



**ESTIMACIÓN DE POLITICAS EMPRESARIALES PARA EL INCENTIVO DEL USO
DE MODOS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE A PARTIR DE MODELOS DE
ELECCIÓN DISCRETA. CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD DE LA COSTA.**

**Brandon Alexander Balza Muñoz.
Karen María De la Rans Zapata.**

Universidad de la Costa, CUC

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Programa de ingeniería civil

Barranquilla, Colombia

2020

**ESTIMACIÓN DE POLITICAS EMPRESARIALES PARA EL INCENTIVO DEL USO
DE MODOS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE A PARTIR DE MODELOS DE
ELECCIÓN DISCRETA. CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD DE LA COSTA.**

**Brandon Alexander Balza Muñoz.
Karen María De la Rans Zapata.**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Civil

Tutor:

Miguel A. Figueroa Loaiza.

Universidad de la Costa, CUC

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Programa de ingeniería civil

Barranquilla, Colombia

2020

Dedicatoria

Dedicamos esta tesis a todas las personas que nos apoyaron, a nuestros familiares quienes nos dieron apoyo emocional, a nuestros amigos por animarnos y alentarnos cuando queríamos desistir, a nuestros docentes que depositaron su confianza en nosotros, y a todas aquellas personas que aportaron positivamente para culminar esta tesis.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien nos dio su bendición y el guía en todo nuestro proceso. Expresamos un agradecimiento muy especial al Ing. Miguel Figueroa Loaiza, tutor del trabajo de grado, quien nos compartió su tiempo y conocimiento para la elaboración del presente trabajo de investigación.

Agradecemos a nuestros padres, quienes desde un inicio de la carrera creyeron en nuestro potencial y estuvieron en los momentos felices y tristes dándonos fuerzas para perseguir nuestro sueño.

Hoy presentamos nuestro trabajo de grado y es muy satisfactorio para nosotros cumplir un meta más en nuestro proceso de formación.

Resumen

Incentivar los modos de transporte sostenible ha sido una de las políticas públicas que los diferentes gobiernos nacionales han motivado mediante diversos programas, en donde, buscan disminuir la dependencia de los usuarios del auto particular incentivando los medios de transporte sostenible como autobús, caminata, y bicicleta. En el presente trabajo se elabora un modelo de elección discreta, integrando variables que permiten establecer las políticas empresariales que incentiven el uso modos de transporte sostenible. La población objetivo son docentes y personal administrativo de la Universidad de la Costa que poseen auto privado. Para el desarrollo del modelo, se implementó una encuesta, obteniendo información socioeconómica, preferencias por un medio de transporte en específico, aptitudes y percepciones del encuestado permitiendo la elaboración de un análisis y convirtiéndolo en un modelo de elección discreta Mix Logit con efecto panel incluyendo las variables como tiempos de viaje, tiempo de espera, costo y forma de pago de las alternativas auto, taxi, bus y transporte especial. A partir de la información obtenida y del modelo planteado, se obtuvo como resultado que los usuarios de auto privado consideran la implementación del medio de transporte especial cuando se implementan tarificaciones para el cobro de parqueadero dentro de la institución, por lo que la variable costo representa una gran influencia en el modo de elección de transporte sostenible. Adicionalmente, los usuarios no presentan una percepción positiva cuando se habla de caminata o ciclo ruta para dirigirse a la Universidad, por lo que no consideran estos medios para realizar su viaje.

Palabras clave: transporte sostenible, preferencias declaradas, políticas empresariales, modelo de elección discreta, estimaciones

Abstract

Encouraging sustainable modes of transport has been one of the public policies that different national governments have motivated through various programmers, where they seek to reduce the dependence of users of the particular car by incentivizing sustainable means of transport such as bus, hike, and bicycle. In this work, a model of discrete choice is developed, integrating variables that allow to establish business policies that encourage the use of sustainable modes of transport. The target population are teachers and administrative staff of the University of the Coast who own private self. For the development of the model, a survey was implemented, obtaining socio-economic information, preferences by a specific means of transport, skills and perceptions of the respondent allowing the elaboration of an analysis and making it a discrete Mix Logit choice model with panel effect including variables such as travel times, waiting time, cost and method of payment of the auto alternatives , taxi, bus and special transport. Based on the information obtained and the model proposed, it was obtained as a result that private car users consider the implementation of the special means of transport when implementing pricing for the collection of parking within the institution, so the cost variable represents a great influence on the mode of choice of sustainable transport.

Keywords: sustainable transport, declared preferences, business policies, discrete choice model, estimates.

Contenido

Lista de tablas y figuras	9
Introducción	11
Objetivos, alcance y contribución.....	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Alcance.....	14
Contribución.....	14
Planteamiento del problema.....	15
Justificación	17
Revisión de la literatura	18
Marco teórico	24
Teoría de la utilidad aleatoria.....	24
Modelo de elección discreta (MED).	25
Modelo Logit Multinomial (MNL)	26
Inclusión efecto panel	26
Modelo Logit Jerárquico (HL)	27
Variación sistemática de los gustos.....	28
Modelo Logit Mixto o componentes de error (EC).	29
Tipos de datos	30

Preferencias reveladas (PR)	30
Preferencias declaradas. (PD)	31
Combinación de datos de PD y PR	32
Variables latentes.	32
Marco metodológico	33
Características generales de los instrumentos de recolección de información	33
Estructura de la encuesta.....	34
Descripción de la muestra.....	41
Características socioeconómicas.....	41
Preferencias declaradas	46
Estimación del modelo.....	48
Resultados del MED	51
Modelo Logit Multinomial (MLN).....	51
Modelo Mix Logit con efecto panel (EC).....	53
Evaluación de Políticas	56
Conclusiones	59
Anexos	61
Referencias.....	67

Lista de tablas y figuras**Tablas**

Tabla 1. Variables experimentales de la elección modal.....	37
Tabla 2. Variables implementadas en la encuesta.	38
Tabla 3. Variables evaluadas relacionadas a las aptitudes.....	39
Tabla 4. Situaciones de persuasión.	40
Tabla 5. Variables socioeconómicas empleadas.....	49
Tabla 6. Preferencias declaradas incluidas en el MED.....	50
Tabla 7. Resultados obtenidos MLN	53
Tabla 8. Resultados del EC.....	55
Tabla 9. Políticas evaluadas.....	57

Figuras

Figura 1. Logit jerárquico (HL) con dos nidos.	28
Figura 2. Información socioeconómica.....	36
Figura 3. Sexo de los encuestados.	42
Figura 4. Edad de los encuestados.	43
Figura 5. Estrato de los encuestados.....	43
Figura 6. Estratos por rangos.	44
Figura 7. Residencia de los encuestados por localidades.	45
Figura 8. Número de vehículos en el hogar.	46
Figura 9. Preferencia de medios de transporte.....	47
Figura 10. Preferencias de modos de transporte por bloques.	48
Figura 11. Evaluación de políticas.....	58

Anexos

Anexo 1. Formato de encuesta 1.....	61
Anexo 2. Formato de encuesta 2.....	63
Anexo 3 Formato de encuesta 3.....	65

Ecuaciones

Ecuación 1. Teoría de la utilidad aleatoria.....	24
Ecuación 2. Teoría de la utilidad aleatoria combinada.....	25
Ecuación 3. Teoría de la utilidad aleatoria con alternativas.....	25
Ecuación 4. Modelo Logit Multinomial MNL.....	26
Ecuación 5. Modelo Logit Multinomial con efecto panel.....	27
Ecuación 6. Modelo Logit Jerarquico HL.....	27
Ecuación 7. Variación de los gustos.....	29
Ecuación 8. Modelo logit Mixto EC.....	29
Ecuación 9. Variable asociada al auto privado en MLN.....	52
Ecuación 10. Variable asociada a transporte público en MLN.....	52
Ecuación 11. Variable asociada al taxi en MLN.....	52
Ecuación 12. Variable asociada al transporte especial en MLN.....	52
Ecuación 13. Variable asociada al auto privado en EC.....	54
Ecuación 14. Variable asociada a transporte público en EC.....	54
Ecuación 15. Variable asociada al taxi en EC.....	54
Ecuación 16. Variable asociada a transporte especial en EC.....	54

Introducción

A nivel mundial, se han producido cambios representativos en la elección modal de las personas, factores como la congestión, la contaminación, el elevado consumo de tiempo y la accidentalidad son problemas que día a día se convierten en retos para los gobiernos de los países que buscan un entorno donde se aplique la movilidad sostenible.

En vista de la importancia que representa el transporte, los gobiernos se han visto en la necesidad de implementar políticas públicas en donde se optimice la dependencia de los usuarios del auto y se gestione una demanda mayor en entornos de movilidad sostenible, es decir, que el usuario utilice el medio de transporte público, bicicletas, caminatas y otras alternativas innovadoras. A nivel nacional se ha evidenciado una alta problemática en este aspecto derivado de la actividad asociada al transporte, en donde en las principales ciudades de Colombia se han presentado pico y placas ambientales como medidas para control de emisiones a causa de la alta congestión vehicular y los altos índices de contaminación ambiental.

Caso similar se presenta en la ciudad de Barranquilla, en donde, las alcaldías apuntan por la implementación de políticas que impulsen la inversión e incentivan el uso de sistemas de transporte sostenible como lo es la bicicleta, caminata y el uso del transporte público. Sin embargo, entender las tendencias de los viajeros genera gran incertidumbre, ya que existen factores que inciden en la elección de un modo de transporte y su estudio no resulta ser sencillo.

Para el análisis de las variables que inciden en la elección modal de las personas, existe distintos modelos y enfoques tradicionales de elección de modo, ya sea de transporte público o privado. Dentro de los análisis tradicionales, las variables normalmente estudiadas consisten en el tiempo de viaje y costos de transporte, los cuales son atributos básicos relacionado a los niveles de servicio (Ortuzar & Willumsen, 2011). Por tal motivo, al estudiar las decisiones que

toman las personas cuando deciden planificar un viaje resulta, resulta de gran importancia el estudio de variables relacionadas a la implementación de políticas asociadas al mejoramiento de los servicios prestados por el transporte público. Sin embargo, el estudio de los atributos que inciden en la decisión de las personas aplicado a la elección de rutas de transporte público es poco estudiado (Hunt, 1990; Bovy & Hoogendoorn-Lanser, 2005), a pesar de ser un tema de gran importancia y de mucho interés relacionada a la movilidad de personas.

De acuerdo con anterior, el uso de modelos de elección discreta resulta ser un apoyo para estudiar las elecciones modales de las personas, sin embargo, requieren un estudio mayor debido a su complejidad ya que los usuarios pueden llegar a considerar numerosas variables al utilizar una alternativa de transporte. A pesar de esto, diversos autores han abordado el tema mediante el uso de modelos tipo Logit y desarrollando extensiones del mismo, en donde se consideran atributos relacionados a parámetros operaciones del sistema como lo son tiempo de viaje, tiempo de espera y costo, y al nivel de servicio como confort, confiabilidad, seguridad, entre otras (Raveau, Muñoz, & De Grange, 2011).

En relación a los beneficios que traen consigo los modos de transporte sostenible, la alcaldía de la Ciudad de Barranquilla apuesta por impulsar el transporte sostenible, fomentando las condiciones para que los ciudadanos opten por modos de transporte como el transporte público, la caminata y la bicicleta, además de estimular el uso masivo del Sistema Integrado de Transporte Público SITP que está en proceso de implementación El Heraldo (2020), estas políticas van encaminadas al fortalecimiento de la infraestructura vial, creación de estacionamientos para transbordo y parqueaderos para SITP y la implementación de rutas exclusivas para los ciclistas; lo cual visualiza a la ciudad de Barranquilla en el 2023 con nuevo

sistema de planeación, operación y tecnología para el SITP y demás modos de transporte sostenibles.

En la presente investigación se evalúa la importancia de las variables que consideran los usuarios cuando deciden realizar un viaje en un auto privado, para así establecer las políticas empresariales que disminuyan la dependencia de este y aumente la confianza en el uso de transporte sostenible. Esta investigación propone la estimación de políticas empresariales para el incentivo de uso de modos de transporte sostenible a partir de modelos de elección discreta, teniendo como caso de estudio a la Universidad de la Costa de la ciudad de Barranquilla, Colombia. Para analizar los datos se implementa una fuente de datos corresponde a preferencias declaradas y variables latentes.

El documento se divide en diez capítulos, con información de apoyo para la elaboración de la investigación, en donde, en última instancia se presentan las conclusiones del estudio y las políticas que se pueden implementar.

Objetivos, alcance y contribución

Objetivo general

- ✓ Estimar un modelo de elección de modo de transporte por parte de los funcionarios de la Universidad de la Costa con el fin de incentivar el transporte sostenible.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar las variables por las cuales los funcionarios de la Universidad de la Costa toman la decisión de realizar un viaje en los modos de transportes auto, taxi y buses.

- ✓ Elaborar una encuesta dirigida a los docentes de la Universidad De la Costa, con el fin de evaluar los factores que influyen en la elección del transporte público como modo de transporte, incluyendo preferencias declaradas y reveladas para el estudio.
- ✓ Establecer un análisis estadístico detallado a partir de los resultados obtenidos a través de la encuesta, empleando herramientas como los son gráficos.
- ✓ Estimar un modelo de elección discreta para la elección de modo de transporte de los funcionarios de la Universidad de la Costa.
- ✓ Establecer políticas que incentiven el uso de modos de transporte sostenible por parte de funcionarios de la Universidad de la Costa.

Alcance

El alcance del trabajo se remite a la construcción de un modelo de elección discreta, con el fin de explicar los factores más influyentes en la elección de modo de las personas poseedores de auto privado dentro de un contexto institucional en la ciudad de Barranquilla, a partir de variables sociodemográficas de los individuos, características de viaje, sus percepciones y factores ambientales.

Contribución

El presente trabajo permite fortalecer las investigaciones elaboradas en la Universidad De la Costa, en torno a temas de movilidad sostenible, representando un estudio sobre la incidencia de la aplicación de políticas empresariales que beneficien a los docentes y administrativos de la Universidad, contribuyendo a investigaciones futuras.

Planteamiento del problema

Los índices de contaminación son un factor importante a la hora de hablar de transporte como de medio ambiente, por lo tanto, resulta importante el estudio de las problemáticas ambientales asociadas al transporte. Solo la actividad asociada al transporte aporta el 23% de todos los gases de efecto invernadero, y se estima que para el 2040 las emisiones de dióxido de carbono emitidas por el sector del transporte podrían aumentar un 40% Sustainable Mobility for AllT, (2017). El efecto de las altas emisiones de contaminantes a la atmosfera ha sido la principal causa de los fenómenos de los cambios climáticos que hoy día se presentan y cada año se cree menos posible acotar, sin embargo, en materia de transporte es esencial la adopción de alternativas limpias de transporte (Organización Mundial De La Salud, (2018) ; IPCC, (2019))

Tanto a nivel internacional como nacional, el interés en el uso de modos de transporte sostenible se ha vuelto un tema de alta tendencia, desarrollándose planes que busquen incentivar a las personas del uso de estos modos de transporte como lo son la bicicleta, caminata, transporte público, entre otras alternativas innovadoras. A nivel nacional se ha evidenciado una alta problemática en este aspecto derivado de la actividad asociada al transporte, en donde en las principales ciudades de Colombia se han presentado pico y placas ambientales como medidas para control de emisiones a causa de la alta congestión vehicular y los altos índices de contaminación ambiental RCN Radio, (2019).

En el caso de la ciudad de Barranquilla, se ha buscado el desarrollo de políticas que impulsen la inversión e incentiven el uso de sistemas de transporte sostenible como lo es la bicicleta, caminata y el uso del transporte público. Entre estas políticas se destacan proyectos de arborización, adecuación de andenes y aún más importante el programa RITMO, el cual consiste en la integración de los sistemas de transporte publico de manera física, operacional y tarifaria

con el fin de fomentar las condiciones para que los ciudadanos opten por modos de transporte sostenible Zona Cero, (2019). El desarrollo de medidas que impulsen el uso de medios de transporte sostenible con el medio ambiente no solo se ha vuelto un tema de interés ciudad sino también de empresa, teniendo el caso del programa PEEMUS en la ciudad de Bogotá Litman & Burwell, (2006), el cual busca que las empresas incentiven a sus funcionarios al uso de modos de transporte amigables con el medio ambiente para aportar a los problemas de contaminación y de movilidad. Sin embargo, en la ciudad de Barranquilla no se evidencia presencia de planes locales para empresa que incentiven el uso de modos de transporte sostenible.

Actualmente, en la Universidad de la Costa se evidencian problemas de movilidad asociado al alto uso del vehículo particular por parte de sus funcionarios, presentándose problemas de congestión en sus accesos y sobrecupo dentro de sus estacionamientos. En línea con lo descrito anteriormente, nace el interrogante de como la Universidad de la Costa puede aportar a los problemas de movilidad y ambientes aplicando políticas que incentiven a sus funcionarios al uso de modos de transporte alternativos y a su vez que sean amigables con el medio ambiente. Por estas razones nacen los interrogantes sobre ¿Qué motiva a los funcionarios de la Universidad de la Costa a elegir el transporte privado en vez del transporte público?, ¿De qué manera se puede incentivar a las personas a que utilicen el transporte sostenible?, ¿De qué manera puede afectar la elección modal de los funcionarios la medida de cobro por estacionamiento? ¿Estarían dispuestos funcionarios a utilizar un modo de transporte amigable con el medio ambiente propuesto por la Universidad?

Justificación

La gran cantidad de problemas generados por la actividad del transporte ha impulsado el desarrollo de nuevas y más eficientes estrategias orientadas al cuidado del medio ambiente y preservación en áreas urbanas y periféricas de las ciudades. Debido a esto, las políticas gubernamentales en la mayoría de los países de las grandes ciudades del mundo y ciudades intermedias han realizado el esfuerzo de emigrar a modos de transporte sostenibles, implementado sistemas de transporte como los LRT (Lite Rapid Transit), BRT (Bus Rapid Transit) y fomentando el aumento de viajes en bicicleta y caminata, los cuales contribuyen significativamente en el cuidado del medio ambiente Litman & Burwell (2006). Sin embargo, de acuerdo con los resultados presentados dentro del último reporte del Sustainable Mobility for AllT, (2017) a nivel mundial no se ha logrado alcanzar la suficiente cobertura de los sistemas de transporte sostenible teniendo en cuenta las necesidades que van a tener las próximas generaciones.

En Colombia, en los últimos años se evidencia la crisis entorno al uso de los sistemas de transporte público, ya sean del sistema masivo (BRT, LRT, entre otros) o del sistema de Transporte Público Colectivo (TPC)(Litman & Burwell, (2006) ; COLPRENSA , (2018); Portafolio (2018); SEMANA (2018); Suarez Montoya (2017)). De acuerdo con el último boletín sobre el uso del transporte público urbano generado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el uso de los sistemas de transporte público ha disminuido en un 1.9% respecto al año 2018 DANE, (2018). Esta tendencia de disminución de demanda se ha presentado durante los últimos 5 años y es preocupante, muy a pesar de que esta cifra oficial suele ser criticada por el posible sub-reporte de los pasajeros transportados por parte de los operadores.

Barranquilla, actualmente en materia de movilidad se encuentra en un proceso de adaptación de nuevas políticas promovidas por la alcaldía de la ciudad, en donde buscan implementar la movilidad sostenible. Estas nuevas políticas surgen de la necesidad de crear nuevas alternativas amigables con el medio ambiente, tal es el caso que para el año 2023, la alcaldía tiene proyectado la implementación de políticas que impulsan la inversión e incentivan el uso de sistemas de transporte sostenible.

Revisión de la literatura

Dentro del presente estado del arte se agrupan diferentes investigaciones en las cuales se estudian los cambios de modos de viaje a partir del comportamiento planeado y actitudes basados en diferentes factores socioeconómicos, culturales, estados de ánimo, entre otros, con la finalidad de evaluar políticas que favorezcan el uso de modos de transporte amigables con el medio ambiente.

En la elección de modo de transporte principalmente se busca que el usuario realice una elección la cual se genere mayor utilidad a la hora de realizar un viaje, teniendo en cuenta diversos factores que pueden afectar ya de manera positiva o negativa su elección modal. Dado esta razón, Bamberg, Ajzen, & Schmidt, (2003) elaboran una investigación en la cual analizan como el aumento del costo del tiquete de bus incidía en la elección modal de las personas, teniendo como población de estudio estudiantes universitarios de origen alemán. En el estudio se afirma que el comportamiento planificado y social humano es razonable independientemente de las creencias que las personas puedan tener, excluyendo actitudes y normas. Adicionalmente, se encontró que variables como medio, método y comodidad de pago son importantes a la hora de realizar la elección modal de viaje de las personas.

En la ciudad de Oporto, Portugal, Beirao & Sarsfield Cabral, (2007) realizaron un estudio el cual tenía como objetivo comprender como reaccionan las personas al utilizar diferentes modos de transporte, como lo son el transporte público y auto privado. Se investigaron los factores que se vienen dando en las últimas décadas con relación a la movilidad, afirmando que los niveles de movilidad han aumentado considerablemente en los países europeos lo que representa una gran preocupación por el aumento del uso del coche privado lo que genera consecuencias en términos de congestión y contaminación. El estudio sirvió como base para desarrollar un modelo que permite estructurar el proceso de selección de modo. Se elaboro un cuestionario que fue facilitado al público en general en el área metropolitana de Oporto; estos cuestionarios indican el servicio que debe estar diseñado de manera que se adapte a los niveles de servicio requeridos por los clientes y de esta manera atraer a los usuarios potencialmente.

En China en el año 2011, se elaboró un estudio sobre la elección de modo de viaje teniendo como objetivo reducir el uso del transporte privado y fomentar el transporte público, tomando como muestra de estudio los usuarios de transporte público y privado, Chen & Chao, (2011) estudiaron las intenciones de cambio hacia el transporte público enfocadas hacia las actitudes, normas subjetivas y el control del comportamiento percibido de los usuarios. Dentro del estudio, plantearon que cada usuario tiene una creencia que produce una actitud favorable o desfavorable en su lugar de residencia con respecto al transporte público. Para cambiar e incentivar el uso de transporte público, Wei-Hsiang & Ching-Fu, (2011) propusieron un modelo de encuesta a nivel tecnológico para analizar el cambio de intención hacia el transporte público para los usuarios de vehículos privados introduciendo un sistema de transporte público masivo eficiente. En los resultados se muestran que los usuarios que utilizan transporte publico presentan actitudes subjetivas sobre su modo de transporte actual, y la actitud de no cambiar hacia el

transporte privado ya que para estas personas es más rápido, confiable, y se tiene la facilidad de llegar a lugares en los que el transporte privado le es imposible llegar. En cambio, para los usuarios del transporte privado las variables como actitud, norma subjetiva y control conductual son las que presentan influencias positivas que influyen en el cambio de intenciones hacia el transporte público. Sin embargo, los modelos utilizados en estudio solo han medido y examinado las intenciones de cambio hacia el transporte público.

Por otro lado, MayaAbou, Mazen, & Kaysic, (2014) desarrollaron un modelo de elección de viaje de estudiantes de una universidad privada y pública, por medio del cual se encontró que en general para estudiantes de ambos tipos de universidades, las variables como edad, tiempo de viaje, el costo, ingreso socioeconómico, la propiedad de automóviles, el sexo y la ubicación de residencia son los principales factores que influyen en la elección del modo. Dentro del estudio, también encontraron que para los estudiantes con mejores condiciones económicas poseían una mayor valoración del valor del tiempo con respecto al valor del tiempo de la población en general. Adicionalmente, MayaAbou, Mazen, & Kaysic, (2014) dentro del mismo estudio evaluaron políticas como el aumento de la tarifa de estacionamiento y la disminución del tiempo de viaje en transporte público, encontrando que estas políticas podrían favorecer un cambio modal en beneficio del transporte público. El estudio sugiere que los carriles de autobuses sean reservados y otorgarle prioridad de señales en las intersecciones pueden ser políticas efectivas para incentivar el uso de transporte público. Además, se habla de la implementación de un pase de transporte público subsidiado para estudiantes, aumentar el costo de estacionamiento, y mejores servicios de autobuses y redes de bicicletas. Estas políticas fomentan cambios en los estudiantes de AUB hacia el modo de transporte sostenible, donde principalmente tienen en cuenta variables tales como costo, equipo y tarifas. Sin embargo, al realizar un análisis de

aplicabilidad de estas políticas no resulta factible la implementación de estas, encontrando limitantes como las tarifas existentes las cuales ya son altas, el ancho de las calles y la provisión para dicha infraestructura limitan a implementar carriles exclusivos. En conclusión, la política sugerida para implementar es brindar un servicio de alta gama a los estudiantes, similar a los vehículos utilizados donde estos vehículos sean compartidos disminuyendo variables como congestión y economía.

Cuando se buscan políticas de transporte, los tres componentes principales de la sostenibilidad corresponden a variables económicas, sociales y ambientales a menudo se ven desafiados. Recientemente, se ha adoptado un cambio hacia el comportamiento de los viajes y los enfoques socioeconómicos. En la ciudad de Tabuk Arabia Saudita, Al-Atawi Attiyah & Saleh Wafaa, (2014) realizaron un estudio en el cual se busca identificar las influencias de los factores sociales y económicos sobre el comportamiento de viajes en el país, tomando como muestras habitantes de diferentes sectores de la ciudad. En él, afirma que las decisiones de viaje son relacionadas con el acceso, así como las características de los sistemas de transporte. Se emplearon dos modelos binarios de Logit mixto en los cuales los factores sociales en la toma de decisiones para el modo de viaje para viajes de trabajo en Arabia Saudita. Tal es el caso que, para los hombres variables como estrato social, ubicación del trabajo y los costos de viaje son aquellos que incentivan a desplazarse hacia el trabajo; por otro lado, para las mujeres que comparten automóviles, el tiempo de viaje parece tener un impacto significativo en la decisión de compartir el automóvil para viajar al trabajo, probablemente debido a compromisos sociales.

En términos de movilidad sostenible, la congestión es uno de los principales problemas que enfrentan las ciudades hoy en día específicamente las ciudades del Sur Global. Las estrategias implementadas por gobiernos para disminuir la dependencia de vehículos privados y

la promoción de viajes activos ayudan significativamente a aliviar la congestión. Bogotá es una ciudad de rápido crecimiento que concentran un nivel significativo de actividad económica y se ocupan de la migración interna. Por tal motivo, Siu Hing, Gerard J.P, Gjalt-Jorn , & Peterse, (2016) elabora un documento, en donde evalúa la elección modal por parte de los conductores en respuesta a una serie de estrategias específicas de movilidad en la ciudad de Bogotá (Colombia). Se realizaron campañas de sensibilización y comunicación dirigida a los modos de transporte los cuales tienden a ser eficaz, lo cual tuvo como resultado que al aumentar las tarifas de estacionamiento reduciría el uso de automóviles privados, además que, al aumento de la tarifa para el transporte público, compartir el automóvil, andar en bicicleta y caminar son estrategias que disminuyen la dependencia del vehículo privado.

Debido a la mayor demanda de uso del automóvil en las ciudades, las millas recorridas por vehículo se han incrementado rápidamente los últimos años, problemas de consumo de energía y la contaminación del aire en el sector del transporte se han convertido en necesidades importantes de los estudios de transporte sostenible, tal es el caso del estudio de Chuan, Donggen, Chao, Yi, & Jaiwen, (2017) El cual se describe las relaciones entre la elección del modo de viaje, la propiedad de automóviles y la distancia de recorrido, en el establece un modelo integrado estructural (SEM) y el modelo de elección discreta (MED) dando a conocer los efectos directos e indirectos de la elección de modo de transporte. En el estudio se incorporan nuevas variables como el uso del suelo, el tráfico, la población, demanda de acceso hacia el vecindario. Como resultado, se obtuvo que se pueden implementar metodologías donde analice la elección de modo de transporte y el ambiente de forma simultánea.

En vista de los problemas de movilidad a los que se enfrenta la ciudad de Bogotá, Colombia muchos autores han decidido elaborar estudios que solventen esta problemática,

Guzman, Oviedo, & Rivera , (2017) estudiaron el efecto de las políticas de transporte y de uso del suelo actuales para los ciudadanos de los diferentes grupos de ingresos, llegando a la conclusión que las variables como accesibilidad, gasto del transporte y capacidad influyen en la elección del modo de transporte público y privado en donde las personas con bajos ingresos resultaron siendo las más afectadas. En consecuencia al estudio realizado en el 2017, los mismos autores en el siguiente año (2018) estudiaron a fondo la problemática, esta vez con un enfoque hacia el grupo de personas con bajos ingresos, evaluando el transporte público subsidiado en la ciudad de Bogotá, el objetivo principal del gobierno de Bogotá fue implementar un esquema de subsidio de transporte público a favor de los pobres con el fin de aliviar la carga financiera que estos tienen mediante el acceso subsidiado del transporte de la ciudad, los resultados obtenidos sugieren la implementación de políticas de transporte enfocadas a mejorar la accesibilidad, asequibilidad y equidad, independientemente de su estrato económico.

No obstante, el gobierno Colombiano tiene como objetivo implementar el uso de transporte sostenible, sin embargo, para la implementación de esta política se hace necesario vincular organizaciones públicas y privadas; tal es el caso que (Cantillo Garcia, Guzman, & Arellana, (2019) evaluaron la elección modal de conductores teniendo como referencia unas estrategias de movilidad implementadas por las medianas y grandes organizaciones públicas y privadas, teniendo como muestra los conductores de autos y motocicletas. Para esta evaluación implementaron una encuesta la cual incluía variables como género, ingresos, ubicación del hogar, edad, educación, modo actual de transporte, hora de salida, tiempo de viaje, costo del viaje al trabajo; además, incluía preguntas abiertas sobre las preferencias para caminar, estacionamiento, disponibilidad de un servicio de cuota de bicicleta, disponibilidad de incentivos para compartir el coche y por último, contenía una sección de preferencias declaradas, en donde,

por medio de un experimento de elección discreta analizaron las preferencias de los empleados de estas organizaciones para la ejecución de diferentes medidas de movilidad. Como resultado, analizaron que, al aumentar las tarifas de estacionamiento, los empleados optarían por implementar medidas como compartir el auto, andar en bicicleta y caminar, lo que permite disminuir la dependencia del auto privado, además mostró que, si se implementan los incentivos en los usuarios, estos utilizarían el transporte público.

Marco teórico

Este capítulo tiene como objetivo describir todos los fundamentos teóricos que se aplicaron y que son posibles de aplicar en el marco de la investigación del presente documento. Uno de los principales ejes de la investigación consiste en la estimación de modelos de elección discreta para la elección modal de las personas, por lo cual se presentan todas las bases necesarias para poder realizar la estimación de este tipo de modelos.

Teoría de la utilidad aleatoria.

La teoría de la utilidad aleatoria propuesta por Domencich y McFadden, (1975) y Williams (1977). El cual se fundamenta en que los individuos pertenecen a una determinada población homogénea Q , actúan racionalmente y poseen información perfecta sujeto a sus pertinentes restricciones legales, sociales, físicas y/o presupuestarias. En general, se propone el siguiente modelo:

$$U_{jq} = V_{jq} + E_{jq}$$

Ecuación 1. Teoría de la utilidad aleatoria.

Donde, cada alternativa tiene asociada una utilidad U_{jq} , para cada individuo q . Esta utilidad presenta dos componentes, V_{jq} que son atributos medibles y E_{jq} representa los gustos de cada individuo. Una manera de aplicar esta teoría es observando la combinación lineal de variables como:

$$V_{coche} = 0,25 - 1,2 E_{jq} - 2,5 V_{jq} - 0,3 E_{jq} + 1,1 U_{jq}$$

Ecuación 2. Teoría de la utilidad aleatoria combinada.

Donde cada variable representa un atributo de la alternativa o del viajero, siendo ACC (V_{jq}) la variación unitaria del tiempo de acceso, IVT (E_{jq}) la variación unitaria del tiempo de viaje en vehículo, (E_{jq}) variable coste/ingreso, NCOCHE(U_{jq}) representa el número de coches que tiene una familia; de tal forma la ecuación queda representada de la siguiente manera:

$$V_{coche} = 0,25 - 1,2 IVT - 2,5 ACC - 0,3 E_{jq} + 1,1 (NCOCHE)$$

Ecuación 3. Teoría de la utilidad aleatoria con alternativas.

Los modelos agregados de demanda (o de primera generación) se basan en relaciones observadas para grupos de individuos o en relaciones promedio a nivel zonal.

En cambio, los modelos desagregados (o de segunda generación) se basan en elecciones observadas efectuadas por cada uno de los individuos que se desplazan y por ello se considera que este enfoque puede conducir al desarrollo de modelos más realistas.

Modelo de elección discreta (MED).

Los modelos de elección discreta son de vital importancia ya que describen las elecciones que los usuarios toman cuando se enfrentan a diferentes alternativas. De acuerdo con Ortuzar & Willumsen, (2011), este conjunto de elecciones debe tener en cuenta tres características, la primera consiste en que las alternativas deben ser mutuamente excluyentes desde el punto de vista del decisor. En segundo lugar, el conjunto de elección debe ser exhaustivo, en el sentido de que todas las posibles alternativas deben estar contempladas, es decir, el decisor necesariamente elige una de las alternativas y, por último, el número de alternativas debe ser finito. En general, estos modelos de elección discreta se basan en conjunto de elecciones que van a depender directamente del decisor. Dentro de estos modelos de elección discreta encontramos los enlistados y descritos a continuación.

Modelo Logit Multinomial (MNL)

El modelo Logit Multinomial es el modelo de elección discreta más sencillo y el más popularmente utilizado. En este modelo se asume que los términos de error ε_{jq} siguen una distribución de probabilidad tipo Gumbel IID, es decir, de tipo valor extremo independiente e idénticamente distribuida, de tal forma que la probabilidad de un individuo q elija una alternativa i está dada por la siguiente expresión:

$$P_{iq} = \frac{\exp(\beta v_{iq})}{\sum_{j \in A(q)} \exp(\beta v_{jq})}$$

Ecuación 4. Modelo Logit Multinomial MNL.

Donde β es un parámetro cuyo valor en la práctica se normaliza a uno, debido a que no puede ser estimado separadamente de los parámetros θ . V_{jq} corresponde a la función de utilidad, la cual generalmente es de forma lineal en los parámetros θ , y a su vez estos parámetros son constantes para todos los individuos, Sin embargo, pueden variar para diferentes alternativas.

Las variables explicativas pueden ser de tres tipos; genéricas, específicas y constantes específicas. Cada una con características que las diferencian una de otras. Por ejemplo, las variables genéricas comparten el mismo coeficiente en todas las alternativas, mientras que las variables específicas aparecen en sólo una alternativa o tienen un parámetro diferente en cada una de ellas, de igual manera las variables de constantes específicas solo toman el valor 1 para una alternativa determinada y 0 para las restantes.

Inclusión efecto panel

El principal objetivo de la inclusión del efecto panel dentro de los modelos de elección discreta consiste en capturar las correlaciones existentes entre las observaciones tomadas por un mismo individuo. La especificación más simple trata los coeficientes que entran en la utilidad

como parámetros que varían entre personas, pero que son constantes en situaciones de elección de una misma persona. La inclusión del efecto panel dentro de la función de utilidad del modelo MNL, se representa de acuerdo con la ecuación mostrada a continuación.

$$U_{jqt} = \theta_{jt}X_{jqt} + \varepsilon_{jqt}$$

Ecuación 5. Modelo Logit Multinomial con efecto panel.

Teniendo que la función de utilidad expresada, se introduce el subíndice t que indica la situación de elección a la cual se ve expuesto el individuo j .

Modelo Logit Jerárquico (HL)

Su estructura se caracteriza por agrupar, en jerarquías o nidos, a todos los subconjuntos de alternativas presentadas. Por ejemplo, el auto y taxi representan un subconjunto que se puede denominar transporte privado, mientras que bus, tren y metro es otro subconjunto denominado transporte público.

Generalmente, estas alternativas no son independientes y el modelo es usado cuando existen grupos de alternativas más similares que otras, también cuando hay variaciones de gusto entre los individuos. Por otro lado, la elección de la combinación de destino (D) y modo (M), donde las alternativas están correlacionadas, pero se puede aceptar que no existen variaciones de gustos. En estas situaciones las alternativas en cada dimensión se pueden denotar como $\{D1, \dots, DD\}$ y $\{M1, \dots, MM\}$ de forma que su combinación genera el conjunto de elecciones A , cuyo elemento general $Dd Mm$ puede representar una alternativa específica destino-modo para llevar a cabo una actividad determinada. Para el tipo de casos anteriormente expuestos Williams y Ortúzar establecen las siguientes funciones:

$$U(d, m) = U_d + U_{dm}$$

Ecuación 6. Modelo Logit Jerárquico HL.

Donde, U_d corresponde a la porción de utilidad específicamente asociada al destino y U_{dm} al coste (des utilidad) de viaje.

El modelo Logit Jerárquico o anidado se caracteriza por agrupar los subconjuntos de alternativas semejantes en un nivel jerárquico o nido. Dentro de la estructura cada nido está representado por un modo compuesto o súper-modo, que compite con los demás modos en un mismo nivel jerárquico, teniendo como referencia el ejemplo anterior se puede decir que el transporte público compite con el automóvil.

La ventaja que representa el modelo Logit jerárquico, es la posibilidad de calibrarlo usando la formula desarrollada para el modelo Logit multinomial.

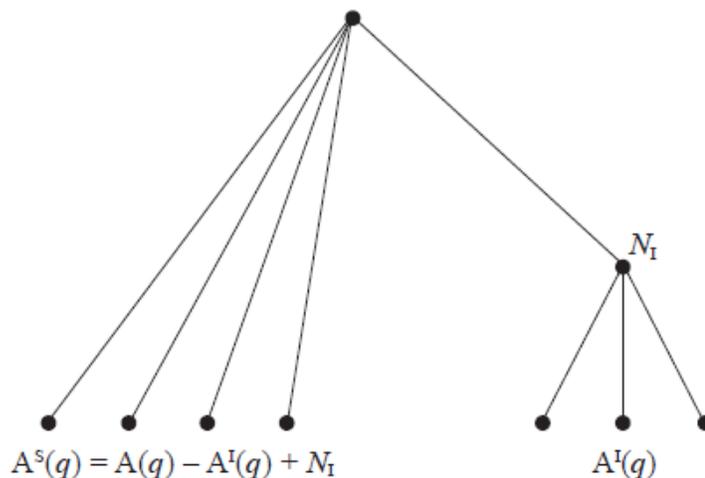


Figura 1. Logit jerárquico (HL) con dos nidos. **Fuente:** (Ortuzar & Willumsen, 2011)

Variación sistemática de los gustos.

Una de las principales limitaciones que presentan los modelos tipo Logit Multinomial es la completa ausencia de heterogeneidad en los gustos y preferencias de los individuos, ya que dentro de los modelos MNL, todos los parámetros estimados son iguales para absolutamente todas las personas. Ante esta limitante, dicha heterogeneidad se puede ver ligeramente capturada a través de la agrupación de individuos que posean variables socioeconómicas similares tales

como la edad, sexo, ocupación, entre otros. Sin embargo, debido a que la inclusión de la heterogeneidad no implica que los parámetros sean aleatorios y en adición, los parámetros estimados serían homogéneos para cierto grupo de individuos que comparten las mismas características, por lo tanto, seguirán existiendo diferencias de variación entre individuos que compartan características socioeconómicas semejantes. La expresión en la cual se da la inclusión de los gustos de los individuos dentro la estructura del modelo MNL es la presentada a continuación.

$$V_{jq} = ASC_q + \sum_k (\theta_{kj} + \sum_l \theta_l S_{lq}) X_{jkq}$$

Ecuación 7. Variación de los gustos.

En donde la variable S_{lq} , corresponde a una variable dummy (muda que toma el valor de 1 o 0) que representa los atributos o características socioeconómicas l de los individuos q , el parámetro θ_l representa el coeficiente de las características socioeconómicas S_{lq} , teniendo una valoración diferente de los atributos para aquellos individuos que poseen ciertas características socioeconómicas.

Modelo Logit Mixto o componentes de error (EC).

Los modelos Logit mixto permiten coeficientes aleatorios cuya distribución en la población se estima. En el mismo, se considera los parámetros de gustos de los usuarios teniendo en cuenta que estos varían. Por lo tanto, se basa en coeficientes aleatorios. El decisor se enfrenta a una elección entre J alternativas. La utilidad que obtiene la persona n de la alternativa j se especifica como:

$$U_{nj} = \beta'_n x_{nj} + \varepsilon_{nj}$$

Ecuación 8. Modelo logit Mixto EC.

donde x_{nj} son variables observadas que se relacionan con la alternativa y el decisor, β'_n es un vector de coeficientes de estas variables para la persona n que representa las preferencias de esa persona y ε_{nj} es un término aleatorio de tipo valor extremo.

Tipos de datos

La utilización de datos permite obtener más información al investigador y permite afrontar problemas que actualmente son inabordables. En los modelos de elección discreta estos datos juegan un papel fundamental, siendo los que permiten la obtención de información para la elaboración de estudios. En general, existen distintas fuentes de datos, cada una de ellas con características que las diferencia una de otra. Entre estos tipos de datos encontramos los datos de preferencias reveladas, preferencias declaradas y variables latentes.

Preferencias reveladas (PR)

A mediados de los años 80, se empleaban estudios donde la toma de decisiones se basaba principalmente en elecciones y decisiones observadas. Sin embargo, estas decisiones son tomadas basadas en los comportamientos actuales, es decir, son considerados los datos sobre elecciones reales u observadas por los individuos.

Generalmente, se obtienen datos de lo que los individuos señalan que hacen, o más frecuentemente, que hicieron el día anterior. En términos de entender el comportamiento de viaje, los datos de PR tienen varias limitaciones:

- Las observaciones de elecciones reales pueden no tener la suficiente variabilidad para construir buenos modelos de evaluación y predicción. Por ejemplo, atributos tales como el tiempo de viaje y la tarifa pueden estar tan correlacionados en la muestra que puede ser difícil separar sus efectos en la estimación de modelos y por ende para la prognosis.

- El comportamiento observado puede estar dominado por algunos factores haciendo muy difícil detectar la importancia relativa de otras variables. Éste es un problema particular con variables cualitativas secundarias tales como información sobre servicios de transporte público, seguridad, confort; pero estos atributos cuestan dinero e interesaría saber cómo son valorados por los usuarios antes de asignarles recursos.
- Las dificultades asociadas para conseguir respuestas a actuaciones que sean totalmente nuevas, por ejemplo, la introducción de un nuevo modo (como vehículos sin conductor), o un sistema nuevo de cobro y recaudación (p. ej. peaje electrónico).

Preferencias declaradas. (PD)

Inicialmente estas surgen a final de los años 70, en donde básicamente son instrumentos para realizar experimentos con elecciones relacionadas al transporte. Las técnicas de preferencias declaradas se basan en la respuesta a elecciones hipotéticas, Según Ortuzar & Willumsen, (2011) estas pueden comprender una gama de atributos y condiciones mayor que las del sistema real. No obstante, a finales de los años 80, los métodos de preferencias declaradas llegaron a ser percibidos por muchos como una oportunidad real de solucionar problemas.

Por otro lado, las encuestas PD ofrecen una aproximación a los mismos, siendo un tipo de experimento basado en situaciones hipotéticas establecidas por el investigador y, por tanto, constituyen una aproximación de un experimento controlado. En este tipo de encuestas se les pregunta a los individuos sobre lo que ellos elegirían en una o más situaciones hipotéticas. Estas situaciones pueden variar dependiendo de las necesidades y el rigor del ejercicio, por ejemplo, dependiendo del contexto de la decisión se le puede solicitar al encuestado que considere las circunstancias de su viaje actual o de uno que pudiera realizar en el futuro. Además, las alternativas que se ofrecen son a menudo hipotéticas, aunque alguna de ellas puede ser la

realmente existente; por ejemplo, el modo utilizado por el entrevistado incluyendo todos sus atributos. Y la posible respuesta obtenida de cada individuo puede tomar la forma de elecciones o únicamente de preferencias expresadas de diferentes formas.

Combinación de datos de PD y PR

En la combinación de datos de PD y PR, siempre se busca la forma de aprovechar las ventajas que cada método ofrece con el fin de mitigar al mismo tiempo las posibles limitaciones presentes. Los datos de PD proporcionan la variación necesaria de los atributos, mientras que PR acercan las predicciones, es decir, se basan en los comportamientos actuales. Con el fin de aprovechar las fortalezas que tiene cada tipo de datos y realizar una combinación, se hace necesario la implementación de un procedimiento que permita representar la importancia de los diversos atributos, además de que se estimen principalmente a partir de datos de PD, en donde las constantes son determinadas a través de datos de PR.

Variables latentes.

Para incorporar factores latentes cualitativos en los modelos de demanda, de acuerdo a Córdoba & Jar, (2012) se propone un método que combina un modelo de ecuaciones estructurales lineales y un modelo de elección discreta. El modelo de ecuaciones estructurales lineales describe el proceso por el cual los atributos latentes generan indicadores subjetivos a varios aspectos de los viajes además de la relación entre los atributos latentes y las variables objetivas observables. Por su parte, el modelo de elección discreta expresa las elecciones observadas explicables a través de las variables observables y los atributos latentes.

Marco metodológico

Existen diversos factores que afectan en la elección de modo de transporte de los usuarios, es por ello que se hace necesario la definición de una metodología para la obtención de información que permita desarrollar el estudio. En el presente capítulo se presenta la metodología de recolección de información para la estimación del modelo de elección de viaje del personal administrativo de la Universidad De la Costa, en base al análisis de casos similares a nivel mundial, nacional, regional y local.

Para el estudio, se empleó la encuesta como instrumento de recolección de información, elaborando así tres (3) tipos de encuesta (**Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3**). Las encuestas fueron realizadas a 90 personas entre docentes y administrativos de la Universidad De La Costa de manera virtual mediante el aplicativo “Google Forms”.

Características generales de los instrumentos de recolección de información

Las encuestas son elaboradas con el fin de conocer las preferencias que tienen los docentes y administrativos de la Universidad, con el fin de establecer la tendencia que tienen los usuarios de transporte privado a diferentes variables consideradas al momento de realizar un viaje. Las variables empleadas en el diseño de las encuestas fueron:

- ✓ Tiempo de viaje
- ✓ Tiempo de espera
- ✓ Costo/trayecto o parqueo
- ✓ Probabilidad de encontrar parqueo
- ✓ Ocupación del Bus

La encuesta diseñada tiene en cuenta dos tipos de datos importantes cuando se habla de elección modal, como lo son las preferencias reveladas (PR) y las preferencias declaradas (PD) (Muñoz et al., 2016). Las encuestas PR miden el comportamiento real de las personas, ya sea mediante autoevaluación (encuestas, cuestionarios) u otros medios más objetivos (Pucher et al., 2010), mientras que la encuestas PD miden opiniones, declaraciones y percepciones acerca de preferencias de los individuos cuando se les presentan opciones que describen una serie de situaciones o escenarios hipotéticos González Marrero, Martínez Budría, & Esquivel Ramos, (2012).

Al emplear estos tipos de encuestas, se obtiene información con mayor certeza, cuando PD y PR trabajan en conjunto y logran la disminución de sesgos de las PD, introduciendo información obtenida a través de PR Dissanayake & Morikawa,(2010). Por otro lado, con las PD se obtienen mayor cantidad de respuestas por individuo encuestado y es posible tratar atributos difíciles de medir de manera práctica como opiniones, percepciones, variables latentes, entre otros Ortúzar, (2015).

Estructura de la encuesta

Los tres tipos de encuestas contienen treinta y nueve (39) preguntas, las cuales se dividen en cinco (5) secciones. La primera establece las condiciones socioeconómicas del encuestado, con el objetivo de realizar una caracterización de los individuos encuestas, además de obtener información relevantes de sus formas habituales de viaje (preferencias reveladas); la segunda hace referencia a la recolección de información de PD, la tercera sección corresponde a la percepción del usuario y valoración de las aptitudes, la cuarta sección de persecución, Y, por último, una sección opcional en donde se evalúa el aspecto económico del encuestado.

Parte 1: Información socioeconómica

En esta sección, se obtiene información socioeconómica de las personas encuestadas, en donde se considera la edad, sexo, barrio de residencia, números de vehículos en el hogar, estrato, tiempo promedio de viaje, ocupación del vehículo, uso de transporte público, alternativas de modo de transporte y tiempos de viaje/espera del transporte público (

). Dentro del número de vehículos en el hogar se categorizo de 1 a más de 4. Para el estrato socioeconómico se consideró la estratificación que va desde el nivel 1 hasta el 6. La ocupación del vehículo se estableció de 1 a 4 o más, en donde, se busca establecer la cantidad de pasajeros que el usuario desplaza cuando se dirige hacia la Universidad. Para el tiempo de viaje del hogar hacia la universidad se le solicitó al usuario ingresar un tiempo promedio. El uso de transporte público para dirigirse a la Universidad se dividió en las siguientes categorías: diariamente, varias veces a la semana y nunca, considerando que las personas encuestadas pueden utilizar otro medio de transporte que no sea el transporte público. Para las alternativas de modo de transporte se clasifico en caminatas y bicicletas, caminata/bicicleta y ninguna de las anteriores. Para el tiempo de viaje/espera de los usuarios de transporte público se le permite al encuestado diligenciar el tiempo, de no haber usado el transporte público debe colocar 0.

Sección 1		Información socioeconómica					
Marque con una X							
Edad*							
Sexo*							
Masculino				Femenino			
Barrio de residencia*							
Número de vehículos en el hogar*							
1		2		3		Más de 4	
Estrato*							
1		2		3		4	
Con qué frecuencia usa el transporte público para dirigirse a la universidad?							
Diariamente			Varias veces a la semana			Nunca	
Indique en minutos cuanto es el tiempo de viaje en promedio desde su hogar hacia la universidad*							
Cuando usa su vehículo para viajar a Universidad, con cuantos pasajeros normalmente realiza el viaje?*							
0		1		2		3	
MÁS DE 4							
Con qué frecuencia utiliza el transporte público para dirigirse a la Universidad?							
Diariamente			Varias veces a la semana			Nunca	
Consideraría usted algunos de estos modos de transporte para ir a la universidad?*							
Bicicleta		Caminata		Bicicleta y Caminata		Ninguno de los dos	

Figura 2. Información socioeconómica. *Fuente:* Autoría propia.

Parte 2: Preferencias Declaradas

Los datos de preferencias declaradas “PD” se basan en situaciones de elección hipotética, en donde, se incluyen alternativas observadas en la encuesta piloto aplicada. Sin embargo, los datos PD presentan un problema asociado a la elección que reportan los encuestados en el instante de aplicación de la encuesta ya que no se puede garantizar con certeza el comportamiento declarado en sus respuestas. En general, estas respuestas se ven influenciadas

por diversos factores como acceso al medio de transporte, confort, seguridad, economía, etc. Es por ello por lo que, el encuestado se limita a ciertas alternativas.

Se estableció un experimento de elección base a tarifaciones, tiempos de viaje, tiempos de espera, probabilidades de parqueos y formas de pago; estos valores se obtuvieron a partir de grupos focales (**Tabla 1; Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, permitiendo establecer situaciones hipotéticas de elección modal.

Tabla 1.

Variables experimentales de la elección modal.

Alternativa	Variable	Niveles
Servicio Regular	Tiempo Esperando (min)	3; 5; 7
	Tiempo de viaje (min)	25; 28; 32
	Ocupación	Lleno; Semilleno; Vacío
Servicio Expreso	Tiempo Adicional Espera (min)	1 - 6; 3 - 9; 5 - 12
	Tiempo Esperando (min)	3; 5; 7
	Tiempo de viaje (min)	15; 18; 22
	Ocupación	Lleno; Semilleno; Vacío

Fuente: Autoría propia.

Para los tres (3) tipos de encuesta, se diseñaron dieciocho (18) situaciones, las cuales fueron divididas en las encuestas, cada una con 6 alternativas diferentes. Debido a que esta sección se basa en situaciones hipotéticas, se elaboró una contextualización a la persona encuestada

referente al uso del transporte privado cuando se le aplica una tarificación al parqueadero y además brindando un servicio de transporte especial con el fin de incentivar el uso de transporte sostenible. Finalmente se exponen situaciones con valores aleatorios, en donde, el encuestado debe escoger según su preferencia. Los valores por emplear en el diseño de la encuesta para definir los niveles de cada alternativa considerada fueron obtenidos del estudio del sistema integrado de transporte público de la ciudad (SITP) recientemente ejecutado en el año 2019 y de valores de referencia de la zona, como tarifa de estacionamiento (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 2.
Variables implementadas en la encuesta.

Alternativa	Variable	Niveles
Auto	Tiempo de viaje (min)	15;20;25
	Costo/ trayecto o parqueo	\$5.000; \$7.000; \$9.000
	Probabilidad de parqueo	Alta; Media; Baja
Taxi	Tiempo de viaje (min)	15;20;25
Bus	Tiempo de viaje (min)	25;30;35
	Tiempo de espera (min)	5;10;15
	Ocupación	Asientos libres, Semi lleno, Sobre cupo.
Transporte especial	Tiempo de viaje (min)	20;25;30
	Tiempo de espera (min)	10;15;20
	Costo	\$1.000; \$2.000; \$3.000
	Forma de pago	Descuento nomina, Efectivo, Tarjeta recargable/plataforma virtual

Fuente: Autoría propia.

Parte 3: Aptitudes o percepciones.

En esta sección, la encuesta contiene once (11) preguntas referentes a los diferentes tipos de aptitudes u opciones que tiene el encuestado, éstas se plantean en base a los diferentes modos de transporte (público, privado, sostenible, no motorizado); esto relacionado con respecto a los beneficios o daños al medio ambiente, inversión enfocada a la infraestructura vial, mayor accesibilidad, y cuál modo de transporte te ofrece mayor comodidad e incluso ayudas por parte de instituciones privadas o del Estado para el uso de dichos modos de transporte descritos anteriormente.

Las variables para evaluar se basan en situaciones hipotéticas referente a los modos de transporte dichos anteriormente, para las respuestas se emplearon escalas tipo Likert que van de uno (1) al cinco (5), donde uno (1) es estar totalmente en desacuerdo y cinco (5) totalmente de acuerdo, observados respectivamente en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 3.

Variables evaluadas relacionadas a las aptitudes.

CUESTIONAMIENTO	VALORACION				
	1	2	3	4	5
El transporte público es un modo de transporte el cual trae beneficios al medio ambiente.					
Hay que incentivar el uso de modos de transporte sostenible.					
No uso el transporte público y tampoco modos no motorizados como la caminata y la bicicleta, ya que eso puede afectar mi posición social.					
El transporte público es un modo de equidad social por la alta accesibilidad que este tiene.					
Se debe invertir más en infraestructura específica para favorecer la operación del transporte público y modos no motorizados como la bicicleta y la caminata.					

Se deben generar incentivos ya sean estatales o institucionales para el incentivo del uso de modos de transporte sostenibles.

La inversión en infraestructura vial debe estar enfocada en la ampliación de vías para el transporte particular.

Se deben implementar subsidios para reducir el costo de modos de transporte privados para generar facilidad en la adquisición de estos.

Se deben implementar subsidios para reducir el costo de modos de transporte privados para generar facilidad en la adquisición de estos.

El uso del auto particular genera mayores beneficios que el uso del transporte público, caminata o bicicleta.

Se deben generar mayor número de estacionamientos para incentivar el uso de vehículos particulares.

El auto particular es una necesidad y no un lujo.

Prefiero el uso del auto por su comodidad a pesar de que ya está demostrado que resulta más rentable el uso del transporte público.

Fuente: Autoría propia.

Parte 4: Persuasión del encuestado.

En esta penúltima sección de la encuesta, contiene ocho (8) preguntas referentes a los subsidios o cobros en diferentes situaciones en el ámbito del transporte (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) éstas se plantean en base a los encuestados que poseen vehículo particular ya que la mayoría de las preguntas plantean temas como cobros por estacionamiento, implementación de carril exclusivo para transporte público, multas y otros factores que influyen en la escogencia del modo de transporte. Las respuestas se ven influenciadas primordialmente en que, si el encuestado posee o no auto privado, sin embargo, si se presenta que algún encuestado no posea vehículo, puede contestar la encuesta sin ningún problema en base a sus conocimientos respecto al tema, además ya que las preguntas son hipotéticas por lo que el encuestado puede responder a su modo así sea que no se tenga en cuenta en su vida cotidiana.

Tabla 4.*Situaciones de persuasión.*

<i>CUESTIONAMIENTO</i>	<i>DE ACUERDO</i>	<i>EN DESACUERDO</i>
Subsidios al transporte público para mejorar su operación y la calidad del servicio.		
Transporte publico gratuito para personas de bajos ingresos económicos.		
Cobros por congestión al transporte particular.		
Cobro por estacionamiento sin excepción alguna.		
Implementación de carriles exclusivos de transporte público y ciclo rutas.		
Aumento en los impuestos de los automóviles en pro de subsidiar el transporte público.		
Cobro de impuesto solidario a personas con ingresos superiores a 4 SMLMV para el subsidio del transporte público para personas de bajos recursos.		
Subsidio al automóvil para disminuir los costos de adquisición para las personas.		

Fuente: Autoría propia.**Parte 5: Ingresos económicos**

En esta última sección de la encuesta, contiene una pregunta la cual hace alusión a los ingresos mensuales aproximado del encuestado, la limitante de esta pregunta es que el encuestado por temas de privacidad prefiere omitir la pregunta y dar por terminada la encuesta, lo cual es entendible ya que dicha pregunta es opcional.

Descripción de la muestra

En base a la encuesta empleada a los administrativos y docentes de la Universidad De la Costa, se procede a la elaboración del análisis estadístico teniendo como base de datos la información obtenida en las encuestas aplicadas. Se determino como población objetivo encuestados que posean auto privado y que utilicen el mismo para desplazarse hacia la Universidad, obteniendo así un total de 90 encuestados sin incluir la encuesta de la prueba piloto. De la encuesta tipo 1 se obtuvo una distribución de 35 personas, en la encuesta tipo 2 20 personas y 35 para la encuesta tipo 3.

En el análisis estadístico elaborado para las fuentes de datos preferencias declaradas, se realizó de manera independiente para los tres (3) tipos de base de datos obtenidas de la herramienta de toma de información. En el presente análisis se presentan características particulares de cada información obtenida, en donde, se caracterizó la población y se obtuvo información que permitió establecer resultados que beneficiaron a la estimación del modelo de elección discreta.

Características socioeconómicas

La información socioeconómica solicitada al encuestado permitió establecer condiciones iniciales de las cuales se obtiene que el sexo predominante entre los encuestados es el masculino (Hombre), con una participación del 60%, mientras que el 40% restante corresponde a género femenino (Mujer). En la **Figura 3** se evidencia la distribución de sexo en los participantes de esta encuesta.

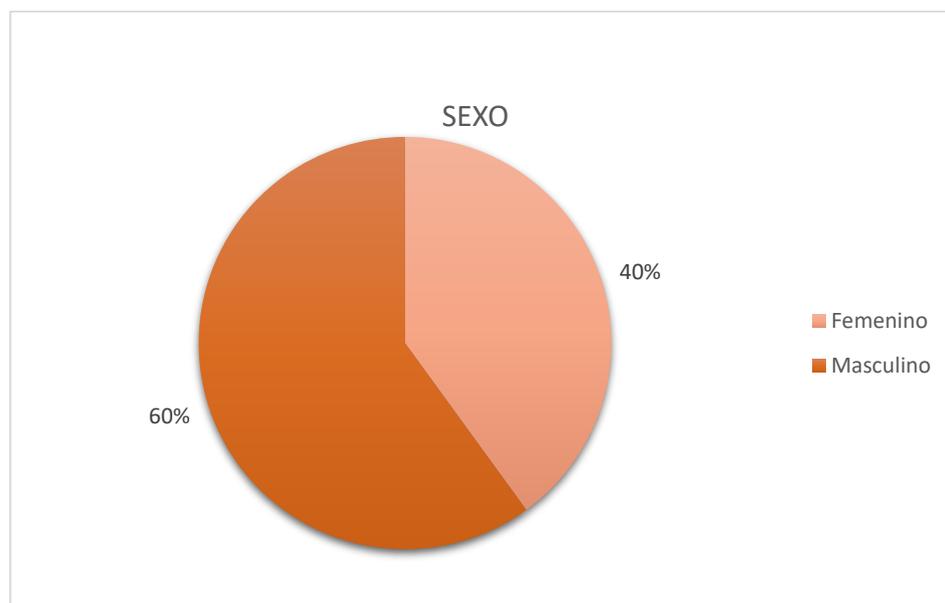


Figura 3. Sexo de los encuestados. **Fuente:** Autoría propia.

Para la edad, se tiene que la edad promedio es de 48 años, teniendo edad mínima de 22 años y máxima de 70 años. En la **Figura 4** se presentan los valores totales de la muestra correspondientes a las edad, categorizando las edades en joven (edades entre los 16 y 35 años), adulto (edades entre 36 y 60 años) y adulto mayor (edades mayores a 60 años), evidenciándose que la mayoría de la muestra oscila en la categoría joven.

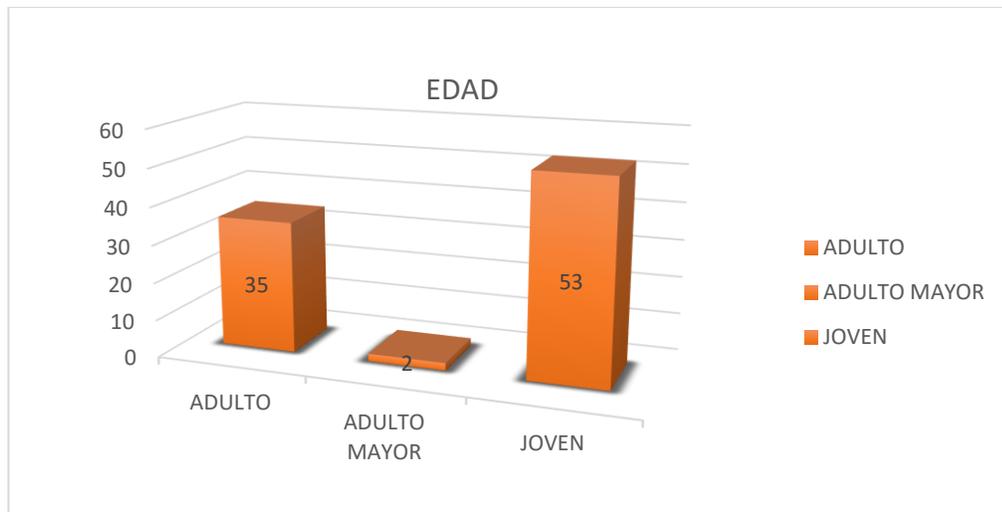


Figura 4. Edad de los encuestados. **Fuente:** Autoría propia.

Adicionalmente dentro de la encuesta se obtiene información acerca del estrato socioeconómico, clasificándolo desde el nivel 1 hasta nivel 6. En la **Figura 5**, se evidencia la cantidad de personas pertenecientes a cada estrato.

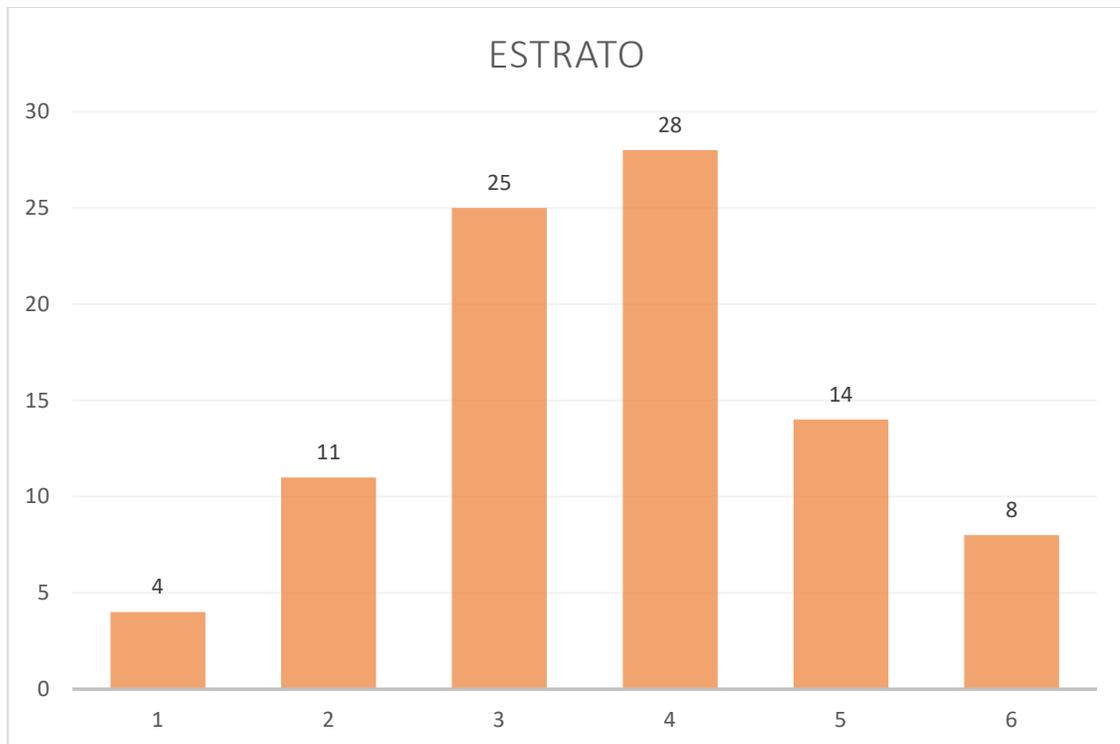


Figura 5. Estrato de los encuestados. **Fuente:** Autoría propia.

Para los estratos, se establece la condición de que las personas que se encuestaran en estratos entre 5 o 6 pertenecen al grupo de personas con ingresos altos, mientras que las personas con estrato 3 o 4 son de ingresos medio, y por ultimo las personas con estrato 1 o 2 con ingresos bajos. En la **Figura 6** se presenta los rangos establecidos de estratos, en donde, el 56% de los encuestados pertenecen al grupo con ingresos altos, el 40% con ingresos medios y el 4% con ingresos bajos.

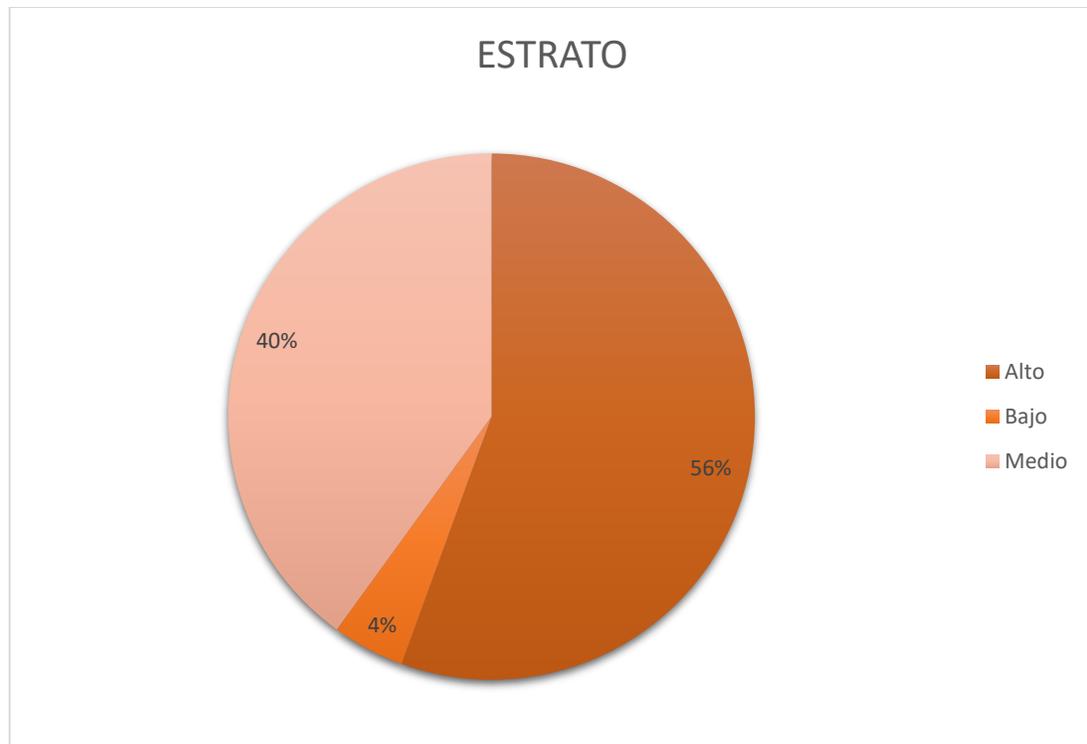


Figura 6. Estratos por rangos. **Fuente:** Autoría propia.

Con el fin de establecer puntos estratégicos, se obtuvo información de los barrios de residencia de los encuestados, en donde, se categorizó según las cinco (5) localidades con que cuenta la Ciudad de Barranquilla, agrupándolos como localidad Suroccidente, Metropolitana, Suroriente, Norte-Centro histórico y Riomar. En la **Figura 7** se observa que la residencia de los encuestados predomina en la localidad Norte-Centro histórico con un 46% de la población, lo cual en relación a los estratos socioeconómicos establece que las personas con altos ingresos residen en las localidades de Riomar y Norte-Centro histórico, mientras que el 27% de la población restante se distribuye en las localidades Suroccidente, Suroriente y Metropolitana, evidenciando que hay que encuestados que no residen en la ciudad, si no en los municipios de Soledad, Puerto Colombia y Baranoa.

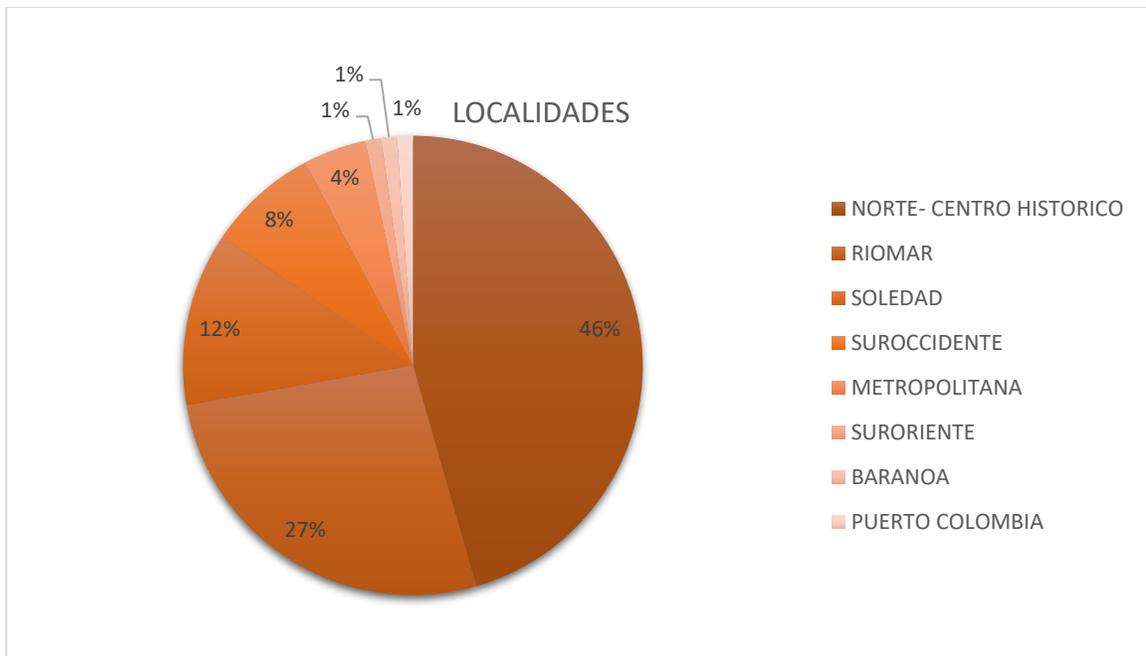


Figura 7. Residencia de los encuestados por localidades. **Fuente:** Autoría propia.

Para la caracterización socioeconómica, se estableció el porcentaje de números de vehículos en los hogares de los encuestados, en donde, el 67% de la población cuenta con un auto, el 28% con dos autos y un 5% con tres autos. En la **Figura 8** se evidencia el valor porcentual de cada opción, en donde, la mayoría de la población solo tiene un carro en su hogar.

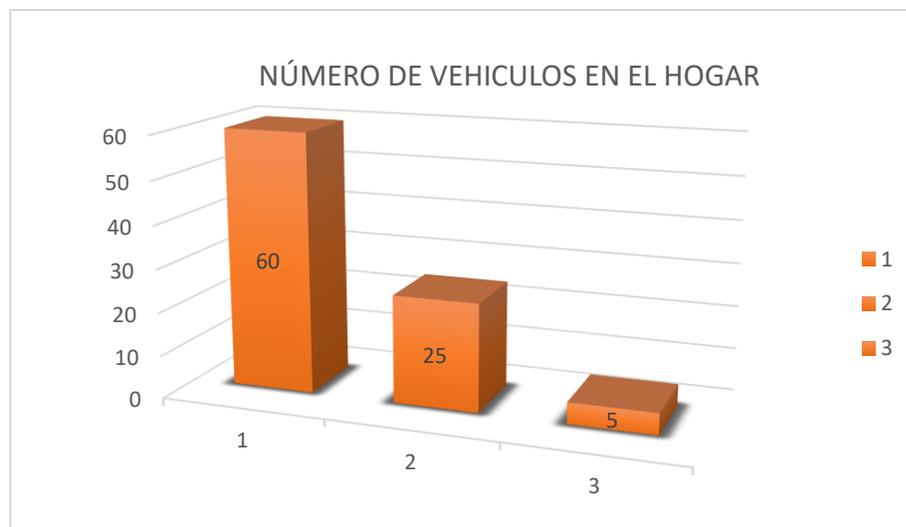


Figura 8. Número de vehículos en el hogar. **Fuente:** Autoría propia.

Preferencias declaradas

De acuerdo con los resultados obtenidos con el instrumento de toma de información, se tiene una base de datos que contiene alternativas de viaje en común como lo son Auto, Taxi, Bus y Transporte especial, en el cual, el encuestado analiza diversas situaciones hipotéticas seleccionando la más accesible según su percepción, obteniendo así que un 53% de la población prefiere seguir usando su auto, sin embargo, el 32% de los encuestados están dispuestos a acceder al transporte especial. En la **Figura 9** se evidencia además que los usuarios no presentan un conformismo frente al uso de taxis, lo cual es representando con el porcentaje más bajo de la estadística.

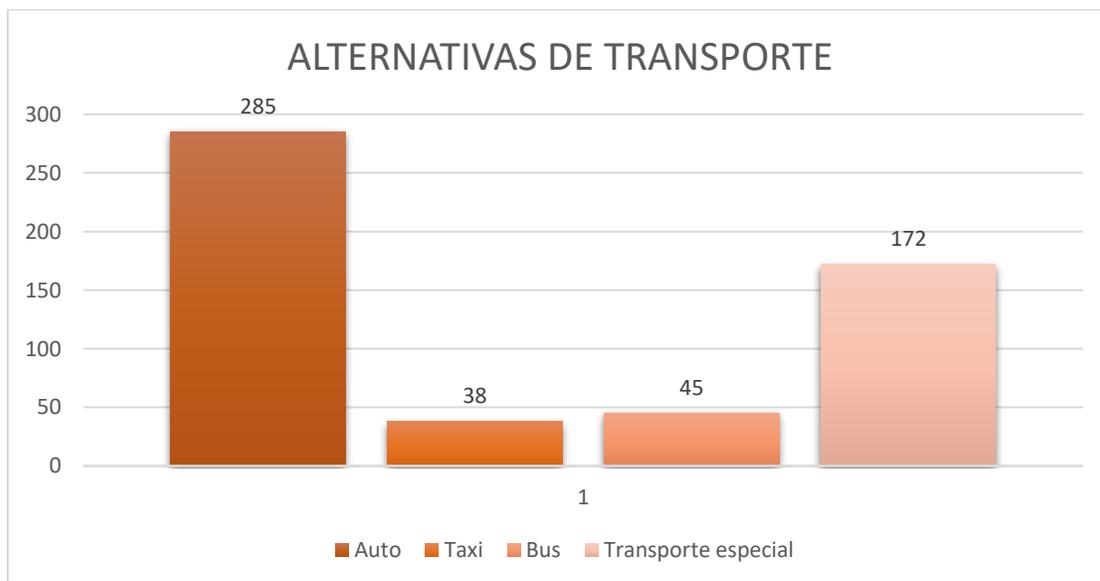


Figura 9. Preferencia de medios de transporte. Fuente: Autoría propia.

De los tres bloques de encuesta, se puede evidenciar que los medios de transporte que usarían los usuarios presentarían el siguiente orden descendente, iniciando por el auto, transporte especial, bus y finalmente el taxi. Según la **Figura 10** **Figura 9** se puede decir que, si a los usuarios se le brindan políticas con bajas tarificaciones, menor tiempo de viaje y tiempo de espera en un servicio especial estos mismos estarían dispuestos a disminuir su dependencia del

auto privado. Además, se evidencia como en el bloque 3 las personas optarían por emplear el transporte especial, teniendo un porcentaje mayor entre los medios de transporte restantes, mientras que en el bloque 1 la alternativa predominante es el auto privado.

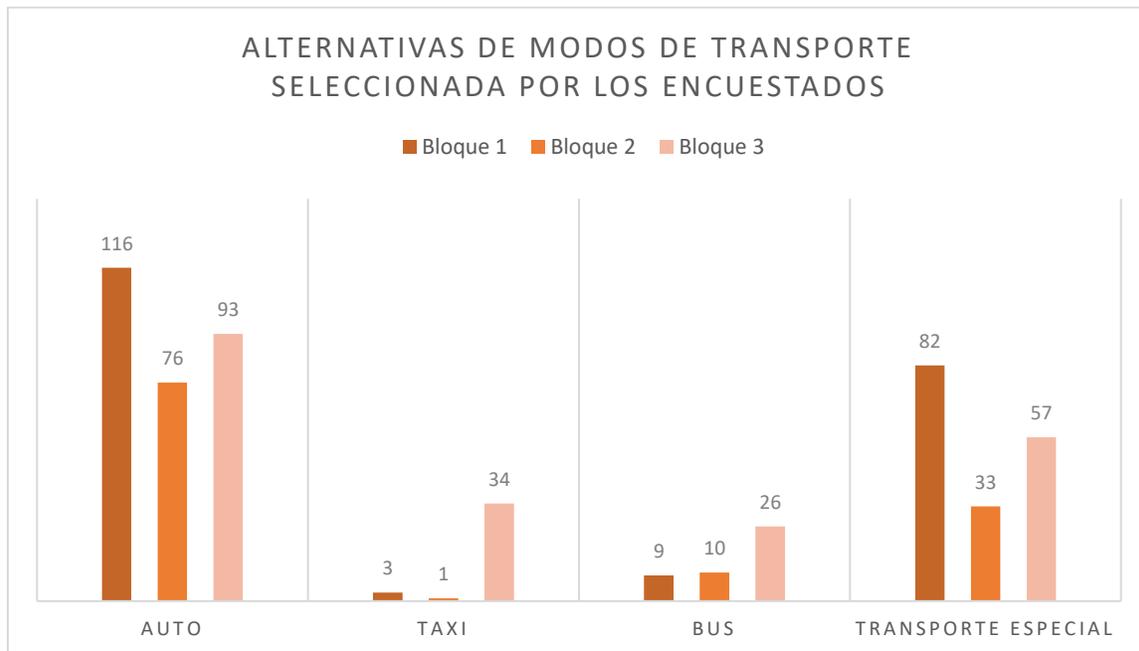


Figura 10. *Preferencias de modos de transporte por bloques.* **Fuente:** Autoría propia.

Estimación del modelo

En este capítulo se relaciona los datos obtenidos de la herramienta de recolección de información, en donde, al emplear la herramienta de programación Rstudio se obtuvo el modelo de elección discreta, teniendo en cuenta que, el modelo es calibrado para un uso más eficiente de la información, al usar estos datos se tiene una menor probabilidad de sesgo (orientación a tomar una decisión) debido a respectivas correlaciones entre variables.

En la estimación del modelo se consideran características y/o variables sociodemográficas de las personas, tales como: edad, sexo, estrato, frecuencia de viaje, y alternativas de modo de transporte. Las cuales fueron recolectadas en el capítulo de toma de información principalmente enfocado en los modos de transporte (taxi, bus, transporte especial,

auto), así como sus respectivos costos y formas de pago. La implementación de estas variables en las funciones de utilidad corresponde a cada una de las encuestas empleadas, en donde se realiza en serie de iteraciones para así llegar al modelo adecuado cumpliendo ciertas condiciones de tolerancia y significancia. Para el tamaño de la muestra de la población estudiada se tienen en cuenta factores principales que hacen de éstas fundamentales para determinar qué tan confiable y que tan variable es la toma de dicha muestra. Factores como exactitud, parámetros en la población estudiada y tamaño de éstas son las más importantes ya que, en relación con el Teorema Central para Ortuzar (2006), postula que la estimación de la media de una muestra tiende a una distribución normal, a medida que aumenta el tamaño muestral aumenta la exactitud y por lo tanto la confianza del modelo.

Se debe elegir un nivel de confianza para los datos tomados, representa cuanto el analista está dispuesto a cometer un error (el nivel de confianza típico es de 95%), esto implica una disposición a cometer errores en un 5% de los casos y una significancia de ± 1.74 valor dado con respecto a pruebas estadísticas (prueba normal inversa)

Para la elaboración del modelo las variables socioeconómicas empleadas son descritas en la **Tabla 5**.

Tabla 5.
Variables socioeconómicas empleadas.

<i>Atributo</i>	<i>Variable</i>	<i>Significado</i>
Sexo	<i>Mujer</i>	1 si la persona es mujer. 0 en otro caso.
Número de vehículos en el hogar	<i>Un_Veh</i>	1 si la persona tiene un vehículo en el hogar. 0 en otro caso.
	<i>Dos_Veh</i>	1 si la persona tiene dos vehículos en el hogar. 0 en otro caso.
	<i>MasDos_Veh</i>	1 si la persona tiene tres vehículos en el hogar. 0 en otro caso.
Estrato	<i>E_Alto</i>	1 si la persona es estrato alto. 0 en otro caso.
	<i>E_Medio</i>	1 si la persona es estrato medio.

	<i>E_Bajo</i>	0 en otro caso. 1 si la persona es estrato bajo.
Frecuencia transporte público	<i>Nunca_TP</i>	0 en otro caso. 1 si la persona nunca utiliza el transporte público.
	<i>VariasVeces_TP</i>	0 en otro caso. 1 si la persona utiliza varias veces a la semana el transporte público.
	<i>Diariamente_TP</i>	0 en otro caso. 1 si la persona utiliza diariamente el transporte público.
Alternativas de medios de transporte	<i>Bicicleta_Caminata</i>	0 en otro caso. 1 si la persona usa bicicleta y caminata.
	<i>No_Uso_ByC</i>	0 en otro caso. 1 si la persona usa no usa bicicleta y caminata.

Fuente: Autoría propia.

Para el modelo de preferencias declaradas se emplean las variables de la **Tabla 6**, en el cual se tiene en cuenta la aplicación del principio de maximización de la utilidad de los usuarios que eligen de acuerdo con sus preferencias se requiere o necesita del concepto de función de utilidad. La función de utilidad de un usuario es una función matemática cuyo valor numérico depende tanto de los atributos de la opción de viaje por considerar como de las características del individuo que decide tomar esa opción.

Tabla 6.

Preferencias declaradas incluidas en el MED.

<i>Atributo</i>	<i>Variable</i>	<i>Significado</i>
Situación	<i>Choice</i>	1: Auto. 2: Bus. 3: Taxi. 4: Transporte especial
Tiempo de viaje	<i>T_V_A</i> <i>T_V_B</i> <i>T_V_T</i> <i>T_V_TE</i>	Tiempo de viaje auto. Tiempo de viaje Bus. Tiempo de viaje Taxi. Tiempo de viaje Transporte especial.
Tiempo de espera	<i>T_E_B</i> <i>T_E_T</i> <i>T_E_TE</i>	Tiempo de espera Bus. Tiempo de espera Taxi. Tiempo de espera Transporte especial.
Costo	<i>C_A</i> <i>C_B</i> <i>C_T</i> <i>C_TE</i>	Costo Auto. Costo Bus. Costo Taxi. Costo Transporte especial.

Fuente: Autoría propia.

Para la elaboración del modelo se utiliza la herramienta de programación “Rstudio”, el cual utiliza un lenguaje de programación (R) especialmente para el análisis estadístico, fue diseñado por Robert Gentleman y Ross Ihaka, miembros del Dpto de Estadística de la Universidad de Auckland, en Nueva Zelanda, Rosana Ferreno, (2018). El objetivo de sus creadores es desarrollar una herramienta potente que soporte los procedimientos y técnicas requeridas para realizar análisis de alta calidad y de confianza. Dentro de sus componentes se encuentra el Editor, el cual funciona como script para plantear o escribir el modelo a plantear para así visualizarlos en la Consola, permite verificar si el código funciona bien y si existe algún error. Esta herramienta (Rstudio) nos permite traer o importar archivos CSV los cuales facilitan el trabajo a la hora de evaluar ya que muestra diferentes gráficos estadísticos y en este caso, las utilidades que muestra el modelo.

Se elaboraron dos modelos de elección discreta MED, obteniendo un modelo1 básico de prueba tipo Logit Multinomial, y un modelo definitivo de tipo Mix Logit

Resultados del MED

A partir de los datos obtenidos de la aplicación de las encuestas del diseño de experimento de preferencias declaradas, se realiza la estimación de modelos de elección discreta con base a cada uno de los datos recolectados para cada tipo de modo de transporte.

La estimación de modelos a partir de datos de preferencia declarada, fueron realizadas a partir de una estructura de modelo Logit Multinomial y Mix Logit con efecto panel. Las funciones de utilidad consideradas, se representan en la **Ecuación 9**, **Ecuación 10**, **Ecuación 11**, **Ecuación 12**, en donde la variable T_V_A corresponde al tiempo de viaje en auto, T_V_B al tiempo de viaje en bus, T_V_T al tiempo de viaje en taxi. T_V_TE al tiempo de viaje transporte especial.

Modelo Logit Multinomial (MLN)

Para cada una de las alternativas de elección (carro, bus, taxi, transporte especial), existe una constante asociada a cada una de éstas, tiempos de viaje, espera, costo, con sus respectivos coeficientes (b) y esto se realiza en base a una ecuación lineal para así entender la utilidad del modelo de una mejor manera ya que ésta estructura es una de las más conocidas y utilizadas en los MED. Este modelo MNL asume que cada respuesta es un individuo distinto. La utilidad del individuo depende de las características de la opción seleccionada, algunas de las características son observadas y otras no (variables latentes).

$$V[['car']] = asc_{car} + b_{tv} * T_{V_A} + b_{cost} * C_A$$

Ecuación 9. Variable asociada al auto privado en MLN.

$$V[['bus']] = asc_{bus} + b_{tv} * T_{V_B} + b_{te} * T_{E_B} + b_{cost} * C_B$$

Ecuación 10. Variable asociada a transporte público en MLN.

$$V[['taxi']] = asc_{taxi} + b_{tv} * T_{V_T} + b_{te} * T_{E_T} + b_{cost} * C_T$$

Ecuación 11. Variable asociada al taxi en MLN.

$$V[['especial']] = asc_{especial} + b_{tv} * T_{V_{TE}} + b_{te} * T_{E_{TE}} + b_{cost} * C_{TE}$$

Ecuación 12. Variable asociada al transporte especial en MLN.

De acuerdo a los resultados de la **Tabla 7**, se observa que las variables de $asc_{especial}$ (constante asociada a transporte especial), b_{te} (beta tiempo de espera) y b_{costo} (beta costo) se encuentran por debajo del valor de significancia con respecto a la teoría de 1,74, es decir, que se tiene una confianza de los datos del 97%, lo cual en temas estadísticos es un valor óptimo. Por otro lado, las variables de tiempo de espera y costo poseen influencia en la decisión de las personas, por tanto, se requiere implementar más variables que puedan influenciar en la significancia, por la falta de muestra y correlaciones asociados a errores a la elección de la alternativa presentada se obtiene un sesgo. Todas las variables del modelo presentan el signo esperado y algunas de estas variables resultan significativas para la

evaluación. Respecto a la inclusión de variables socioeconómicas dentro del modelo, se presenta que la variable de *Choice* y de tiempo de viaje que poseen un peso significativo sobre tiempo de espera, los encuestados son personas que poseen transporte privado (no tienen en cuenta el transporte público), no tienen en cuenta el tiempo de espera y el costo que ésta representa ya que son personas que tienen ingresos altos.

Tabla 7.*Resultados obtenidos MLN*

<i>Variables Estimadas</i>	<i>Estimación</i>	<i>Test- t Robusto</i>
<i>asc_car</i>	0.0000	NA
<i>asc_bus</i>	-1.7916	-4.65
<i>asc_taxi</i>	-1.6567	-5.19
<i>asc_especial</i>	-0.3531	-0.84
<i>b_tv</i>	-0.0201	-1.98
<i>b_te</i>	-0.0197	-1.08
<i>b_cost</i>	-0.0001	-1.12

Fuente: Autoría propia.

Modelo Mix Logit con efecto panel (EC)

Las funciones de utilidad presentadas en Mix logit con efecto panel tienen el mismo significado con respecto a las variables presentadas (T_V_A , T_V_B , T_V_T , T_V_{TE}), al momento de introducir dentro de los modelos MNL un término de error asociado a la correlación de las respuestas de un mismo individuo, es decir, efecto panel, la estimación mejora con respecto a la estimación del MNL anteriormente mostrado. Al influir este efecto panel se entiende que una persona está realizando una cantidad de respuestas, este modelo tiene la capacidad de capturar el error asociado a la afinidad que tiene la persona al escoger una alternativa.

A esta variable conocida como error, se le asignan parámetros aleatorios de prueba para que así al iterar encuentre el valor correcto y pueda de alguna u otra forma atrapar el error de una

mejor manera, es decir, establecer una correlación de las respuestas de un mismo individuo. Estas variables asociadas al error se relacionan directamente a cada función de utilidad, en donde, en la **Ecuación 13** se evalúa la variable de parqueo como si la posibilidad de encontrar es baja, por otro lado para la función de utilidad de transporte público (**Ecuación 14**), se incluye el error cuando se tiene el costo de viaje , estableciendo un caso hipotético en que los encuestados no cuenten con dinero en efectivo cuando realizan estos viajes, adicionalmente, se evalúa la posibilidad de que el transporte público esté en sobre cupo. Por otro lado, para la función de utilidad del taxi únicamente se le adiciona la variable de error, dejando así la **Ecuación 15** similar a la establecida en la **Ecuación 11** y finalmente para el transporte especial(**Ecuación 16**), se incluye el pago del mismo a través de dinero en efectivo, descartando las otras opciones de pago y se incluye la variable de error.

$$V[['car']] = asc_{car} + b_{tv} * T_V_A + b_{cost} * C_A + b_{parqueo} * Parqueo_Baja$$

Ecuación 13. Variable asociada al auto privado en EC.

$$V[['bus']] = asc_{bus} + b_{tv} * T_V_B + b_{te} * T_E_B + b_{cost} * C_B + error_{com} ## \\ + b_{ocupacion} * SobreCupo$$

Ecuación 14. Variable asociada a transporte público en EC.

$$V[['taxi']] = asc_{taxi} + b_{tv} * T_V_T + b_{te} * T_E_T + b_{cost} * C_T + error_{com}$$

Ecuación 15. Variable asociada al taxi en EC.

$$V[['especial']] = asc_{especial} + b_{tv} * T_V_{TE} + b_{te} * T_E_{TE} + b_{cost} * C_{TE} \\ + b_{pago} * Efectivo + error_{com}$$

Ecuación 16. Variable asociada a transporte especial en EC.

De acuerdo con los resultados de la **Tabla 8** se observa que todas variables se encuentran por encima del valor de significancia, lo cual indica que los resultados obtenidos tienen gran significancia. El modo de transporte público es el menos valorado por los encuestados y se evidencia de manera que posee mayor utilidad, mientras que el modo de transporte especial y

el taxi presentan una des utilidad menor, representando una mayor significancia en el modelo. Por otro lado, las variables de tiempo de espera y tiempo de viaje tienen una correlación de $T_E > T_V$, lo cual es lo esperado en este modelo debido a la tendencia que tienen los encuestados referentes a un modo de transporte en específico.

Tabla 8.
Resultados del EC.

Variable Estimada	Estimación + Efecto Panel	Test- t Robusto + Efecto Panel
<i>asc_car</i>	0.0000	NA
<i>asc_bus</i>	-3.0705	-6.04
<i>asc_taxi</i>	-1.9708	-4.96
<i>asc_especial</i>	-1.4780	-2.70
<i>b_tv</i>	-0.0234	-2.07
<i>b_te</i>	-0.0397	-2.43
<i>b_cost</i>	-0.0002	-4.26
<i>b_pago</i>	-0.4538	-3.15
<i>b_parqueo</i>	-1.2494	-6.53
<i>Mu_error_com</i>	0.0000	NA
<i>Sigma_error_com</i>	3.7509	8.84

Fuente: Autoría propia.

Las constantes como *asc_car*, *asc_bus*, *asc_taxi*, *asc_especial*, muestran un valor significativo ya que muchas veces las personas consideran otro tipo de variables que no se evaluaron en el experimento para realizar una elección.

En este modelo se logra identificar que la ocupación no fue ampliamente mencionada ya que los resultados no fueron los esperados con respecto al signo, a pesar de que el signo se encuentre de forma adecuada, se tienen demás variables que respaldan la ausencia de esta variable.

Para la variable costo (*b_cost*) se tuvo en cuenta la transacción en efectivo, por lo que esta variable obtuvo un valor esperado, representando una incidencia en el transporte especial debido a que si en algún momento el encuestado decide tomar esta alternativa de transporte y se ofrece solo el pago en efectivo, no será atractivo esta elección para ellos y la probabilidad de

escoger esta opción es baja. En el parqueo (*b_parqueo*) es la probabilidad de que se encuentre parqueadero en la zona estudiada, se estimó con la probabilidad de que el parqueadero se encuentre en baja capacidad, si esto se cumple, afecta la elección del auto particular.

Con respecto al sigma error, se tiene en cuenta que la variable contribuyó de buena manera a absorber los errores atribuibles a la correlación de la respuesta de los individuos, por lo tanto, el efecto panel fue capturado de forma efectiva.

Evaluación de Políticas

Una de las principales utilidades que traen consigo la estimación de modelos de elección discreta, es la capacidad de evaluar escenarios futuros para poder medir los cambios en las decisiones de las personas con base a las elecciones actuales que los individuos tienen. Normalmente, las políticas que se evalúan no tienen en cuenta la percepción de las personas frente a atributos que no pueden ser medidos de forma cuantitativa, sin embargo, la evaluación de políticas teniendo en cuentas dichas variables se estimaran en futuras investigaciones.

Las políticas evaluadas tienen como objetivo obtener la respuesta de personas que actualmente tienen como principal modo de viaje el auto particular, frente a medidas que favorecen modos de transporte sostenible. Dentro de los modos de transporte sostenibles considerados dentro de esta investigación se encuentra el transporte público y un nuevo modo de transporte llamado transporte especial, el cual consiste básicamente en un servicio de transporte colectivo ofrecido de forma institucional. Sin embargo, la implementación de políticas asociadas a la mejora operacional de los sistemas de transporte público es de difícil implementación debido a los altos costos económicos de inversión que estos suponen, sobre todo cuando dichos sistemas ya se encuentran en operación, a pesar de esta situación, para la presente investigación se evaluarán dichas políticas.

Las políticas evaluadas consisten en dos, la primera corresponde a la implementación del cobro por estacionamiento por parte de la institución en estudio y la puesta en operación de un servicio de transporte colectivo para funcionarios de la institución. Dentro de esta política se establece una tarifa de parqueo de \$2000 pesos/hora y una tarifa del servicio de transporte especial de \$2000 pesos/viaje. La segunda política por implementar consiste en la inversión en los sistemas de transporte público reduciendo los tiempos de viaje y los tiempos de espera ofrecidos por estos, adicionalmente, con esta medida se entiende el impacto en el transporte privado (aumento en los tiempos de viaje), además de mantener las medidas implementadas en la política número 1. En resumen, los escenarios evaluados se presentan a continuación.

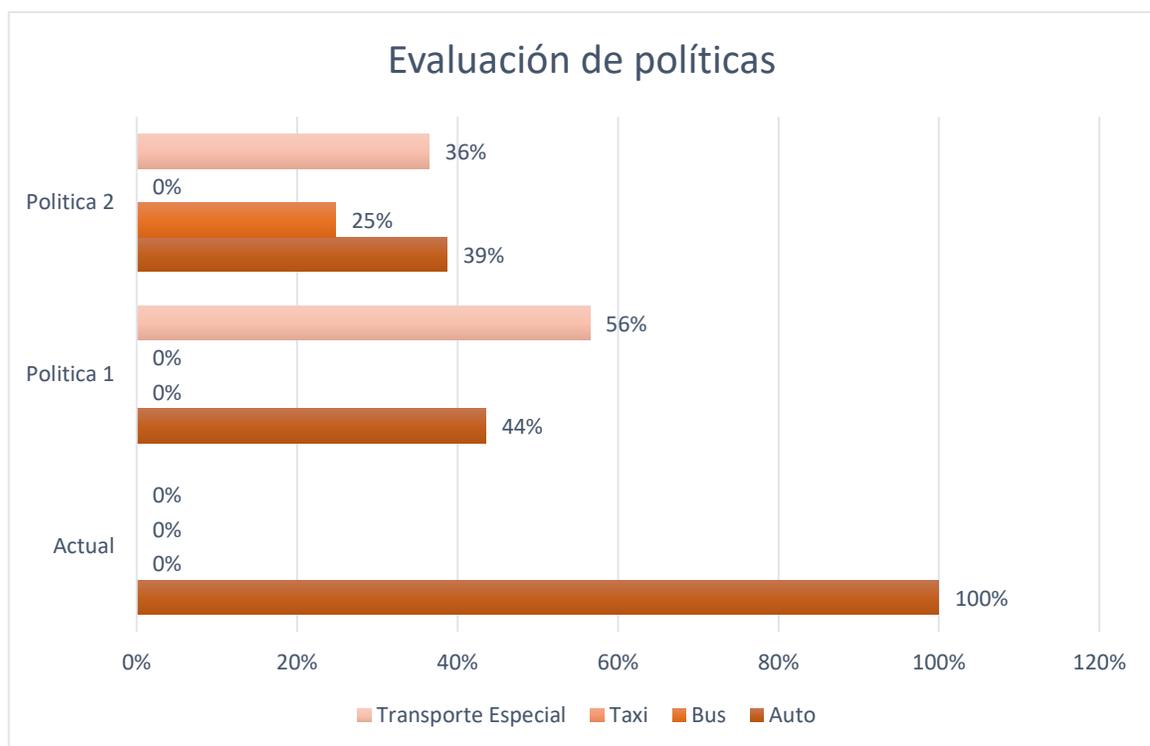
Tabla 9.*Políticas evaluadas.*

<i>Escenario</i>	<i>Medidas</i>
Actual	- Se mantienen las condiciones actuales
Política 1	- Cobro por estacionamiento
	- Disminución de la oferta de estacionamiento
	- Puesta en operación de servicio de transporte especial
Política 2	- Medidas de la política número 1
	- Mejora de los servicios de transporte público a través de la inversión en infraestructura específica para este modo

Fuente: Autoría propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación de las políticas mencionadas anteriormente, tenemos que para la evaluación de la situación actual el 100% de las elecciones corresponden al auto particular como era de esperarse. Al momento de implementar el cobro de tarifas de parqueo y la operación del servicio de transporte especial, tenemos que el 56% de los usuarios de transporte privado deciden cambiar su modo de transporte hacia el nuevo modo ofrecido, teniendo como variables de mayor incidencia el costo del servicio de transporte especial y el costo de la tarifa de parqueo planteados dentro del experimento (2000 Pesos/hora). Cuando se evalúa la política número 2, se obtiene que al momento de mejorar los servicios

prestados por los sistemas de transporte público (mejora en tiempos de viaje y espera), el 25% de la muestra tiene como elección el uso de transporte público, sin embargo, este aumento en la elección es proveniente en su mayoría de los usuarios que antes usaban el transporte especial evidenciándose una disminución del 20% en la elección de este modo. En cuanto al uso del transporte privado, solo se presenta una disminución de 5%, lo que da a entender que el aproximadamente el 40% de los usuarios actuales del transporte privado no están dispuestos a cambiar de modo a pesar de las penalidades y las alternativas y mejoras planteadas asociadas a los modos de transporte sostenibles. En el caso de la alternativa “taxi”, se puede entender la no elección de este modo dado a que los usuarios estudiados corresponde a viajeros en transporte privado, por lo cual no verían reflejados utilidad alguna con respecto al modo que actualmente usan.



Fuente: Autoría propia. **Figura 11.** Evaluación de políticas.

Conclusiones

En la presente investigación se elaboró un modelo de elección discreta Mix Logit (EC) con efecto panel, en el cual se evaluaron variables como tiempos de viaje, tiempos de espera, costos y ocupación de las alternativas de modo de transporte sostenible (auto privado, taxi, transporte público, y transporte especial), con el fin de identificar la influencia de cada variable y establecer políticas empresariales que beneficien a los docentes y funcionarios de la Universidad de la Costa. Para ello, se recolectó información de una muestra de 90 personas vinculadas a la universidad con cargos administrativos y educativos, en donde, mediante una encuesta que incluye características de preferencias declaradas y reveladas, se obtuvo información socioeconómica, aptitudes, y percepciones de los encuestados referentes a los modos de transporte sostenible.

Con la información recolectada, se elaboró una base de datos en la cual se subdividió la información en dos grandes grupos como preferencias declaradas y preferencias reveladas, en donde, cada sección incluye variables complementarias para la estimación del modelo. Seguido a esto, se procedió a elaborar el modelo de elección discreta mediante el software RStudio, teniendo como base el algoritmo de programación Apolo desarrollado por Stephane Hess, incluyendo los datos obtenidos en las encuestas.

A pesar de contar con distintas fuentes de datos (PD, PR y VL), solo se estimaron modelos haciendo uso de la base de datos de preferencias declaradas. Se estimaron tres modelos correspondientes a un modelo MNL simple, un modelo MNL con variación sistemática de los gustos y un Mixed Logit en el cual se incorpora el efecto panel. De los tres modelos, no se obtuvo buenos resultados en el modelo MNL con variación sistemática en los gustos. De las variables evaluadas, se obtuvo que las variables referentes a tiempo de viaje, tiempo de espera,

costo, probabilidad baja de parqueo y modo de pago en efectivo del transporte privado, dieron estadísticamente significativas y con el signo esperado. Adicionalmente se obtuvo que la valoración del tiempo de viaje y del tiempo de espera para los usuarios encuestados esta en el orden de 120 pesos/min y 200 pesos/min correspondientemente.

A partir de los modelos obtenidos, fue posible realizar una estimación de políticas asociadas al incentivo del uso de modos de transporte sostenibles. En total, fueron evaluadas dos políticas que consisten en el cobro por estacionamiento y la inversión en infraestructura específica del transporte público. De estas políticas se concluye que los usuarios al ver penalidades en el transporte privado y mejoramiento en la oferta de sistemas de transporte sostenibles con el medio ambiente las personas están dispuestas a realiza un cambio modal, sin embargo, un 40% de la muestra no estaría dispuesto a dejar el uso de transporte privado, por lo que se tendría que evaluar que otras políticas se pudiesen implementar para disminuir este porcentaje.

En conclusión, los usuarios perciben de manera significativas variables que afecten las características de sus viajes, como los costos, el tiempo de espera y de viaje. Adicionalmente, la implementación de medidas instituciones como servicios de transporte especial colectivo puede traer beneficios para la operación del sistema de transporte ya que se evidencia un cambio modal. A pesar de las políticas evaluadas, hay usuarios que no están dispuestos a cambiar de modo por lo cual a través de variables de percepción se podrían estudiar las posibles políticas que pueden llegar a ser efectivas para este tipo de usuarios. Esta última línea de investigación se establece como un estudio futuro a partir de la base de datos de variables latentes recolectada en esta investigación.

Anexos

Anexo I.
Formato de encuesta 1.

ENCUESTA- TESIS PREGRADO (1)																																				
La presente encuesta es elaborada con fines académicos e investigativos, con el fin de obtener de información que permite el desarrollo de la tesis de los estudiantes de pregrado Karen De la Rans Zapata (kdelaran1@cuc.edu.co) & Brandon Balza Muñoz (bbalza1@cuc.edu.co). Toda la información declarada por el encuestado será confidencial y anónima. Cualquier inquietud o dificultad para responder ésta encuesta se puede comunicar con Tutor de tesis: Miguel Figueroa Loaiza. Correo: mfiguero12@cuc.edu.co																																				
Sección 1	Información socioeconómica																																			
Marque con una X																																				
Edad*																																				
Sexo*																																				
Masculino	Femenino																																			
Barrio de residencia*																																				
Número de vehículos en el hogar*																																				
1	2	3	Más de 4																																	
Estrato*																																				
1	2	3	4	5	6																															
Con que frecuencia usa el transporte público para dirigirse a la universidad?																																				
Diariamente	Varias veces a la semana	Nunca																																		
Indique en minutos cuanto es el tiempo de viaje en promedio desde su hogar hacia la universidad*																																				
Cuando usa su vehículo para viajar a Universidad, con cuantos pasajeros normalmente realiza el viaje?*																																				
0	1	2	3	Más de 4																																
Con que frecuencia utiliza el transporte público para dirigirse a la Universidad?																																				
Diariamente	Varias veces a la semana	Nunca																																		
Consideraría usted algunos de estos modos de transporte para ir a la universidad?*																																				
Bicicleta	Caminata	Bicicleta y Caminata	Ninguno de los dos																																	
Sección 2	Observe las situaciones hipotéticas planteadas a continuación:																																			
Debido a los altos problemas de congestión en el uso de los parqueaderos y la no disponibilidad inmediata de espacio para obras de ampliación del mismo, la universidad ha decidido implementar el cobro de parqueo y adicionalmente, a prestar el servicio de transporte especial con el fin de incentivar el uso de modos y servicios de transporte amigables con el medio ambiente, y a su vez, reducir el uso de transporte privado. Marque con una X																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Pago transporte especial: Descuento nómina</th> </tr> <tr> <th>SITUACIÓN 1</th> <th>Auto</th> <th>Bus</th> <th>Taxi</th> <th>Transporte Especial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 7.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 1.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Alta</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Sobrecupo</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Pago transporte especial: Descuento nómina					SITUACIÓN 1	Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial	Tiempo de viaje (min)	20	25	20	20	Tiempo de espera (min)	-	10	5	15	Costo/trayecto o parqueo	\$ 7.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-
Pago transporte especial: Descuento nómina																																				
SITUACIÓN 1	Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																
Tiempo de viaje (min)	20	25	20	20																																
Tiempo de espera (min)	-	10	5	15																																
Costo/trayecto o parqueo	\$ 7.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000																																
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-																																
Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-																																
Auto	Bus	Taxi	Transporte especial																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Pago transporte especial: Efectivo</th> </tr> <tr> <th>SITUACIÓN 2</th> <th>Auto</th> <th>Bus</th> <th>Taxi</th> <th>Transporte Especial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 5.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 1.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Baja</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Asientos libres</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Pago transporte especial: Efectivo					SITUACIÓN 2	Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial	Tiempo de viaje (min)	15	25	15	20	Tiempo de espera (min)	-	5	5	10	Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Baja	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-	-
Pago transporte especial: Efectivo																																				
SITUACIÓN 2	Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																
Tiempo de viaje (min)	15	25	15	20																																
Tiempo de espera (min)	-	5	5	10																																
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000																																
Probabilidad de encontrar parqueo	Baja	-	-	-																																
Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-	-																																
Auto	Bus	Taxi	Transporte especial																																	

Pago transporte especial: Descuento nómina				
SITUACIÓN 3	Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial
Tiempo de viaje (min)	15	35	25	25
Tiempo de espera (min)	-	10	5	20
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 3.000
Probabilidad de encontrar parqueo	Media	-	-	-
Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-

Auto	Bus	Taxi	Transporte especial	
Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual				
SITUACIÓN 4				
Tiempo de viaje (min)	15	30	20	10
Tiempo de espera (min)	-	5	5	20
Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000
Probabilidad de encontrar parqueo	Media	-	-	-
Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-

Auto	Bus	Taxi	Transporte especial	
Pago transporte especial: Descuento nómina				
SITUACIÓN 5				
Tiempo de viaje (min)	15	35	25	30
Tiempo de espera (min)	-	5	5	10
Costo/trayecto o parqueo	\$ 7.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-
Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-

Auto	Bus	Taxi	Transporte especial	
Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual				
SITUACIÓN 6				
Tiempo de viaje (min)	20	35	15	20
Tiempo de espera (min)	-	5	5	20
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-
Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-

Auto	Bus	Taxi	Transporte especial	
Sección 3		Evalúe las siguientes aptitudes para determinar su posición al respecto.		
En las preguntas de evaluación, 1 consiste en estar totalmente en desacuerdo y 5 en totalmente de acuerdo.				
<i>El transporte público es un modo de transporte el cual trae beneficios al medio ambiente.</i>				
1	2	3	4	5
<i>Hay que incentivar el uso de modos de transporte sostenible.</i>				
1	2	3	4	5
<i>No uso el transporte público y tampoco modos no motorizados como la caminata y la bicicleta, ya que eso puede afectar mi posición social.</i>				
1	2	3	4	5
<i>El transporte público es un modo de equidad social por la alta accesibilidad que este tiene.</i>				
1	2	3	4	5

Anexo 2.
Formato de encuesta 2.

ENCUESTA- TESIS PREGRADO (2)																																																	
La presente encuesta es elaborada con fines académicos e investigativos, con el fin de obtener de información que permite el desarrollo de la tesis de los estudiantes de pregrado Karen De la Rans Zapata (kdelaran1@cuc.edu.co) & Brandon Balza Muñoz (bbalza1@cuc.edu.co). Toda la información declarada por el encuestado sera confidencial y anónima. Cualquier inquietud o dificultad para responder ésta encuesta se puede comunicar con Tutor de tesis: Miguel Figueroa Loaiza. Correo: mfiguero12@cuc.edu.co																																																	
Sección 1		Información socioeconómica																																															
Marque con una X																																																	
Edad*																																																	
Sexo*																																																	
Masculino					Femenino																																												
Barrio de residencia*																																																	
Número de vehiculos en el hogar*																																																	
1		2		3		Más de 4																																											
Estrato*																																																	
1		2		3		4		5																																									
Con que frecuencia usa el transporte público para dirigirse a la universidad?																																																	
Diariamente			Varias veces a la semana			Nunca																																											
Indique en minutos cuanto es el tiempo de viaje en promedio desde su hogar hacia la universidad*																																																	
Cuando usa su vehículo para viajar a Universidad, con cuantos pasajeros normalmente realiza el viaje?*																																																	
0		1		2		3		Más de 4																																									
Con que frecuencia utiliza el transporte publico para dirigirse a la Universidad?																																																	
Diariamente			Varias veces a la semana			Nunca																																											
Consideraría usted algunos de estos modos de transporte para ir a la universidad?*																																																	
Bicicleta		Caminata			Bicicleta y Caminata		Ninguno de los dos																																										
Sección 2		Observe las situaciones hipotéticas planteadas a continuación:																																															
Debido a los altos problemas de congestión en el uso de los parqueaderos y la no disponibilidad inmediata de espacio para obras de ampliación del mismo, la universidad ha decidido implementar el cobro de parqueo y adicionalmente, a prestar el servicio de transporte especial con el fin de incentivar el uso de modos y servicios de transporte amigables con el medio ambiente., y a su vez, reducir el uso de transporte privado. Marque con una X																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">SITUACIÓN 7</td> </tr> <tr> <td>Auto</td> <td>Bus</td> <td>Taxi</td> <td colspan="2">Transporte Especial</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 5.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 2.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Alta</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Semilleno</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>										Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual					SITUACIÓN 7					Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial		Tiempo de viaje (min)	15	30	20	30	Tiempo de espera (min)	-	15	5	15	Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-
Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual																																																	
SITUACIÓN 7																																																	
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																														
Tiempo de viaje (min)	15	30	20	30																																													
Tiempo de espera (min)	-	15	5	15																																													
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000																																													
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-																																													
Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-																																													
Auto		Bus			Taxi		Transporte especial																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">SITUACIÓN 8</td> </tr> <tr> <td>Auto</td> <td>Bus</td> <td>Taxi</td> <td colspan="2">Transporte Especial</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 9.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 1.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Media</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Semilleno</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>										Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual					SITUACIÓN 8					Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial		Tiempo de viaje (min)	25	25	25	20	Tiempo de espera (min)	-	15	5	20	Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Media	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-
Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual																																																	
SITUACIÓN 8																																																	
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																														
Tiempo de viaje (min)	25	25	25	20																																													
Tiempo de espera (min)	-	15	5	20																																													
Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000																																													
Probabilidad de encontrar parqueo	Media	-	-	-																																													
Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-																																													
Auto		Bus			Taxi		Transporte especial																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Pago transporte especial: Efectivo</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">SITUACIÓN 9</td> </tr> <tr> <td>Auto</td> <td>Bus</td> <td>Taxi</td> <td colspan="2">Transporte Especial</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>15</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 7.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 2.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Media</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Sobrecupo</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>										Pago transporte especial: Efectivo					SITUACIÓN 9					Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial		Tiempo de viaje (min)	15	25	15	25	Tiempo de espera (min)	-	15	5	15	Costo/trayecto o parqueo	\$ 7.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Media	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-
Pago transporte especial: Efectivo																																																	
SITUACIÓN 9																																																	
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																														
Tiempo de viaje (min)	15	25	15	25																																													
Tiempo de espera (min)	-	15	5	15																																													
Costo/trayecto o parqueo	\$ 7.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000																																													
Probabilidad de encontrar parqueo	Media	-	-	-																																													
Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-																																													
Auto		Bus			Taxi		Transporte especial																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">SITUACIÓN 10</td> </tr> <tr> <td>Auto</td> <td>Bus</td> <td>Taxi</td> <td colspan="2">Transporte Especial</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 5.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 2.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Alta</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Asientos libres</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>										Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual					SITUACIÓN 10					Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial		Tiempo de viaje (min)	25	25	25	25	Tiempo de espera (min)	-	10	5	10	Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-	-
Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual																																																	
SITUACIÓN 10																																																	
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																														
Tiempo de viaje (min)	25	25	25	25																																													
Tiempo de espera (min)	-	10	5	10																																													
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000																																													
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-																																													
Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-	-																																													
Auto		Bus			Taxi		Transporte especial																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Pago transporte especial: Descuento nómina</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">SITUACIÓN 11</td> </tr> <tr> <td>Auto</td> <td>Bus</td> <td>Taxi</td> <td colspan="2">Transporte Especial</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>15</td> <td>35</td> <td>25</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 9.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 2.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Baja</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Asientos libres</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>										Pago transporte especial: Descuento nómina					SITUACIÓN 11					Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial		Tiempo de viaje (min)	15	35	25	20	Tiempo de espera (min)	-	15	5	15	Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Baja	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-	-
Pago transporte especial: Descuento nómina																																																	
SITUACIÓN 11																																																	
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																														
Tiempo de viaje (min)	15	35	25	20																																													
Tiempo de espera (min)	-	15	5	15																																													
Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 2.000																																													
Probabilidad de encontrar parqueo	Baja	-	-	-																																													
Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-	-																																													
Auto		Bus			Taxi		Transporte especial																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5">Pago transporte especial: Efectivo</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">SITUACIÓN 12</td> </tr> <tr> <td>Auto</td> <td>Bus</td> <td>Taxi</td> <td colspan="2">Transporte Especial</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>15</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>-</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Costo/trayecto o parqueo</td> <td>\$ 9.000</td> <td>\$ 2.300</td> <td>\$ 8.000</td> <td>\$ 3.000</td> </tr> <tr> <td>Probabilidad de encontrar parqueo</td> <td>Alta</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ocupación del Bus</td> <td>-</td> <td>Semilleno</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>										Pago transporte especial: Efectivo					SITUACIÓN 12					Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial		Tiempo de viaje (min)	15	25	15	30	Tiempo de espera (min)	-	10	5	20	Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 3.000	Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-	Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-
Pago transporte especial: Efectivo																																																	
SITUACIÓN 12																																																	
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial																																														
Tiempo de viaje (min)	15	25	15	30																																													
Tiempo de espera (min)	-	10	5	20																																													
Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 3.000																																													
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-																																													
Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-																																													
Auto		Bus			Taxi		Transporte especial																																										
Sección 3		Evalúe las siguientes aptitudes para determinar su posición al respecto.																																															
En las preguntas de evaluación, 1 consiste en estar totalmente en desacuerdo y 5 en totalmente de acuerdo.																																																	
El transporte publico es un modo de transporte el cual trae beneficios al medio ambiente.																																																	
1		2		3		4		5																																									
Hay que incentivar el uso de modos de transporte sostenible.																																																	
1		2		3		4		5																																									
No uso el transporte publico y tampoco modos no motorizados como la caminata y la bicicleta, ya que eso puede afectar mi posición social.																																																	
1		2		3		4		5																																									
El transporte publico es un modo de equidad social por la alta accesibilidad que este tiene.																																																	
1		2		3		4		5																																									

<i>Se debe invertir más en infraestructura específica para favorecer la operación del transporte público y modos no motorizados como la bicicleta y la caminata.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>Se deben generar incentivos ya sean estatales o institucionales para el incentivo del uso de modos de transporte sostenibles.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>La inversión en infraestructura vial debe estar enfocada en la ampliación de vías para el transporte particular.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>Se deben implementar subsidios para reducir el costo de modos de transporte privados para generar facilidad en la adquisición de estos.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>El uso del auto particular genera mayores beneficios que el uso del transporte público, caminata o bicicleta.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>Se deben generar mayor número de estacionamientos para incentivar el uso de vehículos particulares.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>El auto particular es una necesidad y no un lujo.</i>						
	1	2	3	4	5	
<i>Prefiero el uso del auto por su comodidad a pesar que ya está demostrado que resulta más rentable el uso del transporte público.</i>						
	1	2	3	4	5	
Sección 4		<i>Determine si está de acuerdo o no con las siguientes políticas</i>				
<i>Subsidios al transporte público para mejorar su operación y la calidad del servicio.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
<i>Transporte público gratuito para personas de bajos ingresos económicos.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
<i>Cobros por congestión al transporte particular.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
<i>Cobro por estacionamiento sin excepción alguna.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
<i>Implementación de carriles exclusivos de transporte público y ciclorutas.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
<i>Aumento en los impuestos de los automóviles en pro de subsidiar el transporte público.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
<i>Cobro de impuesto solidario a personas con ingresos superiores a 4 SMLMV para el subsidio del transporte público para personas de bajos recursos.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
<i>Subsidio al automóvil para disminuir los costos de adquisición para las personas.</i>						
De acuerdo			En desacuerdo			
Sección 5		Pregunta opcional				
<i>Se recuerda que la encuesta es totalmente anónima y los datos personales solo se usaran para fines académicos e investigativos.</i>						
<i>Ingresos mensuales aproximados.</i>						

Fuente: Autoría propia.

Anexo 3
Formato de encuesta 3.

ENCUESTA- TESIS PREGRADO (3)						
La presente encuesta es elaborada con fines académicos e investigativos, con el fin de obtener de información que permite el desarrollo de la tesis de los estudiantes de pregrado Karen De la Rans Zapata (kdclaran1@cuc.edu.co) & Brandon Balza Muñoz (bbalza1@cuc.edu.co). Toda la información declarada por el encuestado será confidencial y anónima.						
Cualquier inquietud o dificultad para responder ésta encuesta se puede comunicar con						
Tutor de tesis: Miguel Figueroa Loaiza.						
Correo: mfiguero12@cuc.edu.co						
Sección 1		Información socioeconómica				
Marque con una X						
Edad*						
Sexo*						
Masculino			Femenino			
Barrio de residencia*						
Número de vehículos en el hogar*						
1	2		3		Más de 4	
Estrato*						
1	2	3	4	5	6	
Con que frecuencia utiliza el transporte público para dirigirse a la universidad?						
Diariamente		Varias veces a la semana			Nunca	
Indique en minutos cuanto es el tiempo de viaje en promedio desde su hogar hacia la universidad*						
Cuando usa su vehículo para viajar a Universidad, con cuantos pasajeros normalmente realiza el viaje?*						
0	1	2	3	Más de 4		
Con que frecuencia utiliza el transporte público para dirigirse a la Universidad?						
Diariamente		Varias veces a la semana			Nunca	
Consideraría usted algunos de estos modos de transporte para ir a la universidad?*						
Bicicleta		Caminata		Bicicleta y Caminata		Ninguno de los dos
Sección 2		Observe las situaciones hipotéticas planteadas a continuación:				
Debido a los altos problemas de congestión en el uso de los parqueaderos y la no disponibilidad inmediata de espacio para obras de ampliación del mismo, la universidad ha decidido implementar el cobro de parqueo y adicionalmente, a prestar el servicio de transporte especial con el fin de incentivar el uso de modos y servicios de transporte amigables con el medio ambiente., y a su vez, reducir el uso de transporte privado. Marque con una X						
Pago transporte especial: Descuento nómina						
SITUACIÓN 13						
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial			
Tiempo de viaje (min)	25	30	15	25		
Tiempo de espera (min)	-	15	5	20		
Costo/trayecto o parqueo	\$ 7.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000		
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-		
Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-			
Auto		Bus		Taxi		Transporte especial
Pago transporte especial: Descuento nómina						
SITUACIÓN 14						
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial			
Tiempo de viaje (min)	20	25	20	30		
Tiempo de espera (min)	-	15	5	10		
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 3.000		
Probabilidad de encontrar parqueo	Media	-	-	-		
Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-			
Auto		Bus		Taxi		Transporte especial
Pago transporte especial: Tarjeta recargable/Plataforma virtual						
SITUACIÓN 15						
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial			
Tiempo de viaje (min)	15	30	20	20		
Tiempo de espera (min)	-	10	5	20		
Costo/trayecto o parqueo	\$ 7.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 3.000		
Probabilidad de encontrar parqueo	Baja	-	-	-		
Ocupación del Bus	-	Asientos libres	-			
Auto		Bus		Taxi		Transporte especial

Pago transporte especial: Efectivo				
SITUACIÓN 16				
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial	
Tiempo de viaje (min)	20	30	25	20
Tiempo de espera (min)	-	15	5	10
Costo/trayecto o parqueo	\$ 9.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 3.000
Probabilidad de encontrar parqueo	Alta	-	-	-
Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-
Auto	Bus	Taxi	Transporte especial	
Pago transporte especial: Efectivo				
SITUACIÓN 17				
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial	
Tiempo de viaje (min)	20	30	25	25
Tiempo de espera (min)	-	10	5	15
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000
Probabilidad de encontrar parqueo	Baja	-	-	-
Ocupación del Bus	-	Semilleno	-	-
Auto	Bus	Taxi	Transporte especial	
Pago transporte especial: Efectivo				
SITUACIÓN 18				
Auto	Bus	Taxi	Transporte Especial	
Tiempo de viaje (min)	25	35	20	30
Tiempo de espera (min)	-	15	5	20
Costo/trayecto o parqueo	\$ 5.000	\$ 2.300	\$ 8.000	\$ 1.000
Probabilidad de encontrar parqueo	Baja	-	-	-
Ocupación del Bus	-	Sobrecupo	-	-
Auto	Bus	Taxi	Transporte especial	
Sección 3				
<i>Evalúe las siguientes aptitudes para determinar su posición al respecto.</i>				
En las preguntas de evaluación, 1 consiste en estar totalmente en desacuerdo y 5 en totalmente de acuerdo.				
<i>El transporte público es un modo de transporte el cual trae beneficios al medio ambiente.</i>				
1	2	3	4	5
<i>Hay que incentivar el uso de modos de transporte sostenible.</i>				
1	2	3	4	5
<i>No uso el transporte público y tampoco modos no motorizados como la caminata y la bicicleta, ya que eso puede afectar mi posición social.</i>				
1	2	3	4	5
<i>El transporte público es un modo de equidad social por la alta accesibilidad que este tiene.</i>				
1	2	3	4	5

Se debe invertir más en infraestructura específica para favorecer la operación del transporte público y modos no motorizados como la bicicleta y la caminata.	1	2	3	4	5	Transporte público gratuito para personas de bajos ingresos económicos.	De acuerdo	En desacuerdo	
Se deben generar incentivos ya sean estatales o institucionales para el incentivo del uso de modos de transporte sostenibles.	1	2	3	4	5	Cobros por congestión al transporte particular.	De acuerdo	En desacuerdo	
La inversión en infraestructura vial debe estar enfocada en la ampliación de vías para el transporte particular.	1	2	3	4	5	Cobro por estacionamiento sin excepción alguna.	De acuerdo	En desacuerdo	
Se deben implementar subsidios para reducir el costo de modos de transporte privados para generar facilidad en la adquisición de estos.	1	2	3	4	5	Implementación de carriles exclusivos de transporte público y ciclorutas.	De acuerdo	En desacuerdo	
El uso del auto particular genera mayores beneficios que el uso del transporte público, caminata o bicicleta.	1	2	3	4	5	Aumento en los impuestos de los automóviles en pro de subsidiar el transporte público.	De acuerdo	En desacuerdo	
Se deben generar mayor número de estacionamientos para incentivar el uso de vehículos particulares.	1	2	3	4	5	Cobro de impuesto solidario a personas con ingresos superiores a 4 SMLMV para el subsidio del transporte público para personas de bajos recursos.	De acuerdo	En desacuerdo	
El auto particular es una necesidad y no un lujo.	1	2	3	4	5	Subsidio al automóvil para disminuir los costos de adquisición para las personas.	De acuerdo	En desacuerdo	
Prefiero el uso del auto por su comodidad a pesar que ya está demostrado que resulta más rentable el uso del transporte público.	1	2	3	4	5	Sección 5	Pregunta opcional		
Sección 4	Determine si esta de acuerdo o no con las siguientes políticas					Se recuerda que la encuesta es totalmente anónima y los datos personales solo se usaran para fines académicos e investigativos.			
Subsidios al transporte público para mejorar su operación y la calidad del servicio.	De acuerdo			En desacuerdo			Ingresos mensuales aproximados.		

Fuente: Autoría propia.

Referencias

- Al-Atawi Attiyah, A., & Saleh Wafaa, A. (2014). Travel behaviour in Saudi Arabia and the role of social factors. *Transport*, 29(3), 269-277. doi:10.3846/16484142.2014.913199
- Bamberg, S., Ajzen, I., & Schmidt, P. (2003). Choice of travel mode in the theory of planned behavior: The roles of past behavior, habit, and reasoned action. *Basic Appl Society Psychol*, 175-187.
- Beirao, G., & Sarsfield Cabral, J. (November de 2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, 14(6), 478-489. doi:2007.04.009
- Bovy, P., & Hoogendoorn-Lanser, S. (2005). Modelling route choice behaviour in multi-modal transport networks. *Transportation*, 341-368.
- Cantillo Garcia, V., Guzman, L. A., & Arellana, J. (2019). Socioeconomic strata as proxy variable for household income in transportation research. Evaluation for Bogotá, Medellín, Cali and Barranquilla. *Dyna*, 86(211). doi:10.15446/dyna.v86n211.81821
- Chen, C.-F., & Chao, W.-H. (March de 2011). Habitual or reasoned? Using the theory of planned behavior, technology acceptance model, and habit to examine switching intentions toward public transit. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(2), 128-137. doi:10.1016/j.trf.2010.11.006
- Chuan, D., Donggen, W., Chao, L., Yi, Z., & Jaiwen, Y. (June de 2017). Exploring the influence of built environment on travel mode choice considering the mediating effects of car ownership and travel distance. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 65-80. doi:10.1016/j.tra.2017.04.008

- COLPRENSA. (14 de Agosto de 2018). *Cae la demanda del transporte masivo: informe Supertransporte*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de <https://www.elheraldo.co/economia/cae-la-demanda-del-transporte-masivo-informe-supertransporte-530445>
- Córdoba, J., & Jar, G. (October de 2012). Inclusion of the Latent Personality Variable in Multinomial Logit Models Using the 16pf Psychometric Test. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54(4), 169-179. doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.736
- DANE. (30 de Agosto de 2018). *Boletín técnico. Encuestas de Transporte Urbano de Pasajeros ETUP*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/transporte/bol_transp_Itrim18.pdf
- El Heraldo. (2020). *Plan de gobierno 2020-2023*. Barranquilla. Obtenido de <https://www.barranquilla.gov.co/transparencia/planeacion/politicas-lineamientos-y-manuales/planes-estrategicos/plan-de-desarrollo>
- Guzman, L. A., Oviedo, D., & Rivera, C. (1 de Enero de 2017). Assessing equity in transport accessibility to work and study: The Bogotá region. *Journal of Transport Geography*, 58, 236-246.
- Hunt, J. D. (1990). A logit model of public transport route choice. *TE Journal*. Volume 60, Issue 2., 26-30.
- IPCC. (2019). *The Intergovernmental Panel On Climate Change*. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/sr15/>

- Litman, T., & Burwel, D. (2006). Issues in sustainable transportation. *Int J. Global Environmental Issues*, 6(4), 331-334.
- Litman, T., & Burwell, D. (2006). Issues in sustainable transportation. *International Journal of Global Environmental Issues*, 331-347.
- MayaAbou, Z., Mazen, D., & Kaysic, I. (December de 2014). Modeling travel choices of students at a private, urban university: Insights and policy implications. *Case Studies on Transport Policy*, 2(3), 142-152. doi:10.1016/j.cstp.2014.08.006
- Organización Mundial De La Salud. (02 de 05 de 2018). Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Ortuzar, J. d., & Willumsen, L. (2011). *Modelling Transport (Fourth ed.)*. Santiago, Chile: Wiley.
- Portafolio. (17 de Septiembre de 2018). *Cae demanda de pasajeros en el transporte masivo del país*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de <https://www.portafolio.co/economia/cae-demanda-de-pasajeros-en-el-transporte-masivo-del-pais-521267>
- Raveau, S., Muñoz, J. C., & De Grange, L. (2011). A topological route choice model for metro. *Transportation Research Part A*, 138-147.
- Raveau, S., Muñoz, J. C., & De Grange, L. (2011). A topological route choice model for metro. *Transportation Research Part A*, 138-147.
- RCN Radio. (8 de Marzo de 2019). *¿Es el pico y placa ambiental la solución por contaminación del aire en Bogotá?* (RCN Radio) Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de <https://www.rcnradio.com/bogota/es-el-pico-y-placa-ambiental-la-solucion-por-contaminacion-del-aire-en-bogota>

- RCN Radio. (05 de Marzo de 2019). *Extrema pico y placa ambiental en Medellín por estado de alerta en calidad del aire*. (RCN Radio) Recuperado el 2019 de Octubre de 25, de <https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/extreman-pico-y-placa-ambiental-en-medellin-por-estado-de-alerta-en-calidad-del>
- Rosana Ferreno. (2018). *Máxima Información*. Obtenido de Data Science: <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-r-software/>
- SEMANA. (17 de Marzo de 2018). *Los problemas que azotan a los sistemas masivos de transporte público*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de <https://www.semana.com/nacion/articulo/transmilenio-y-mio-con-fuertes-dificultades/560696>
- Siu Hing, L., Gerard J.P, v., Gjalt-Jorn , Y., & Petersc, G. (May de 2016). Commuting travel mode choice among office workers: Comparing an Extended Theory of Planned Behavior model between regions and organizational sectors. *Travel Behaviour and Society*, 4, 1-10. doi:10.1016/j.tbs.2015.11.002
- Suarez Montoya, A. (Junio de 2017). Alerta roja en el transporte masivo. *El heraldo*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/alerta-roja-en-el-transporte-masivo/>
- Suárez Montoya, A. (2 de Junio de 2017). *Alerta roja en el transporte masivo*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/alerta-roja-en-el-transporte-masivo-articulo-696644>
- Sustainable Mobility for AllT. (2017). Global Mobility Report 2017. Tracking Sector Performance.
- Wei-Hsiang, C., & Ching-Fu, C. (March de 2011). Habitual or reasoned? Using the theory of planned behavior, technology acceptance model, and habit to examine switching

intentions toward public transit. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(2), 128-137. doi:10.1016/j.trf.2010.11.006

Zona Cero. (2 de Octubre de 2019). Barranquilla tendrá un sistema de transporte integrado, incluyente y sostenible: Jaime Pumarejo. *Zona Cero*. Obtenido de <http://zonacero.com/politica/barranquilla-tendra-un-sistema-de-transporte-integrado-incluyente-y-sostenible-jaime>