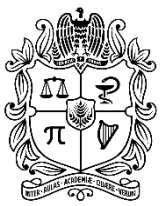


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Identificación y análisis de los principales parámetros que influyen en la elección de ruta de usuarios motociclistas en el sub-modelo de asignación de transporte.

Caso de estudio: Bogotá

Candelaria González

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola
Bogotá, Colombia
2020

Identificación y análisis de los principales factores que influyen en la elección de ruta de usuarios motociclistas en el sub-modelo de asignación de transporte.

Caso de estudio: Bogotá

Candelaria González

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería - Transporte

Director:

Ph.D., Carlos Alberto Moncada Aristizábal

Codirectora:

Ph.D., Johanna Burbano Valente

Línea de Investigación:

Modelación de transporte

Grupo de Investigación:

Programa de investigación en tránsito y transporte, PIT

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola

Bogotá, Colombia

2020

A Martina

Agradecimientos

Al Ingeniero Carlos Moncada por su interés, apoyo y generosidad con que dirigió esta investigación.

A la Doctora Johanna Burbano por sus aportes, por abrir mi mente a una manera de investigar más allá de las matemáticas.

A Orfi por sacrificar su tiempo y descanso para ayudarme a alcanzar mis logros personales.

A Diego por su compañía y motivación incondicional. Por creer siempre en mí.

A todos los amigos que, con sus observaciones, sugerencias y apoyo hicieron posible este trabajo y ayudaron a que fuera cada vez mejor.

Por último y no menos importante a todos los usuarios de motocicleta que participaron de los grupos focales y los que amablemente respondieron las encuestas.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene por objeto analizar los principales parámetros que influyen en los usuarios de motocicleta en el proceso de la elección de rutas.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado, se empleó una metodología de investigación mixta. Se realizaron grupos focales, encuestas de preferencias declaradas y modelos de elección discreta, a través de los cuales se obtuvieron los elementos que influyen en la decisión de ruta de los usuarios de motos en Bogotá. Se encontró que, estos elementos son diversos y tienen que ver principalmente con optimizar su tiempo de viaje y conservar su seguridad personal.

El estado del pavimento y la presencia de vehículos grandes (buses y camiones) son factores determinantes, para los usuarios de motos a la hora de escoger una ruta para realizar un desplazamiento en Bogotá.

Con la investigación cualitativa, se pudo determinar que aunque la congestión es un elemento que influye para escoger una ruta, ésta no sólo es considerada por la afectación que tiene sobre el tiempo de viaje como tradicionalmente es valorada en transporte, sino que tiene otras implicaciones como, la contaminación que impacta directamente sobre los motociclistas, la incomodidad para maniobrar con autos y motos a lado y lado y el peligro que para ellos representa la interacción con vehículos grandes y de transporte público.

Palabras clave: Modelos de elección, investigación mixta, motos

Abstract

The present research aims to analyse the main parameters that influence motorcycle users in the process of route selection.

In order to fulfil the objective set, a mixed research methodology was used. Focus groups, surveys of declared preferences and discrete choice models were carried out, through which the elements that influence the route decision of motorcycle users in Bogotá were obtained. It was found that, these elements are diverse and have to do mainly with optimizing their travel time and preserving their personal safety.

The state of the pavement and the presence of large vehicles (buses and trucks) are determining factors for motorcycle users when choosing a route to travel in Bogotá.

With the qualitative research, it was possible to determine that although congestion is an element that influences the choice of a route, this is not only considered because of the effect it has on travel time as it is traditionally valued in transportation, but it also has other implications such as, pollution that directly impacts on motorcyclists, the discomfort of maneuvering with cars and motorcycles on either side, and the danger that interaction with large vehicles and public transportation represents for them.

Keywords: Models of choice, mixed research, motorcycles

Contenido

Pág.

1. Marco de referencia 5
1.1 Modelos de transporte 5
1.2 Modelos de elección discreta 7
1.3 Las motos y la movilidad en Bogotá 9
1.4 Antecedentes investigativos 13

2. Investigación mixta 15
2.1 Enfoque cualitativo – Grupos focales 16
2.2 Enfoque cuantitativo – Encuestas Preferencias Declaradas PD 24
2.2.1 Ejercicio 1 de experimento de elección de ruta 30
2.2.2 Ejercicio 2 de Preferencia Declarada 33

3. Análisis y resultados 35
3.1 Análisis de información. Enfoque cualitativo 35
3.2 Análisis de información. Enfoque cuantitativo 37
3.3 Resultados 38
3.3.1 Recolección de información 38
3.3.2 Parámetros de elección de ruta identificados 47
3.3.3 Modelos de elección discreta aplicados 51
3.3.4 Orden y ponderación de los parámetros encontrados 54

4. Conclusiones y recomendaciones 63
4.1 Conclusiones 63
4.2 Recomendaciones 65

Bibliografía 67

Lista de figuras

Pág.

Figura 1-1: Distribución de usuarios de motocicleta por edad y género en Bogotá... 10
Figura 1-2: Distribución de usuarios de motocicleta por estrato socioeconómico en Bogotá 11
Figura 1-3: Distribución de usuarios de motocicleta por nivel educativo y género en Bogotá 12
Figura 1-4: Distribución de tiempos de viaje promedio de usuarios de motocicleta en Bogotá 12
Figura 2-1: Metodología de análisis..... 15
Figura 2-2: Guía grupos focales 22
Figura 2-3: Declaración de consentimiento 23
Figura 2-4: Introducción al ejercicio 1 de preferencias declaradas 27
Figura 2-5: Contexto del ejercicio 1 de elección 27
Figura 2-6: Ejemplo de ejercicio 1 de PD 28
Figura 2-7: Ejemplo de ejercicio 2 de PD 29
Figura 3-1: Participantes grupos focales por edad y género..... 40
Figura 3-2: Participantes grupos focales por estrato socioeconómico 41
Figura 3-3: Participantes grupos focales por años de experiencia manejando moto 41
Figura 3-4: Encuestados por edad y género..... 42
Figura 3-5: Nivel de escolaridad y género de los encuestados..... 43
Figura 3-6: Ocupación principal y género de los encuestados..... 43
Figura 3-7: Lugar de residencia de los encuestados 44
Figura 3-8: Estrato socioeconómico del hogar del encuestado..... 45
Figura 3-9: Disponibilidad de auto y moto en el hogar por estrato socioeconómico.. 45
Figura 3-10: Tipología de motocicleta por género 46
Figura 3-11: Distribución de los tiempos de viajes..... 47

Lista de tablas

Pág.

Tabla 2-1: Matriz de aproximación utilizada en el desarrollo de grupos focales 19
Tabla 2-2: Participantes de los grupos focales.....20
Tabla 2-3: Niveles de variación de los atributos en el diseño 30
Tabla 2-4: Parámetros a priori utilizados en los diseños 31
Tabla 3-1: Resultados de estimación del modelo logit multinomial estimado 54
Tabla 3-2: Orden de importancia de parámetros evaluados en el ejercicio 1 de PD....55
Tabla 3-3: Resultados de estimación del modelo logit multinomial estimado con variación sistemática de los gustos 56
Tabla 3-4: Test de verosimilitud para los modelos con datos best - worst.....58
Tabla 3-5: Resultados del modelo logit estimado para el ejercicio BW.....58
Tabla 3-6: Orden ponderado de las preferencias en los atributos de ruta para los usuarios de motocicleta.....60

Introducción

A medida que las ciudades se hacen más grandes en términos de población, las necesidades de transporte aumentan, su estudio y el uso de modelos de transporte para la planificación urbana, se hace altamente relevante. (Cortés, Jara-Moroni, Moreno, & Pineda, 2013)

Es así que autores como (Ortúzar & Willumsen, 2011) definen los modelos de trasporte como una abstracción que se utiliza para lograr mayor claridad conceptual acerca de la realidad, reduciendo su variedad y complejidad a niveles que permitan comprenderla y especificarla de forma adecuada para su análisis.

La estructura clásica de un modelo de transporte, parte de los datos disponibles de cada ciudad, la zonificación, el sistema de redes, el comportamiento de los viajes actuales, datos socioeconómicos como la población, niveles de actividad económica, empleo, actividades comerciales, áreas educativas, de servicios, de salud y algunos datos futuros de planificación. (Ortúzar & Willumsen, 2011)

Este conjunto de datos se utiliza como variables independientes que alimentan un modelo que reproduce el número total de viajes atraídos y generados de cada zona. Este es comúnmente conocido como el primer paso del modelo de transporte (Ortúzar & Willumsen, 2011)

El siguiente paso es distribuir estos viajes espacialmente de tal manera que se logre obtener una matriz de viajes origen-destino. A continuación, se reparten o se distribuyen estos viajes en los diferentes modos de transporte disponibles en la ciudad.

Finalmente, los viajes obtenidos en cada modo de transporte son asignados en un sistema de redes previamente definido y caracterizado. Asignar viajes en una red es seleccionar las rutas usadas por los viajeros para posteriormente “cargar” los flujos origen-destino sobre los arcos de la red (Ortúzar & Willumsen, 2011)

En este último paso los viajes se distribuyen en la red y escogen la ruta según la variabilidad en la percepción de los costos.

La elección de la ruta depende de un cierto número de factores, como son el tiempo de viaje, la longitud, los costos monetarios y los no monetarios, influye también la congestión y las colas, los tipos de calles, la señalización, las obras viales, la fiabilidad del tiempo de viaje y la costumbre. Todos estos parámetros en los modelos de asignación son llevados a sólo dos factores, tiempo y costo. Al menos en el caso del tráfico automovilístico urbano, el tiempo es el factor predominante en la elección de dicho recorrido (Ortúzar & Willumsen, 2011).

Para (Ben-Akiva, Bergman, Daly, & Ramaswamy, 1984) la elección de rutas en un modelo de transporte puede resumirse en una serie de hipótesis reducidas en tres procesos de decisión. En primer lugar, la información y conocimiento de las rutas y de la red por parte del usuario, en segundo lugar, la planificación que hace el usuario antes de comenzar el viaje y por último elegir entre los atributos de la ruta que pueden ser tiempo, distancia, número de paradas, seguridad, etc, lo cual supone un menor costo.

Estos atributos, han sido ampliamente estudiados para vehículos tipo automóviles. Los modelos de transporte tradicionales son alimentados y actualizados con la valoración que realizan los usuarios del tiempo, la distancia, el costo, etc.

En el caso de las motocicletas, son asignadas o tratadas en la red como vehículos tipo automóvil. Técnicamente en modelación son consideradas una clase más, asignada bajo los mismos parámetros.

Dado que no existen investigaciones para suponer que los parámetros de decisión de rutas que rigen a los automóviles son iguales o al menos aplicables a las motocicletas, el objetivo de este trabajo es analizar los principales parámetros que influyen en los usuarios de motocicleta, en el proceso de la elección de rutas y llegar a algunas conclusiones que permitan inferir si es correcto asignar las motocicletas bajo los mismos parámetros que los automóviles o qué cambios deberían considerarse posteriormente, además de ser un punto de partida para futuras investigaciones o estudios de tema.

Con el fin de cumplir con el objetivo general y el alcance planteado, se empleó una metodología de investigación mixta, que incluye elementos y técnicas de análisis de un enfoque cualitativo y actividades de un enfoque cuantitativo. Se realizaron grupos focales, encuestas de preferencias declaradas y modelos de elección discreta, a través de los cuales se obtuvieron los elementos que influyen en la decisión de ruta de los usuarios de motos en Bogotá.

Se encontró que, algunos de los elementos que más influyen en sus decisiones para escoger una ruta, son el estado del pavimento y la presencia de vehículos grandes tales como buses y camiones.

Este documento expone, en el primer capítulo, el marco de referencia, abordándolo desde una descripción teórica de los modelos de transporte, a los cuáles se pretende realizar un aporte con esta investigación; una descripción de los modelos de elección discreta, que fueron utilizados para encontrar las preferencias de los usuarios de moto a la hora de escoger una ruta; un contexto de la relación actual de la movilidad en Bogotá y el uso de la motocicleta y una recopilación de los antecedentes investigativos relevantes para este trabajo.

El segundo capítulo, se enfoca en la investigación mixta, describiendo la metodología diseñada para llevar a cabo la recolección de información y así obtener los parámetros de elección de rutas desde la perspectiva de los usuarios. Se describen las actividades realizadas tanto del enfoque cualitativo como del enfoque cuantitativo y los pasos que se siguieron para recolectar la información y realizar el análisis de los factores que inciden en la decisión de ruta de los motociclistas en Bogotá.

El tercer capítulo, está dividido en dos partes; en primer lugar, se presentan los análisis de la información recolectada y en la segunda parte se presenta los resultados de los modelos de elección discreta, de la investigación cualitativa y los grupos focales.

En el último capítulo del documento se presentan las conclusiones y recomendaciones, donde se profundiza en los hallazgos y se presentan las evidencias encontradas sobre los factores que inciden en la elección de ruta de los motociclistas en Bogotá y su orden de importancia.

1. Marco de referencia

Teniendo en cuenta que el objetivo del presente trabajo es analizar los principales parámetros que influyen en los usuarios de motocicleta en el proceso de la elección de rutas, en este capítulo se presentan los conceptos básicos de modelación de transporte, modelos de elección discreta, la situación actual de las motocicletas y su papel en la movilidad de Bogotá y finalmente los antecedentes investigativos encontrados como referencia para este trabajo final de maestría.

1.1 Modelos de transporte

Para (Willumsen, 1985) un modelo es una representación simplificada de algún aspecto de la realidad que reviste interés para tomar decisiones, esta idea es también aplicada a los modelos de transporte, que para (Ortúzar & Willumsen, 2011) son representaciones simplificadas de la realidad, que buscan llevarla a niveles que permitan comprenderla y especificarla de forma adecuada para su análisis.

En ese sentido, los modelos de viaje pueden tomar muchas formas diferentes. Algunos buscan representar de forma exhaustiva los múltiples aspectos relacionados con el comportamiento de los viajes regionales, como qué actividades realiza la gente, dónde y cuándo estas ocurren, y cómo las personas se desplazan para llegar a estas actividades. (Ben-Akiva & Bierlaire, Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions, 1999).

Para (Ortúzar & Willumsen, 2011) los modelos de transporte parten de un conjunto de datos que se utiliza como variables independientes, que alimentan un modelo que reproduce el número total de viajes atraídos y generados de cada zona. Este es comúnmente conocido como el primer paso del modelo de transporte.

Los siguientes dos pasos del modelo de transporte consisten en distribuir estos viajes espacialmente de tal manera que se logre obtener una matriz de viajes origen-destino y repartir o distribuir estos viajes en los diferentes modos de transporte disponibles en la ciudad.

Finalmente, los viajes obtenidos en cada modo de transporte son asignados en un sistema de redes previamente definido y caracterizado. Asignar viajes en una red es seleccionar las rutas usadas por los viajeros para posteriormente “cargar” los flujos origen-destino sobre los arcos de la red, (Ortúzar & Willumsen, 2011)

En este último paso los viajes se distribuyen en la red y escogen la ruta según la variabilidad en la percepción de los costos.

La elección de la ruta depende de un cierto número de factores como son el tiempo de viaje, la longitud, los costos monetarios y los no monetarios, influye también la congestión y las colas, los tipos de calles, la señalización, las obras viales, la fiabilidad del tiempo de viaje y la costumbre. Todos estos parámetros en los modelos de asignación son llevados a sólo dos factores, tiempo y costo. Al menos en el caso del tráfico automovilístico urbano, el tiempo es el factor predominante en la elección de dicho recorrido (Ortúzar & Willumsen, 2011)

Para (Ben-Akiva, Bergman, Daly, & Ramaswamy, 1984) la elección de rutas en un modelo de transporte puede resumirse en una serie de hipótesis resumidas en tres procesos de decisión. En primer lugar, la información y conocimiento de las rutas y de la red por parte del usuario, en segundo lugar, la planificación que hace el usuario antes de comenzar el viaje y por último elegir entre los atributos de la ruta como tiempo, distancia, número de paradas, seguridad, etc, que suponen un menor costo.

Según (Prato, 2009) los modelos dinámicos de asignación de tráfico existentes son cada vez más avanzados en cuanto a la propagación, pero en cuanto a la elección de la ruta, muchos modelos todavía están bastante primitivo.

Modelar el comportamiento de la elección de la ruta es problemático, pero esencial para evaluar percepciones de las características de la ruta, para pronosticar el

comportamiento de los viajeros bajo escenarios hipotéticos, para predecir las condiciones futuras de tráfico en el transporte redes y comprender la reacción y adaptación de los viajeros a las fuentes de información.

1.2 Modelos de elección discreta

(Ortúzar J. , 2012) plantea que los modelos agregados o de elección discreta, tienen su fundamento en las elecciones individuales. Así, la probabilidad de escoger cierta opción es función de las características socioeconómicas del individuo y de cuan atractiva resulta la alternativa en cuestión, en comparación con las demás. Dicha atractividad suele evaluarse bajo el concepto de utilidad, que es precisamente lo que el individuo quiere maximizar.

Estos modelos desagregados se estiman empleando observaciones de la conducta de los individuos como datos de entrada. Suelen ser más eficientes en el uso de la información que los modelos convencionales; al ser cada individuo una observación, se requiere menos cantidad de datos. (Ortúzar J. , 2012)

La utilidad de los modelos de elección discreta frente a la econometría tradicional radica en que los primeros permiten la modelización de variables cualitativas, a través del uso de técnicas propias de las variables discretas. Se dice que una variable es discreta cuando está formada por un número finito de alternativas que miden cualidades. Esta característica exige la codificación como paso previo a la modelización, proceso por el cual las alternativas de las variables se transforman en códigos o valores cuánticos, susceptibles de ser modelizados utilizando técnicas econométricas. (Ortuzar, 2000)

(Ben-Akiva & Bierlaire, 1999) indican que, el análisis de la conducta de viaje es típicamente desagregado, lo que significa que los modelos representan el comportamiento de elección del individuo viajero.

Según (Girardotti, 2003) la formulación de un modelo requiere la definición de una o un conjunto de variables que necesitan ser explicadas, por otra parte, necesita un conjunto de variables explicativas que determina las características del fenómeno objeto de estudio y análisis. Los modelos tipo Logit son modelos de elección y se construyen para la predicción de la elección que ciertos individuos realizarán frente a un conjunto de

alternativas, por ejemplo la elección del modo de transporte para la realización de un viaje.

(Ben-Akiva & Bierlaire, 1999) destacan los supuestos generales que se deben tener en cuenta para un modelo de elección discreta:

(i) identificar el responsable de la toma de decisiones - definiendo sus características

(ii) las alternativas - las opciones disponibles para la decisión

(iii) los atributos - midiendo los beneficios y costos de una alternativa a la persona que toma las decisiones

(iv) las reglas de decisión para elegir una alternativa.

Así pues, los modelos de elección discreta como metodología, definida para analizar y predecir las decisiones de viaje (Ben-Akiva & Bierlaire, 1999), fue utilizada para procesar la información recolectada en esta investigación y así, analizar los principales factores que inciden en la elección de ruta de los usuarios de las motocicletas.

Estos modelos de elección discreta, fueron alimentados con encuestas de preferencias declara de las cuáles, al analizarlas, obtienen las preferencias individuales ante situaciones o alternativas hipotéticas definidas con el mayor realismo posible. (Espino Espino, Ortúzar Salas, & Román García, 2004).

Como complemento al ejercicio de encuestas de preferencias declaradas, se desarrolló un ejercicio con un tipo de encuestas que se denominó best-worst scaling, que proporcionan información de la significancia de cada atributo y la significancia de los niveles presentados a los encuestados. (Louviere & Swait, 1997)

En este tipo de encuestas se muestra al encuestado una serie de escenarios de elección; cada escenario contiene distintos atributos y cada uno de ellos cuenta con un nivel. El encuestado escogerá cuál atributo es mejor o peor a su parecer. (Louviere J, 2013).

En ese sentido, según (Finn & Louviere, 1992) las encuestas del tipo best-worst muestran escenarios de elección, con varias alternativas, en las cuales el encuestado debe elegir la mejor (best) y la peor (worst).

1.3 Las motos y la movilidad en Bogotá

Según (Zurita, 2013) la creciente popularidad de las motocicletas, se puede establecer a partir de las ventajas que presentan en aspectos como la velocidad, movimiento en el tráfico o la evasión de la congestión, la posibilidad de transitar por lugares de difícil acceso y la facilidad de obtención del vehículo en términos monetarios y que constituyen las razones por las cuales este medio de transporte ha tenido un auge en américa latina en los últimos años.

En ese sentido, se registraron crecimientos en ventas en países como Brasil entre el periodo 2002 y 2013 de un 275%, en Venezuela entre 2007 y 2013 de un 448%, en Argentina entre 1997 y 2009 de un 329%, mientras que en Colombia en el mismo periodo las ventas tuvieron un crecimiento del 400%, por lo que se estimó en el año 2015 que en américa latina había alrededor de 30 millones de motocicletas registradas (Rodríguez, Santana, & Pardo, 2015)

En el caso de Colombia el aumento de este medio de transporte se debe en gran medida a que las motocicletas representan para muchas personas el primer vehículo motorizado que pueden adquirir por sus bajos costos comparados con los automóviles. (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019)

En el cierre del año 2018 las motocicletas llegaron a 8.313.954 unidades que constituyeron el 57% del parque automotor total de Colombia con una participación del 67% en el total de matrículas, de igual forma las 5 ciudades con más motos son en su orden: Bogotá, Envigado, Girón, Cali y Sabaneta. (Colprensa, 2019).

Según (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019) En Bogotá hay un total de 396,521 motocicletas, en su mayoría se concentran en las viviendas de estratos 2 y 3 pues representan el 81.5 % del total en Bogotá. Las personas que residen en hogares de estratos bajos presentan una mayor tenencia de motocicletas.

La cantidad de motocicletas por cada 1,000 habitantes (con 5 años o más) en Bogotá es de 53.7. (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019).

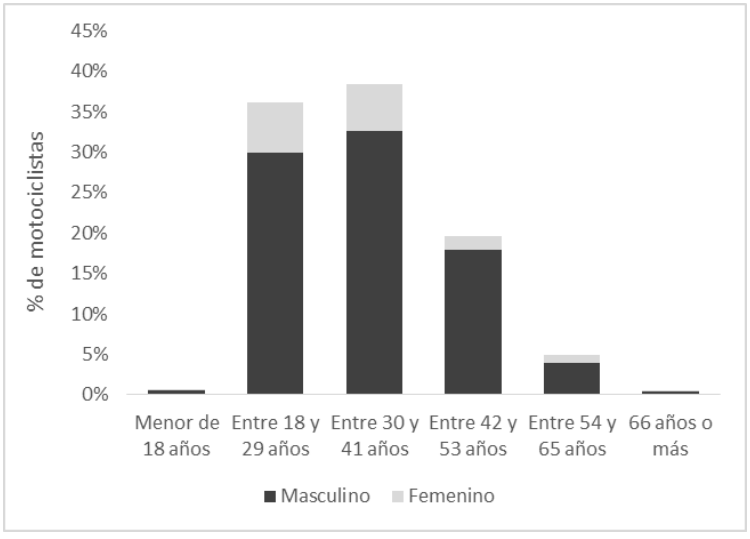
De los 1,567,961 vehículos en Bogotá el 50.2 % es tipo automóvil, seguido de la motocicleta con el 25.3 %. (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019)

A partir de la base de datos de la encuesta de movilidad de Bogotá 2019, se obtuvieron los siguientes indicadores, que proporcionan información socioeconómica de la población que realiza viajes en motocicleta en Bogotá.

La Figura 1-1 muestra la distribución por edad y por género de los motociclistas en Bogotá. Se evidencia una concentración de usuarios de moto entre los 10 y 41 años de edad, donde se encuentra el 75%.

Desde la perspectiva de genero se evidencia que las mujeres motociclistas en Bogotá, son apenas el 15% del total de usuarios de moto, freten al género masculino, es el predominante con el 85%.

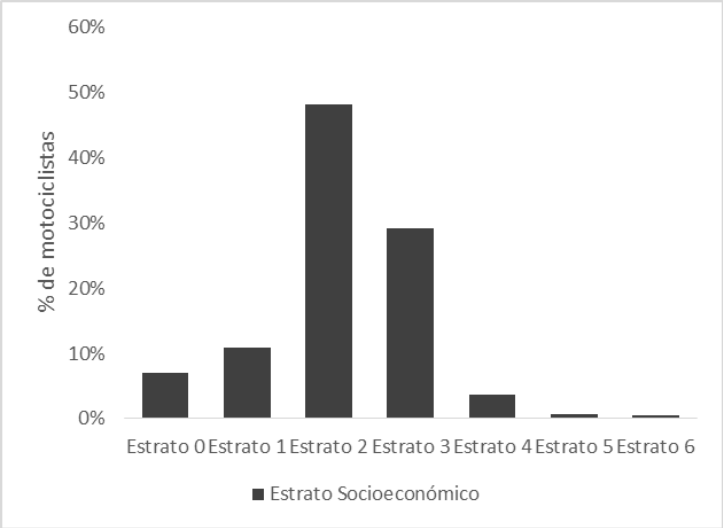
Figura 1-1: Distribución de usuarios de motocicleta por edad y género en Bogotá



Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta de Movilidad de Bogotá, 2019

La Figura 1-2 muestra que, en Bogotá, el 77% de los usuarios de motos pertenecen a los estratos socioeconómicos 2 y 3. En contraste, en los estratos altos, 4, 5 y 6 se encuentran apenas el 5% de las personas que se realizan viajes en moto.

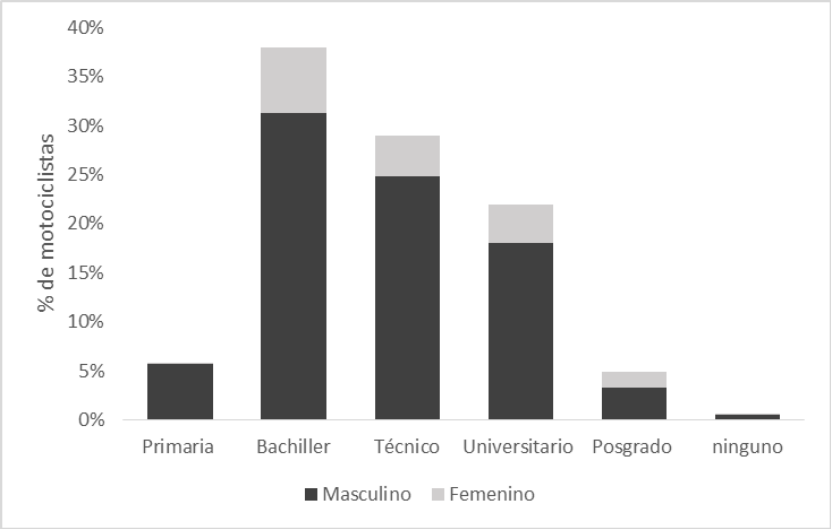
Figura 1-2: Distribución de usuarios de motocicleta por estrato socioeconómico en Bogotá



Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta de Movilidad de Bogotá, 2019

La Figura 1-3 muestra la distribución de los usuarios de moto, por género y nivel educativo, donde el 38% han alcanzado el nivel de Bachiller, seguido de técnico con el 29% y Universitario el 22%. Apenas el 5% de los usuarios de moto han alcanzado el nivel educativo de posgrado.

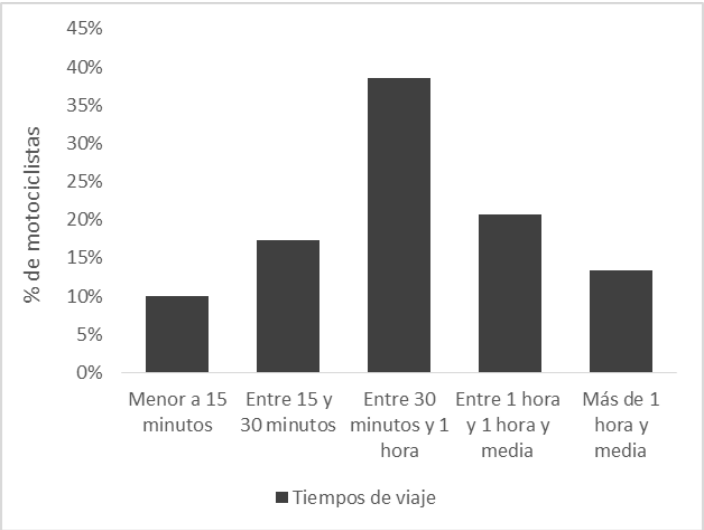
Figura 1-3: Distribución de usuarios de motocicleta por nivel educativo y género en Bogotá



Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta de Movilidad de Bogotá, 2019

Finalmente, en la Figura 1-4 podemos identificar los tiempos de viaje promedio de motociclistas en Bogotá. El 38% de los desplazamientos que se realizan en moto, tienen una duración entre 30 minutos y una hora. Solo el 30% de los viajes en moto se realizan en un tiempo inferior a 30 minutos.

Figura 1-4: Distribución de tiempos de viaje promedio de usuarios de motocicleta en Bogotá



Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta de Movilidad de Bogotá, 2019

1.4 Antecedentes investigativos

En los últimos años los estudio realizados sobre las motocicletas, se han enfocado en su mayoría en el impacto en el tráfico, la seguridad vial y la microsimlación. Estas áreas resultan más atractivas a la hora de investigar este medio de transporte debido a su alta presencia e impacto no solo en las estadísticas de accidentes de tránsito, si no por su impacto en el sistema de salud.

A pesar del creciente auge de las motocicletas en el mundo, la literatura y los estudios sobre análisis de tráfico y modelación de transporte donde se incluya la moto, siguen siendo escasos. La escogencia de rutas de motociclistas y aplicación en los modelos de transporte no tienen al momento referencias en la literatura.

En sociedades como Malasia ubicada en el sureste asiático, donde más de la mitad de los vehículos son motos, se han realizado investigaciones alrededor de modelos de predicción de los accidentes en intersecciones señalizadas en vías urbanas. (Harnen, Radin Umar, Wong, & Wan Hashim, 2004)

En Hanoi, capital de Vietnam, donde el incremento de motocicletas se debe principalmente al mal servicio de transporte público y a la congestión, se han desarrollado modelos de elección discreta que miden la relación que tiene la propiedad de motocicletas de los hogares, la decisión de adquirir motos, con las políticas de transporte. (Tuan & Shimizu, 2005)

Estas investigaciones buscan responder a las necesidades inmediatas de sociedades donde el incremento de las motocicletas en las calles urbanas debe estar acompañado del incremento del caos en el tránsito vehicular y externalidades asociadas al transporte como accidentalidad y congestión.

En algunos países de Europa y Australia han aumentado los viajes en motocicletas. Allí, por ejemplo se han realizado investigaciones generales, que buscan explicar otros factores asociados a las motocicletas, como la investigación desarrollada en el Reino Unido, donde determinaron el uso potencial de la moto: la decisión de poseer una

motocicleta y la decisión de usarla para un viaje en particular. (Burge, Fox, Kouwenhoven, Rohr, & Ramsay, 2007)

En Colombia, se han adelantado investigaciones sobre las motocicletas, desde una perspectiva del vehículo, su interacción con otros actores en la vía y el factor de equivalencia de Motocicletas, que buscan establecer el comportamiento de la moto en el tráfico. (Peña, 2014)

Las motos y el comportamiento de los motociclistas, también han sido estudiados desde el punto de vista cualitativo, el comportamiento a la hora de conducir y la influencia de las costumbres socioculturales en los índices de accidentalidad en ciudades intermedias y países de medianos ingresos, evidenciando que los hombres motociclistas son los actores más vulnerables en la vía. (Torres Quintero, Palacios Doncel, Dominguez Torres, Gáfaro Barrera, & Burbano Valente, 2019).

Desde el usuario de moto, se han logrado avances importantes al lograr caracterizarlos desde un contexto individual. Llegando a una propuesta de perfiles de los motociclistas colombianos, de acuerdo a su comportamiento y características más importantes. (Centro de Investigaciones para el Desarrollo CID, 2017)

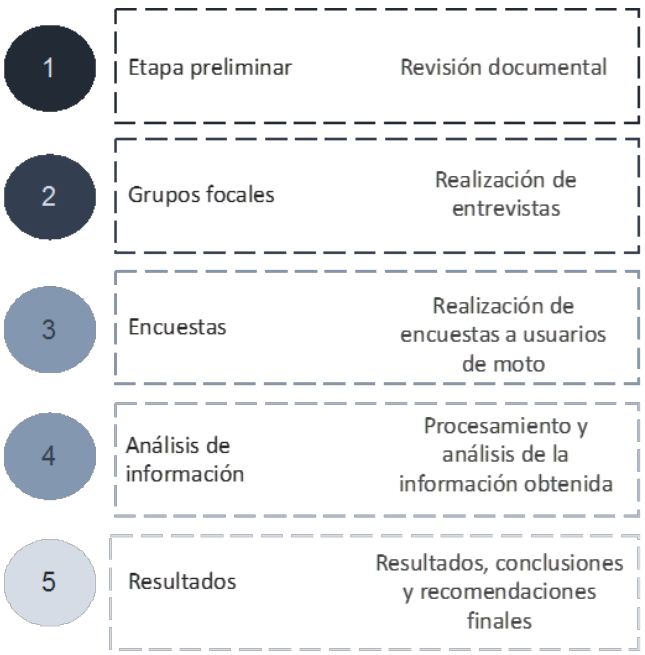
Estas investigaciones han abordado desde distintos puntos de vista el papel de la motocicleta en el transporte, sin embargo no se han propuesto a diferencia de la presente investigación, identificar los principales parámetros que influyen en los usuarios de motocicleta en el proceso de la elección de rutas, que contribuya con la mejora de los modelos de transporte dispuestos en la actualidad para la planificación y toma de desiciones.

2. Investigación mixta

Las actividades realizadas para cumplir los objetivos planteados en este trabajo final de maestría, corresponden a un enfoque de investigación mixta que consiste en una combinación de los métodos cualitativo y cuantitativo. Utilizar un enfoque mixto no significa reemplazar la investigación cualitativa o la investigación cuantitativa, si no utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales. (Lara Muñoz, 2015).

El enfoque mixto para esta investigación fue seleccionado con el fin de tener un acercamiento con los usuarios de motocicleta y conocer sus preferencias a la hora de escoger una ruta, para posteriormente analizarlas aplicando encuestas de preferencias declarada y modelos matemáticos que permitan realizar un análisis cuantitativo de los factores encontrados.

Figura 2-1: Metodología de análisis



Fuente: Elaboración propia

La Figura 2-1 muestra la metodología utilizada, determinando las etapas y las actividades realizadas para llevar a cabo los análisis y cumplir con los objetivos planteados.

Etapa 1: como elemento preliminar se realizó una revisión documental que permitió tener un marco de referencia y antecedentes de la investigación

Etapa 2: toma de información mediante la técnica del grupo focal, donde además se realizó el procesamiento de la información mediante transcripción y análisis datos.

Etapa 3: mediante los datos obtenidos en el grupo focal, se diseña y realiza la encuesta de preferencia declarada a usuarios de motocicletas para determinar los datos de tipo cuantitativo

Etapa 4: transcripción y procesamiento de la información obtenida. Aplicación de los modelos de elección.

Etapa 5: Análisis de la información, se definen los hallazgos y resultados para generar conclusiones y recomendaciones

2.1 Enfoque cualitativo – Grupos focales

Previo al inicio de las actividades de la investigación cualitativa, se realizó una revisión documental que permitió conocer dos aspectos fundamentales: (i) las principales características socioeconómicas de los motociclistas en Bogotá (edad, género, estrato, etc) y (ii) revisar desde el punto de vista de la investigación cualitativa, la metodología y el fundamento teórico de los grupos focales.

Para (Lara Muñoz, 2015) el enfoque cualitativo, está orientado hacia el descubrimiento y el entendimiento de nuevas realidades, las condiciones de observación son naturales y los análisis son deductivos.

El comportamiento de los usuarios de motocicleta y sus preferencias a la hora de escoger una ruta para realizar un viaje, es una realidad de la cual no existen investigaciones, es por esto que realizar grupos focales, permite acercarse a esta nueva

realidad, entenderla y estructurar de una manera más eficiente las encuestas de preferencias declaradas y los análisis cuantitativos posteriores.

Con el fin de lograr un primer acercamiento a los usuarios de motocicleta, se realizaron cuatro grupos focales, para conocer desde sus experiencias y con sus propias palabras sobre los elementos objetivos o subjetivos que inciden en su decisión de ruta a la hora de realizar un viaje o un desplazamiento en motocicleta en la ciudad de Bogotá.

Para (Escobar & Bonilla Jimenez, 2017) “El objetivo de los grupos focales es recolectar información para resolver las preguntas de investigación… con un nivel de profundidad al que no se puede acceder desde otras técnicas o metodologías”.

Según (Hamui-Sutton & Varela-Ruiz, 2013) se trata de una técnica que privilegia el habla y consiste en captar la forma de pensar, sentir y vivir de los individuos que conforman el grupo.

El desarrollo de estos grupos nos permite indagar sobre temas relevantes, obtener nuevos datos y apoyar o descartar inferencias que se han propuesto de manera aislada. (Lara Muñoz, 2015)

Para la ejecución de los grupos focales se construyó una matriz de aproximación a partir de las preguntas y los temas relevantes para esta investigación. Se definieron tres grupos, el primero referente a la seguridad, el segundo a la comodidad con la ruta elegida y el tercero al tiempo de viaje.

Estos grupos de preguntas a su vez se clasificaron en cinco categorías, vehículos grandes, infraestructura, iluminación, zona de la ciudad y congestión, de esta manera el desarrollo de los grupos focales tendría un orden y la discusión podría ser enfocada en conseguir los objetivos planteados para esta actividad.

Esta matriz y sus categorías se definieron, en principio, teniendo en cuenta los parámetros típicos de elección de ruta, que cualquier usuario puede considerar a la hora de hacer un desplazamiento, como velocidad, tiempo de viaje, congestión. Además de éstos se incluyeron otros elementos que fueron sugeridos por motociclistas en conversaciones informales antes del inicio de los grupos focales.

La primera categoría: **vehículos grandes**, pretendía indagar sobre la relación de los motociclistas con este tipo de vehículos en la vía. Si bien, para cualquier usuario, los vehículos grandes representan cierta incomodidad, era importante conocer la injerencia de estos vehículos en la decisión de un motociclista para tomar una ruta u otra, su percepción de seguridad personal por compartir la vía con este tipo de vehículos y la afectación de éstos sobre sus tiempos de viaje.

La segunda categoría: **infraestructura**, incluyó preguntas principalmente sobre el estado del pavimento y cómo las condiciones de la vía, pueden influir en sus decisiones. Las condiciones de la vía no se refieren exclusivamente al estado del pavimento, también era importante indagar sobre el ancho y la cantidad de carriles, las vías principales y aquellas que en una misma calzada se transita en ambos sentidos.

La **iluminación**, como una categoría, se incluyó presumiendo que en la noche o bajo ciertas condiciones climáticas este factor pudiera influir en la decisión de ruta de los usuarios de moto.

La categoría **zona de la ciudad**, se definió pensando en indagar por algunos elementos que no son fijos y que pueden variar su ubicación, como es el caso de los retenes de policía que para algunos motociclistas resultan un factor relevante a la hora de escoger una ruta o cambiar la que se había escogido inicialmente.

Por último, la categoría de **congestión o velocidad**, puede ser transversal a las demás ya que otras preguntas de otras categorías están relacionadas con el tiempo de viaje, sin embargo, se estableció como categoría aparte con el fin de evaluar aspectos específicos como el uso de aplicaciones móviles que se supone optimizan el tiempo de viaje, y cómo los motociclistas evalúan la congestión en su decisión de ruta.

Una vez construida la matriz de aproximación que se presenta en la Tabla 2-1, se definió el número y el tipo de participantes para cada grupo. Inicialmente el criterio de selección utilizado fue el género, sin importar el estrato socioeconómico, la profesión y la edad, así, se realizaron cuatro grupos focales en total, de los cuales uno fue de hombres, otro de mujeres y los dos restantes mixtos.

Tabla 2-1: Matriz de aproximación utilizada en el desarrollo de grupos focales

CATEGORÍAS	SEGURIDAD	COMODIDAD CON LA RUTA ELEGIDA	TIEMPO DE VIAJE
VEHICULOS GRANDES	¿Cómo es su relación en la calle con los vehículos grandes? ¿Son un factor para cambiar de ruta?	¿Cómo percibe, en las vías, la presencia de vehículos grandes cerca a usted?	¿Siente que la presencia de estos vehículos lo obliga a ir más despacio?
INFRAESTRUCTURA	¿Qué tan importante son las condiciones de la vía?	¿Qué tan importante es para usted que la vía tenga carriles amplios??	¿Siempre es más rápido transitar por vías principales (Avenidas/Autopistas)?
	¿Suponiendo que la malla vial está en perfectas condiciones usted cambiaría su ruta tradicional para desplazarse?	¿Es más cómodo transitar por una vía de doble calzada o una de un carril por sentido?	
ILUMINACIÓN	¿Puede ser que por falta de iluminación en la noche usted decida escoger una ruta más larga?	¿Cómo cree que influye en su decisión de ruta la iluminación pública?	
ZONA DE LA CIUDAD	¿Cambiaría de ruta por el tipo de sector que va a transitar? **	¿Cambiaría su ruta habitual por la presencia de retenes de la policía?	
	¿Estaría dispuesto a escoger una ruta más larga? **		
CONGESTIÓN VELOCIDAD	¿Siente que la congestión de la vía, afecta su seguridad?		¿Antes de iniciar un viaje usted consulta alguna aplicación móvil como Waze o google maps? **
			¿Su decisión para elegir una ruta u otra depende de la congestión vehicular? *

Fuente: Elaboración propia

La razón para seleccionar por género estos dos primeros grupos fue con el objetivo de obtener, desde la perspectiva del género aquellos factores que inciden en su comportamiento, presumiendo que puedan sentirse en confianza de expresar sus opiniones y evitando posibles sesgos que se deriven de las fortalezas de algunos participantes al expresar su opinión, que la de otros. Los grupos focales, tienen un enfoque cualitativo, buscan identificar las percepciones y opiniones de los usuarios de motocicleta respecto a los elementos objetivos y subjetivos que influyen en su decisión de ruta, es por esto que, la muestra seleccionada para realizar esta actividad representa diferentes tipos de usuarios con condiciones y características socioeconómicas diferentes.

Al respecto, Sampieri, indica que: "Un estudio no será mejor por tener una población más grande; la calidad de un trabajo investigativo estriba en delimitar claramente la población con base en el planteamiento del problema". (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

En esta actividad, participaron 18 personas. La Tabla 2-2 se muestra la descripción de los integrantes de los grupos focales y sus principales características.

Tabla 2-2: Participantes de los grupos focales

Descripción grupo focal 1 **5 integrantes**
Lugar: Universidad Nacional de Colombia **Género:** Masculino **Edades:** Dos (2) entre 20 y 30 años; dos (2) entre 30 y 40 años y uno (1) entre 40 y 50 años **Estrato socioeconómico:** Dos (2) de estrato 3 y Tres (3) de estrato 4 **Ocupación:** Tres (3) ingenieros; un (1) estudiante y un (1) Empleado **Tiempo de experiencia manejando moto:** Dos (2) entre 1 y 2 años; uno (1) entre 10 y 20 años y dos (2) más de 30 años
Descripción grupo focal 2 **6 integrantes**
Lugar: Universidad Nacional de Colombia **Género:** Femenino **Edades:** Tres (3) entre 20 y 30 años; una (1) entre 30 y 40 años y dos (2) entre 40 y 50 años **Estrato socioeconómico:** Una (1) de estrato 1; dos (2) de estrato 3 y tres (3) de estrato 4 **Ocupación:** Dos (2) ingenieras; una (1) comerciante; una (1) diseñadora y profesora de yoga;

una (1) contadora y una (1) desarrolladora de software. **Tiempo de experiencia manejando moto:** Una (1) menos de 1 año; dos (2) entre 1 y 5 años; dos (2) entre 5 y 10 años y una (1) entre 20 y 30 años
Descripción grupo focal 3 **3 integrantes**
Lugar: Barrio Villas del Dorado **Género:** Mixto **Edades:** Tres (3) entre 30 y 40 años **Estrato socioeconómico:** Tres (3) de estrato 2 **Ocupación:** Un (1) entrenador deportivo; una (1) ingeniera de sistemas y un (1) montacarguista **Tiempo de experiencia manejando moto:** Una (1) entre 1 y 5 años; uno (1) entre 5 y 10 años y uno (1) entre 10 y 20 años
Descripción grupo focal 4 **4 integrantes**
Lugar: Universidad Nacional de Colombia **Género:** Mixto **Edades:** Dos (2) entre 20 y 30 años; dos (2) entre 30 y 40 años **Estrato socioeconómico:** Dos (2) de estrato 2; uno (1) de estrato 3 y uno (1) de estrato 4 **Ocupación:** Dos (2) estudiantes; un (1) ingeniero civil y un (1) instructor de gimnasio **Tiempo de experiencia manejando moto:** Dos (2) entre 1 y 5 años; uno (1) entre 5 y 10 años y uno (1) entre 20 y 30 años

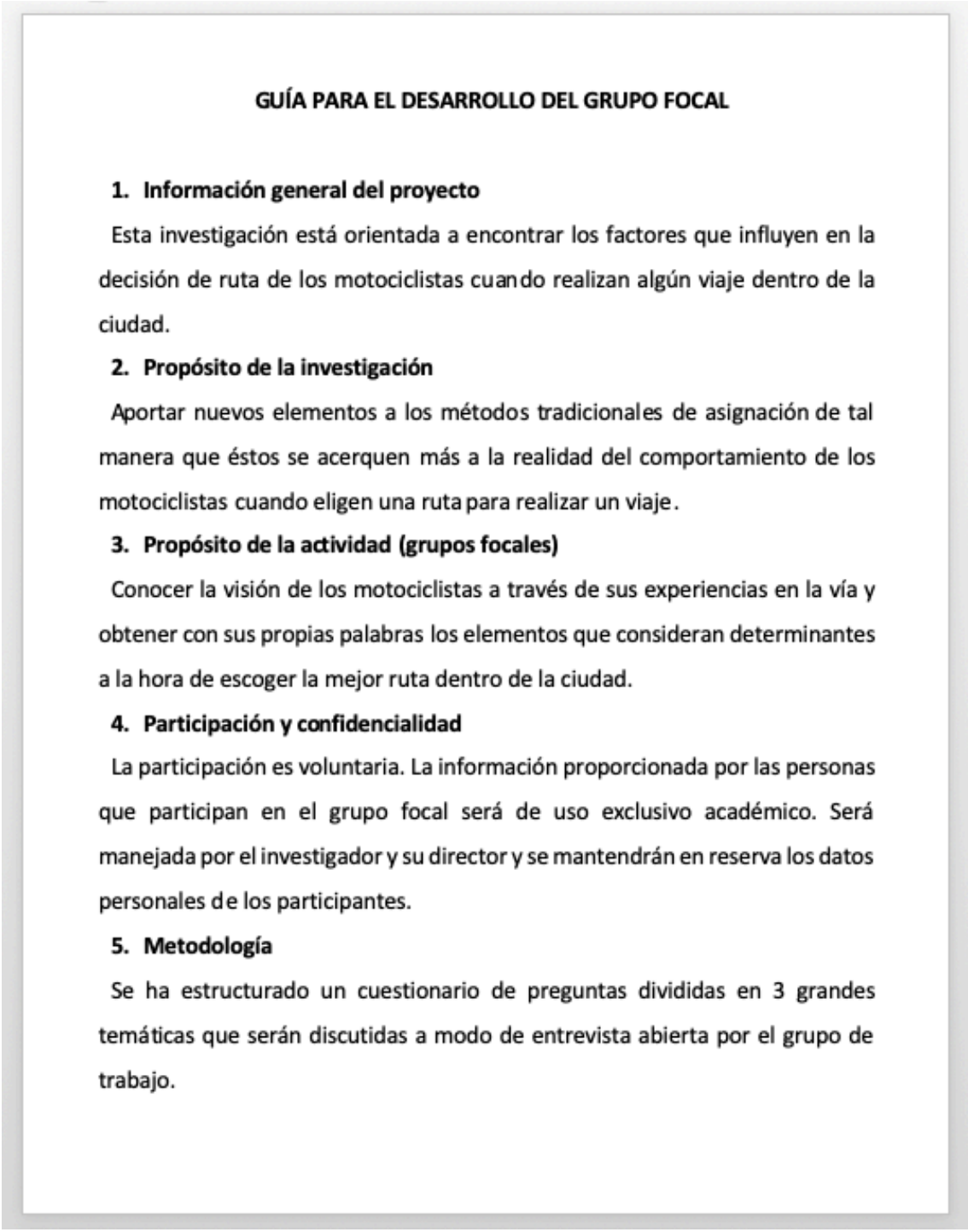
Fuente: Elaboración propia

El inicio de los grupos focales estuvo dirigido por una pregunta introductoria al tema de conversación, sobre esta pregunta, los participantes fueron abordando los diferentes temas alrededor de su comportamiento y preferencias para realizar viajes en motocicleta. La pregunta era: “Piense en los viajes que típicamente realiza en moto, o en el último viaje que realizó. ¿Qué ruta eligió y porqué lo hizo?”

Las sesiones tuvieron, en promedio, una duración de 60 minutos y fueron grabadas para facilitar la transcripción y el análisis posterior de las respuestas. Al inicio de cada grupo focal, se explicó el objetivo del estudio y se pidió firmar un consentimiento informado para la grabación de la sesión y el tratamiento de los datos.

A continuación, se presenta en la Figura 2-2 la guía utilizada para el desarrollo del grupo focal y en la Figura 2-3 el consentimiento informado que fue firmado por todos los participantes.

Figura 2-2: Guía grupos focales



GUÍA PARA EL DESARROLLO DEL GRUPO FOCAL

1. **Información general del proyecto**

Esta investigación está orientada a encontrar los factores que influyen en la decisión de ruta de los motociclistas cuando realizan algún viaje dentro de la ciudad.

2. **Propósito de la investigación**

Aportar nuevos elementos a los métodos tradicionales de asignación de tal manera que éstos se acerquen más a la realidad del comportamiento de los motociclistas cuando eligen una ruta para realizar un viaje.

3. **Propósito de la actividad (grupos focales)**

Conocer la visión de los motociclistas a través de sus experiencias en la vía y obtener con sus propias palabras los elementos que consideran determinantes a la hora de escoger la mejor ruta dentro de la ciudad.

4. **Participación y confidencialidad**

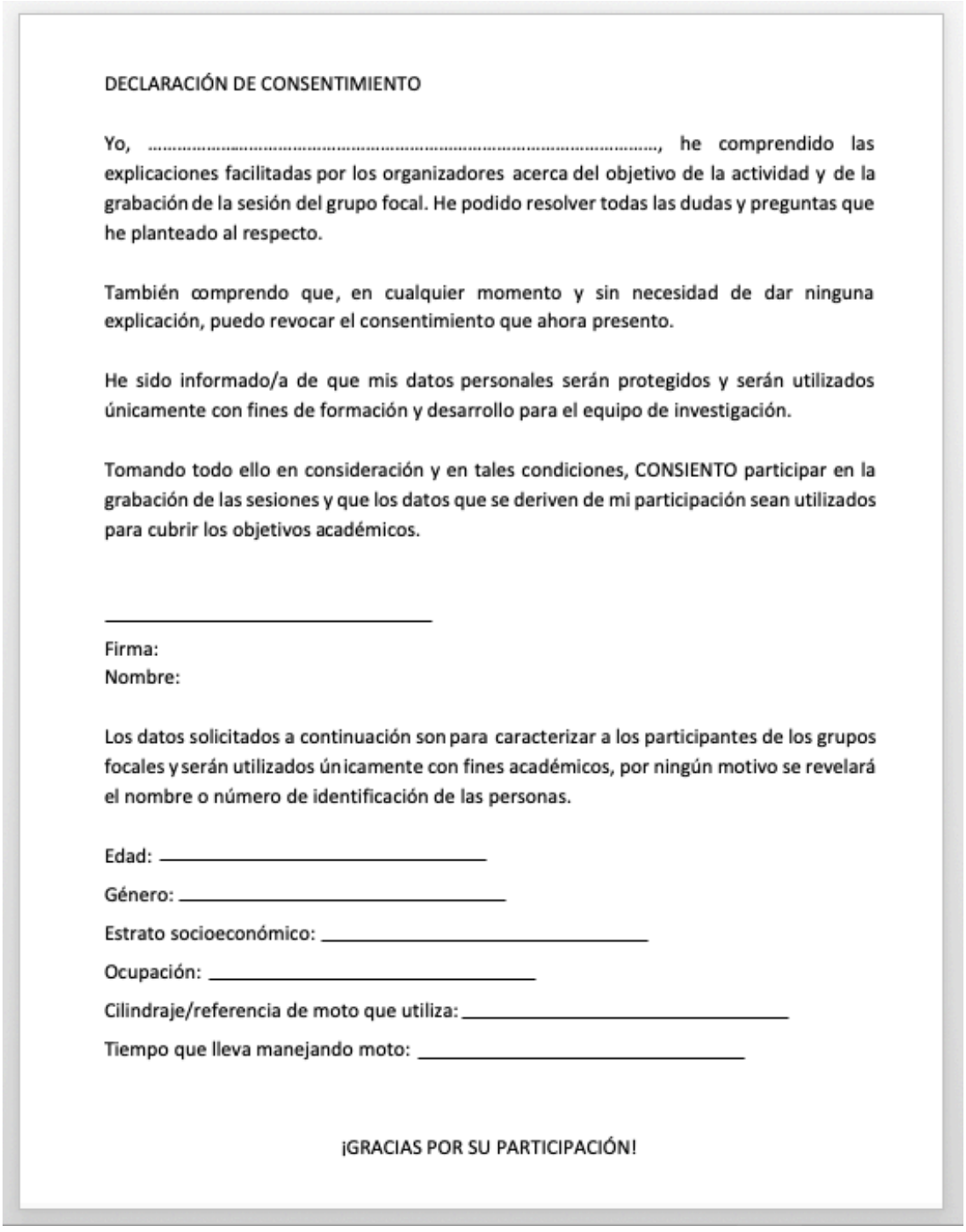
La participación es voluntaria. La información proporcionada por las personas que participan en el grupo focal será de uso exclusivo académico. Será manejada por el investigador y su director y se mantendrán en reserva los datos personales de los participantes.

5. **Metodología**

Se ha estructurado un cuestionario de preguntas divididas en 3 grandes temáticas que serán discutidas a modo de entrevista abierta por el grupo de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-3: Declaración de consentimiento



DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

Yo, ……, he comprendido las explicaciones facilitadas por los organizadores acerca del objetivo de la actividad y de la grabación de la sesión del grupo focal. He podido resolver todas las dudas y preguntas que he planteado al respecto.

También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presento.

He sido informado/a de que mis datos personales serán protegidos y serán utilizados únicamente con fines de formación y desarrollo para el equipo de investigación.

Tomando todo ello en consideración y en tales condiciones, CONSIENTO participar en la grabación de las sesiones y que los datos que se deriven de mi participación sean utilizados para cubrir los objetivos académicos.

_____

Firma:
Nombre:

Los datos solicitados a continuación son para caracterizar a los participantes de los grupos focales y serán utilizados únicamente con fines académicos, por ningún motivo se revelará el nombre o número de identificación de las personas.

Edad: _____

Género: _____

Estrato socioeconómico: _____

Ocupación: _____

Cilindraje/referencia de moto que utiliza: _____

Tiempo que lleva manejando moto: _____

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Fuente: Elaboración propia

2.2 Enfoque cuantitativo – Encuestas Preferencias Declaradas PD

Una vez realizados los grupos focales, con la información obtenida se diseñó la estrategia de recolección de información para el análisis cuantitativo.

Para (Lara Muñoz, 2015), este tipo de investigación cuantifica y contribuye con evidencia de tipo numérica, se pueden apoyar en encuestas con preguntas cerradas y selección de opciones, incluso se pueden utilizar instrumentos estandarizados para medir lo que se necesite, utiliza un razonamiento deductivo de lo general a lo particular y regularmente realiza la extracción de muestras de la población que va a ser estudiada.

Con el objetivo de medir y explicar el comportamiento de los motociclistas cuando deciden una ruta para realizar un desplazamiento, se realizaron encuestas de preferencias declaradas que permitieran confirmar o crear supuestos alrededor de la hipótesis planteada en este trabajo de investigación, donde se sugiere que los parámetros que inciden en la elección de ruta de los motociclistas son diferentes a los que tradicionalmente se tiene en cuenta para los usuarios de automóviles, en los modelos de transporte.

Los grupos focales proporcionan una serie de variables que inciden en la elección de ruta de los motociclistas. Estas variables fueron agrupadas y seleccionadas aquellas que pudieran incluirse en un diseño de encuestas de preferencias declaradas y así realizar una evaluación objetiva de su incidencia en el comportamiento de usuarios de motocicleta a través de la aplicación de modelos de elección discreta.

Las variables escogidas para ser incluidas en el diseño de las encuestas fueron estado de pavimento, que se evaluó en tres niveles (bueno, regular y malo), presencia de vehículos grades, (buses, camiones grandes, camiones pequeños), tiempo de viaje con congestión y sin congestión.

Otros factores como cantidad de semáforos en la vía, retenes de policía e iluminación de la ruta también fueron evaluados través de encuestas, en un ejercicio de Best-Worst.

El formulario establecido tenía compatibilidad con dispositivos móviles y se dividió en cuatro secciones:

Preguntas filtro

Esta primera sección del cuestionario consistió en establecer si las personas encuestadas se encontraban dentro de la población objetivo. Esta encuesta se aplicó a personas que hubieran conducido una motocicleta desde/hacía su hogar con origen o destino en Bogotá. Este viaje debió haberse realizado en la última semana entre las 5:30 a.m. y las 8:00 a.m.,

Estos filtros fueron aplicados con el fin de que los resultados puedan ser aplicados a un modelo de transporte, que en el caso de Bogotá está construido para la hora de máxima demanda de la mañana y el modelo de generación/atracción tiene como base los viajes relacionados con el hogar, como típicamente se construyen los modelos de transporte.

Preguntas de caracterización del viaje de referencia

En este tipo de encuestas se pregunta inicialmente por un viaje de referencia, con el fin de establecer ciertas características como tiempos de viaje, costos, etc, que posteriormente se usan en los ejercicios de elección planteados.

De esta manera, esta sección incluyó preguntas sobre ese viaje de referencia:

- Lugar de origen y destino final del viaje. Con el fin de determinar si el recorrido que realizó la persona se encuentra dentro del área de influencia del estudio. Para esto se consultó por el municipio, lugar de referencia y esquina más cercana tanto para el origen como el destino.
- Número de paradas realizadas en el recorrido.
- Día en que realizó el recorrido. Si se realizó en un día hábil o no hábil.
- Número de semáforos que cruzó en el recorrido.
- Hora de inicio y de fin del viaje realizado.
- Tiempo que usualmente dura el viaje.

- Número de personas que viajaban en la motocicleta.
- Motivo del viaje realizado (trabajo, estudio, recreación u otro).
- Costo total incurrido en el viaje. Este valor incluye lo pagado por parqueadero (en el caso que aplique).
- Marca y cilindraje de la motocicleta utilizada en el viaje.
- Tipo de motocicleta: scooter, urbana, todoterreno, deportiva o tipo Harley.
- Frecuencia con que el encuestado realiza el mismo viaje.

La información recolectada en esta sección sirvió como insumo para asignar y alimentar los ejercicios de PD.

Ejercicios de preferencias declaradas PD

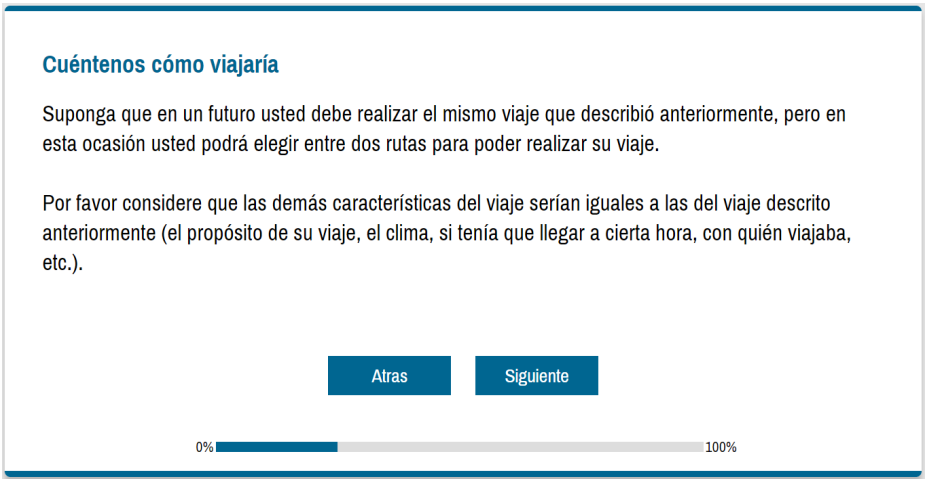
Se realizaron dos grupos de ejercicios de PD que fueron presentados a los encuestados. El primero consistió en la elección de ruta basado en atributos de tiempos de viaje bajo diferentes condiciones de pavimento (bueno, regular o malo) y presencia de vehículos pesados (buses, camión pequeño o camión grande).

El segundo ejercicio consistió en la elección del mejor y peor atributo (best-worst como se conoce en la literatura) que podría tener una persona en su ruta de viaje.

El primer ejercicio tenía nueve situaciones hipotéticas de elección y el segundo tenía seis, para un total de 15 tarjetas por persona.

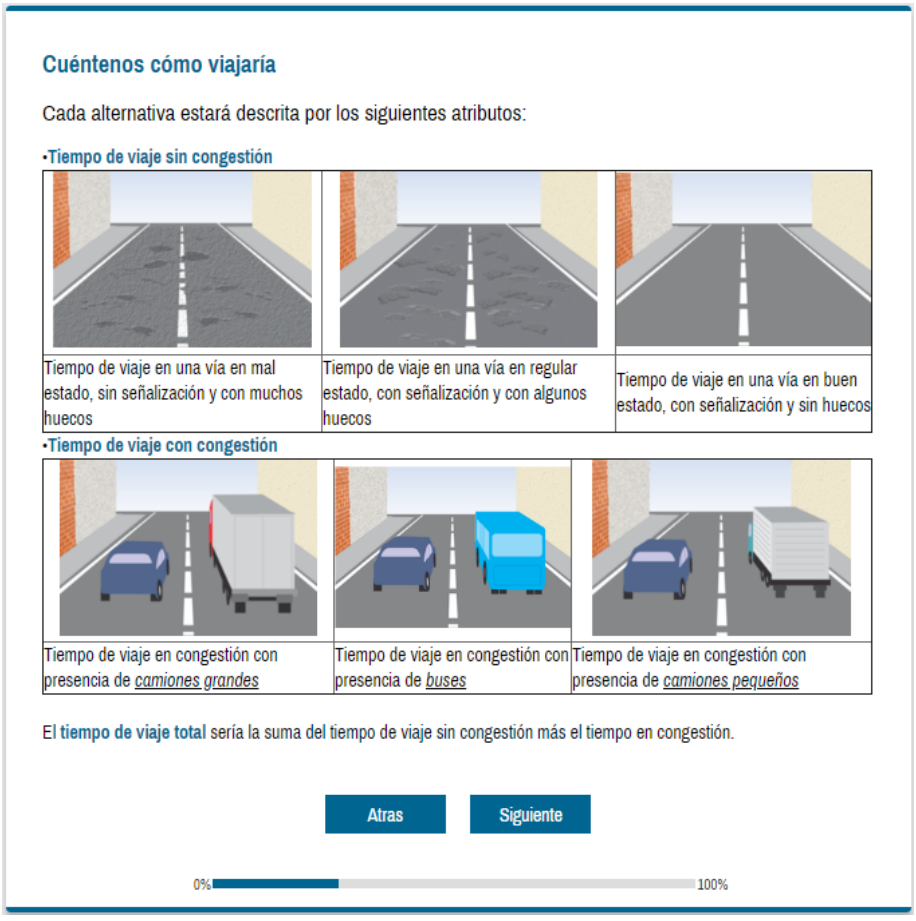
En la Figura **2-4**, Figura 2-5, Figura 2-6 y Figura 2-7, se presenta el texto introductorio para los ejercicios de la encuesta PD, la descripción del contexto del ejercicio de elección, los atributos y alternativas para tener en cuenta, y un ejemplo de los dos ejercicios.

Figura 2-4: Introducción al ejercicio 1 de preferencias declaradas



Fuente: Elaboración propia

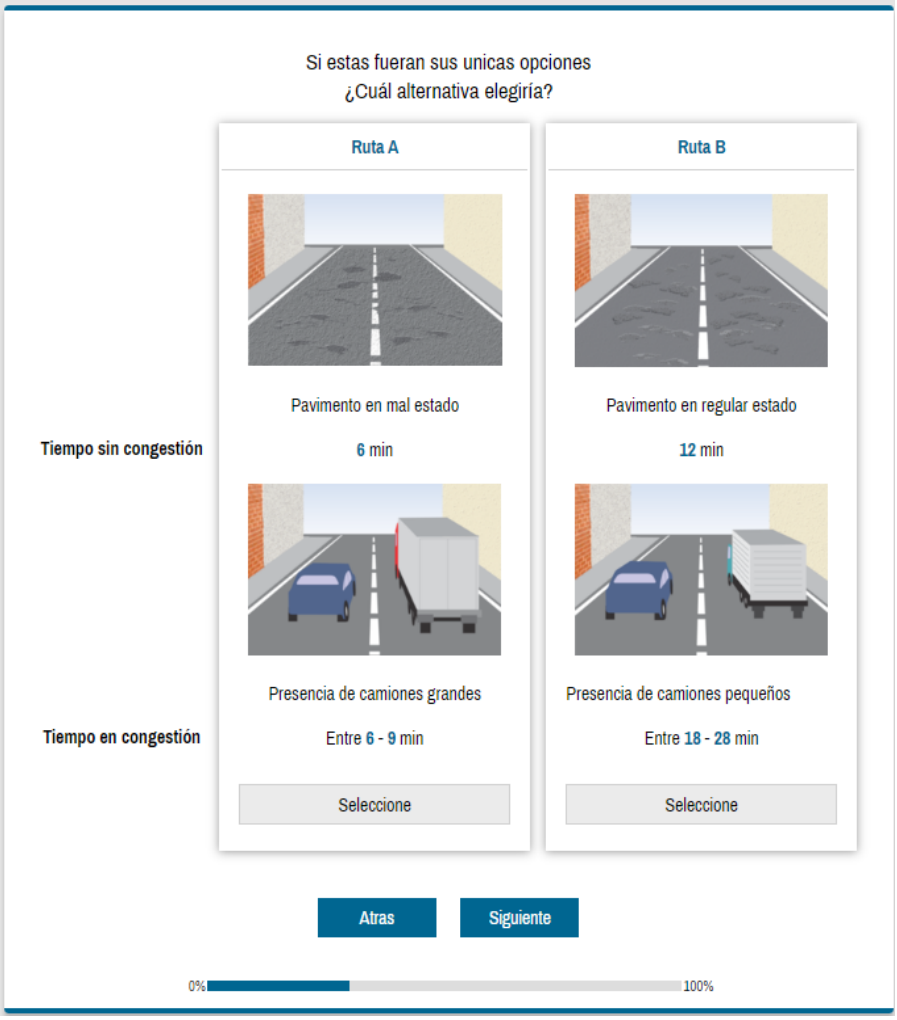
Figura 2-5: Contexto del ejercicio 1 de elección



Fuente: Elaboración propia

Las imágenes de referencia fueron construidas de manera tal que el encuestado fije su atención únicamente en los atributos que se quieren evaluar. Por esta razón no se incluyen, otros elementos como edificios u otros que sugieran distracciones como el estado del tiempo, (sol o el cielo gris, etc).

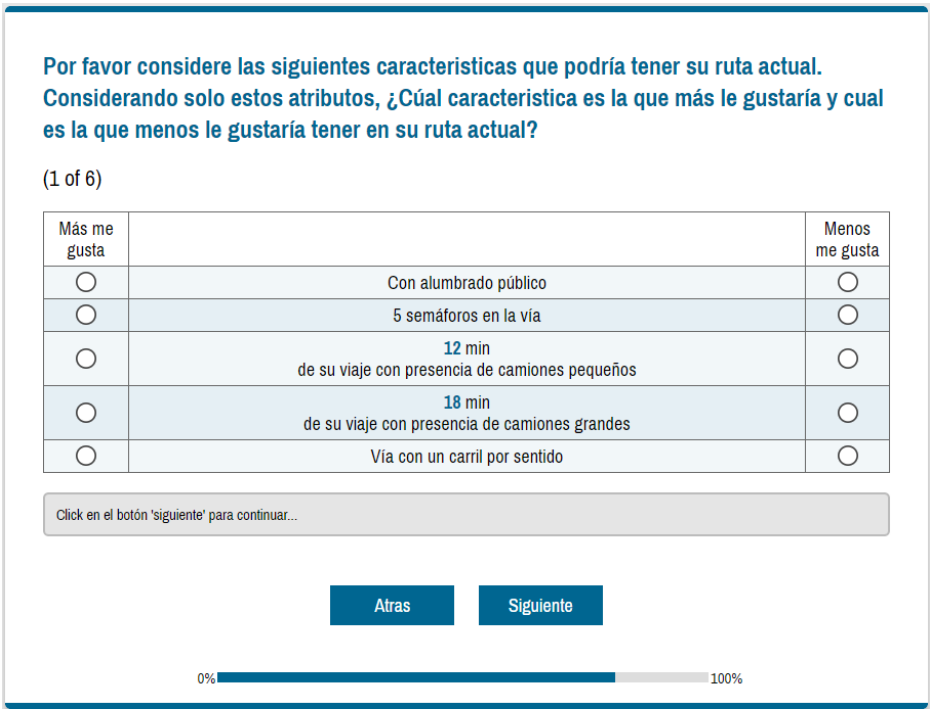
Figura 2-6: Ejemplo de ejercicio 1 de PD



Fuente: Elaboración propia

Los tiempos mostrados en estos ejemplos variaban para cada persona en función de sus respuestas iniciales del tiempo de viaje de referencia. Así, los tiempos que se le presentan en los ejercicios de elección resultan familiares y aplicables a sus desplazamientos frecuentes.

Figura 2-7: Ejemplo de ejercicio 2 de PD



Fuente: Elaboración propia

El orden de las alternativas y de las tarjetas es aleatorio para tratar de evitar un sesgo en la elección. (Ortúzar & Willumsen, 2011)

Preguntas socioeconómicas y comentarios

En esta sección se indagó por algunas características que sirven para definir los diferentes segmentos de población, la relación de estos con la valoración del tiempo y las características socioeconómicas de los encuestados:

- Número de autos y motocicletas disponibles en el hogar. En el caso de que persona tenga carro en el hogar se indagó sobre por qué no lo usó para el viaje que describió.
- Número de personas en el hogar
- Tiempo que lleva la persona manejando motocicleta
- Ranking de percepción de seguridad de los motociclistas, respecto a otros actores viales.
- Nivel educativo y ocupación principal de la persona

- Estrato socioeconómico e ingreso total del hogar
- Género, edad, nivel educativo y ocupación principal.

2.2.1 Ejercicio 1 de experimento de elección de ruta

Como se mencionó, el cuestionario incluyó preguntas sobre un viaje reciente en motocicleta que hubiera realizado el encuestado, esta información se utilizó como referencia en el ejercicio de elecciones, para evitar mostrar escenarios poco realistas y poder generar mayor eficiencia en el diseño. (Hensher, Rose, & Greene, 2015).

Así, se optó por realizar un diseño pivoteado al tiempo de viaje descrito por la persona, (Rose, Bliemer, Hensher, & Collins, 2008), es decir que las opciones de tiempo de viaje que se mostraban a cada persona estaban relacionadas con sus respuestas iniciales, de esta manera para cada entrevistado los tiempos mostrados le resultarían familiares con sus viajes cotidianos.

Para estos ejercicios se consideraron dos atributos: tiempo de viaje sin y con congestión. El primero variaba dependiendo del tipo de pavimento, ya sea que se encontrara en bueno, regular o mal estado. El segundo dependía de la presencia de vehículos pesados: buses, camiones pequeños o grandes.

En la Tabla 2-3 se presentan los niveles de cada uno de los atributos del diseño:

Tabla 2-3: Niveles de variación de los atributos en el diseño

Atributo	Tiempo de viaje <50 min	Tiempo de viaje >=50 min
Tiempo sin cogestión	20%,40%,60%	40%,50%,60%
Tiempo con cogestión	20%,40%,60%	40%,50%,60%
Incertidumbre del tiempo en congestión	10%,22%,35%	10%,15%,25%
Tipo de pavimento	Bueno, regular o mal estado	Bueno, regular o mal estado

Atributo	Tiempo de viaje <50 min	Tiempo de viaje >=50 min
Presencia de vehículos pesados	Bus, camión pequeño o camión grande	Bus, camión pequeño o camión grande

Fuente: Elaboración propia

Los tiempos de viaje con o sin congestión se encuentran como porcentajes al tiempo del viaje descrito por la persona en su viaje de referencia.

Se consideró un diseño experimental del tipo eficiente bayesiano. Estos diseños se caracterizan por maximizar la significancia de los parámetros estimados, partiendo de un conjunto de valores preliminares y considerando un cierto comportamiento de elección. (Rose, Scarpa, & Bliemer, 2009)

La determinación del diseño eficiente se convierte en un problema de combinaciones entre los diferentes niveles de los atributos de cada alternativa. Generalmente, se utilizan métodos de optimización para resolver este tipo de problemas, y actualmente existe software que realiza este proceso como es el caso de Ngene.

Para los parámetros de tiempo de viaje se utilizaron como base los valores a priori del modelo de transporte de Bogotá, sin embargo, se asumió aleatoriedad en los parámetros para considerar incertidumbre en el verdadero valor de éstos. Además, se consideró importante tener en cuenta interacciones entre los parámetros, ya que esto permitiría recolectar posibles no linealidades presentes en los parámetros. En la Tabla 2-4 se muestra el número de niveles y el rango (valores máximos y mínimos) de los parámetros a priori utilizados en los diseños:

Tabla 2-4: Parámetros a priori utilizados en los diseños

Atributo	Valor mínimo	Valor máximo	Número de niveles
Tiempo de viaje sin congestión	-0.001	-0.062	3
Tiempo de viaje con congestión	-0.001	-0.07	3
Incertidumbre en el tiempo de viaje con congestión	-0.001	-0.07	3

Atributo	Valor mínimo	Valor máximo	Número de niveles
Tipo de pavimento	-0.16	-1.8	3
Tipo de vehículo pesado	-0.16	-1.8	3
Interacción de tipo de pavimento con el tiempo de viaje	-0.047	-0.001	
Interacción del tipo de vehículo con el tiempo de viaje	-0.037	-0.016	

Fuente: Elaboración propia

Se consideraron dos grupos de diseños: (i) los que habían realizado recorridos con tiempos de viaje menor a 50 minutos y (ii) los que tenían un tiempo mayor a 50 minutos. Esta segmentación se realizó, porque no es lo mismo el 40% de un tiempo de viaje de 30 minutos que el 40% de un tiempo de viaje de 1 hora. Debido a esto los diseños presentaban diferentes variaciones del tiempo de viaje.

Con el fin de obtener mayor variabilidad en los datos se dividieron los diseños en bloques, cada persona encuestada respondió 9 situaciones de elección. En total fueron 36 situaciones de elección divididos en 4 bloques.

Se escogió el Db-error como el criterio de eficiencia para evaluar los diseños y se utilizó 40 minutos como criterio de parada.

El procedimiento de elección del diseño fue el siguiente:

- Optimización del diseño teniendo en cuenta los parámetros a priori, los niveles por atributos y las alternativas presentadas. Se optó por el Db-error como criterio de eficiencia y un máximo de 40 minutos como criterio de parada.
- Experimentos de simulación para cada diseño. Se generó una muestra aleatoria para probar los diseños realizados y mirar si se recuperaba el rango de los parámetros a priori. Se cambiaba el coeficiente de los parámetros y se simulaba la elección. Si los parámetros obtenidos se encontraban fuera del rango estipulado si se hacían ajustes en los diseños y se volvían a correr los códigos.

2.2.2 Ejercicio 2 de Preferencia Declarada

Con el fin de determinar la importancia de ciertos parámetros de la elección que se identificaron en los grupos focales y que podría ser complejo de evaluar en el ejercicio anterior, se optó por diseñar un ejercicio al estilo “best-worst”. En esta la persona debía escoger la mejor o peor característica que podría encontrarse dentro de la elección de su ruta.

En años recientes este tipo de ejercicios han ganado mucho interés en el marco científico de elecciones discreta, debido a que en este tipo de ejercicio se obtiene mayor información que en un ejercicio de elección típico, además de que presenta una ganancia en la carga cognitiva para la persona. (Cohen, 2009), (Louviere & Islam, 2008).

Para el ejercicio Best-Worst se tuvieron en cuenta los siguientes atributos:

- Disponibilidad de alumbrado público
- Cantidad de semáforos
- Número de carriles por sentido
- Probabilidad de retén policial
- Tiempo de viaje con presencia de buses
- Tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños
- Tiempo de viaje con presencia de camiones grandes

Se tuvieron en cuenta una serie de restricciones en la generación del diseño, por ejemplo, que en una misma tarjeta no se presente “presencia de un semáforo” y “presencia de tres semáforos”. Ya que esto podría generar atributos dominados además de un problema en la modelación de elecciones.

El objetivo de este ejercicio es poder obtener el orden de importancia de los atributos evaluados en la elección de ruta de los usuarios de motocicleta.

3. Análisis y resultados

Este capítulo presenta los análisis y resultados de las actividades principales de este trabajo de investigación, los grupos focales, las encuestas de preferencias declaradas y la aplicación de modelos de elección discreta. Se incluye inicialmente un análisis de la información recolectada, codificación, datos y procesamiento de la misma, tanto para los grupos focales como para las encuestas de preferencias declaradas. Posteriormente, se presentan los resultados arrojados respecto a las percepciones de los usuarios de los factores que influyen en su decisión de ruta.

3.1 Análisis de información. Enfoque cualitativo

Los datos recolectados en esta etapa de la investigación son producto principalmente de los aportes realizados por los participantes en los grupos focales.

Inicialmente se realizó la transcripción de la información recolectada a partir de las grabaciones de los grupos focales. Dado que, los grupos focales se realizan a manera de conversación dirigida en la que los participantes pueden expresar todas sus ideas sobre el tema planteado, alguna información recolectada no estaba directamente relacionada con la elección de rutas y los elementos que influyen en esta decisión, por lo que, aunque se encuentra consignada en las transcripciones, no fue seleccionada para los análisis posteriores.

Una vez finalizadas las transcripciones de los grupos focales, se realizaron varios ejercicios de selección y codificación de ideas importantes y palabras relevantes o mencionadas varias veces por los participantes.

La Figura 3-1 muestra las palabras que fueron mencionadas con frecuencia por los participantes de los grupos focales.

Figura 3-1: Palabras frecuentes grupos focales

Fuente: Elaboración propia a partir de https://wordart.com/create

El tamaño de la palabra indica la frecuencia en la que fue mencionada. De esta forma se destacan las palabras con un tamaño mayor, pues fueron mencionadas con mayor frecuencia o por un mayor número de participantes que de un tamaño menor.

Esta nube de palabras, sirvió como base para el siguiente paso de clasificación de la información que consistió en ordenar las respuestas similares o comunes entre los participantes y agruparlas en las categorías definidas antes, en la matriz de aproximación, y en algunas adicionales que resultaron de este análisis.

La información obtenida se registró en una matriz de resultados, bajo diez categorías: (i) vehículos grandes, que incluye respuestas relacionadas con buses y camiones, (ii) infraestructura, donde se clasificaron las opiniones de los participantes acerca de las vías principales, vías doble calzada o de un solo carril y estado del pavimento, (iii) congestión/velocidad, que incluye las opiniones sobre su percepción de la congestión y la presencia de semáforos en las rutas escogidas, (iv) factores para decidir ruta, donde se incluyen las respuestas que dieron los participantes a la pregunta inicial del grupo focal, donde de una manera libre y espontánea los usuarios expresaron sus ideas acerca de la

decisión de elegir una ruta para realizar sus desplazamientos, (v) iluminación, (vi) interacción con otros motociclistas, esta es una de las categorías que surgió del desarrollo de los grupos focales, aunque inicialmente no se tenía contemplada como categoría específica, (vii) vehículos más peligrosos, esta categoría al igual que la anterior, no se tenía contemplada y surgió de las respuestas dadas por los participantes de los grupos focales, (viii) retenes de policía, este tema estaba contemplado desde el inicio de los grupos focales, dadas las respuestas de los usuarios de motocicleta, fue necesario subirla a nivel de categoría para la matriz de resultados, (ix) infracciones de tránsito, (x) uso de aplicaciones móviles.

Una vez definidas las categorías de la matriz de resultados, se asignaron las respuestas que dieron los participantes en cada uno de los temas. De esta manera es posible visualizar para cada tipo de respuesta, el perfil de las personas que piensan de determinada manera.

Las respuestas dentro de cada categoría podían ser diversas, es decir se encontraron diferentes opiniones de los participantes. Sobre esto, fueron identificadas dentro de cada tema las respuestas que eran contrarias a las de la mayoría de participantes y las características de las personas que expresaron estas opiniones.

3.2 Análisis de información. Enfoque cuantitativo

Los datos recolectados en este caso, provienen directamente de las respuestas obtenidas en las encuestas de preferencias declaradas.

Se realizó una supervisión en tiempo real de la información que se iba obteniendo, de esta manera se verificaban las características de los grupos encuestados y la congruencia de las respuestas a los ejercicios presentados y así poder tomar decisiones de manera oportuna.

En esta supervisión se verificó que no se encontraran personas que siempre escogieran la misma alternativa sin importar los atributos que se presentaban en las tarjetas. Esta situación puede presentarse por un mal entendimiento de la encuesta o por que quiera abandonarse la encuesta.

Esta verificación es muy importante para un ejercicio de preferencia declarada donde el objetivo es determinar hasta qué nivel de los atributos (por ejemplo, tiempos sin o con congestión) la persona cambiaría su elección de ruta. Es decir, se busca una adecuada variabilidad en las respuestas.

Una vez que se consideró que la cantidad de encuestas era suficiente, se descargó la base de datos y se procedió a limpiar los datos, a codificar las respuestas y agruparlas.

Dado que de estas encuestas se realizarían varios tipos de análisis y modelos, fue necesario este tratamiento de los datos inicial para facilitar el procesamiento de la información.

Se separaron, por un lado, las preguntas filtro y las que tenían que ver con las características socioeconómicas y del viaje de referencia y por otro lado las respuestas de los ejercicios de decisión.

3.3 Resultados

A continuación se presentan los resultados que se dan de acuerdo los datos obtenidos y analizados articulandos desde las técnicas realizadas tanto para el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo.

3.3.1 Recolección de información

Para este trabajo de investigación se adoptó una estrategia de recolección de información que combinara elementos cualitativos y cuantitativos. Se realizaron 4 grupos focales con 18 usuarios de motocicleta y 130 encuestas de preferencias declaradas.

Los experimentos de preferencia declarada son estadísticamente eficientes, en el sentido en que cada encuestado produce no sólo una observación sino muchas en el mismo contexto de elección; a diferencia de la estimación de variables globales de la población en los que el tamaño muestral es una función del universo, los modelos de elección requieren un muestreo independiente de la población total; debido a que en este caso se busca representar el comportamiento o percepción de segmentos de individuos.

La razón de lo dicho anteriormente radica en la naturaleza de la información recogida en las encuestas de preferencia declarada. Para este tipo de ejercicios cada respuesta es asumida como un pseudo individuo (respuestas independientes en donde se pueden asumir que cada una de ellas es una persona diferente). Por ejemplo, en el caso de esta encuesta, con nueve escenarios planteados, cada respuesta es tratada y modelada como una encuesta. Es decir que con 30 encuestas se tendrían 270 datos para calibrar un modelo de elección de ruta.

El tamaño de muestra se determinó a través de la siguiente expresión matemática entregada por (Rose & Bliemer, 2013). El mínimo tamaño de muestra (n) se define como se muestra en la ecuación (3-1)

$$n \geq \frac{q}{Spa^2}\left[\Phi^{-1}\left(1-\tfrac{1}{2}\alpha\right)\right]^2 \qquad (3\text{-}1)$$

Donde:

p es la verdadera proporción de elección en la población en estudio

$q = 1 - p$, $\Phi^{-1}\left(1-\frac{1}{2}\alpha\right)$ es la inversa de la función de distribución acumulativa de un normal estándar evaluada en $1-\frac{1}{2}\alpha$

α es el nivel máximo deseado (en porcentaje) de desviación entre p y la estimación de p

S es el número de tarjetas que tiene el respondiente en cada realización del experimento.

Con la anterior expresión matemática, se fijó en 0,05 $(= 5,\%)$ el valor de α, confiabilidad de 90%, $p = 0{,}5$ y $S = 9$ se obtuvo el tamaño mínimo de muestra establecido para el levantamiento de la información: 121 encuestas.

Inicialmente, se realizó una encuesta piloto por medio de tabletas electrónicas, recolectándose un total de 28 encuestas, ejecutadas de manera presencial por el investigador. Se encuestaron personas de diferente rango de edad y estrato socioeconómico, buscando cubrir en lo posible, todas las posibilidades de segmentación

de la población. La encuesta piloto sirvió para probar y refinar todo el proceso incluyendo el diseño, recolección de datos, y análisis. Además, se tuvieron en cuenta los parámetros estimados para los diseños de la encuesta definitiva. Esta última se recolectó vía web con un total de 102 encuestas. Por lo tanto, la muestra total obtenida corresponde a 130 encuestas.

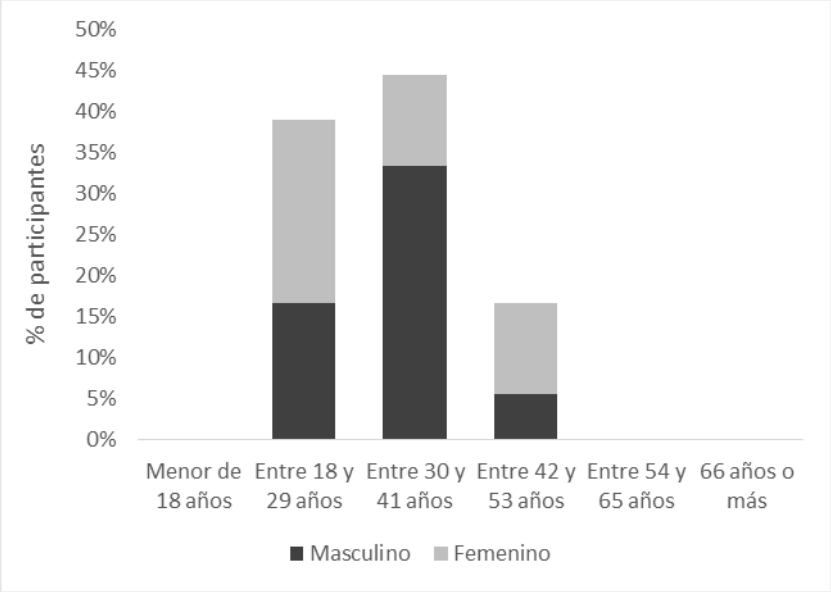
Las gráficas a continuación muestran el perfil de los participantes de los grupos focales y de los usuarios encuestados.

Perfil participantes grupos focales

De los usuarios que participaron en los grupos focales, el 56% fueron hombres y el 44% mujeres. El 44% de los participantes se encuentran en el rango entre los 30 y 41 años.

El 50% del total de mujeres que participaron de los grupos focales se encuentran entre los 18 y 29 años. Mientras que el 60% de los hombres se encuentra entre los 30 y 41 años.

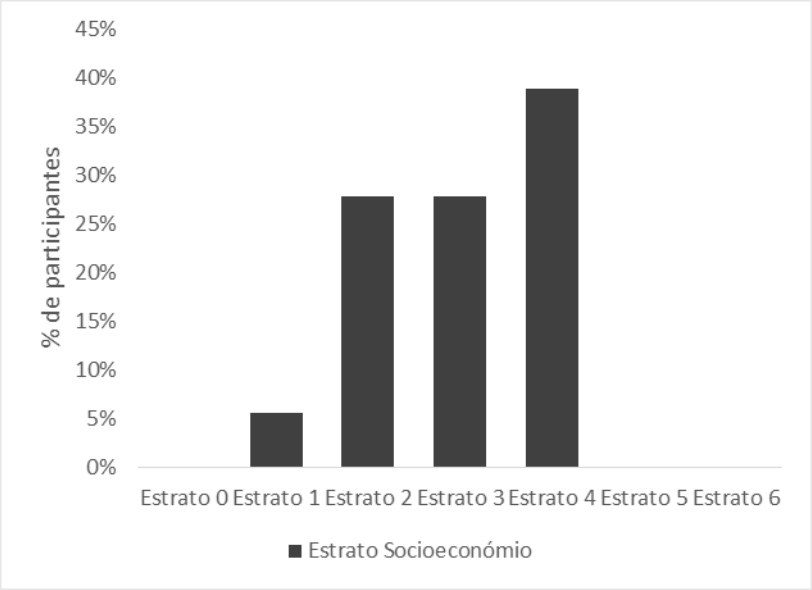
Figura 3-1: Participantes grupos focales por edad y género



Fuente: Elaboración propia

El 39% de los participantes de los grupos focales son de estrato socioeconómico 4. Los estratos 2 y 3 tienen igual porcentaje de participación con el 28% cada uno.

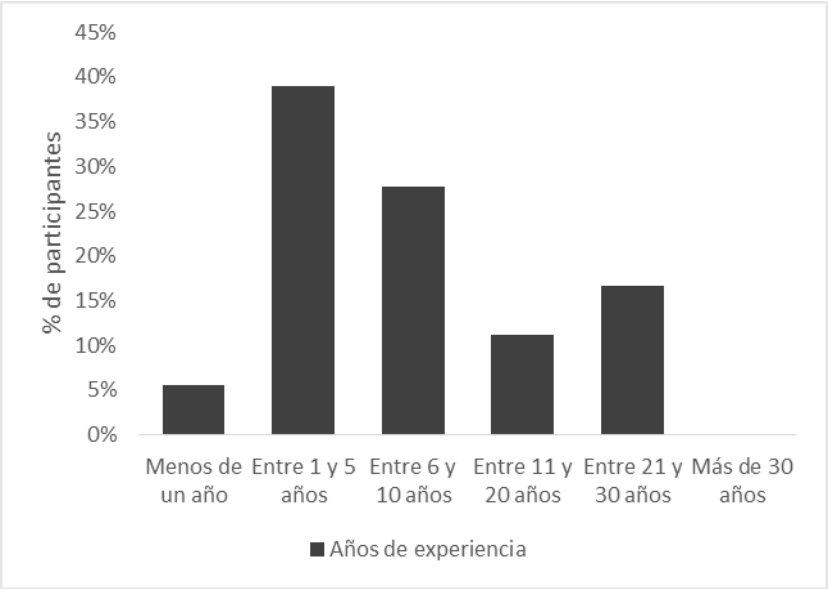
Figura 3-2: Participantes grupos focales por estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia

El 39% de los participantes manifestaron tener entre 1 y 5 años de experiencia manejando moto, mientras que el 28% tienen entre 6 y 10 años de experiencia.

Figura 3-3: Participantes grupos focales por años de experiencia manejando moto

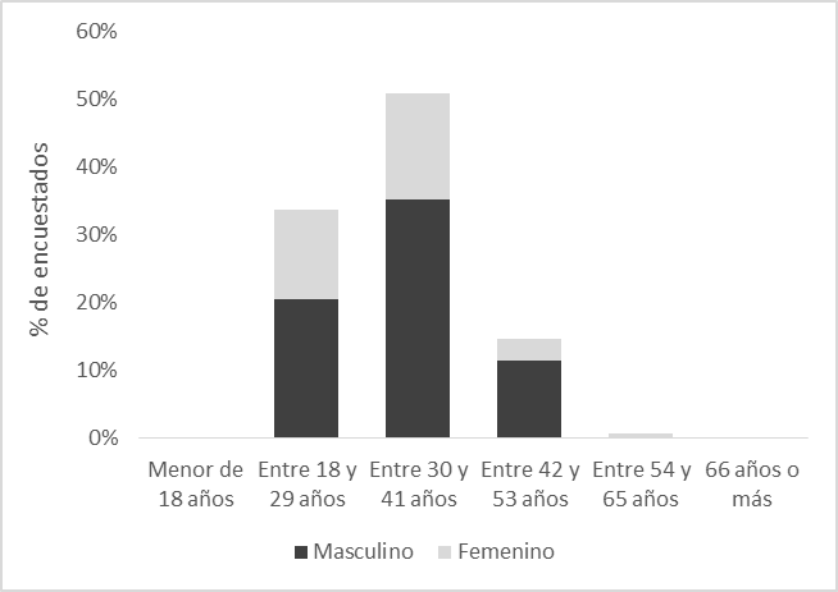


Fuente: Elaboración propia

Perfil Encuestados - PD

La participación de los encuestados por género se dividió en 66.7% hombres y 33.3% mujeres, de diferentes rangos etarios con mayor proporción de personas con edades comprendidas entre los 30 y 41 años.

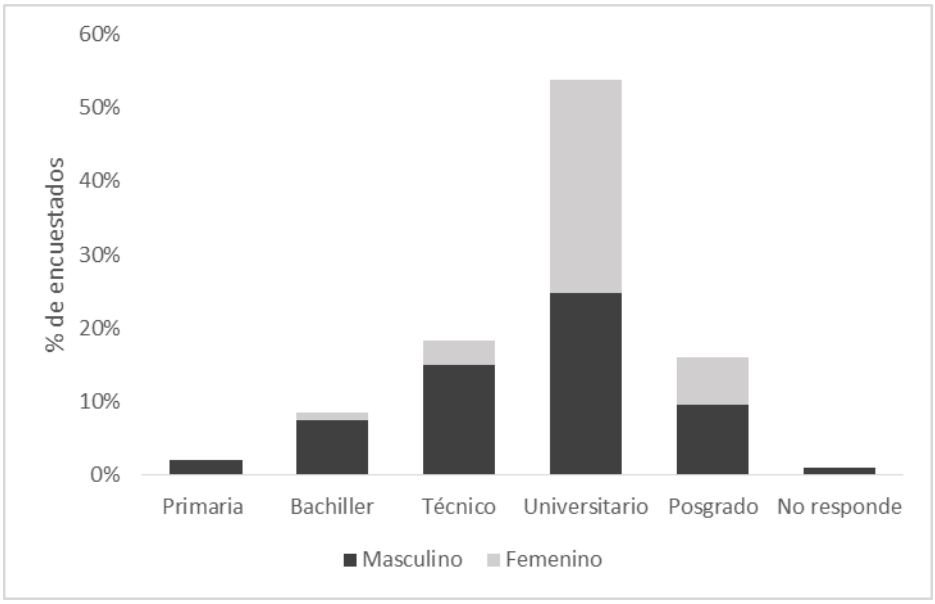
Figura 3-4: Encuestados por edad y género



Fuente: Elaboración propia

Considerando el género y el nivel de escolaridad, se observó que el 88% de los encuestados tienen formación técnica (18%), universitaria completa (50%) o posgrado (16%), con igual proporción para cada género. Sin embargo, hay una mayor proporción de hombres con formación técnica, secundaría y primaria

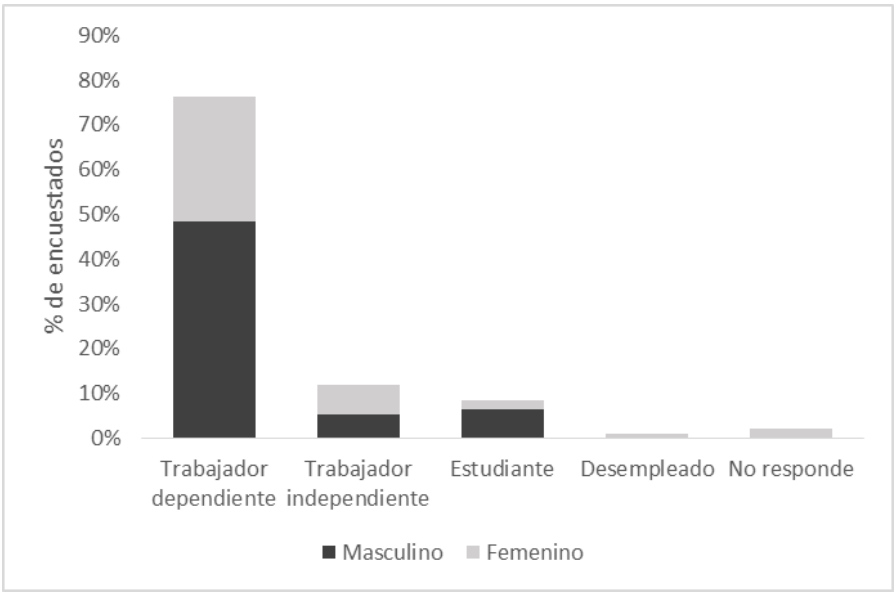
Figura 3-5: Nivel de escolaridad y género de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

En relación con la ocupación principal de las personas que contestaron la encuesta, se encuentra que el 88% son trabajadores (76% dependientes y 11% independientes), 8% estudiantes, 2% no respondió y el 1% restante es desempleado

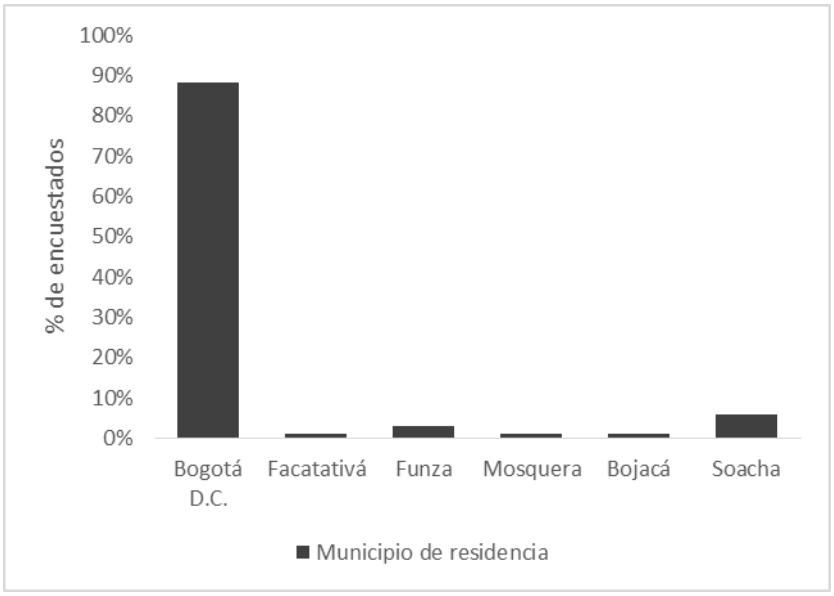
Figura 3-6: Ocupación principal y género de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

Dado que se tomó información de viajes de la población del área metropolitana de Bogotá, se observa que se logró obtener una muestra de varios de los municipios que la conforman, en donde el 88% de los encuestados son residentes de Bogotá, el 6% de Soacha, el 3% de Funza y el 3% restante se divide entre Facatativá, Mosquera y Bojacá.

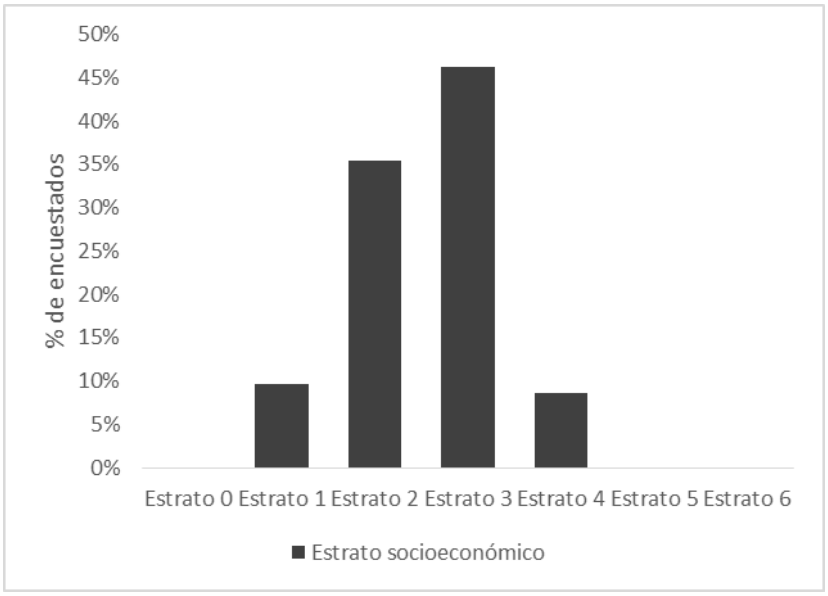
Figura 3-7: Lugar de residencia de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

El 82% de los encuestados son principalmente miembros de hogares clasificados con estrato socioeconómico 2 o 3 y el 18% restante corresponden a estrato 1 o 4.

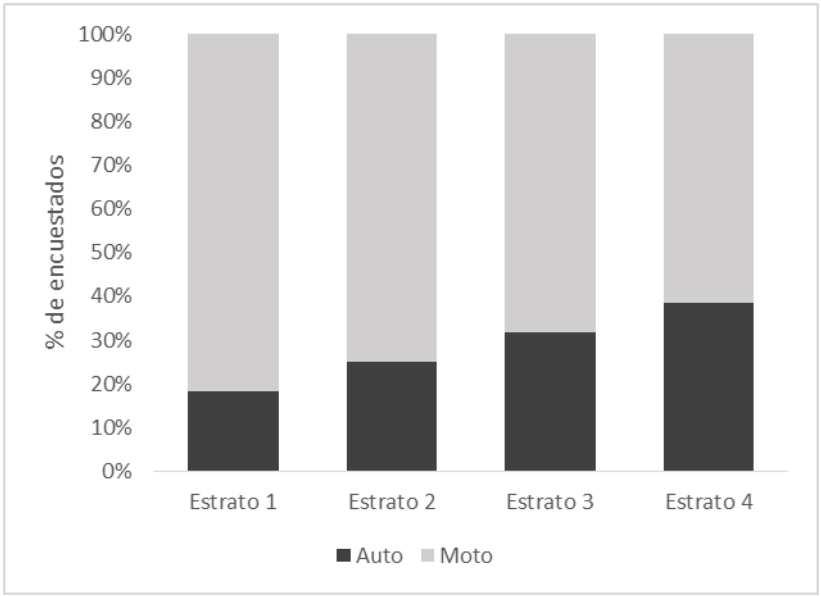
Figura 3-8: Estrato socioeconómico del hogar del encuestado



Fuente: Elaboración propia

Relacionando el estrato socioeconómico del encuestado con el número de vehículos en el hogar, se encuentra que en la medida que aumenta el estrato la disponibilidad de automóviles en el hogar aumenta, mientras que la disponibilidad de motocicletas tiende a disminuir.

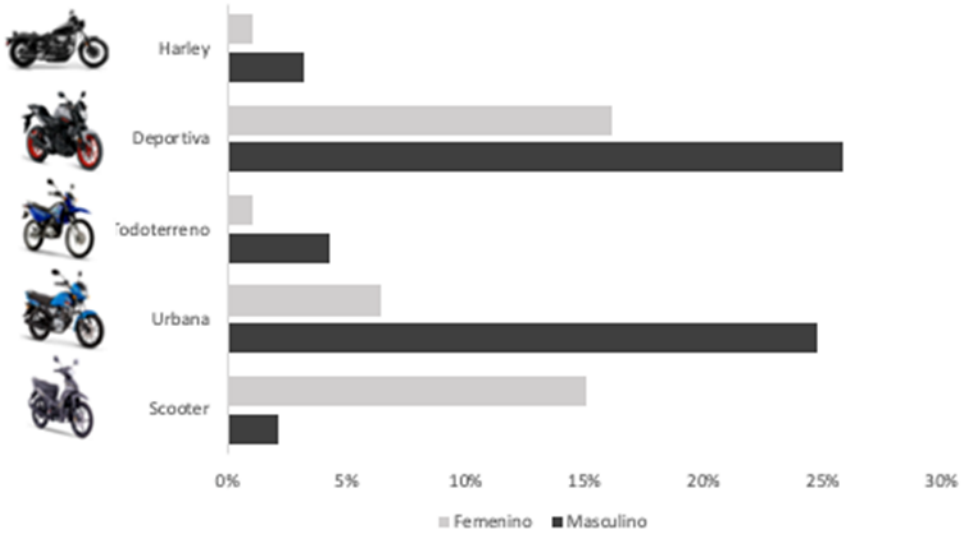
Figura 3-9: Disponibilidad de auto y moto en el hogar por estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia

En los datos recolectados se puede encontrar una variabilidad en las características de los viajes. En donde el 86% de los encuestados describieron un viaje con motivo trabajo, el 5% realizó un viaje con motivo de estudio y el restante 9% fue con motivo compras, recreación, salud u otros motivos. En la siguiente figura se observa la tipología de las motocicletas utilizadas por los encuestados en los viajes que describieron. Siendo la deportiva la más utilizada (41%), seguida por la urbana (32%) y el scooter (17%). Cabe resaltar la diferencia existente en la preferencia de tipología por género, el género femenino prefiere motocicletas de estilo scooter o deportiva, en cambio el masculino prefiere las deportivas o la urbana.

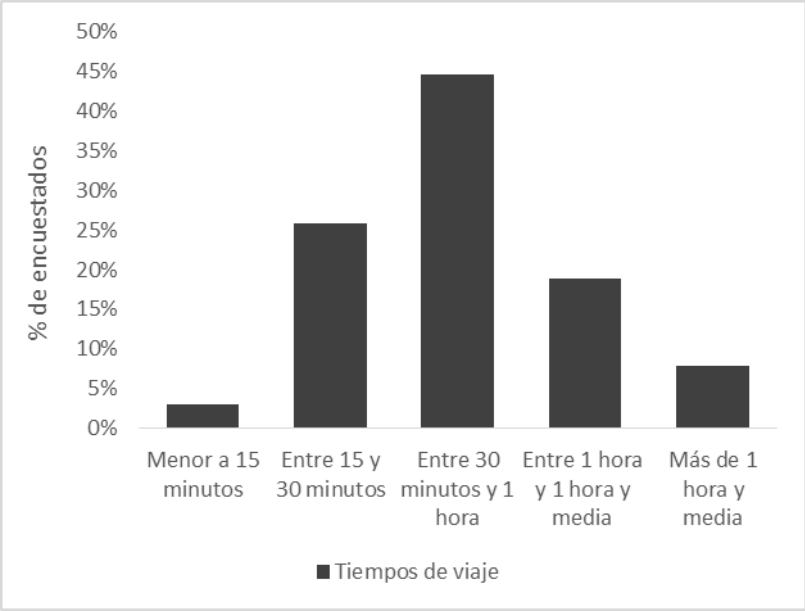
Figura 3-10: Tipología de motocicleta por género



Fuente: Elaboración propia

La Figura 3-11 muestra la distribución de la duración de viajes de referencia. Se observa que el 73% de los recorridos tienen una duración menor a 1 hora, siendo la duración promedio de aproximadamente 60 minutos. Sin embargo, el promedio para un día hábil es de 57 minutos y de 1 hora y 12 minutos para día no hábil. Lo que indica que los fines de semana se realizan recorridos de mayor distancia o por no haber pico y placa la congestión vehicular aumenta lo que implica mayores tiempos de viaje.

Figura 3-11: Distribución de los tiempos de viajes



Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia de recolección de información permitió conocer de cerca los parámetros o elementos que influyen en la decisión de ruta de los motociclistas y posteriormente evaluar estos parámetros a través de modelos de elección discreta y así hallar una ponderación matemática que permita aplicar estos resultados a un modelo de transporte y lograr una mejor representación de los vehículos tipo moto.

3.3.2 Parámetros de elección de ruta identificados

Como resultado del desarrollo de grupos focales y el análisis de la información obtenida, se identificaron los parámetros que inciden en la decisión de ruta de los usuarios de motos en la ciudad de Bogotá.

El tiempo de viaje es el principal factor de decisión de una persona que realiza un desplazamiento para cumplir una tarea, llegar a un destino o cumplir un objetivo, como ir a estudiar, trabajar, hacer compras, etc. Para los motociclistas la ruta más rápida también es importante, sin embargo, estos usuarios tienen características especiales que los hacen vulnerables por lo que además de pensar en la ruta más rápida, se piensa que sea también la ruta más segura.

"Hay dos tipos de motociclistas, el que ya se cayó y el que falta por caerse"

"Es muy fácil caerse"

"Cualquier cosa hace que uno se caiga"

"No es tanto un tema de tiempo. Nos importa el trancón por los factores asociados, más allá por el tiempo".

Es así, como en el transcurso de la investigación se identificaron otros parámetros importantes en la elección de ruta, además del tiempo de viaje. A continuación, se presentan estos elementos:

Estado del pavimento

El estado del pavimento representa para los motociclistas un factor determinante para escoger una ruta u otra. Para los usuarios de moto, el estado del pavimento no afecta únicamente al vehículo, como puede pensarse para un conductor de automóvil, si no que representa un riesgo para su integridad personal.

"Yo prefiero demorarme más pero que tenga el pavimento bueno. Por seguridad un hueco en moto es terrible."

"Es mejor que no tenga huecos porque eso hace que uno vaya más rápido porque los huecos lo hacen frenar mucho a uno."

"Si uno no conoce puede caer en una trampa mortal (huecos)"

"Uno es el chasis."

Vehículos grandes

Otro de los factores que fue identificado como relevante para los motociclistas a la hora de escoger una ruta es la presencia de vehículos grandes, camiones y buses, especialmente los de transporte público.

La percepción de los usuarios sobre estos vehículos es que representan un riesgo alto para ellos, por su tamaño y la falta de visibilidad que tienen hacia las motocicletas, en palabras de un participante de los grupos focales, estos vehículos son “intimidantes”.

“Los evito”

“Me meto entre carros para alejarme”

“Me cambio de carril”.

“De esos vehículos (grandes) puede salir una piedra, puede desprenderse parte de la carga, puede salir un perno o puede coger un hueco y salen un montón de cosas que pueden hacerle daño a uno.”

“Ellos (SITP) no tienen espejos ni condiciones de visibilidad adecuada para ver las motos”

“Es el vehículo más peligroso, (SITP) incluso más que las mulas”

Otro de los factores asociados a la presencia de vehículos grandes en una vía es la contaminación, que de estos vehículos pasa directamente a los motociclistas.

“Contaminan mucho y me trago ese humo.”

Congestión/presencia de vehículos.

Una de las ideas que se tienen sobre los motociclistas y su comportamiento, es que por la flexibilidad y el tamaño del vehículo, la congestión no les importa o no influye en sus decisiones. Sin embargo, con esta investigación se puede afirmar que, aunque es cierto que la moto es de alguna manera un vehículo flexible que puede evadir la congestión, ésta si es un factor importante, pero tal vez no por las mismas razones que la congestión es importante para un conductor de otro tipo de vehículo si no por factores asociados como la contaminación, la incomodidad de transitar con vehículos a lado y lado y la interacción con buses y camiones o incluso la interacción con otras motocicletas, puede resultar peligroso para ellos.

“La congestión es un tema de incomodidad también, no solo de tiempo.”

“En la escala de los vehículos más peligrosos son las otras motos.”

"Yo siento que el mayor peligro para uno como motociclista son los otros motociclistas que van en esa competencia por ir más rápido."

"Tenemos más roces con los otros motociclistas que con vehículos de otro tipo."

Una vía muy congestionada, dificulta para los motociclistas lo que consideran como una de sus más grandes ventajas y es transitar entre los vehículos que se encuentran detenidos, ya que los espacios que normalmente utilizan para realizar esta maniobra, está ocupado por otras motos.

Semáforos

La presencia de semáforos en la vía es uno de los factores que algunos de los motociclistas considera importante para escoger una ruta u otra. Este parámetro está asociado al tiempo de viaje, pero también en ciertos sectores puede relacionarse con inseguridad, ya que parar en un semáforo puede representar la oportunidad para ser víctimas de robo, incluso de la motocicleta.

"Evito los semáforos porque me quitan tiempo."

"Son peligrosos, me atracan, me roban la moto."

Iluminación

La mayoría de los motociclistas tienen la percepción que la noche es crítica, por lo que es probable que una ruta que toman de día, no la escojan de noche si ésta tiene una mala iluminación. En esta categoría, la seguridad personal vuelve a jugar un papel determinante, ya que sin una buena iluminación, aumenta el riesgo para ellos por mal estado del pavimento o ser víctimas de un ataque personal.

"De noche no se ve nada, las motos no tienen un sistema de iluminación buena."

"En la noche, es como si cambiaran todas las condiciones."

"No tomo una vía oscura"

"Prefiero rutas iluminadas"

"Es peligroso si no hay iluminación"

Retenes de policía

Este es un factor que puede ser variable en el tiempo y en el espacio, por lo que es difícil tenerlo en cuenta para planear con anticipación un viaje y escoger una ruta. A pesar de esto, para algunos motociclistas la presencia de un retén de policía en la vía puede hacer que desvíe de la ruta inicialmente planeada. Este es un factor que divide las opiniones dentro de los motociclistas, para algunos es importante y para otros es indiferente. Algunas de las opiniones más comunes sobre los retenes de policía es que la ley es mucho más estricta para las motocicletas que para los demás vehículos y por esta razón, las multas o inmovilización de las motocicletas dependen en ocasiones del criterio del agente que se encuentre haciendo la revisión.

"*Los evito porque me quitan tiempo."*

"Es muy fácil inmovilizar una moto."

"Son determinantes para escoger rutas."

"No tomo decisiones por presencia de policía."

"Si veo un retén yo me desvío y doy una vuelta muy larga a pesar de llevar todo al día."

"No hay un estándar real, siempre está a disposición del policía, la norma es tan abierta que siempre está a criterio del policía si lo quiere hacer o no."

3.3.3 Modelos de elección discreta aplicados

A partir de los datos recolectados en las encuestas PD se estimaron modelos de elección discreta, siendo los tipos logit los más utilizados en la planificación de transporte. Este tipo de modelos predicen la probabilidad de que un individuo elija una alternativa en función de sus características propias y las de todas las alternativas disponibles de tal manera que se maximice su beneficio o satisfacción personal. Para esto es necesario construir una función de utilidad que se compone de dos elementos:

- Una parte determinística integrada por atributos observables y medibles por el modelador (ejemplo: tiempo de viaje, costo del peaje, etc.).
- Una parte aleatoria que incluye todos los aspectos que el modelador no puede conocer o medir.

La ecuación (3-2), presenta la estructura de la función de utilidad:

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{in} \quad (3\text{-}2)$$

Donde,

V_{ni} es la utilidad determinística, observable o medible asociada al modo i e individuo n

ε_{in} Corresponde al error aleatorio asociado al modo i e individuo n; es decir, todo aquello que el modelador no conoce.

En este caso particular la variable V_{ni} está definida por la ecuación (3-3)

$$V_{ni} = \beta_i \cdot x_i + \beta_n \cdot x_n \quad (3\text{-}3)$$

Donde,

x_i es el conjunto de características de la alternativa (costo, tiempo de viaje, etc.)

x_n es el conjunto de características del individuo (propósito del viaje, genero, ingreso, etc.)

y β_i y β_n representan el efecto de las características de cada alternativa y del individuo en la “utilidad” o “satisfacción” percibida. Estos son los parámetros por estimar.

Los modelos logit multinomial se utilizan para modelar estructuras sencillas donde todos los errores ε_{in} provienen de funciones Gumbel idénticamente distribuidas. La forma general de estos modelos es la que se indica en la ecuación (3-4)

$$P_{ni} = \frac{e^{Vni}}{\sum_{Aj \in A(n)} e^{Vnj}} \quad (3\text{-}4)$$

Donde:

P_{ni}: Probabilidad de que el individuo “n” escoja la alternativa “i”

$A(n)$: Alternativas

Se probaron varias estructuras de modelo de elección incluyendo: logit multinomial, logit mixto con parámetros aleatorios y logit mixto con componentes de error, resultando el logit multinomial el que resultó con mejor bondad de ajuste para este ejercicio.

Para la estimación de los modelos se utilizó el software Apolo, (Hess & Palma, 2019), el cual es un nuevo, poderoso y flexible paquete gratuito de R. Se utilizaron modelos logit multinomial para encontrar las variables que mejor describan la elección de las personas, basado en términos estadísticos y en consistencia con la teoría microeconómica. Se utilizó la siguiente formulación genérica, ecuación (3-5) para las funciones de utilidad de los modelos:

$$V_i = B_{tviaje_pavb} * Tviaje_{pavb_i} + B_{tviaje_{pavr}} * Tviaje_{pavr_i} + B_{tviaje_{pavm}} * Tviaje_{pavm_i} + B_{tviaje_camp} * Tviaje_camp_i + B_{tviaje_camg} * Tviaje_camg_i + B_{tviaje_bus} * Tviaje_bus_i \quad (3\text{-}5)$$

El subíndice i se refiere a cada una de las alternativas del experimento y donde:

$Tviaje_{pavb_i}$: Es el tiempo de viaje en un pavimento en buen estado de cada individuo en la alternativa i

$Tviaje_{pavr_i}$: Es el tiempo de viaje en un pavimento en regular estado de cada individuo en la alternativa i

$Tviaje_{pavm_i}$: Es el tiempo de viaje en un pavimento en mal estado de cada individuo en la alternativa i

$Tviaje_{camp_i}$: Es el tiempo de viaje bajo la presencia de camiones pequeños para cada individuo en la alternativa i

$Tviaje_{camg_i}$: Es el tiempo de viaje bajo la presencia de camiones grandes para cada individuo en la alternativa i

$Tviaje_{bus_i}$: Es el tiempo de viaje bajo la presencia de buses para cada individuo en la alternativa i

Se optó por estimar parámetros específicos, además por tratarse de un ejercicio de elección no etiquetado no se calculan constantes específicas para las alternativas presentadas. (Hensher, Rose, & Greene, 2015).

3.3.4 Orden y ponderación de los parámetros encontrados

Una vez definida la formulación descrita en el numeral anterior y con una muestra de 130 personas se estimó un modelo logit multinomial, que arrojó los resultados que se presentan en la Tabla 3-1:

Tabla 3-1: Resultados de estimación del modelo logit multinomial estimado

Parámetro estimado	**Valor**	**Test t - robusto**
Tiempo de viaje – Pavimento buen estado	-0.01001	-1.78213
Tiempo de viaje – Pavimento regular estado	-0.01383	-1.91013
Tiempo de viaje – Pavimento mal estado	-0.0211	-4.10678
Tiempo de viaje – Camión pequeño	-0.00205	-0.40493
Tiempo de viaje – Camión grande	-0.02042	-2.8121
Tiempo de viaje – Bus	-0.01114	-1.91519
Número de observaciones	1148	
Número de personas	130	
Parámetros estimados	6	
Log-verosimilitud	-766.17	

Fuente: Elaboración propia

En este modelo, todos los parámetros importantes tienen el signo esperado y son significativos al 90 % de confianza. Dado que, los parámetros que se evalúan afectan de cierta manera la función de utilidad de las personas, el signo negativo se considera correcto para esta interpretación. A pesar de que el tiempo de viaje con presencia de camiones livianos no tiene una significancia mayor al 90%, posee el signo correcto, es decir, entre más sea el tiempo de viaje bajo esta condición más negativo sería para la

persona. Teniendo en cuenta lo anterior y por tratarse de un parámetro importante se considera apropiada esta formulación. (Ortúzar & Willumsen, 2011).

Se observa que un minuto de tiempo de viaje en un pavimento en mal estado es lo que más genera desutilidad a los usuarios de motocicletas, esto puede deberse a que la presencia de baches en la vía representa un peligro para su integridad personal porque se ven obligados a realizar maniobras para evitar caídas o daños a su motocicleta.

La presencia de camiones grandes en la vía, es otro parámetro que como el mal estado de pavimento genera desutilidad a los usuarios de motocicleta, en este caso y según lo manifestado por los participantes en los grupos focales, puede tener relación con la percepción de inseguridad que les generan estos vehículos, la incomodidad por compartir con ellos la vía y la contaminación a la que se exponen.

De acuerdo con los resultados presentados, la Tabla 3-2 presentan los parámetros evaluados en los modelos y el orden de importancia encontrado:

Tabla 3-2: Orden de importancia de parámetros evaluados en el ejercicio 1 de PD

No.	Parámetro
1	Tiempo de viaje en un pavimento en mal estado
2	Tiempo de viaje con presencia de camiones grandes
3	Tiempo de viaje en un pavimento en regular estado
4	Tiempo de viaje con presencia de buses
5	Tiempo de viaje en un pavimento en buen estado
6	Tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños.

Fuente: Elaboración propia

A pesar que los resultados anteriores se consideran satisfactorios, se decidió buscar un modelo con mayor capacidad explicativa. Por lo tanto, se incluyeron variables que pudieran capturar la heterogeneidad en los gustos.

Las variaciones sistemáticas de los gustos (VSG) que resultó significativa corresponde a la interacción entre el atributo de tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños y el género de la persona. Se realizó una modificación al parámetro de tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños en la función de utilidad, que se muestra en la ecuación (3-6)

$$B_{tviaje_camp_gen} = B_{tviaje_camp} * (Tviaje_{camp_i} + B_{tviaje_{camp_{FEM}}} * Tviaje_{camp_i} * FEM) \quad (3\text{-}6)$$

Donde:

$Tviaje_camp_i$: Es el tiempo de viaje bajo la presencia de camiones pequeños para cada individuo en la alternativa i

FEM : Es una variable dummy que toma el valor de 1 si la persona pertenece al género femenino

Por lo tanto, si la persona pertenece al género masculino la variable FEM y $B_{tviaje_camp_FEM}$ toman el valor de cero. En la Tabla 3-3 se pueden observar los resultados del modelo estimado:

Tabla 3-3: Resultados de estimación del modelo logit multinomial estimado con variación sistemática de los gustos

Parámetro estimado	**Valor**	**Test t – robusto**
Tiempo de viaje – Pavimento buen estado	-0.007889	-1.38778
Tiempo de viaje – Pavimento regular estado	-0.013910	-2.15112
Tiempo de viaje – Pavimento mal estado	-0.02144	-4.50957
Tiempo de viaje – Camión pequeño	-0.00189	-1.86494
Tiempo de viaje – Camión pequeño	-0.02197	-3.71957
Tiempo de viaje – Bus	-0.01292	-2.91003
Tiempo de viaje – Camión pequeño – Femenino	3.16007	1.43312
Número de observaciones	1148	
Número de personas	130	
Parámetros estimados	7	
Log-verosimilitud	-764.59	

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la mayoría de los parámetros aumentan su significancia estadística, además se presenta una ganancia en la verosimilitud del modelo. Si la persona pertenece al género femenino la presencia de camiones pequeños es 4 veces más penalizada que para el caso del género masculino.

Ejercicio PD-BW (Best – Worst)

Para el segundo ejercicio PD (Best – Worst), se estimó un modelo MNL para evaluar el peso que podrían tener atributos cualitativos en la elección de ruta de las personas. Existe evidencia que las elecciones que realizan las personas en las dos etapas (best y worst) no necesariamente es simétrica (Giergiczny et al., 2017; Larranaga et al., 2019), por lo tanto, es necesario calcular un factor para escalar la varianza de los errores entre los dos tipos de ejercicios para su estimación conjunta. Además, es importante verificar que la estimación conjunta tiene mejor bondad de ajuste que los modelos por separados. Para esto se realizó la metodología propuesta por Louviere et al. (2000)(Larranaga et al., 2019). Primero, se estiman modelos por separado y se observan cuáles parámetros pudieran considerarse del mismo dominio. Una vez realizado este análisis se estima un modelo conjunto y se compara con los resultados de los dos modelos por separado a través de una prueba de chi cuadrado (Ortúzar & Willumsen, 2011, p. 325).

Donde:

$$LR = -2(L(\theta^{Best-Worst}) - (L(\theta^{Best}) + L(\theta^{Worst}))\sim\chi^2_K \quad (3\text{-}7)$$

k corresponde al número de parámetros en común entre los modelos Best y Worst, $L(\theta^{Best-Worst})$ corresponde al log-verosimilitud final del modelo conjunto, $L(\theta^{Best})\ y\ L(\theta^{Worst})$ son la verosimilitud final de los modelos por separado.

Por lo tanto, si LR es menor que el valor de chi cuadrado con k grados de libertad, el modelo conjunto es preferido que los modelos por separado.

En la Tabla 3-4 se puede observar los resultados de la prueba de chi cuadrado para los modelos escogidos. Se tuvieron en cuenta los 13 parámetros en comunes. Al tener LR un valor negativo, se concluye que el modelo conjunto tiene una mejor bondad de ajuste que los modelos por separado

Tabla 3-4: Test de verosimilitud para los modelos con datos best - worst

Parámetro estimado	Valor
$L(\theta^{Best})$	-882.65
$L(\theta^{Worst})$	-937.99
$L(\theta^{Best-Worst})$	-1752.003
LR	-137.274
K	13

Fuente: Elaboración propia

Se estimó un modelo para intentar capturar el efecto panel del ejercicio, es decir, el error que se genera por tener diferentes observaciones respondidas por la misma persona, sin embargo, no se evidenció una diferencia significativa en la verosimilitud del modelo.

En la Tabla 3-5 se observan los resultados obtenidos del modelo logit multinomial combinando los dos tipos de datos.

Tabla 3-5: Resultados del modelo logit estimado para el ejercicio BW

Parámetro estimado	Valor	Test t - robusto
Con alumbrado público	3.0113	11.51
Sin alumbrado público	0.4521	2.13
Un semáforo en la vía	2.6450	9.75
3 semáforos en la vía	2.0393	7.10
5 semáforos en la vía	1.3451	5.65
Vía con un carril por sentido	1.2908	4.21
Vía con dos o más carriles por sentido	3.7557	14.19
40% del tiempo de viaje con presencia de camiones grandes	0.4087	2.43
40% del tiempo de viaje con presencia de buses	1.5087	5.70
40% del tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños	2.2445	9.04

Parámetro estimado	Valor	Test t - robusto
60% del tiempo de viaje con presencia de camiones grandes	0	NA
60% del tiempo de viaje con presencia de buses	0.9524	4.39
60% del tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños	1.6139	7.45
Probabilidad de retén policial en la vía	0.8030	3.04
Factor de escala – Datos worst	0.8592	8.06
Número de observaciones	726	
Número de personas	121	
Parámetros estimados	13	
Log-verosimilitud	-1752.003	

Fuente: Elaboración propia

En este tipo de ejercicio cada variable se trata como dummy. Al ser la estimación del logit basada en diferencias, se hace necesario fijar uno de los parámetros en cero y los resultados se obtienen con base a la alternativa fijada. Se decidió fijar la alternativa de 60% del tiempo de viaje con presencia de camiones grandes.

De los resultados obtenidos se puede decir que todos los parámetros estimados poseen una significancia estadística mayor al 95%. Además, los resultados son coherentes en vistos en un sentido microeconómico, por ejemplo, si la persona tuviera el 60% de su tiempo de viaje con presencia de buses sería más penalizado que si tuviera el 40% de su tiempo de viaje con presencia de este mismo tipo de vehículo.

Entre los tres tipos de vehículos pesados (buses, camiones grandes y pequeños), los camiones grandes son los que presentan mayor desutilidad a los usuarios de motocicletas, seguido de los buses y por último los camiones pequeños. Estos resultados son congruentes con los encontrados en los modelos de elección presentados anteriormente.

Con el fin de facilitar la interpretación de las puntuaciones del logit, se transforman los valores positivos en una escala de proporción, donde la suma de puntuaciones es igual a

100. Al utilizar una escala de proporción, una puntuación de 4 es el doble de preferible que una puntuación de 2. Los pesos de los atributos fueron estimados basados en la siguiente formula (Larranaga et al., 2019):

$$Puntaje_i = \frac{e^{ASCi}}{\sum_j e^{ASCj}} \quad (3\text{-}8)$$

Donde $ASCj$ es la constante específica de cada alternativa la cuales fueron presentadas en la tabla 3.4.

En la Tabla 3-6 se presentan los resultados de las puntuaciones escaladas para los atributos de ruta presentes en usuarios de motocicleta:

Tabla 3-6: Orden ponderado de las preferencias en los atributos de ruta para los usuarios de motocicleta

Parámetro	Puntaje
Vía con dos o más carriles por sentido	34.89
Con alumbrado público	16.57
Un semáforo en la vía	11.49
40% del tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños	7.694
3 semáforos en la vía	6.27
60% del tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños	4.09
40% del tiempo de viaje con presencia de buses	3.69
5 semáforos en la vía	2.96
Vía con un carril por sentido	2.11
60% del tiempo de viaje con presencia de buses	1.92
Probabilidad de retén policial en la vía	1.82
Sin alumbrado público	1.28
40% del tiempo de viaje con presencia de camiones grandes	1.22
60% del tiempo de viaje con presencia de camiones grandes	0.82

Fuente: Elaboración propia

La presencia de vías con dos o más carriles es la característica con mayor preferencia para los usuarios de motocicleta. En este tipo de vía se presentan pocas interrupciones en el tráfico, hay probabilidad de que la velocidad a la que se circule sea a flujo libre y el sobrepaso de vehículos se puede hacer de manera fácil en comparación de una vía con un carril por sentido. En orden de preferencia tener una vía con dos o más carriles es 11.7 veces más preferible que tener una vía con un carril por sentido.

La segunda característica con mayor preferencia es la presencia de alumbrado público en la vía. Esto puede deberse a la relevancia que tiene la visualización de la vía y la mejora en la percepción de seguridad que genera la presencia de luz artificial. Esta característica es 12,92 veces más preferible que no tener alumbrado público.

La tercera característica con mayor preferencia es la presencia de solo un semáforo en la ruta. Esta es 1.83 veces más preferible que tener 3 semáforos y 3.66 veces más que tener 5 semáforos en la ruta. La presencia de semáforos toma importancia por las interrupciones en sus desplazamientos y como lo manifestaron en los grupos focales puede tener que ver con la percepción de inseguridad que en ciertos sectores les genera parar en los semáforos.

Como se mencionó anteriormente la presencia de camiones pequeños es más preferible que tener buses o camiones grandes en la ruta.

La probabilidad de tener un retén policial en la ruta es una característica que los usuarios de motocicletas ven muy negativo, esto puede deberse al tiempo que pierden en el retén policial sumado a la probabilidad de inmovilización de la motocicleta.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

A partir de la estrategia de recolección de información y de la investigación cualitativa que se implementó en este trabajo, se lograron resultados concretos de un tema del cuál no existía un punto de partida claro como es la decisión de ruta de los motociclistas. La realización de grupos focales sirvió de base para el diseño de la encuesta de preferencia declarada y de esta manera, la recolección de datos y el análisis de los mismos fue más eficiente.

Como resultado de la implementación de grupos focales se identificaron las siguientes variables que inciden en la decisión de ruta de los motociclistas: (i) número de carriles, (ii) alumbrado público, (iii) presencia de semáforos, (iv) presencia de camiones grandes, (v) presencia de camiones pequeños, (vi) presencia de buses de servicio público (vii) retenes de policía, (viii) estado del pavimento, (ix) cantidad de vehículos o nivel de congestión. Estos factores están relacionados principalmente con la afectación sobre su seguridad personal y con la sensación de vulnerabilidad que tienen los usuarios de moto por no contar con suficientes elementos de seguridad.

Aunque tradicionalmente se cree que a las motos no les afecta la congestión, con esta investigación se evidenció que es una condición muy importante que tienen en cuenta a la hora de escoger una ruta u otra para realizar un desplazamiento. Además de la afectación en sus tiempos de viaje, la congestión representa para los motociclistas, incomodidad por interactuar muy de cerca con vehículos de grandes dimensiones como camiones y buses de servicio público y exponerse a niveles de contaminación y emisión de gases que afectan su salud.

Basados en la cantidad de atributos que tienen en cuenta los motociclistas a la hora de escoger una ruta, se realizaron dos ejercicios de preferencia declarada. Un primer

ejercicio de elección basado en atributos de tiempo de viaje bajo diferentes condiciones donde se incluyeron presencia de vehículos grandes (buses y camiones) y estado de pavimento; de este ejercicio, se pudo establecer una segmentación clara en las preferencias a la hora de escoger una ruta dependiendo del sexo de la persona. Para las mujeres es cuatro veces más penalizado la presencia de camiones pequeños que para los hombres.

Se encontró que, los factores evaluados, tienen un orden de importancia: en primer lugar el tiempo de viaje en un pavimento en mal estado, seguido del tiempo de viaje con presencia de camiones grandes, el tiempo de viaje en un pavimento en regular estado, el tiempo de viaje con presencia de buses,el tiempo de viaje en un pavimento en buen estado y por último se encontró el tiempo de viaje con presencia de camiones pequeños.

En el segundo ejercicio de elección Best-Worst donde se incluyeron todos los atributos identificados en los grupos focales, se evidenció que entre las características evaluadas para los usuarios de motocicletas la preferida es la posibilidad de tener una vía con dos o más carriles por sentido. Esto se debe a que en este tipo de vías se presentan pocas interrupciones en el tráfico y hay mayor probabilidad de sobrepaso de vehículos que en una vía con un carril por sentido. De acuerdo con los resultados del ejercicio de Best-Worst, con el cuál se obtuvo un puntaje para cada parámetro, se puede determinar que los motocilcistas prefieren transitar con una vía con dos o más carriles por sentido, y lo que les genera mayor desutilidad es encontrarse en su recorrido con la presencia de camiones grandes. Se resalta que ambos ejercicios de elección, el resultado final tuvo una alta robustez estadística.

Por lo general, el valor de la verosimilitud final de los modelos por separado suele ser menor que la verosimilitud final de un modelo combinado o restringido, ya que este valor se encuentra relacionado con la cantidad de parámetros que tenga el modelo. Sin embargo, en este ejercicio, la estimación del modelo combinado presentó mejor bondad de ajuste que la estimación de los modelos con los datos por separado.

En este trabajo se encontró que la investigación cualitativa sirvió para verificar e interpretar de una mejor manera los resultados de las encuestas de preferencias

declaradas. Es decir, los resultados de los modelos de elección discreta resultaron coherentes con lo manifestado por los participantes de los grupos focales.

Teniendo en cuenta que los estudios de transporte se realizan tradicionalmente a través de métodos cuantitativos, este trabajo evidencia que la investigación mixta es una herramienta valiosa con la cuál es posible a través de métodos cualitativos y cuantitativos tener una mejor calidad de los resultados e interpretarlos integralmente para la solución de los problemas propuestos.

Con los resultados encontrados, es posible afirmar que los algoritmos de asignación en los modelos tradicionales de transporte, ameritan una revisión en cuanto a los aspectos que influyen en la motocicleta en el sub-modelo de asignación. Es necesario evaluar la pertinencia de incluir otras penalidades o impedancias específicas para las motos, asociadas a los factores encontrados en este trabajo.

4.2 Recomendaciones

Esta investigación se concentró en usuarios de moto en la ciudad de Bogotá, sin embargo, para otras ciudades se recomienda indagar acerca de características propias de cada región que podrían influir en la decisión de ruta de los usuarios de moto en esos lugares. Pueden existir otros factores que en este trabajo no resultaron relevantes pero en otras ciudades puede que si lo sean, como condiciones extremas de topografía o clima.

Los resultados de los modelos de elección arrojaron que, los usuarios valoran de manera similar la presencia de buses y camiones, sin embargo, en la investigación cualitativa los comentarios de los participantes de los grupos focales, mostraban una mayor prevención por la presencia de vehículos de transporte público. Al respecto, se recomienda tener en cuenta este resultado y de ser necesario ampliar la muestra de las encuestas para hallar una diferencia entre estos dos tipos de vehículo.

Si bien la ganancia en verosimilitud de los modelos de logit mixto con componente de error y parámetros aleatorios en comparación con un logit multinomial no fue significativa, se recomienda en una próxima investigación la estimación de otro tipo de modelos y la combinación con datos de preferencia revelada.

Se recomienda aplicar estos resultados en un modelo de transporte tradicional, donde se tengan en cuenta penalidades adicionales en la red para los vehículos tipo moto, de acuerdo con los elementos encontrados en este trabajo, que sean aplicables a un modelo de redes.

Por último, se debe resaltar que si bien con el tamaño muestral se obtuvo una gran robustez en el modelo, se recomienda en futuras investigaciones, ampliar el número de observaciones para profundizar en los parámetros.

Bibliografía

Ben-Akiva, M., & Bierlaire, M. (1999). Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions. *Handbook of transportation science*.

Ben-Akiva, M., Bergman, M. J., Daly, A. J., & Ramaswamy, R. (1984). Modeling inter-urban route choice behaviour. *Ninth International Symposium on transportation an traffic theory*.

Burge, P., Fox, J., Kouwenhoven, M., Rohr, C., & Ramsay, M. (2007). Modeling of motorcycle ownership and commuter usage: a UK study. *Transportation Research Record: Journal of the transportation research board*.

Centro de Investigaciones para el Desarrollo CID. (2017). *El motociclista colombiano: análisis, contexto de impactos y perspectivas.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Cohen, E. (2009). Applying best-worst scaling to wine marketing. *International journal of wine business research*.

Cortés, C., Jara-Moroni, P., Moreno, E., & Pineda, C. (2013). Modelo de equilibrio estocástico para asignación conjunta de transporte público y privado.

Escobar, J., & Bonilla Jimenez, F. I. (2017). Grupos focales: Una guía conceptual y metodológica. *Cuadernos hispanoamericanos de psicología*.

Giergiczny, M., Dekker, T., Hess, S., & Chintakayala, P. K. (2017). Testing the stability of utility parameters in repeated best, repeated best-worst and one-off best-worst studies. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 17(4).

https://doi.org/10.18757/ejtir.2017.17.4.3209Girardotti, L. M. (2003). *Economía de transporte función económica del transporte.* Buenos Aires: Facultad de Ingeniería UBA.

Hamui-Sutton, A., & Varela-Ruiz, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en educación médica*.

Harnen, S., Radin Umar, R. S., Wong, S. V., & Wan Hashim, W. I. (2004). Development of prediction models for motorcycle crashes at signalized intersections on urban roads in Malaysia. *Journal of transportation and Statistics*.

Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2015). *Applied Choice analysis.* New York: Cambridge University Press.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación.* Ciudad de México: Mc Graw Hill.

Hess, S., & Palma, D. (2019). A flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application. *Journal of Choice Modelling*.

Lara Muñoz, E. M. (2015). *Fundamentos de investigación: un enfoque por competencias.* Ciudad de México: Alfaomega.

Larranaga, A. M., Arellana, J., Rizzi, L. I., Strambi, O., & Cybis, H. B. B. (2019). Using best–worst scaling to identify barriers to walkability: A study of Porto Alegre, Brazil. Transportation, 46(6), 2347-2379. https://doi.org/10.1007/s11116-018-9944-xLouviere, J. J., Hensher, D. A., Swait, J. D., & Adamowicz, W. (2000, septiembre). Stated Choice Methods by Jordan J. Louviere. Cambridge Core. https://doi.org/10.1017/CBO9780511753831

Louviere, J. J., & Islam, T. (2008). A comparison of importance weights and willingness-to-pay measures derived from choice-based conjoint, constant sum scales and best–worst scaling. *Journal of Business Research*, 903-911.

Ortuzar, J. (2000). *Modelos econométricos de elección discreta.* Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Ortúzar, J. (2012). *Modelos de demanda de transporte.* Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Ortúzar, J. d., & Willumsen, L. (2011). *Modelos de transporte.* Universidad de Cantabria.

Peña, A. J. (2014). *Determinación del Factor de Equivalencia de Motocicletas en Flujo.* Bogotá: Universidad de los Andes.

Prato, C. G. (2009). Route choice modeling: past, present and future research directions. *Journal of choice modelling*.

Rodríguez, D., Santana, M., & Pardo, C. F. (2015). *La motocicleta en América Latina: caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región.* Bogotá: CAF.

Rose, J. M., & Bliemer, M. C. (2013). Sample size requirements for stated choice experiments. *Transportation*, 1021-1041.

Rose, J. M., Bliemer, M. C., Hensher, D. A., & Collins, A. T. (2008). Designing efficient stated choice experiments in the presence of reference alternatives. *Transportation Research Part B: Methodological*, 395-406.

Rose, J. M., Scarpa, R., & Bliemer, M. C. (2009). *Incorporating model uncertainty into the generation of efficient stated choice experiments: A model averaging approach.* Sydney: The University of Sydney.

Secretaría Distrital de Movilidad. (2019). *Resultados de la encuesta de movilidad de Bogotá y municipios vecinos 2019.* Bogotá.

Torres Quintero, A., Palacios Doncel, D. L., Dominguez Torres, M. T., Gáfaro Barrera, M. E., & Burbano Valente, J. (2019). Masculinities at play. A sociocultural approach to the practices of risky riding among male motorcyclists in Valledupar, Colombia. *Journal of transport and health*.

Tuan, V. A., & Shimizu, T. (2005). Modeling of household motorcycle ownership behaviour in Hanoi city. *Journal of the Eastern Asia Society for transportation studies*.

Willumsen, L. (1985). Modelos simplificados de transporte urbano. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*.

Zurita, R. (2013). El rol del transporte público alternativo motorizado en la ciudad/ The role of motorized paratransit in the city. Polired.