fuente: Autor

En la población que se encuentra en las tabla número ocho se restó la cantidad de niños con edad menor de cinco años y adultos mayores de sesenta, por ende se determina que la demanda de pasajeros modo férreo entre Bogotá y Facatativá es:

**Tabla 9 Número total de pasajeros que utiliza el corredor del occidente.**

<b>NÚMERO DE PASAJEROS</b>
<b>87650</b>

Fuente: Autor

### 10.6.3 CALCULO DE LA DEMANDA QUE UTILIZARÍA EL SISTEMA

Primero que todo se debe determinar el número de trenes que recorrerían el sistema diariamente; para esto nos basamos en las normas de la *American Association of Railroads (AAR)*, donde la capacidad teórica o



máxima, que en el caso de vía única será el número máximo de trenes característicos que circulen por ella, vendrá expresada por:

$$Ct = a.Z \cdot \frac{T}{Mb}$$

Donde:

- Mb: Es el modulo máximo bruto, es la suma de los tiempos que el tren gasta en hacer los recorridos de ida y vuelta más el tiempo de operación que gasta en cada estación.
- a: Constante de valor 2 para única vía.
- Z: viajes por unidad en el módulo máximo bruto.
- T: Periodo de tiempo en el que se estudia la capacidad.<sup>12</sup>

Para el desarrollo de este cálculo se tomaron en consideración las especificaciones que harían parte del tren de cercanías:

- Los trenes circularían a una velocidad de 70 Km/hora y tendrían una capacidad de 600 personas
- El tiempo de los recorridos ida y vuelta más los tiempos de operación es igual a 65 min., debido a que la distancia entre Bogotá y Facatativá son de 67 Km sumados los 2 recorridos, Y 8 min, 80 seg de operación en las estaciones intermedias (6 estaciones)
- El periodo de tiempo en el que se estudia la capacidad es de 20 horas, desde las 5 de la mañana hasta la 1 de la mañana.

---

<sup>12</sup> GARBER. Nicholas J. INGENIERÍA DE TRANSITO Y CARRETERAS. Tercera edición. 2005

### 10.6.3.1 CAPACIDAD DEL TRAZADO

Aplicación de la fórmula (AAR):

$$Ct = a \times T / Mb$$

$$Ct = 2 \times 3 \times 1200 \text{ min.} / 65 \text{ min.}$$

Ct= 111 trenes diarios en los dos sentidos.

### 10.6.3.2 NÚMERO DE VIAJES QUE HARÍA EL SISTEMA

Se multiplica el número de trenes que funcionarían diariamente por la capacidad del mismo.

*Tabla 10 Personas que Utilizarían el Sistema Diariamente*

PERSONAS QUE UTILIZARÍA EL SISTEMA
66600 Personas/día

Fuente: Autor

El porcentaje de viajes que se realizarían mediante el tren de cercanías es de 76%, el 24% de la población restante utilizaría el sistema actual.

## 12 CONCLUSIONES

- Se debe resaltar que el sitio al cual se transporta mayor número de pasajeros es hacia Bogotá con un porcentaje del 36%, seguidamente Facatativá con un el 22%, esto se debe a que son las zonas con mayor desarrollo económico y social puesto que las personas se transportan a sus lugares de trabajo o estudio. A pesar de su inferior población Madrid presenta mayor demanda con un 17% y Funza un 13% debido al menor desarrollo económico que poseen las personas en esta zona.
- Un alto porcentaje de la población se desplaza diariamente para llegar a su lugar de trabajo, aunque en Facatativá y Madrid hay una gran oferta de trabajo por encontrarse variedad de empresas, podemos afirmar que la mayor proporción de personas que se desplazan a trabajar lo hacen en el sentido que conduce hacia Bogotá afirmando que la ciudad ofrece variedad de oportunidades de empleo a las localidades que están cercanas a ella. También se puede concluir que los diferentes desplazamientos que se presentan a lo largo del día, obedecen a situaciones de estudio y residencia de los usuarios, en mayor porcentaje que los que viajan para ocuparse en labores académicas. Además los horarios con mayor demanda de pasajeros se presentan entre las 06:30 y 08:30 en horas de la mañana, y entre las 16:30 y 19:00 en la noche
- En cuanto a la forma de abordar el medio de transporte, la mayor población encuestada llega a pie, evidenciando las cortas distancias que hay dentro de los puntos de influencia, aunque también se utiliza sistemas de transporte público pero en mucho menor proporción, asociado al costo que presenta para ellos los desplazamientos por lo general en Bogotá y el municipio de Facatativá e donde se presenta un uso un poco mayor. Como la

red existente pasa por casi todos los sitios que influyen en la investigación, a excepción de Bogotá a la altura de la calle 80, los posibles sitios de acceso amarrados a la demanda son: “Estación de la Sabana” que sería el punto de partida del sistema de cercanías, “Estación Fontibón” que cobijaría desde la Av. ciudad de Cali por la Calle 13, sus alrededores como Zona franca; “Estación Zona Industrial” ubicada por los lados de la carrera 68 que funcionaría para la gran demanda de personas que trabajan diariamente en ese sector; “Estación Mosquera” que prestaría el servicio para la localidad y el municipio de Funza atrayendo a los usuarios mediante un sistema paralelo que no entra en consideración en esta investigación; Estaciones de “Madrid” y “Facatativá” que sirven a sus localidades homónimas, además de posibles estaciones adicionales para el SENA, la Fábrica Colombina para ser usada por los habitantes de este sector.

### 13 BIBLIOGRAFÍA

Proyección poblacional DANE. Censo Nacional 2005

CONPES 3677. CONPES de movilidad integral para la región capital Bogotá – Cundinamarca. 2010

MINISTERIO DE TRANSPORTE e INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Estudio de movilidad y volúmenes de tránsito Bogotá- Buenaventura. Bogotá: 1998. Pág. 77-84. Biblioteca UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA, Facultad de Ingeniería civil.

Análisis Costo Beneficio Ampliación y Modernización de Línea 1 Tren Ligero  
Guadalajara TLG-1.

GARBER. Nicholas J. INGENIERÍA DE TRANSITO Y CARRETERAS. Tercera edición. 2005

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual para estudio de origen y destino de transporte de pasajeros y mixto en áreas municipales, distritales y metropolitanas. 2006. Pág. 78-95.

MINISTERIO DE FOMENTO, Análisis, información y divulgación sobre la aportación del transporte por carretera a la intermodalidad, Cap. 1 [online]. [cita 2013-04-23] disponible en: <<http://goo.gl/XG3F6E>>

CHÁVEZ, Álvaro, Sistemas y servicios del transporte, Ed UNAD, mayo de 2011 Colombia pg. 141

## **ANEXOS**

- ANEXO 1/4: Formato único de encuesta de ascenso y descenso de pasajeros.
- ANEXO 2/4: Formato único de encuesta domiciliaria.
- ANEXO 3/4: Tabla encuestas consolidadas.
- ANEXO 4/4: Registros fotográficos.