



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Planeación de una ruta de transporte público que
combine los modos terrestre y fluvial en la ciudad de
Quibdó**

Esteban De Jesús Bejarano Rengifo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería Civil
Medellín, Colombia
2025

Planeación de una ruta de transporte público que combine los modos terrestre y fluvial en la ciudad de Quibdó

Esteban De Jesús Bejarano Rengifo

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería – Infraestructura y Sistemas de Transporte

Director:

Ivan Reinaldo Sarmiento Ordosgoitia, Ph.D

Línea de Investigación:

Planeación del transporte

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación en Vías y Transporte (VITRA)

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería Civil

Medellín, Colombia

2025

Dedicatoria

A Dios por ser mi ayudador durante todo este proceso, y quien me permitió obtener este logro.

A mi esposa por acompañarme desde el inicio, siendo un apoyo y motivación, y dar sus consejos acertados.

A mis padres, por ser el mayor ejemplo de sencillez, humildad y perseverancia.

A mis profesores y compañeros, que en momentos oportunos me brindaron su ayuda y orientación para cumplir con los objetivos planteados y alcanzar cada meta.

“Por la ignorancia se desciende a la servidumbre, por la educación se asciende a la libertad.”

Diego Luís Córdoba

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, quien desde el principio ha suplido todos los medios, recursos y oportunidades necesarios para alcanzar este logro. Me ha acompañado y guiado en cada paso de mi vida, permitiéndome crecer en sabiduría, conocimiento y gracia. Todo lo que hoy he alcanzado se lo debo a Él, quien es digno de recibir toda la gloria.

A mi esposa Laura Jenniffer Rosero Rivas, por ser mi compañera de vida, pero también coequipera en cada paso y metas trazadas; dándome apoyo, consejos, y haciendo como suyo este proceso.

A mis padres Crisildo Bejarano Martinez y Carmelina Rengifo Palacios, quienes, por medio de sus valores, enseñanzas y ejemplo, han sido el instrumento de Dios para forjar en mí un carácter lleno de esfuerzo, dedicación y temor a Dios. Y, a mis hermanas Elizabeth, Sara y Claudia Bejarano Rengifo por apoyarme y tenerme paciencia, brindándome de su ayuda y disposición en mi crecimiento.

A mi director de tesis, Ivan Reinaldo Sarmiento Ordosgoitia, por su apoyo, dedicación, y tener la disposición necesaria para asesorar y dirigir esta tesis, aportando en mi crecimiento académico y profesional.

A mis compañeros y profesores, en especial al economista y Msc José Fernando Jaramillo Boon, y de igual modo, a la ingeniera y Ph.D Laura Inés Agudelo Vélez, quienes por medio de sus guías y orientaciones facilitaron todo este proceso.

A la Universidad Nacional de Colombia por contribuir en el desarrollo académico y profesional como ingeniero civil en esta nueva etapa.

Resumen

Planeación de una ruta de transporte público que combine los modos terrestre y fluvial en la ciudad de Quibdó.

La presente investigación aborda parte de la problemática de movilidad urbana en la ciudad de Quibdó (Colombia), proponiendo una ruta alternativa de transporte público intermodal que combine modos terrestre y fluvial, aprovechando los ríos Atrato y Cabí como ejes estratégicos para complementar el actual transporte público colectivo urbano (TPCU) existente. La metodología incluyó revisión documental, caracterización de la movilidad urbana, selección de puntos de integración intermodal, diseño experimental con grupos focales y encuestas, y aplicación de modelos de elección discreta (MNL y MXL), además de matrices de valoración de impacto ambiental (Conesa) y DOFA.

La ruta intermodal comprende 6.97 km y 1.52 km correspondientes a los modos fluvial y terrestre, respectivamente. Para la estimación de modelos se realizaron 200 encuestas PR/PD y los resultados muestran el modelo Multinomial Logit (MNL) que tanto el costo como el tiempo de viaje influyen negativamente en la utilidad percibida, siendo el tiempo el atributo de mayor peso. El modelo MNL presenta mejor ajuste y mayor robustez estadística que el Mixed Logit, con coeficientes significativos y signos consistentes con la teoría, lo que garantiza su validez económica. A partir de este modelo (MNL) se estimó una disposición a pagar de 395 COP por minuto ahorrado, respaldando la aceptación social y la justificación económica de la propuesta. Asimismo, se evidenciaron impactos ambientales significativos sobre los componentes físico-bióticos, mientras que los efectos positivos se concentraron en el ámbito socioeconómico, destacándose la generación de empleo y el fortalecimiento de expectativas comunitarias.

Palabras clave: *Movilidad urbana, Transporte intermodal, Modelos de elección discreta, Disposición a pagar, Transporte público urbano.*

Abstract

Planning of a public transport route combining the land and river modes in the city of Quibdó.

The present research addresses part of the urban mobility problem in the city of Quibdó (Colombia), proposing an alternative route of intermodal public transport that combines land and river modes, Using the Atrato and Cabi rivers as strategic axes to complement existing public urban transport (TPCU). The methodology included document review, characterization of urban mobility, selection of intermodal integration points, experimental design with focus groups and surveys, and application of discrete choice models (MNL and MXL), in addition to environmental impact assessment matrices (Conesa) and DOFA.

The intermodal route comprises 6.97 km and 1.52 km corresponding to the river and land modes, respectively. For the estimation of models, 200 PR/PD surveys were carried out and the results show the Multinomial Logit (MNL) model that both cost and travel time negatively influence the perceived utility, with time being the attribute of greatest weight. The MNL model presents better fit and greater statistical robustness than the Mixed Logit, with significant coefficients and signs consistent with the theory, which guarantees its economic validity. From this model (MNL) a willingness to pay 395 COP per minute saved was estimated, supporting the social acceptance and economic justification of the proposal. Also, significant environmental impacts on the physical-biotic components were evidenced, while the positive effects were concentrated in the socioeconomic sphere, highlighting the generation of employment and strengthening community expectations.

Keywords: *Urban Mobility, Inter Modal Transport, Discrete Choice Models, Willingness to Pay, Urban Public Transport.*

Contenido

	Pág.
1. Introducción	1
2. Objetivos	5
2.1 Objetivo General.....	5
2.2 2.2 Objetivos Específicos	5
3. Antecedentes	6
3.1 Modelo clásico del transporte	7
3.2 Casos exitosos en la implementación del transporte fluvial en el mundo	8
3.2.1 Beneficios de la implementación del transporte fluvial	9
3.2.2 Desafíos de la implementación del transporte fluvial.....	10
4. Metodología	12
4.1 Caracterización e identificación de zonas de integración intermodal	12
4.2 Definición del tipo de integración intermodal.....	13
4.3 Diseño experimental y modelación de la elección modal	13
4.4 Identificación de los efectos ambientales de la propuesta intermodal	13
5. Caso de estudio	14
5.1 Plan de Ordenamiento Territorial de Quibdó (POT)	16
5.2 Plan de Desarrollo del Municipio de Quibdó (PDM)	18
5.3 Caracterización e identificación de zonas de integración intermodal	19
5.4 Propuesta de integración intermodal (fluvial – terrestre).....	22
5.4.1 Sistemas de transporte terrestre (buseta/moto)	22
5.4.2 Sistema de transporte intermodal (fluvial - terrestre)	23
5.5 Definición del tipo de integración intermodal.....	24
5.5.1 Tramo terrestre: Puente de Cabí - Terminal de Transporte de Quibdó.....	24
5.5.2 Tramo fluvial: Malecón de Quibdó – Puente de Cabí	25
5.5.3 Definición de vehículos para la integración intermodal	28
5.6 Diseño experimental para las encuestas	29
5.6.1 Función de utilidad	32
5.6.2 Diseño de encuestas de preferencias declaradas (PD).....	33
5.6.3 Diseño de encuestas de preferencias reveladas (PR).....	34
5.7 Aplicación de grupos focales	37
5.7.1 Percepción sobre el sistema de transporte actual	38
5.7.2 Percepción sobre la propuesta fluvial.....	38
5.7.3 Barreras y opiniones percibidas para la integración intermodal.....	39

5.8 Tamaño de la muestra para el modelo de elección	39
5.9 Prueba piloto.....	41
5.9.1 Ajuste de diseño experimental.....	44
6. Resultados y análisis de resultados	45
6.1 Resultado de la estimación de los modelos	46
6.1.1 Indicadores de bondad de ajuste en los modelos estimados	46
6.1.2 Parámetros estimados y correlación entre variables.....	47
6.2 Disposición a pagar (DAP) o Valor Subjetivo del Tiempo (VST).....	49
6.2.1 Disposición a pagar en modelo MNL	50
6.2.2 Comparación de DAP entre el modelo estimado (MNL) y situación actual de transporte urbano	50
6.3 Utilidad para cada alternativa.....	51
6.3.1 Utilidad en modelo MNL	51
6.4 Probabilidades de elección de las alternativas	53
6.4.1 Probabilidades de elección de alternativas en MNL.....	53
6.4.2 Comparación de resultados de encuesta PD y modelos estimados.....	54
6.5 Efectos ambientales de la integración intermodal	55
6.5.1 Identificación de las oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas de la ruta de transporte público propuesto.	59
7. Conclusiones y recomendaciones	62
7.1 Conclusiones	62
7.2 Recomendaciones	64

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Localización del municipio de Quibdó.....	14
Figura 2 Localización de embarcaderos existentes en Quibdó.....	21
Figura 3 Ruta terrestre: Malecón y Terminal de Quibdó	22
Figura 4 Ruta de propuesta de transporte público intermodal	23
Figura 5 Medición de longitud entre embarcadero existente y propuesto	25
Figura 6 Plan maestro 3 detallado.....	30
Figura 7 Función de utilidad del modelo Logit Multinomial (MNL).....	32
Figura 8 Encuestas de preferencias declaradas.....	34
Figura 9 Encuesta de preferencias reveladas (parte 1)	35
Figura 10 Encuesta de preferencias reveladas (parte 2)	36
Figura 11 Función de utilidad final para modelo MNL.....	41
Figura 12 Encuestas PD para encuesta final.....	44
Figura 13 Función de utilidad del modelo Logit Mixto (MXL)	45
Figura 14 Función de utilidad de alternativas en modelo MNL	52
Figura 15 Frecuencia y porcentaje de elección de alternativas (encuesta PD).....	54
Figura 16 Bote de transporte de pasajeros (Expreso 260E)	70
Figura 17 Especificaciones técnicas motor eléctrico.....	71
Figura 18 Especificaciones técnicas de motor a gasolina.....	72

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Demanda diaria del transporte colectivo público en Quibdó	19
Tabla 2 Cálculo del costo del pasaje en bote con propulsión eléctrica	26
Tabla 3 Cálculo del costo del pasaje en bote con propulsión a gasolina	27
Tabla 4 Índices de planes experimentales	29
Tabla 5 Atributos y sus respectivos niveles	30
Tabla 6 Columnas del plan maestro 3 utilizada para el diseño experimental.....	31
Tabla 7 Diseño experimental de escenarios de elección.....	31
Tabla 8 Comparación de resultados de los modelos MNL de la prueba piloto	42
Tabla 9 Indicadores de bondad de ajuste de los modelos (MNL y MXL)	46
Tabla 10 Valor de coeficientes y correlación entre variables estimadas	48
Tabla 11 Matriz de valoración de impactos ambientales (fase de construcción).....	56
Tabla 12 Matriz de valoración de impactos ambientales (fase de operación).....	57
Tabla 13 Análisis estratégico de la propuesta mediante matriz DOFA	60
Tabla 14 Base de datos de encuesta PD y PR (prueba piloto): parte 1	73
Tabla 15 Base de datos de encuesta PD y PR (prueba piloto): parte 2.....	74
Tabla 16 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 1	75
Tabla 17 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 2	76
Tabla 18 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 3	77
Tabla 19 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 4	78
Tabla 20 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 5	79

1. Introducción

La planeación del transporte es un tema crítico en el siglo 21 debido a la creciente demanda de movilidad y la necesidad de reducir el impacto ambiental del transporte en el contexto del cambio climático; según Gordo Garzón (2017) el diseño urbano debe migrar de la simple provisión de bienes públicos a las intervenciones con mayor calidad para así generar un cambio en la distribución modal hacia el uso de transportes sostenibles.

En este marco, la presente investigación abordará parte de la problemática de movilidad urbana en la ciudad de Quibdó, una ciudad intermedia de Colombia, ubicada a unos 120 km del litoral pacífico, proponiendo una ruta alternativa de transporte público que combine el modo terrestre en bus y el fluvial. El objetivo es que el transporte por vía fluvial, que hoy solo se usa para transporte a sitios lejanos de la cabecera urbana, complementa al actual transporte público colectivo urbano (TPCU), mediante la combinación de ambos modos y el aprovechamiento de los recursos hídricos locales, principalmente los ríos Atrato y Cabí.

El transporte público urbano, desde una panorámica mundial, es reconocido como un factor clave para garantizar la accesibilidad de personas dentro de las ciudades, y no contar con ello genera un atraso en la movilidad urbana. Dentro de esa misma panorámica, en Europa, ciudades como Estrasburgo (Francia), Bruselas (Bélgica) y Ámsterdam (Países Bajos), se combina el transporte fluvial con la distribución urbana de pasajeros en vehículos limpios ha demostrado ser una solución efectiva para descongestionar las vías terrestres y reducir las emisiones de carbono (VINCI ENERGIES, 2021). Por tanto, un sistema que integre dos modos de transporte (fluvial y terrestre), se convierte en una estrategia efectiva teniendo en cuenta que el transporte fluvial emite menos dióxido de carbono que los demás modos de transporte, siendo la contaminación muy baja, ya que las emisiones de gases nocivos para la atmósfera son mínimas; además el nivel de ruido y la tasa de accidentes son muy reducidos. (Quintero González et al., 2020)

El sistema de transporte por agua opera en alrededor de 23 ciudades del mundo; si bien en algunos casos su uso es exclusivamente turístico, en otros también cumple

funciones de movilidad cotidiana de sus habitantes (Cheemakurthy et al., 2017). En este sentido, para ciudades que cuentan con ríos es importante comprender el enfoque que han adoptado ciudades al usar el transporte fluvial como medio de transporte urbano, de igual manera, identificar las oportunidades y fortalezas, así como las debilidades y amenazas que puede ofrecer en términos de cobertura y reducción en el tiempo de viaje para los potenciales usuarios.

Según el Plan Integral de Movilidad de Quibdó elaborado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, solo el 13 % de los viajes se realizaban en transporte público (bus, buseta, microbús o colectivo), mientras que el mototaxi (vehículo informal que realiza carreras en motocicletas) concentraba el 42 % de la demanda, a pesar de ser un servicio ilegal en Colombia (Universidad Nacional - Manizales, 2014). La última proyección de población del DANE (2023) reporta que la ciudad cuenta con una población de 144,610 personas, de las cuales 114,560 (85.6%) residen en el área urbana y 19,346 (14.4 %) en el área rural (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024). A pesar de ello, en 2021 el Transporte Público Colectivo Urbano (TPCU) presentaba una cobertura muy baja, con rutas inactivas, operación informal, zonas sin servicio y baja eficiencia en áreas de poca demanda (Hernández Domínguez, 2022). Al mismo tiempo, la creciente demanda de pasajeros, combinada con la deficiente red de transporte público, limita la accesibilidad a ciertas zonas de la ciudad, impactando directamente la conectividad y movilidad de los habitantes en una ciudad en constante desarrollo.

Quibdó posee un contexto geográfico privilegiado para la navegación fluvial, ya que se comunica con otras regiones a través de sus ríos, entre los cuales destaca el río Atrato que bordea la ciudad por el costado occidental, y su afluente, el río Cabí que la bordea por el suroriente. Estas arterias fluviales son utilizadas como vía principal de comunicación mediante canoas, champas, y botes, movidas por canaletas o palancas, y en otros casos por motores, donde los ríos Cabí, Purré, Pacurita, Agua Clara de Purré y, en menor escala, El Rosario, constituyen los ríos principales, que comunican zonas rurales con el mismo nombre de su río (Chaverra Ruiz, 2012). No obstante, estas vías de conexión fluvial no han sido explotadas como vía de conexión para servicios urbanos, y mucho menos para interconectar con servicios terrestres de pasajeros.

En resumen, se pretende apoyar la movilidad urbana, reducir los tiempos de viaje, y brindar a los ciudadanos una experiencia de transporte adaptada al entorno social y cultural. A partir de lo anterior, la pregunta de investigación, la cual atenderá el desarrollo de esta investigación es la siguiente:

¿Qué beneficio(s) aportará la integración intermodal de transporte público (fluvial y terrestre) en una ciudad intermedia con sistema de buses y cercanía de ríos en la zona urbana?

Para ello es necesario plantear cómo planificar una ruta intermodal en cuanto a su trazado y frecuencias del servicio, los tipos de vehículos, y cómo determinar sus puntos de integración, así como la disposición a pagar una determinada tarifa por dichos servicios.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Proponer una ruta alternativa de transporte fluvial que se combine con el sistema de transporte público terrestre en la ciudad de Quibdó.

2.2 2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los puntos de combinación intermodal entre una ruta de bus terrestre y un trayecto fluvial.
- Establecer el tipo de integración de la ruta intermodal y la disposición a pagar por un servicio de transporte intermodal.
- Identificar los efectos ambientales producidos por la integración intermodal.

3. Antecedentes

El transporte fluvial, que se vió disminuido como medio de transporte de menor importancia en el siglo XX, logró recuperarse debido a la puerta que abre al transporte intermodal, no sólo en el transporte de contenedores facilitando la carga, descarga y almacenamiento de grandes cargas, sino que también, en el transporte de pasajeros entre dos puertos del mismo río. Colombia tiene una gran ventaja a nivel global en cuanto a la navegación oceánica y fluvial, y siendo una base para el desarrollo comercial nacional y/o internacional no ha sido muy aprovechada en el transporte acuático lo que se refleja en el estado de subdesarrollo económico. (González, 2013)

La tendencia a nivel mundial es hacia la intermodalidad, cuyo objetivo principal es propiciar el uso de los modos disponibles al combinarlos eficientemente, lo cual requiere infraestructuras adecuadas, hidrovías, terminales, carreteras, puertos, legislación, y lo más importante, el talento humano (González, 2013). Un ejemplo de ello es el papel que ha desempeñado el río Támesis en el desarrollo de Londres y de Gran Bretaña, funcionando durante siglos como una autopista fluvial, siendo aún el puerto más grande del país y la vía navegable más transitada del Reino Unido, que abastece a Londres y al Sureste de alimentos, combustible y productos terminados. (Long Branch, 2016)

También, es importante mencionar el desarrollo que tuvieron los autobuses fluviales, que pasaron de ser solo un barco que transportaba 60 pasajeros por día, a redes que tenían seis rutas y que transportaban en su interior a más de 4,4 millones de viajeros y turistas al año. Dentro de los aspectos fundamentales para tener en cuenta de estos sistemas de transporte, es el soporte que brindan a los otros modos de transporte (metro o ferrocarril) funcionando con mayor intensidad durante los momentos en que se presentan fallas en el transporte público terrestre, al igual, la comodidad y accesibilidad tanto para personas con movilidad reducida, como para los que no tienen dicha dificultad.(Long Branch, 2017)

Asimismo, el sistema de transporte por agua funciona actualmente en 23 ciudades alrededor del mundo: En Europa se encuentran Ámsterdam, Londres, Stavanger, Venecia,

Copenhague, Gotemburgo, Hamburgo, Oslo y Róterdam. En Asia podemos ubicar a Hong Kong, Estambul (ubicada en dos continentes) e Izmir. En Oceanía destacan Auckland, Brisbane, Sídney y Wellington. Por otro lado, en América del Norte está Nueva York, San Francisco, Seattle, Vancouver y Boston. Finalmente, en América del Sur se encuentra Río de Janeiro. No obstante, en algunos de los casos son únicamente turísticos y otros sirven tanto servicios cotidianos como turísticos. (Cheemakurthy et al., 2017)

Investigaciones como la de Mohammed Ghazi et al. (2020) ilustra cómo la implementación del transporte fluvial puede contribuir no sólo a resolver problemas de congestión, sino también a reducir la contaminación ambiental, los accidentes de tráfico, generar ahorro de tiempo debido a su velocidad de operación y al desarrollo urbano de la ciudad, de ahí el problema de la investigación realizada por dichos autores en cuanto a la falta de un papel activo del río Tigris en la solución del problema del transporte dentro de la ciudad de Bagdad. Sin embargo, es importante también conocer los resultados de esta investigación, de los cuales se resaltan dos aspectos (Mohammed Ghazi et al., 2020):

- I. El aumento de modos de transporte, como el fluvial, está relacionado con la disminución del número de vehículos en la calle.
- II. El crecimiento y desarrollo urbano son factores propicios para la consideración de políticas para la implementación del transporte por río.

Esto indica que parte de la problemática terrestre no solo se debe a los medios o servicios de transporte actuales, sino también a la falta de consideración de otras alternativas disponibles, como el transporte fluvial en ciudades que cuentan con ríos navegables.

3.1 Modelo clásico del transporte

El modelo clásico de transporte ampliamente tratado por Ortuzar & Willumsen (2008) es una estructura analítica que aborda el estudio y la predicción de los patrones de movilidad en cada zona del estudio. La movilidad urbana es un concepto relacionado más que todo con las personas, aunque también incluye el movimiento de mercancías (Obra Social Caja Madrid, 2010).

La política pública de transporte urbano debe enfocarse en las necesidades de las personas, no en los vehículos y la infraestructura, además, debe buscar garantizar un acceso eficiente, seguro y sostenible a los servicios y actividades urbanas. El modelo de 4 etapas considera una zonificación y un sistema de redes, al igual que la recopilación y

codificación de datos de planificación, la calibración y validación de modelos. Las principales etapas del modelo clásico incluyen (Ortuzar & Willumsen, 2008):

- 1. Generación de viajes:** En esta etapa, se estima la demanda (viajes producidos y atraídos) en cada zona del área de estudio, utilizando datos demográficos, económicos y otros factores relevantes. Esa estimación se hace con modelos de generación que se dividen en modelos de producción y modelos de atracción.
- 2. Distribución de viaje:** Una vez generados los viajes, se distribuyen en el espacio, es decir, conectando los viajes desde su origen hacia su destino, creando una matriz origen-destino (O-D). Esta matriz se puede recrear con un modelo de distribución.
- 3. Elección del modo de transporte:** En esta fase, se modela la elección del modo de transporte por parte de los viajeros, teniendo en cuenta factores como la distancia, el tiempo de viaje, el costo, entre otros. Los más usados son los modelos de elección discreta.
- 4. Asignación modal:** Finalmente, aquí se realiza la asignación de los viajes según los diferentes modos de transporte disponibles en el área, como transporte público o privado considerando las capacidades, los tiempos y los costos por la red. Los modelos de asignación permiten estimar los flujos de vehículos o de personas sobre los tramos de la red.

Debido a la importancia que este modelo clásico de 4 etapas ha tenido en el análisis del transporte a nivel mundial, su aplicación parcial resulta pertinente en el contexto de la presente tesis. En particular, la etapa de elección del modo se incorpora para modelar el comportamiento de los potenciales usuarios frente a la alternativa intermodal propuesta en la ciudad de Quibdó.

3.2 Casos exitosos en la implementación del transporte fluvial en el mundo

El éxito en el área del transporte está precedido de acciones planificadas, consistentes y con un foco claro; es por ello por lo que en este ítem se nombrarán algunos factores que han hecho exitosa o atractiva la implementación del servicio de transporte público combinado en ciudades como Ámsterdam, Estambul, Londres, New York, Río de Janeiro, Hong Kong, entre otras (Cheemakurthy et al., 2017).

3.2.1 Beneficios de la implementación del transporte fluvial

El estudio realizado por Cheemakurthy et al. (2017) ofrece una visión detallada sobre los beneficios ambientales, movilidad y movimiento de carga asociados con el transporte fluvial, así como la importancia del diseño y operación eficientes para garantizar su efectividad como componente clave de un sistema de movilidad urbana sostenible (Cheemakurthy et al., 2017):

- **Factor ambiental:** Los beneficios ambientales del transporte fluvial son uno de los principales factores, además del número de pasajeros y beneficios económicos, que las ciudades han estimado para medir el éxito.

Lo anterior apunta a que sin duda alguna se le está dando mayor importancia al factor ambiental en este presente siglo que en los anteriores, cada vez volviéndose más común encontrar la parte sostenible que busca reducir el impacto ambiental promoviendo el uso adecuado de los recursos, disminuyendo también la emisión de gases de efecto invernadero, fortaleciendo así una movilidad sostenible.

- **Movilidad.** Al utilizar estas vías navegables para el transporte, es posible obtener beneficios significativos, incluyendo la reducción de la contaminación, la congestión vehicular y con ello los tiempos de viaje.

Es importante mencionar este aspecto porque lo anterior indica que el valor del tiempo (siendo un parámetro subjetivo) tiene gran incidencia en la elección de este modo de transporte, evitando congestiones que el tráfico vehicular origina en las vías terrestres, que además no se ve afectado en comparación con el transporte terrestre por los accidentes que en muchas ocasiones trascienden al cierre de la vía, y por otro lado, a que es un medio que no requiere de la misma dotación de infraestructura para poder desplazarse que la terrestre.

- **Movimiento de pasajeros y carga:** Trasladar el transporte de pasajeros y cargas desde las calles urbanas hacia las vías fluviales reduce la presencia de camiones y otros vehículos de reparto en parte de las congestionadas calles de la ciudad (Cheemakurthy et al., 2017).

De cierta manera este punto está correlacionado con mejorar la movilidad, no obstante, es importante considerar que los camiones dedicados para el transporte de carga en las ciudades ocupan un gran espacio a la hora de ejecutar su labor, por lo cual resulta muy beneficioso para la ciudad contar con un punto donde esta carga se pueda trasladar al transporte fluvial y así evitar congestión en la zona urbana de la ciudad.

3.2.2 Desafíos de la implementación del transporte fluvial

De manera general, en la investigación de Cheemakurthy et al. (2017) se describe cada uno de los tipos de rutas y servicio, definiendo la característica de cada uno; sin embargo, hay que mencionar que un buen trazado de las rutas que conecten con otros modos de transporte haciendo posible su integración o combinación es un factor muy importante, ya que es difícil sectorizar un modo de transporte (como el fluvial) que en algún punto se ve obligado a la intermodalidad.

No obstante, la implementación de un sistema de transporte intermodal supone una serie de oportunidades; pero también desafíos en el ámbito de la movilidad urbana:

- **Planificación urbana:** La planeación urbana de una ciudad es un factor determinante para la implementación de modos alternativos de transporte como el transporte fluvial. Un ejemplo de esto es la ciudad de Bangkok, donde el transporte fluvial no fue incluido en su planificación de transporte futuro, haciendo énfasis únicamente en soluciones de transporte terrestre. (Cheemakurthy et al., 2017).

La experiencia de Bangkok ilustra claramente las consecuencias de una planificación que omite este componente fluvial: se desaprovecharon las ventajas competitivas que ofrece el uso de las vías navegables, como la descongestión vial, la reducción de emisiones y el aprovechamiento de fuentes hídricas navegables. Este caso evidencia que la exclusión del transporte por agua en la fase de planificación no solo limita la diversificación modal, sino que también retrasa la implementación de estrategias de movilidad sostenible en el largo plazo.

- **Viabilidad económica y operativa:** La integración de los distintos modos de transporte representa un desafío para las políticas tanto a nivel urbano como regional. Esto implica que al mostrar disposición para considerar e implementar estos servicios de transporte, es necesario llevar a cabo estudios complementarios para evaluar su viabilidad económica y operativa. (Tobias et al., 2019)

Un caso relevante por considerar dentro en este ítem es el de New York, una de las ciudades que han optado por equiparar las tarifas del transporte fluvial con las de otros servicios de transporte público, lo cual representa un respaldo al subsidiar a las embarcaciones más pequeñas para estimular la demanda de pasajeros. No obstante, en todos los casos, esto implica tener fe en la viabilidad de un sistema en un entorno específico y realizar la inversión necesaria para hacerlo realidad. (Cheemakurthy et al., 2017)

Lo anterior implica desarrollar una buena planeación, que incluya una evaluación económica que pueda lograr visibilizar los beneficios que la implementación de un sistema de transporte que combine el modo terrestre y fluvial generaría en una ciudad como Quibdó, lo que facilita la toma de decisiones.

Finalmente, para alcanzar sistemas de transporte fluvial exitosos, es fundamental mostrar un compromiso claro de incluir e integrar el transporte fluvial a otros modos de transporte de manera significativa en los planes futuros de transporte de la ciudad correspondiente.

Por su parte, Tobias et al. (2019) concluyen que la integración física intermodal entre el transporte fluvial y los otros modos es posible, lo que deja ver el alcance y la relevancia de realizar estudios cuyo enfoque sea estimar la viabilidad de un sistema de transporte, y como lo es el caso de estudio, el transporte fluvial combinado específicamente al modo de transporte terrestre. En este caso está claro cómo puede influir el hecho de que estos estudios se tomen en cuenta dentro de la planificación urbana en las ciudades, teniendo en cuenta o partiendo como base desde un contexto donde se cuente con los medios necesarios para la implementación de este sistema, en este caso una fuente hidrográfica (río) navegable y que conecte sectores urbanos entre los que se generan viajes.

4. Metodología

A partir de una revisión bibliográfica sobre la planeación y movilidad urbana, se analizará primero el estado actual de la movilidad urbana en la ciudad en estudio. Con base en este diagnóstico, se diseñará y desarrollará una metodología para planificar una ruta de transporte público intermodal combinando modo terrestre y modo fluvial, identificando y analizando su impacto en la movilidad y en el medio ambiente. El desarrollo metodológico contempla las siguientes etapas:

- Caracterización e identificación de zonas de integración intermodal
- Definición del tipo de integración intermodal
- Modelación a partir de Diseño experimental con grupos focales y encuestas PR/PD
- Identificación de los efectos medioambientales

4.1 Caracterización e identificación de zonas de integración intermodal

Se revisará el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), y el Plan de Movilidad existente en la ciudad en estudio. Además, se identificarán las zonas de inundación y la información relacionada con las necesidades básicas insatisfechas y las condiciones socioeconómicas de los habitantes.

Además, mediante la recopilación de datos sobre el volumen y composición del tránsito, y observación directa del comportamiento del tráfico, se caracterizará la movilidad en las áreas adyacentes a las vías fluviales. Esto permitirá determinar zonas y/o puntos de integración intermodal, comprender los patrones de desplazamiento, identificar problemas y oportunidades, y proponer soluciones.

Se delimitarán y definirán los puntos y/o corredores que combinen rutas terrestres y fluviales, identificando sus características geográficas, infraestructura existente y potenciales puntos con potencial para la conexión entre ambos modos de transporte.

4.2 Definición del tipo de integración intermodal

En esta etapa se analizará e identificará el tipo de integración factible en la zona de estudio, contemplando: operacional (coordinación de rutas y horarios), y/o tarifaria (tarifas combinadas) así como los tipos de vehículos y sus características.

4.3 Diseño experimental y modelación de la elección modal

Se llevará a cabo un estudio basado en técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas. Primero, se realizarán grupos focales para conocer qué factores influyen en la demanda de una ruta de transporte intermodal, como los destinos habituales, el tiempo y costo de viaje, y las preferencias del modo de transporte. Luego, se aplicará una prueba piloto con el fin de ajustar el diseño experimental y confirmar la relevancia de las variables seleccionadas.

Posteriormente se aplicará una encuesta definitiva de preferencias Reveladas (PR) y preferencias declaradas (PD). Con los datos obtenidos en la encuesta se estimarán modelos de elección modal tipo Logit. Con los resultados de los modelos se estimará el valor subjetivo del tiempo de viaje, y las cuotas de mercado de las diferentes alternativas.

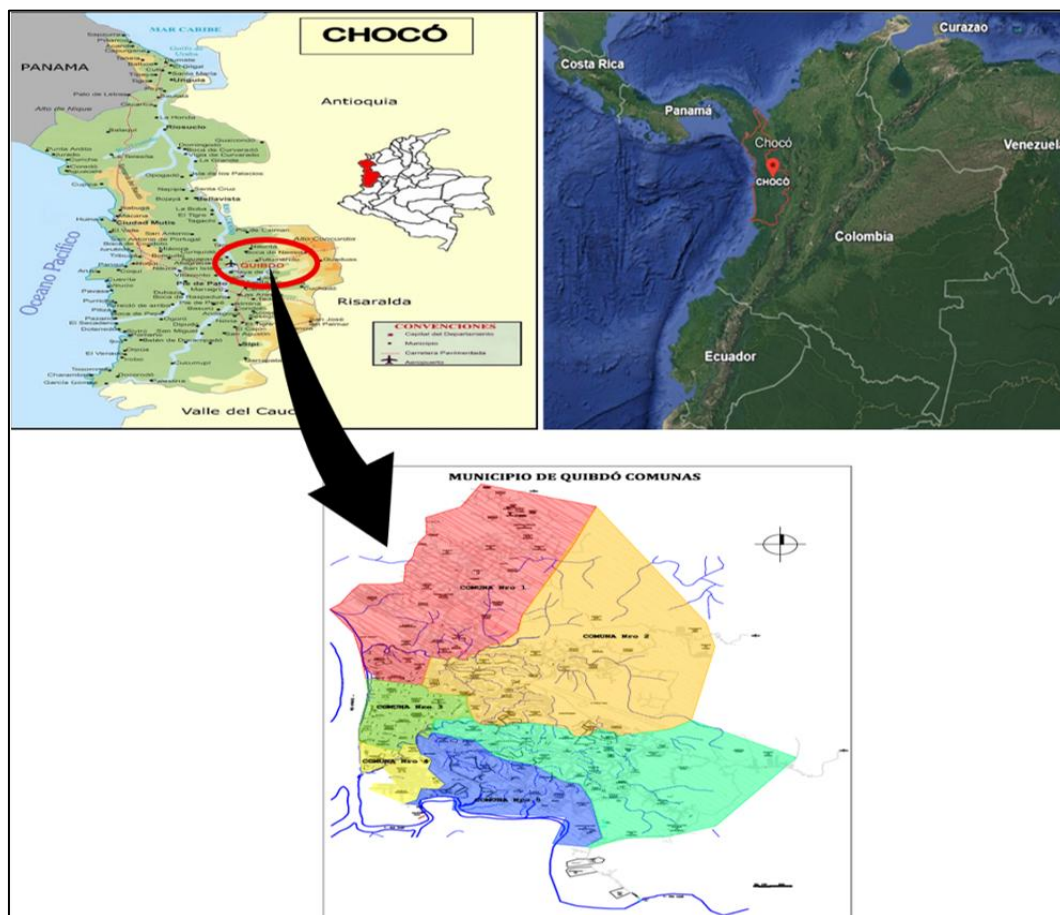
4.4 Identificación de los efectos ambientales de la propuesta intermodal

Se identificarán los efectos ambientales por medio de la elaboración de una matriz de impacto ambiental, que permita identificar los efectos causados al medio ambiente y su respectivo nivel, así como una matriz DOFA, para identificar las oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas del servicio de transporte propuesto. Identificadas éstas se pueden plantear estrategias que contribuyan a consolidar el sistema.

5. Caso de estudio

La ciudad escogida como caso de estudio es la ciudad de Quibdó, capital del departamento del Chocó en el occidente colombiano (véase la Figura 1).

Figura 1 Localización del municipio de Quibdó



Nota. Elaboración propia a partir de Google Earth, Gifex (2011) y (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024)

Para el desarrollo de esta tesis es importante apoyarse del modelo de ciudad, visión u objetivos planteado en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), y en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) que se está ejecutando durante la elaboración de esta investigación, para conocer la proyección a futuro de la ciudad y atender de manera oportuna las necesidades que los habitantes albergan dentro de cada uno de estos planes; en este caso, servirá de instrumento para validar la respectiva información el POT de Quibdó que está regido por el acuerdo N° 004 del 2002, y el PDM de Quibdó que está regido por el acuerdo N° 012 (“QUIBDÓ TERRITORIO DE VIDA 2024-2027”).

El municipio de Quibdó cuenta con una población de 144 610 personas, de las cuales 114,560 (85.6%) residen en el área urbana y 19,346 (14.4 %) en el área rural. Asimismo, cuenta con una extensión total de 350,868 hectáreas, de las cuales 99.18 % corresponden a zona rural y 0.82 % a zona urbana. El área urbana comprende la cabecera municipal, conocida como San Francisco de Quibdó, la cual se divide en 6 comunas que contienen los siguientes 91 barrios (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024):

- **Comuna 1 (19 barrios):** Kennedy, San José, Miraflores, Huapango, Monserrate, Los Álamos, Subestación, Buenos Aires, El Reposo I, El Reposo II, 2 de Mayo, Samper, Obrero, La Victoria, Santa Elena, La Unión, La Gloria, Villa España y Las Brisas. Su límite está definido por el río Atrato, desde la calle 31, siguiendo el curso de la quebrada El Caraño, entre las carreras primera y sexta.
- **Comuna 2 (14 barrios):** Tomás Pérez, Julio Figueroa Villa, San Judas, Santa Ana, Porvenir, Santo Domingo, Caraño, Paraíso, Américas, Ángeles, Condoto, Cohimbra, Esmeralda y Ciudadela Mía.
- **Comuna 3 (12 barrios):** Cristo Rey, Cesar Conto, Roma, Alameda Reyes, Silencio, Pandeyuca, Yesca Grande, García Gómez, Yesquita, Chambacú, Chamblún y Venecia. Esta zona se encuentra enmarcada por el río Atrato, en el costado occidental, definida por el Malecón sobre la margen del río, el cual cruza la ciudad en sentido norte–sur.
- **Comuna 4 (6 barrios):** San Vicente, Valencia, San Martín, Pablo VI, Niño Jesús y Palenque. Esta zona se encuentra definida por los límites naturales entre la quebrada La Yesca y el río Cabí, entre la calle 20 y la calle 9, y entre la carrera 1ª y la carrera 7ª. Corresponde a una zona de diques aluviales y bassín de los ríos, que en su mayoría se emplaza en la planicie de inundación ubicada entre los cauces de agua y las faldas de las colinas de la región.

- **Comuna 5 (20 barrios):** Las Brisas, Aurora, Las Palmas, Alfonso López, Playita, Horizonte, Simón Bolívar, San Francisco, Las Mercedes, Viento Libre, Nicolás Medrano, Piñal, La Industrial, La Cazcorva, Flores de Buenaños, El Poblado, Urbanización Los Leños, Villa de Asís, Villa Velina y Nuevo Quibdó.
- **Comuna 6 (20 barrios):** Jardín Sectores, El Jardín, El Rocío, Los Rosales, Central, Orquídea, Tulipán, Los Lirios, Las Dalias, Prosocial Zona Minera, Los Claveles, Zona Minera, Las Margaritas, El Bosque, Minuto de Dios, San Antonio Obapo, Suba I y II, Los Castillos y Uribe Vélez.

La estructura regional de transporte está basada fundamentalmente en el modo fluvial, sobre el río Atrato, principal vía navegable del Chocó, el cual tiene 8 puertos, donde el principal es Quibdó y sirve de ruta comercial entre Antioquia y el puerto de Cartagena, para lo cual debe navegarse más de 300 km por el río hasta la desembocadura en el Atlántico y otros 300 km por el mar hasta el puerto de Cartagena. Además, el municipio de Quibdó cuenta con cuatro vías fluviales principales y siete vías fluviales transitables adicionales que llegan a cubrir el 98% de la población rural. No obstante, uno de los factores que limitan el desarrollo en la cuenca del río Atrato ha sido la falta de infraestructura, lo cual no garantiza el flujo interno y externo de los productos y servicios generados a partir de las actividades productivas desarrolladas en el territorio. (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024).

Esta configuración territorial refleja una clara predominancia espacial de la zona rural sobre la urbana, lo que plantea retos significativos en términos de conectividad, acceso a servicios y cobertura del transporte público. En este contexto, los recursos hídricos disponibles representan una oportunidad estratégica para complementar la movilidad mediante la incorporación de modos alternativos de transporte, en particular el fluvial. Sin embargo, no se han explorado estas mismas inquietudes para el interior de la zona urbana.

5.1 Plan de Ordenamiento Territorial de Quibdó (POT)

El POT de Quibdó establece, entre sus principios básicos, lo siguiente (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2002):

- a) “El derecho a gozar de un ambiente sano.”
- b) “La prevalencia del interés general sobre el interés particular”.

- c) “La accesibilidad equitativa, para distintos grupos sociales, a las zonas con valores de centralidad y a los equipamientos, factor íntimamente relacionado con la geografía y los medios de movilización”.

Sin duda, estos principios son fundamentales para proponer proyectos o estrategias centradas en intereses que generen un beneficio social. Asimismo, es importante considerar cómo la accesibilidad contribuye al desarrollo de las ciudades. En consecuencia, resulta indispensable que las propuestas de ordenamiento territorial promuevan un uso eficiente del suelo.

Por otro lado, las políticas de ordenamiento territorial abarcan diversos aspectos, entre los cuales se destacan los siguientes (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2002):

- a) “Preservación del patrimonio ecológico y cultural del municipio, representado por los recursos naturales, el ambiente y la identidad cultural.”
- b) “El municipio apoyará, impulsará y gestionará por iniciativa propia, programas y proyectos que contribuyan a la recuperación del sistema fluvial de navegación, como estrategia fundamental para generar condiciones equitativas de desarrollo territorial y mantenimiento de las ventajas competitivas.”

De igual manera, este POT prioriza la suspensión de intervenciones relacionadas con la ubicación de asentamientos en estructuras viales y áreas cercanas a ríos y quebradas. Además, plantea implementar procesos de concertación con las comunidades localizadas en zonas de riesgo mitigable y áreas no recuperables, con el fin de promover la relocalización de estos asentamientos. Asimismo, se enfoca en la recuperación y el mejoramiento continuo del sistema de navegación fluvial, la consolidación de la estructura urbana mediante el fortalecimiento del centro de la ciudad y el desarrollo de actividades múltiples en la periferia urbana. Esto incluye la provisión de servicios públicos adecuados y la ubicación estratégica de equipamientos, aspectos que se deben incorporar en el PDM a través de un programa de ejecución. (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2002)

Así, el POT propone un modelo orientando a un crecimiento endógeno, con énfasis en las cuencas de los ríos que presentan procesos de estancamiento y degradación, dotándolas de infraestructura que permita la integración espacial y ambiental en el desarrollo del municipio, asimismo un sistema de espacio público incorporado a elementos naturales que han ayudado a consolidar un sistema estructurante y afirmación de la cultura fluvial. Se plantea un modelo de ciudad integrado a su principal eje ambiental y arterial, considerando áreas estratégicas como el Malecón y la ronda del río Atrato. (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2002)

Este enfoque busca consolidar una ciudad sostenible, donde los procesos de ocupación del suelo y crecimiento se desarrollen de manera armónica, ordenada y jerarquizada, partiendo del centro tradicional y representativo de la ciudad. La dirección del desarrollo está orientada de sur a norte, definida por proyectos estratégicos que actúan como polos de crecimiento, y de occidente a oriente, delimitada por bordes de protección o cinturones de contención formados por el río Atrato y los nacimientos de las principales quebradas. (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2002)

El POT es una herramienta clave para orientar el desarrollo físico del territorio y regular el uso del suelo. Sin embargo, en el caso de Quibdó, su desactualización de más de una década, no sólo limita el cumplimiento de su objetivo principal (desarrollo en el territorio), sino que también es una oportunidad estratégica para incorporar acciones de ordenamiento que respondan a las necesidades actuales, así como para formular programas y proyectos que mejoren el acceso de la población a servicios públicos, vivienda, infraestructura vial y equipamientos, integrando de forma más eficiente los recursos naturales, como las vías fluviales, al sistema de movilidad urbana (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024).

5.2 Plan de Desarrollo del Municipio de Quibdó (PDM)

Este apartado presenta la caracterización territorial establecida en el PDM de Quibdó, con el objetivo de comprender la distribución espacial del municipio y su importancia para la planificación del transporte, así como para la integración de modos terrestres y fluviales en los ámbitos urbano y rural.

El departamento de Chocó presenta uno de los mayores índices de pobreza multidimensional (IPM), lo cual representa obstáculos para suplir las necesidades básicas que garanticen calidad de vida; para el año 2020 el IPM equivale a 49%, que denota una pobreza bastante alta respecto al promedio nacional, el cual es de 18% con respecto al mismo año (2020). En 2018, Quibdó presentó un déficit cualitativo de vivienda del 63%, reflejando carencias en estructura, espacio y servicios básicos, y un déficit cuantitativo del 26%, evidenciando la necesidad de construir 26 viviendas nuevas por cada 100 hogares. Estas cifras muestran una problemática habitacional vinculada a la pobreza y desigualdad, donde las viviendas precarias afectan la calidad de vida y perpetúan limitaciones en salud, educación y oportunidades económicas. Actualmente, en comparación a otros municipios del departamento del Chocó, Quibdó en su zona urbana presenta uno de los más bajos

porcentajes de cobertura en acueducto y alcantarillado (45.5% y 20.4% respectivamente) y la de servicio de aseo 96%; en tanto a la zona rural estos servicios son mucho más escasos (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024).

En el año 2021, Quibdó registró el mayor porcentaje de pobreza monetaria en Colombia, alcanzando el 30 %, junto con un índice de desigualdad de ingresos GINI de 0.56, cifra que supera el promedio nacional (0.52). Estos indicadores reflejan la grave situación de necesidades básicas insatisfechas en la región, lo que repercute negativamente en la productividad, la empleabilidad, el desarrollo social y las condiciones de vida de sus habitantes (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024).

En cuanto al empleo, los datos más recientes del DANE correspondientes al período de septiembre a noviembre de 2023 indican que la tasa de desempleo promedio en las 23 principales ciudades y áreas metropolitanas del país fue del 11.7 %; sin embargo, Quibdó estuvo muy por encima registrando una de las tasas de desempleo más altas a nivel nacional, alcanzando el 28.6 % (ALCALDÍA DE QUIBDÓ, 2024).

5.3 Caracterización e identificación de zonas de integración intermodal

Considerando la matriz origen y destino de viajes calculada para el año 2014 en el Plan de Movilidad, Hernández Domínguez (2022) realizó el cálculo de la demanda total de los buses y de las motos, así como la demanda potencial que debería estar cubriendo el servicio de transporte colectivo para las 10 rutas que estaban funcionando en el año 2021, donde se evidenciaron los siguientes resultados:

Tabla 1 Demanda diaria del transporte colectivo público en Quibdó

N°	RUTA	DEMANDA
1	Terminal	3520
2	Obrero	1618
3	Samper	2885
4	Reposo	1608
5	Casimiro	2883
6	Obapo	8397
7	Futuro	2884
8	La Unión	2339
9	Poblado	3673
10	Urbanización Virgen del Carmen	4679
TOTAL		34486

Nota. Tomado de Hernández Domínguez (2022)

Se seleccionó la ruta hacia la terminal como ruta del transporte público intermodal porque permite tener la interacción con el río Cabí y con los otros modos de transporte, principalmente con el transporte público colectivo urbano (TPCU), y por otro lado los mototaxis, modo muy utilizado en Quibdó. La ruta seleccionada tiene una demanda potencial importante, un poco por encima del promedio de las 10 rutas contempladas en la demanda calculada por Hernández Domínguez, (2022).

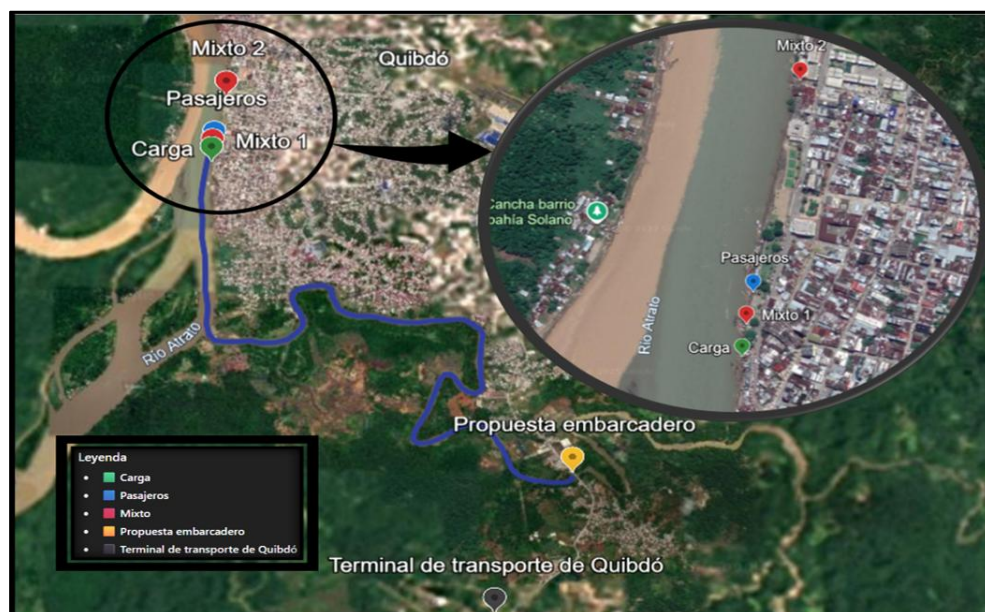
Dentro de este numeral se consideró usar dos puntos para el inicio y fin de la ruta fluvial. El punto 1 será el malecón de Quibdó, como punto de embarque fluvial en el centro, por donde pasa el río Cabí antes de desembocar en el río Atrato. El punto 2 de la ruta fluvial es el puente de Cabí (puente por donde pasa el río Cabí) que a su vez cuenta con un punto de embarque/desembarque fluvial, como punto de enlace con el transporte público terrestre, ya que por ahí pasa la ruta que conecta con la terminal de transporte de Quibdó. En la ciudad de Quibdó hay cuatro puntos de embarque sobre el malecón, en el río Atrato, donde se presta el servicio de transporte público fluvial hacia otras poblaciones. Dos de ellos ofrecen transporte mixto (carga y pasajeros), dos están especializados en solo para pasajeros, y el otro exclusivamente para carga (SuperTransporte, 2022):

- **Embarcadero mixto 1:** está ubicado en el sector del Malecón de Quibdó y cuenta con una infraestructura de 62 metros de longitud, que se extiende 12 metros dentro del río. Además, dispone de un muelle flotante que facilita el atraque de embarcaciones menores, así como el embarque y desembarque de personas y carga liviana.
- **Embarcadero mixto 2:** se encuentra junto al SENA, también cerca del malecón. Aunque su infraestructura es más limitada, cuenta con una estructura tipo escalera que, al igual que el primero, facilita el embarque y desembarque de pasajeros y carga.
- **Embarcadero de pasajeros:** Está ubicado enseguida del embarcadero fluvial mixto 1 del Malecón de Quibdó, y no cuenta con infraestructura adaptada para el embarque y desembarque de pasajeros, sino con las escaleras que hacen parte del Malecón.
- **Embarcadero de carga:** Este se encuentra en la plaza de mercado, y como en el caso anterior, tiene una estructura tipo escalera donde llegan y salen las embarcaciones con los productos de la región, como el bocachico, plátano, banano y otros.

Una característica común en estos puntos de embarque es que en todos se ofrece tanto el servicio de transporte fluvial formal como informal, siendo este último el más predominante debido a la alta demanda de usuarios. En este contexto, se encontró que las únicas empresas autorizadas para prestar el servicio en el malecón del municipio son las siguientes cuatro empresas: Trans-Atrato con NIT. 900166813-9, Atracariba con NIT.901108717-6, Transportes y Mensajería las Mercedes con NIT.800195613-3, y Trans-Mar y Rio con NIT. 901068514-5 (SuperTransporte, 2022). Estas permiten el transporte de aproximadamente 24,000 personas al año, fortaleciendo la conexión entre las comunidades ribereñas y la ciudad, además de ser puntos estratégicos para el transporte y comercio de productos de la región. Sin embargo, durante la temporada de verano, cuando el caudal del río disminuye, la funcionalidad del embarcadero se ve afectada. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2022)

Por otro lado, está el puente de Cabí, que es una infraestructura clave para la conectividad de la región, ya que permite la conectividad entre la zona urbana de Quibdó y zonas rurales cercanas. Su ubicación estratégica, al atravesar el río Cabí, lo convierte en un punto potencial para la articulación entre el transporte fluvial y terrestre. Sin embargo, en la actualidad, la zona carece de infraestructura adecuada para el embarque y desembarque de pasajeros y carga.

Figura 2 Localización de embarcaderos existentes en Quibdó



Nota. Elaboración propia a partir de Google Earth.

5.4 Propuesta de integración intermodal (fluvial – terrestre)

Dentro del contexto de esta investigación, se plantea la combinación de dos sistemas de transporte diferentes: el transporte fluvial y el terrestre colectivo (busetas). Ambos conforman la propuesta de la ruta intermodal, donde el trayecto fluvial se desarrolla entre el Malecón de Quibdó (centro) y el puente de Cabí, mientras que el trayecto terrestre presenta inicialmente dos variaciones dentro de la misma ruta de la buseta, la primera que va desde el puente de Cabí hasta la terminal, y la segunda, desde el puente de Cabí hasta la UTCH. También, se consideró como alternativa para la elección modal, el mototaxismo, que actualmente presta sus servicios desde la informalidad, y se ha posicionado como el “servicio de transporte público” más usado por los ciudadanos en Quibdó ante la carencia y un servicio mal prestado por parte de los otros modos de transportes existente, principalmente el TPCU y taxis. (Hernández Domínguez, 2022)

5.4.1 Sistemas de transporte terrestre (buseta/moto)

En este caso, se consideran dos modos de transporte: el TPCU, transporte público formal, opera bajo una ruta autorizada compuesta por los tramos A (ingreso al centro) y B (salida del centro), y el mototaxismo, que presta un servicio informal, hace un recorrido directo entre el centro y el terminal, utilizando la alternativa A o B (véase la Figura 3).

Figura 3 Ruta terrestre: Malecón y Terminal de Quibdó



Nota. Elaboración propia a partir de Google Maps

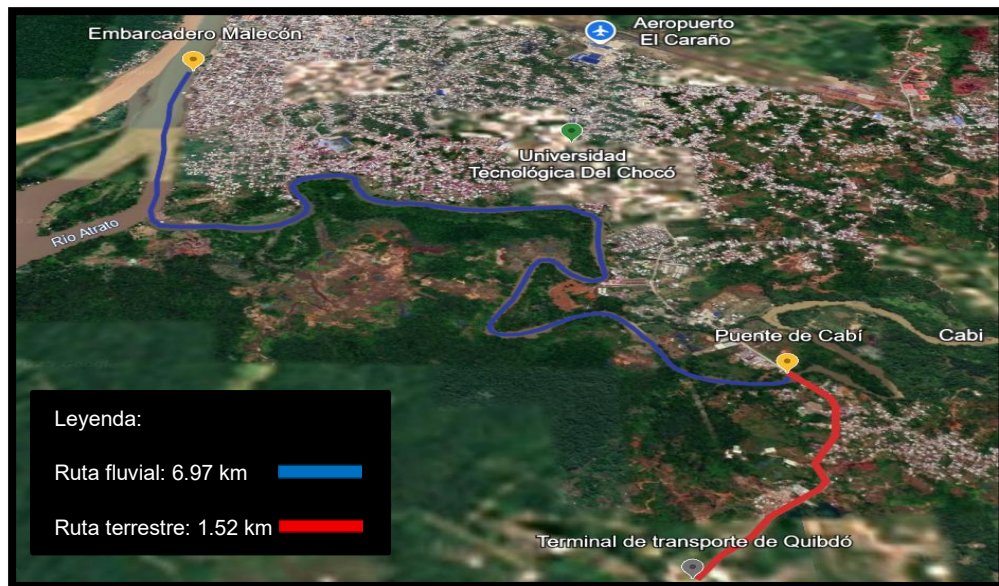
El **TPCU** recorre una ruta de 14.52 km con una duración de 55 minutos, correspondientes a un viaje de ida y vuelta entre la Terminal de Transporte y el centro de ciudad (Hernández Domínguez, 2022). Sin embargo, para los fines de esta investigación, se asumirá una distancia de **7.26 km**, equivalente a un trayecto de ida o de vuelta entre el Malecón de Quibdó y la Terminal de Transporte, y un tiempo de viaje de **33 minutos** y el mismo valor que a 2025 se paga por usar este transporte, **\$2,500 COP**.

En cuanto al **mototaxismo**, existen dos opciones de recorrido: la opción A, con una distancia total 6.5 km, y la opción B de 6.6 km, desde el Malecón de Quibdó hasta la Terminal de Transporte. Ambas opciones coinciden en un punto de intersección en la Universidad Tecnológica del Chocó, por donde deben pasar antes de llegar a la terminal. Este servicio informal tiene un costo aproximado de **\$10,000 COP** y una duración de 21 minutos dentro de estas distancias. Sin embargo, al no estar regulado por ninguna norma o ley, el precio puede variar dependiendo de quien lo preste.

5.4.2 Sistema de transporte intermodal (fluvial - terrestre)

Esta ruta intermodal, está comprendida entre el centro hasta el puente de Cabí en bote, y en buseta desde el puente de Cabí hasta la terminal.

Figura 4 Ruta de propuesta de transporte público intermodal



Nota. Elaboración propia a partir de Google Maps

Los tramos que conforman esta ruta son: La línea azul representa la ruta fluvial (Centro - Puente de Cabí), con una longitud aproximada de 6.97 km. Por su parte, la línea roja corresponde al tramo terrestre Puente de Cabí - Terminal de Transporte (1.52 km), los cuales se recorrerán en TPCU.

5.5 Definición del tipo de integración intermodal

La integración en transporte público requiere simultáneamente coordinación institucional, operacional y tarifaria, lo que implica la existencia de una autoridad reguladora única que pueda armonizar estructuras de costos, concesiones y esquemas de operación (Givoni & Banister, 2010).

Al analizar la zona de estudio se identificó que unificar las tarifas tendría ciertas implicaciones a la hora de proponer un nuevo sistema de transporte, ya que no solo depende de una gestión logística y administrativa, sino que también demanda acuerdos entre operadores, un marco normativo sólido y mecanismos de financiamiento que permitan sostener el servicio de manera eficiente y equitativa. En este contexto, se definió que el tipo de integración factible sería inicialmente operacional, atribuyendo a cada uno de los modos combinados autonomía para el cobro de su tarifa, la cual se calculó de la siguiente manera:

5.5.1 Tramo terrestre: Puente de Cabí - Terminal de Transporte de Quibdó

Se debe calcular el precio para los usuarios de esta porción de ruta terrestre, que solo abarcaría estos dos trayectos, una yendo del Puente hacia la terminal y la otra de la Terminal hacia el puente, si hay algunos pasajeros de las zonas cercanas al puente en dirección a la UTCH no serán de más de 200 metros del puente, y podrían llegar al puente caminando, por lo que sólo se considerará una tarifa para el trayecto puente Cabí - Terminal.

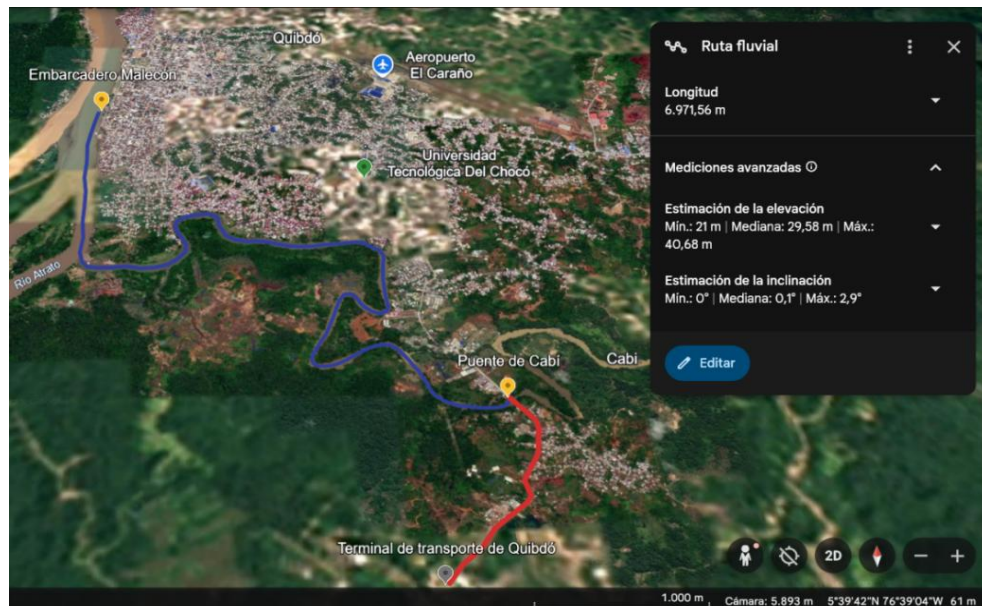
Teniendo en cuenta los datos anteriores, la subruta Puente Cabí - Terminal de aproximadamente 1.52 km es un recorrido de un 21% de la ruta entre el centro y la terminal, se propone una tarifa para el trayecto terrestre de la ruta intermodal de solo \$600 (que es el 24% de la tarifa completa), aunque podría variar hasta \$700, en todo caso, debe ser un valor redondeado con el fin de facilitar el proceso de cobro por parte del conductor como el pago por parte del pasajero, favoreciendo además la agilidad operativa.

La ruta de la terminal moviliza 3,500 pasajeros/día y si realiza 72 recorridos al día (6 por hora en 12 horas), recorre unos 1000 km diarios, lo cual arroja un índice de pasajero por kilómetro (IPK) de 3.5, lo cual denota que la ruta es muy rentable, pues con solo un IPK de 2 se pueden por lo general cubrir los costos de una ruta, es decir con 5,000 COP/km, por tanto si la ruta moviliza en los 1.52 km desde Puente Cabí a Terminal unos 6 pasajeros, y si 2 pasajeros son de otros destinos y 4 van para el centro, esos 4 pasajeros les serviría tomar la ruta intermodal, y si pagan una media de 650 pesos cada uno, casi estarían cubriendo los costos de un kilómetro de operación del bus. Por tanto, no es necesario que se haga una nueva ruta corta, sino que la ruta existente que va de paso por el puente Cabí cobre unos 600 o 700 COP para los que van a transbordar o vienen de transbordar del río. Para el control de los pasajeros se podría colocar una manilla a los pasajeros que van a hacer el transbordo al río.

5.5.2 Tramo fluvial: Malecón de Quibdó – Puente de Cabí

Para calcular el costo del pasaje en modo fluvial, se hizo necesario conocer la distancia entre el puerto de embarque ubicado en el Malecón de Quibdó (centro), y punto propuesto en el puente de Cabí. Dicha distancia se estimó mediante el uso de la herramienta Google Earth, arrojando un valor aproximado de 6.97 km:

Figura 5 Medición de longitud entre embarcadero existente y propuesto



Nota. Elaboración propia a partir de Google Earth

Las Tablas 2 y 3 presentan las variables contempladas para el cálculo del costo del pasaje del bote (fluvial); la primera corresponde a un bote con propulsión eléctrica y la segunda a un bote con propulsión a gasolina:

Tabla 2 Cálculo del costo del pasaje en bote con propulsión eléctrica

INFORMACION DEL BOTE: MOTOR ELÉCTRICO (Torqueado Deep Blue 50 RXL System)			
Concepto	Valor	Explicación	Fuente
Distancia (km): Centro - Puente de Cabi	6.97 km	Calculado a partir de Google Earth	Cálculo realizado por el autor
Velocidad promedio del bote	20 km/h	Supuesto en base a la capacidad del motor utilizado.	Supuesto del autor
Distancia diaria recorrida (lunes - sábados)	161.40 km	Distancia × número de viajes diarios	Cálculo realizado por el autor
Distancia diaria recorrida (domingos)	96.84 km		
Kilómetros mensuales recorridos	4261.09 km	Distancia recorrida semanal × 4	
Numero de viajes diarios: lunes a sábado (6 a.m - 5 p.m)	23 viajes	$\frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Tiempo de viaje} + \text{Tiempo de espera}}$	
Numero de viajes diarios: domingos (6 a.m - 12 p.m)	14 viajes		
Numero de viajes mensual	611 viajes	Total semanal de viajes × 4	
Capacidad de pasajeros	20 pasajeros	Valor consultado en la ficha técnica del bote utilizado.	Eduardoño (2025). Bote Transporte Expreso 260E. Recuperado el 22 de agosto de 2025, de https://www.eduardono.com/products/bote-transporte-260e
Numero de pasajeros por cada viaje	12 pasajeros	58.4% de la capacidad de pasajeros.	Supuesto del autor
Numero de pasajeros transportados al mes	7336 pasajeros	Número de viajes × pasajeros por viaje	Cálculo realizado por el autor
Tiempo de viaje	0.349 hor 21 min	Cálculo: distancia / velocidad	Supuesto del autor
Tiempo de embarque/desembarque	0.083 hor 5 min	Se asume 5 min, el tiempo de embarque/desembarque	
Horas trabajadas: lunes a viernes	10 hor	Jornada de trabajo de 6 a.m - 5 p.m	
Horas trabajadas: domingos	6 hor	Jornada de trabajo de 6 a.m - 12 p.m	
Salario mensual del conductor (COP):	\$ 3,858,392	2 SMMLV + Horas Extras (diurnas y dominicales)	
Costo del vehículo (COP)	\$ 156,799,870	Valor cotizado en empresa Eduardoño	Eduardoño. (2025). Bote Transporte Expreso 260E. Recuperado el 22 de agosto de 2025, de https://www.eduardono.com/products/bote-transporte-260e
Costo del motor eléctrico con paneles solares (COP)	\$ 963,842,400	Valor cotizado en empresa Motoborda S.A.S	Motoborda. (2025). Torqueado. Recuperado el 22 de agosto de 2025, de https://motoborda.com/47-torqueado
Tasa de interes mensual	1.1%	1% (tasa de interés para fórmula de capitalización de anualidad)	Supuesto del autor
Vida útil vehículo (casco y motor)	9 años	Según el decreto 3019 de 1989 los botes se categorizan dentro de los "bienes muebles" o como parte de los activos de transporte, y por ello se les asigna una vida útil de 10 años para efectos fiscales.	República de Colombia. (1989). Decreto Reglamentario 3019 de 1989 (Diario Oficial No. 39.118). Recuperado de https://normograma.dian.gov.co/dian/compilacion/docs/decret_o_3019_1989.htm
Total mensual: valor capital vehicular	Vehículo	\$ 2,753,469	Formula de anualización: $P = \frac{C \cdot i}{1 - (1 + i)^{-n}}$
	Motor	\$ 16,925,460	
Costo mensual por mantenimiento (COP): 1% del costo del motor con sistema de paneles	\$ 103,763	1% del costo del motor dividido 9 años (108 meses)	Supuesto del autor
Otros: Póliza RCC (Responsabilidad Civil Contractual)	\$ 2,801,606	0.3% del costo del vehículo (motor y casco)	
Otros: Póliza RCE (Responsabilidad Civil Extracontractual)	\$ 296,563	20 pasajeros × 50 SMMLV × tasa típica (5%)	
Total mensual: operación	\$ 26,739,252	salario + mantenimiento + depreciación + otros	Cálculo realizado por el autor
Costo por pasajero	\$ 3,645	total mensual: operación / pasajeros mensuales	

Nota. Los valores presentados en la Tabla 2 corresponden a cálculos propios del autor, complementados con información de fuentes secundarias: Eduardoño (2025) para el costo del bote, (Torqueado, 2025) para el motor eléctrico, (Blank & Tarquin, 2008) para el factor de recuperación de capital, y República de Colombia (1989) para vida útil del vehículo (casco y motor).

En consecuencia, asumiendo un costo del pasaje en el TPCU de \$600, la tarifa combinada sumando el costo del transporte fluvial con propulsión a gasolina con el del

TPCU, y redondeando el valor resultante se tiene una tarifa combinada de 4,300 COP a 2025.

Tabla 3 Cálculo del costo del pasaje en bote con propulsión a gasolina

INFORMACION DEL BOTE: MOTOR A GASOLINA (DF150AZK Suzuki Fuera de Borda)				
Concepto	Valor	Explicación	Fuente	
Distancia (km): Centro - Puente de Cabi	6.97 km	Calculado a partir de Google Earth	Cálculo realizado por el autor	
Consumo promedio de combustible	31.3 km/galón	Cálculo en base a información suministrada por conductores de bote.	Supuesto del autor	
Velocidad promedio del bote	20 km/h	Supuesto en base a la capacidad del motor utilizado.	Cálculo realizado por el autor	
Distancia diaria recorrida (lunes - sábados)	161.40 km	Distancia × número de viajes diarios		
Distancia diaria recorrida (domingos)	96.84 km			
Kilómetros mensuales recorridos	4261.09 km	Distancia recorrida semanal × 4		
Numero de viajes diarios: lunes a sábado (6 a.m - 5 p.m)	23 viajes	Horas trabajadas Tiempo de viaje + Tiempo de espera		
Numero de viajes diarios: domingos (6 a.m - 12 p.m)	14 viajes			
Numero de viajes mensual	611 viajes	Total semanal de viajes × 4 semanas		
Capacidad de pasajeros	20 pasajeros	Valor consultado en la ficha técnica del bote utilizado.		Eduardoño. (2025). Bote Transporte Expreso 260E. Recuperado el 22 de agosto de 2025, de https://www.eduardono.com/products/bote-transporte-260e
Numero de pasajeros por cada viaje	12 pasajeros	58.4% de la capacidad de pasajeros.		Supuesto del autor
Numero de pasajeros transportados al mes	7336 pasajeros	Número de viajes × pasajeros por viaje		Cálculo realizado por el autor
Tiempo de viaje	0.349 hor 21 min	Cálculo: distancia / velocidad		
Tiempo de embarque/desembarque	0.083 hor 5 min	Se asume 5 min, el tiempo de embarque/desembarque	Supuesto del autor	
Horas trabajadas: lunes a viernes	10 hor	Jornada de trabajo de 6 a.m - 5 p.m		
Horas trabajadas: domingos	6 hor	Jornada de trabajo de 6 a.m - 12 p.m		
Salario mensual del conductor (COP):	\$ 3,858,392	2 SMMLV + Horas Extras (diurnas y dominicales)		
Costo del vehículo (COP)	\$ 156,799,870	Valor cotizado en empresa Eduardoño	Eduardoño. (2025). Bote Transporte Expreso 260E. Recuperado el 22 de agosto de 2025, de https://www.eduardono.com/products/bote-transporte-260e	
Costo del motor (COP)	\$ 178,359,370	Valor cotizado en empresa Suzuki	Suzuki Motor de Colombia S. A. (2025). DF150ATL – DF150ATX – DF150AZX (Ficha técnica y precios). Recuperado el 22 de agosto de 2025, de https://suzuki.com.co/fuera-de-borda/motor/motores-4-tiempos/df150atl-df150atx-df150azx	
Tasa de interes mensual	1.1%	1% (tasa de interés para fórmula de capitalización de anualidad)	Supuesto del autor	
Vida útil vehículo (casco y motor)	9 años	Según el decreto 3019 de 1989 los botes se categorizan dentro de los "bienes muebles" o como parte de los activos de transporte, y por ello se les asigna una vida útil de 10 años para efectos fiscales.	República de Colombia. (1989). Decreto Reglamentario 3019 de 1989 (Diario Oficial No. 39.118). Recuperado de https://normograma.dian.gov.co/dian/compilacion/docs/decreto_3019_1989.htm	
Total mensual: valor capital vehicular	Vehículo	\$ 2,753,469	Formula de anualización: $P = \frac{C * i}{1 - (1 + i)^{-n}}$	
	Motor	\$ 3,132,062		
Costo mensual por mantenimiento (COP):	\$ 1,396,497	5% del costo del vehicular (casco + motor)	Supuesto del autor	
Precio por galón de gasolina (COP)	\$ 16,216	El precio de la Gasolina de referencia en Medellín, que es de \$ 16.216 COP por galón.	Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2025). Precios de referencia de combustibles líquidos. Recuperado el 21 de marzo de 2025, de https://creg.gov.co/publicaciones/15565/precios-de-combustibles-liquidos/	
Total mensual (COP): combustible	\$ 2,211,130	Multiplicando los kilómetros recorridos mensualmente por el precio de la gasolina, dividido entre el consumo promedio de combustible.	Cálculo realizado por el autor	
Otros: Póliza RCC (Responsabilidad Civil Contractual)	\$ 837,898	0.3% del costo del vehículo (motor y casco)	Supuesto del autor	
Otros: Póliza RCE (Responsabilidad Civil Extracontractual)	\$ 296,563	20 pasajeros × 50 SMMLV × tasa típica (5%)	Supuesto del autor	
Total mensual: operación	\$ 14,486,010	salario + mantenimiento + depreciación + otros	Cálculo realizado por el autor	
Costo por pasajero	\$ 1,975	total mensual: operación / pasajeros mensuales	Cálculo realizado por el autor	

Nota. Los valores presentados en la Tabla 3 corresponden a cálculos propios del autor, complementados con información de fuentes secundarias como: Eduardoño (2025) para el costo del bote, Suzuki Motor de Colombia S.A. (2025) para el costo del motor a gasolina, CREG (2025) para el costo de la gasolina, (Blank & Tarquin, 2008) para el factor de recuperación de capital, y República de Colombia (1989) para vida útil del vehículo (casco y motor).

De igual manera, se hizo el mismo cálculo para la embarcación con propulsión eléctrica con el del TPCU, y redondeando el valor resultante para establecer la tarifa combinada y redondeada de 2,600 COP.

De esta manera, se definieron las tarifas para el modo combinado (terrestre y fluvial), estableciendo un valor de \$2,600 para la alternativa con embarcación a gasolina y \$4,300 para la opción con propulsión eléctrica.

Estos dos valores fueron utilizados como niveles bajo y alto, respectivamente, en el diseño experimental del atributo “costo del pasaje” dentro del sistema de transporte intermodal. El propósito de esta configuración es evaluar la disposición a pagar de los usuarios mediante la aplicación de modelos de elección discreta, que permiten analizar las preferencias frente a distintas combinaciones de alternativas y atributos en escenarios de transporte urbano.

Finalmente, la combinación de estos sistemas no será tipo tarifario, sino únicamente operacional, lo que significa que el pago del pasaje se realizará de manera independiente en cada modo de transporte.

5.5.3 Definición de vehículos para la integración intermodal

Con base en la información presentada en las Tablas 2 y 3, que consideran vehículos (botes) con propulsión eléctrica y a gasolina, respectivamente, en el Anexo A se describe de manera detallada el vehículo seleccionado para esta investigación: el bote de transporte expreso 260E, distribuido por la empresa Eduardoño (2025), como se muestra en la Figura A16.

De igual modo, se consideraron dos tipos de propulsión para el vehículo seleccionado, los cuales fueron los siguientes:

- **Propulsión eléctrica:** Dos motores Torqeedo Deep Blue 50 RXL System (Torqeedo, 2025), propuestos como alternativa de energía limpia y sostenible para el mismo vehículo (véase la Figura A17).
- **Propulsión a gasolina:** Dos motores DF150AZX | Suzuki Fuera de Borda (Suzuki Motor de Colombia S.A., 2025), para cumplir con las especificaciones técnicas requeridas por el vehículo, 300 hp en dos motores de 150 hp cada uno (véase la Figura A18).

5.6 Diseño experimental para las encuestas

Primero se realizaron grupos focales que consistieron en conversar con personas que eran potenciales usuarios de un servicio de transporte que conectara el centro de la ciudad con la terminal. Entre estos usuarios había individuos que usaban mototaxi y los que usaban la ruta de TPCU. De esos grupos se identificó inicialmente que había tres atributos que influyen en la elección del modo de transporte, ellos son: costo, tiempo de viaje, y tiempo de espera. Para cada uno de ellos se establecen tres niveles de variación, uno base, uno alto y uno bajo.

Aunque existen técnicas avanzadas para el diseño de encuestas, en este estudio se adopta el diseño ortogonal propuesto por Kocur et al. (1981), ya que garantiza la ortogonalidad entre los atributos y permite estimar únicamente sus efectos principales, es decir, posibilita identificar el impacto individual de cada atributo sobre la utilidad de las alternativas, bajo el supuesto de que las interacciones entre atributos son despreciables.

En la Tabla 4 aparece el plan para 3 variables (costo, tiempo de viaje, y tiempo de espera), 3 niveles de variación por variable, el número de test o casos requeridos y las columnas que deben usarse para el orden de las combinaciones (columnas 1,2 y 4 de la Tabla 6)

Tabla 4 Índices de planes experimentales

codigo del plan experimental	total numero de variables	niveles de las variables	numero de test requeridos	¿Son todos los efectos principales independientes de las interacciones de dos factores?	Número de interacciones independientes de dos factores bajo el modelo supuesto.	PLAN MAESTRO	usando el numero de columnas	columnas a partir de las cuales se pueden estimar las interacciones de 2 factores
16a	3	3	9	si	0	3	1,2,4	ninguna

Nota. Tomado de Kocur et al. (1981)

Los tres niveles representativos (0-bajo, 1-medio, 2-alto) utilizando valores aproximados a la realidad o contexto transporte urbano en Quibdó aparecen en la Tabla 5.

Tabla 5 Atributos y sus respectivos niveles

Alternativas	Costo (COP)			Tiempo de viaje (min)			Tiempo de espera (min)		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
(1) Mototaxis	8000	10000	12000	17	20	23	2	4	7
(2) Buseta	1800	2500	3400	33	38	44	9	13	17
(3) Intermodal (Bote + Buseta)	2600	3400	4300	23	26	30	7	10	14

Nota. Elaboración propia.

Y, en lugar de aplicar las 27 combinaciones posibles (3³), se seleccionaron solo 9 perfiles representativos (trials). Por eso se utilizó el Plan Maestro 3:

Figura 6 Plan maestro 3 detallado

MASTER PLAN 3: 9 trials	
<u>1234</u>	<u>5678</u>
0000	0000
0112	0110
0221	0001
1011	1011
1120	1110
1202	1000
2022	0000
2101	0101
2210	0010

Nota. Tomado de Kocur et al. (1981)

En este sentido, se seleccionaron las columnas 1, 2 y 4, asignadas al tiempo de viaje, costo de viaje, y tiempo de espera, respectivamente. Estas columnas fueron elegidas porque garantizan la ortogonalidad entre los factores y la independencia de sus efectos, como se detalla en el diseño 16a. A partir de estos valores, se codificaron los niveles (0, 1 y 2) de cada atributo y se generaron las combinaciones que conforman los perfiles de las alternativas, donde cada combinación representa un escenario de elección compuesto por las tres alternativas modales, con sus respectivos atributos.

Tabla 6 Columnas del plan maestro 3 utilizada para el diseño experimental

CASO	Tiempo de Viaje	Costo de Viaje	Tiempo de espera
1	0	0	0
2	0	1	2
3	0	2	1
4	1	0	1
5	1	1	0
6	1	2	2
7	2	0	2
8	2	1	1
9	2	2	0

Nota. Elaboración propia a partir de tablas de Kocur et al. (1981).

De esta manera se realizó el diseño de las combinaciones para cada caso, 9 casos en total (ver Tabla 7):

Tabla 7 Diseño experimental de escenarios de elección

<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 1</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 8,000</td> <td>\$ 1,800</td> <td>\$ 2,600</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>17</td> <td>33</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>2</td> <td>9</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 1	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 8,000	\$ 1,800	\$ 2,600	Tiempo de viaje (min)	17	33	23	Tiempo de espera (min)	2	9	7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 4</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 10,000</td> <td>\$ 1,800</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>20</td> <td>33</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 4	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 10,000	\$ 1,800	\$ 3,400	Tiempo de viaje (min)	20	33	26	Tiempo de espera (min)	4	9	10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 7</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 12,000</td> <td>\$ 1,800</td> <td>\$ 4,300</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>23</td> <td>33</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 7	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 12,000	\$ 1,800	\$ 4,300	Tiempo de viaje (min)	23	33	30	Tiempo de espera (min)	7	9	14
CASO 1	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 8,000	\$ 1,800	\$ 2,600																																															
Tiempo de viaje (min)	17	33	23																																															
Tiempo de espera (min)	2	9	7																																															
CASO 4	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 10,000	\$ 1,800	\$ 3,400																																															
Tiempo de viaje (min)	20	33	26																																															
Tiempo de espera (min)	4	9	10																																															
CASO 7	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 12,000	\$ 1,800	\$ 4,300																																															
Tiempo de viaje (min)	23	33	30																																															
Tiempo de espera (min)	7	9	14																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 2</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 8,000</td> <td>\$ 2,500</td> <td>\$ 4,300</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>17</td> <td>38</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>2</td> <td>13</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 2	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 8,000	\$ 2,500	\$ 4,300	Tiempo de viaje (min)	17	38	30	Tiempo de espera (min)	2	13	14	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 5</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 10,000</td> <td>\$ 2,500</td> <td>\$ 2,600</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>20</td> <td>38</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>4</td> <td>13</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 5	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 10,000	\$ 2,500	\$ 2,600	Tiempo de viaje (min)	20	38	23	Tiempo de espera (min)	4	13	7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 8</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 12,000</td> <td>\$ 2,500</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>23</td> <td>38</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>7</td> <td>13</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 8	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 12,000	\$ 2,500	\$ 3,400	Tiempo de viaje (min)	23	38	26	Tiempo de espera (min)	7	13	10
CASO 2	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 8,000	\$ 2,500	\$ 4,300																																															
Tiempo de viaje (min)	17	38	30																																															
Tiempo de espera (min)	2	13	14																																															
CASO 5	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 10,000	\$ 2,500	\$ 2,600																																															
Tiempo de viaje (min)	20	38	23																																															
Tiempo de espera (min)	4	13	7																																															
CASO 8	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 12,000	\$ 2,500	\$ 3,400																																															
Tiempo de viaje (min)	23	38	26																																															
Tiempo de espera (min)	7	13	10																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 3</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 8,000</td> <td>\$ 3,400</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>17</td> <td>44</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>2</td> <td>17</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 3	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 8,000	\$ 3,400	\$ 3,400	Tiempo de viaje (min)	17	44	26	Tiempo de espera (min)	2	17	10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 6</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 10,000</td> <td>\$ 3,400</td> <td>\$ 4,300</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>20</td> <td>44</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>4</td> <td>17</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 6	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 10,000	\$ 3,400	\$ 4,300	Tiempo de viaje (min)	20	44	30	Tiempo de espera (min)	4	17	14	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CASO 9</th> <th>(1) Mototaxis</th> <th>(2) Buseta</th> <th>(3) Intermodal (Bote + Buseta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 12,000</td> <td>\$ 3,400</td> <td>\$ 2,600</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje (min)</td> <td>23</td> <td>44</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera (min)</td> <td>7</td> <td>17</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	CASO 9	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)	Costo (COP)	\$ 12,000	\$ 3,400	\$ 2,600	Tiempo de viaje (min)	23	44	23	Tiempo de espera (min)	7	17	7
CASO 3	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 8,000	\$ 3,400	\$ 3,400																																															
Tiempo de viaje (min)	17	44	26																																															
Tiempo de espera (min)	2	17	10																																															
CASO 6	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 10,000	\$ 3,400	\$ 4,300																																															
Tiempo de viaje (min)	20	44	30																																															
Tiempo de espera (min)	4	17	14																																															
CASO 9	(1) Mototaxis	(2) Buseta	(3) Intermodal (Bote + Buseta)																																															
Costo (COP)	\$ 12,000	\$ 3,400	\$ 2,600																																															
Tiempo de viaje (min)	23	44	23																																															
Tiempo de espera (min)	7	17	7																																															

Nota. Elaboración propia.

Las combinaciones experimentales se usaron como base para aplicar modelos de elección discreta, en particular modelos Logit. Estos modelos permiten analizar la forma en que los usuarios valoran los atributos del transporte y estimar su disposición a pagar por mejoras en el sistema, con base en las decisiones observadas ante escenarios alternativos construidos con el diseño ortogonal.

5.6.1 Función de utilidad

El modelo propuesto corresponde a un Logit Multinomial (MNL) con tres alternativas de transporte (mototaxi, buseta y transporte intermodal (fluvial-terrestre), donde la utilidad de cada opción se expresa como una función lineal de tres atributos del viaje: costo, tiempo de viaje y tiempo de espera, además de una constante específica de alternativa que permite capturar efectos no observados.

Figura 7 Función de utilidad del modelo Logit Multinomial (MNL)

```
[Choice]
Choice

[Beta]
// Name      Value  LowerBound  UpperBound  status (0=variable, 1=fixed)
ASC1         0      -10000      10000       1
ASC2         0      -10000      10000       0
ASC3         0      -10000      10000       0
B_COST       0      -10000      10000       0
B_TV         0      -10000      10000       0
B_TE         0      -10000      10000       0

[Utilities]
// Id Name Avail linear-in-parameter expression
1 Alt1 Av1 ASC1 * one + B_COST * Cost1 + B_TV * Tv1 + B_TE * Te1
2 Alt2 Av2 ASC2 * one + B_COST * Cost2 + B_TV * Tv2 + B_TE * Te2
3 Alt3 Av3 ASC3 * one + B_COST * Cost3 + B_TV * Tv3 + B_TE * Te3

[Expressions]
one = 1

[Model]
$MNL
```

Nota. Elaboración propia.

En la especificación, las constantes de la mototaxi (ASC1) se le da un valor fijo de cero, la fijación se define con el estatus en uno (1) para establecerla como referencia, mientras que la constante de la buseta (ASC2) y la del transporte fluvial (ASC3) se les da un valor inicial de cero, pero el estatus se coloca en cero (0) para su estimación. Los parámetros asociados a las variables explicativas (β_{COST} , β_{TV} , y β_{TE}) son estimables, lo que permite evaluar cómo los usuarios ponderan simultáneamente los

costos monetarios, el tiempo de viaje y el tiempo de espera al momento de elegir entre las tres alternativas disponibles.

Además, la variable A_v (disponibilidad) asegura que solo se consideren alternativas efectivamente accesibles o disponibles para cada individuo (1 = disponible, 0 = no disponible). Las variables costo del viaje ($Cost$), tiempo de viaje (T_v) y tiempo de espera (T_e) capturan los componentes económicos y temporales asociados al desplazamiento:

- **Cost (costo del viaje):** Valor monetario del pasaje o tarifa correspondiente a cada alternativa de transporte.
- **T_v (tiempo de viaje):** Duración del trayecto entre origen y destino en cada alternativa.
- **T_e (tiempo de espera):** Tiempo promedio que el usuario debe esperar antes de iniciar el viaje.

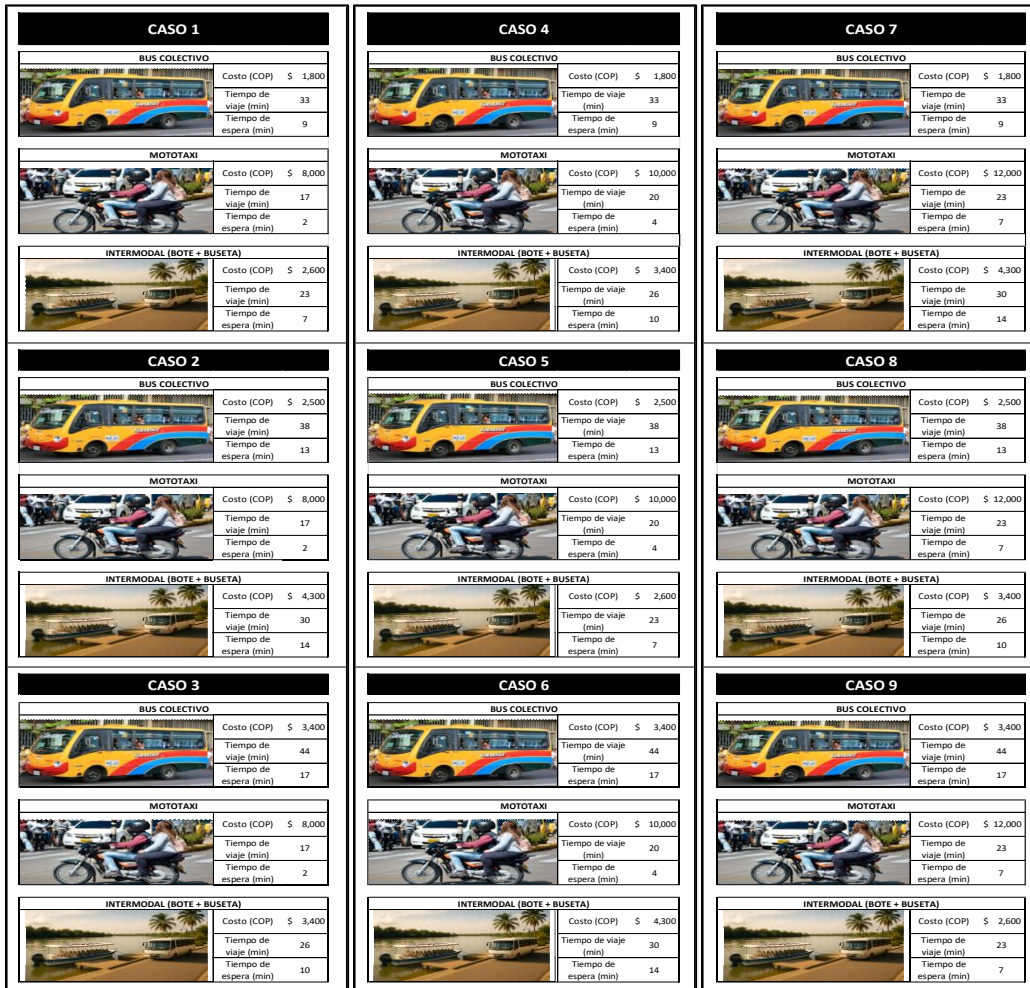
La selección de estos atributos responde al objetivo principal del modelo: estimar la disposición a pagar (DAP) de los usuarios. En modelos de elección discreta, la DAP se obtiene a partir de la razón entre el coeficiente de un atributo no monetario (por ejemplo, tiempo) y el coeficiente del costo. Por tanto, es indispensable incluir una variable monetaria ($Cost$) y las variables temporales que se desea valorar económicamente (T_v y T_e).

Dado que la investigación no tiene como finalidad analizar elasticidades relacionadas con atributos cualitativos (como comodidad, seguridad o confort), sino exclusivamente cuantificar la valoración monetaria del ahorro de tiempo, se optó por un modelo parsimonioso que incorpore únicamente los atributos necesarios para calcular la DAP. En consecuencia, la selección de estos tres atributos responde estrictamente al propósito analítico del estudio y no a una simplificación arbitraria del comportamiento de elección.

5.6.2 Diseño de encuestas de preferencias declaradas (PD)

A partir del diseño experimental se realizó el siguiente diseño de 9 casos para las encuestas de preferencias declaradas (Véase la Figura 8):

Figura 8 Encuestas de preferencias declaradas



Nota. Elaboración propia.

5.6.3 Diseño de encuestas de preferencias reveladas (PR)

Al mismo tiempo que se realizan encuestas PD se realizan encuestas PR para caracterizar la realidad del usuario, es decir, lo que hace actualmente, antes de introducirlo en la situación hipotética. Para el diseño de encuestas PR se identificaron 3 principales focos:

- Información sociodemográfica y socioeconómica:** Incluye variables básicas como edad, sexo biológico, nivel educativo alcanzado, ocupación principal e ingreso mensual aproximado. Estos datos permiten contextualizar el perfil de los encuestados y establecer la relación entre las características socioeconómicas de la población y sus decisiones de transporte. (Véase la Figura 9)

Figura 9 Encuesta de preferencias reveladas (parte 1)

TRABAJO DE CAMPO: PLANEACIÓN DE UNA RUTA DE TRANSPORTE PÚBLICO QUE COMBINE LOS MODOS TERRESTRE Y FLUVIAL EN LA CIUDAD DE QUIBDÓ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ENCUESTA DE PREFERENCIA REVELADAS

Fecha: _____ Lugar: _____

Encuestador: _____ Supervisor: _____

Objetivo: Recopilar información sobre las condiciones actuales de transporte, las necesidades de los usuarios, la situación socioeconómica de las comunidades en las riberas del río Cabí y otras zonas de interés para el desarrollo del sistema de transporte público de Quibdó.

Instrucciones: Esta encuesta es anónima. Por favor, responde de manera sincera. Los datos serán utilizados exclusivamente para fines académicos.

Sección 1: Información Socioeconómica

1. Edad:

- Menor de 18 años
- 18-25 años
- 26-35 años
- 36-60 años
- Mayor de 60 años

2. Sexo biológico:

- Femenino
- Masculino

3. Nivel de Educación más alto alcanzado:

- Primaria sin terminar
- Primaria terminada
- Secundaria sin terminar
- Secundaria terminada
- Técnica/Tecnología sin terminar
- Técnica/Tecnología terminada
- Profesional Universitaria sin terminar
- Profesional Universitaria terminada
- Posgrado
- Otro

4. Ocupación principal:

- Estudiante
- Empleado formal
- Independiente o trabajador informal
- Jubilado/pensionado
- Desempleado(a)
- Ama(o) de casa
- Otro: _____

5. Ingreso mensual aproximado:

- Menos de 700.000 COP
- 700.000 - 1.400.000 COP (hasta 1 mínimo)
- 1.400.001 - 2.000.000 COP
- Más de 2.000.000 COP
- Prefiero no decir

Nota. Elaboración propia.

- **Condiciones actuales del transporte:** Esta sección recoge información sobre el medio de transporte utilizado con mayor frecuencia, la frecuencia de uso, el gasto promedio diario en transporte, las principales dificultades enfrentadas durante el desplazamiento (costo, inseguridad, accidentes, retrasos o falta de rutas) y el tiempo promedio de viaje desde el lugar de origen hasta el destino principal (trabajo, estudio, entre otros).
- **Criterios de elección modal:** Se indaga sobre los factores más relevantes al momento de elegir un medio de transporte (precio, comodidad, tiempo de viaje, seguridad ante atracos, seguridad ante accidentes y frecuencia del servicio). Adicionalmente, se consulta por la preferencia específica entre los modos

predominantes en la ciudad (mototaxis, busetas o una combinación de ambos). (Véase la Figura 10)

Figura 10 Encuesta de preferencias reveladas (parte 2)

TRABAJO DE CAMPO: PLANEACIÓN DE UNA RUTA DE TRANSPORTE PÚBLICO QUE COMBINE LOS MODOS TERRESTRE Y FLUVIAL EN LA CIUDAD DE QUIBDÓ		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sección 2: Condiciones Actuales del Transporte		
6. ¿Qué medio de transporte utilizas más frecuentemente?		
a) Bus/buseta/microbus		
b) Lancha a motor		
c) Moto propia		
d) Mototaxi (rapimoto)		
e) Carro propio (auto)		
f) Taxi		
g) Bicicleta		
h) Caminando		
i) Otro: _____		
7. ¿Con qué frecuencia utilizas este medio de transporte?		
a) A diario (2 veces o menos por días)		
b) A diario (3 veces o más por días)		
c) Varias veces a la semana (2 o 3 días)		
d) Semanal (una vez por semana)		
e) 3 veces al mes		
f) Quincenal (una vez cada 15 días)		
g) Mensual (una vez al mes)		
h) Ocasionalmente (cada mes y medio o dos meses)		
8. ¿Cuánto gastas, en promedio, en transporte al día?		

9. ¿Cuál es la principal dificultad que encuentras al desplazarte?		
a) Costo alto		
b) Inseguridad ante posibles robos/atracos		
c) Inseguridad ante posibles accidentes		
d) Retrasos o tiempos largos de espera		
e) Falta de rutas hacia mi destino		
f) Otro: _____		
10. ¿Cuánto tiempo tardas, en promedio, desde que sales de casa hasta llegar a tu destino principal (trabajo, estudio, etc.)?		

11. ¿Qué considerarías más importante al elegir un medio de transporte?		
a) Precio		
b) Comodidad		
c) Tiempo de viaje		
d) Seguridad ante atracos		
e) Seguridad ante accidentes		
f) La frecuencia con la que pasa (cada 5 minutos, cada 15 minutos)		
12. ¿Qué medio de transporte considera usted a la hora de realizar su viaje?		
a) Mototaxis		
b) Buseta		
c) Mototaxis y buseta		

Nota. Elaboración propia.

La encuesta se diseñó bajo un formato de preguntas cerradas con opciones múltiples, complementadas en algunos casos con la opción “otro” para registrar respuestas adicionales. Este enfoque permite facilitar el diligenciamiento, asegurar la comparabilidad de los datos y garantizar el tratamiento estadístico posterior.

Y, la pregunta 12 (“¿Qué medio de transporte considera usted a la hora de realizar su viaje?”) tiene como objetivo identificar la preferencia modal de los usuarios entre las principales alternativas de transporte urbano en Quibdó. En los casos en que el encuestado

seleccionó únicamente uno de los dos modos de transporte consultados (mototaxi o buseta), se le presentaron preguntas asociadas exclusivamente a esa alternativa junto con la opción intermodal propuesta. En cambio, cuando el encuestado eligió ambas opciones, se le presentaron las tres alternativas contempladas en el diseño experimental.

Esto permite evitar la inclusión de escenarios de elección irreales o poco relevantes para el encuestado, asegurando que las alternativas de transporte evaluadas correspondan efectivamente a sus hábitos y posibilidades de viaje. De esta manera, se garantiza una mayor validez y consistencia en las respuestas, al mismo tiempo que se fortalece la pertinencia del diseño experimental para analizar la aceptación de la propuesta intermodal terrestre-fluvial.

5.7 Aplicación de grupos focales

Como parte del proceso metodológico, principalmente se realizaron grupos focales con el objetivo de complementar la información cuantitativa obtenida en las fases previas y profundizar en la percepción de los diferentes actores respecto a la viabilidad y aceptación de una ruta de transporte público intermodal (terrestre - fluvial) para la ciudad de Quibdó. Los grupos focales se desarrollaron bajo una lógica exploratoria y participativa, permitiendo identificar elementos que no siempre emergen en métodos estrictamente estructurados, tales como las preferencias latentes, las barreras sociales percibidas o propuestas de mejora realizadas directamente por parte de los usuarios potenciales.

La selección de los participantes de los grupos focales se realizó mediante un muestreo intencional, buscando garantizar la representación de diferentes segmentos relevantes (usuarios frecuentes del transporte público, líderes comunitarios, conductores y autoridades locales vinculadas a la movilidad). Cada grupo estuvo conformado por entre dos y cinco participantes, garantizando así una dinámica de interacción activa y el aprovechamiento del diálogo colectivo. Esto permitió extraer insumos clave para la formulación del modelo conceptual de integración, así como para la identificación de criterios sociales relevantes en la evaluación de la propuesta.

En síntesis, los grupos focales funcionaron como un mecanismo de validación social de la propuesta de integración modal, aportando elementos que complementan los resultados del análisis técnico y contribuyen a la pertinencia contextual del modelo propuesto. De esta manera analizaron los siguientes puntos:

5.7.1 Percepción sobre el sistema de transporte actual

La principal dificultad que presenta el TPCU en Quibdó siguen siendo los mismos que Hernández Domínguez (2022) identificó: baja cobertura, flota de vehículos insuficiente, y falta de rutas.

Adicional a esto, persiste la prestación del servicio informal (mototaxismo), que, aunque representa un costo más elevado para el usuario, logra satisfacer la necesidad de viajar con menores tiempos de viaje y de espera. En contraste, el TPCU presenta dificultad en estos dos atributos.

Además, uno de los elementos más recurrentes fue la identificación de necesidades de movilidad que el sistema actual no está cubriendo, especialmente en términos de conectividad con barrios periféricos y reducción de tiempos de viaje. Los participantes expresaron que, para considerar satisfactorio un sistema de transporte público, este debería ofrecer alta frecuencia, comodidad, seguridad y facilidad de acceso, aspectos que actualmente se perciben como insuficientes o ausentes.

Como consecuencia, la preferencia por el sistema de transporte público urbano es considerablemente baja, lo que se refleja en una menor demanda del servicio. Esta situación, a su vez, incide de manera indirecta en que los usuarios opten por adquirir vehículos propios (principalmente motocicletas, que constituyen el medio de transporte más utilizado en Quibdó) para suplir sus necesidades de movilidad.

5.7.2 Percepción sobre la propuesta fluvial

En este ítem los participantes mostraron un alto grado de aceptación, quienes destacaron su potencial como opción más directa y rápida para conectar las zonas ribereñas con el centro de la ciudad. Entre las principales ventajas se mencionaron la reducción de tiempos de viaje, la posibilidad de descongestionar el sistema terrestre y el aprovechamiento de un recurso natural existente (el río Cabí y el Atrato).

Aunque no es una opción que actualmente sea usada para el transporte urbano en Quibdó, algunos participantes destacaron su relación con el entorno natural, al aprovechar la presencia del río y su paisaje ribereño caracterizado por la vegetación y los árboles que lo rodean. Desde esta perspectiva, el sistema fluvial no solo sería funcional como medio de desplazamiento, sino que también podría representar una experiencia más agradable y coherente con la identidad ambiental del territorio.

No obstante, también se evidenció entre los participantes una percepción de miedo e inseguridad ante atracos, relacionada tanto con desconocimiento de la ruta como a la inexperiencia en el uso de embarcaciones para desplazarse o viajar.

5.7.3 Barreras y opiniones percibidas para la integración intermodal

Se identificaron diversas barreras sociales, entre las que destacan la posible resistencia al cambio por parte de aquellos sectores que actualmente dependen de los servicios informales, así como el escepticismo de algunos usuarios, quienes, aunque consideran atractiva la propuesta, no la perciben como un proyecto viable en el contexto de la ciudad de Quibdó. De igual manera, se reconocieron barreras de tipo económico vinculadas a los requerimientos de inversión inicial y a la sostenibilidad financiera del sistema en el largo plazo.

En términos institucionales, los participantes señalaron la falta de articulación entre las entidades responsables del transporte y las limitaciones de capacidad de gestión, las cuales se reflejan en la ausencia de mecanismos efectivos para regularizar los servicios informales y fortalecer aquellos que ya operan de manera formal. Adicionalmente, se enfatizó la importancia de contar con una infraestructura apropiada, particularmente muelles seguros, accesibles y bien integrados con la infraestructura vial urbana.

Finalmente, se señala que el servicio debe garantizar condiciones mínimas de seguridad, no solo en cuanto accidentes, sino también ante atracos, especialmente al tratarse de un modo que no es comúnmente usado y al contexto de inseguridad que actualmente atraviesa la ciudad de Quibdó.

5.8 Tamaño de la muestra para el modelo de elección

Para este estudio, se adoptó la fórmula propuesta por Orme (1998), ampliamente reconocida en la literatura que se enfoca en análisis conjunto y experimentos de elección discreta (Discrete Choice Experiments -DCE):

$$n \geq \frac{500 \times c}{t \times a} \quad (1)$$

Donde:

t: número de casos de elección que responde cada encuestado (9 para este caso).

c: número máximo de niveles entre todos los atributos (en este caso es 3).

a: número de alternativas por cada caso (en este caso 3).

n: número mínimo de encuestados requeridos.

Esta fórmula no depende directamente del tamaño de la población, ya que su objetivo es garantizar una cantidad mínima de observaciones necesarios para estimar los parámetros del modelo de utilidad a partir de los efectos principales del diseño experimental. Por lo tanto, dado que el propósito es modelar las preferencias de elección y no estimar proporciones poblacionales, se consideró adecuado adoptar la Ecuación 1.

Al reemplazar los datos de la Ecuación 2 se tiene que n debe ser de mínimo 56 encuestas. Por lo tanto, se considera que un mínimo de 56 personas encuestadas es suficiente para estimar un modelo logit (MNL) con efectos principales. No obstante, en este estudio también se aplicará un modelo logit mixto (Mixed Logit), el cual implica mayor complejidad al estimar distribuciones aleatorias de los parámetros y, por tanto, requiere un volumen de información más amplio.

Por otro lado, aunque el objetivo del estudio no es estimar proporciones poblacionales, se complementó el criterio econométrico con un enfoque estadístico basado en el error muestral utilizando el método propuesto por López-Roldán & Fachelli, (2015):

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q} \quad (2)$$

Donde:

n: tamaño de la muestra.

N: tamaño de la población.

Z: nivel de confianza.

p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado.

q: probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

e: error de estimación máximo permitido.

Aplicando la Ecuación 2 para el cálculo del tamaño de muestra para poblaciones finitas, considerando una población de 3,520 individuos, un nivel de confianza del 95% (1.96), una proporción de máxima variabilidad ($p = 0,5$) y un error máximo permitido del 7%, se obtuvo un tamaño de muestra de 187 encuestas.

Y, de acuerdo con Orme (2010), en los estudios de análisis conjunto el tamaño de muestra suele oscilar entre 150 y 1,200 encuestados, dependiendo del diseño experimental y del nivel de detalle requerido en las estimaciones. Finalmente, se definió

un tamaño final de muestra de 200 encuestados, con el fin de garantizar la robustez estadística del modelo y mejorar la precisión en la estimación de los parámetros.

5.9 Prueba piloto

Se llevó a cabo una prueba piloto que se le aplicó al 30% del tamaño de la muestra (60 individuos). Con la información recolectada se procedió a estimar un modelo Logit Multinomial (MNL) a partir de la función de utilidad definida (véase la Figura 7) para el estudio en el que se incluyen tres alternativas de transporte: Alternativa 1 (mototaxis), Alternativa 2 (buseta) y Alternativa 3 (propuesta intermodal).

Al analizar los resultados iniciales del modelo, se identificó una alta correlación entre las variables tiempo de viaje (TV) y tiempo de espera (TE). Además, el coeficiente asociado a la variable TV resultó positivo, lo cual contradice los fundamentos de la teoría económica, según la cual el usuario busca maximizar su utilidad; en consecuencia, un mayor tiempo de viaje debería reducir dicha utilidad. Este comportamiento atípico puede atribuirse a problemas de multicolinealidad entre las variables, a la percepción diferenciada que tienen los individuos sobre el tiempo de viaje frente al tiempo de espera, o incluso a sesgos en la muestra que influyen en la valoración de los tiempos, lo cual generaba problemas de multicolinealidad en la estimación.

Además, los individuos no identificaban las diferencias entre estas dos variables por separado, más bien tienden a integrar todo su viaje en un solo tiempo, por lo que fue conveniente sumar estos dos tiempos para facilitar su comprensión como tiempo desde que salen del origen hasta que llegan al destino (véase la Figura 11).

Figura 11 Función de utilidad final para modelo MNL

```
[Choice]
Choice

[Beta]
// Name      Value      LowerBound UpperBound status (0=variable, 1=fixed)
ASC1         0          -10000     10000     1
ASC2         0          -10000     10000     0
ASC3         0          -10000     10000     0
B_COST       0          -10000     10000     0
B_TTV        0          -10000     10000     0

[Utilities]
// Id Name Avail linear-in-parameter expression
1 Alt1 Av1 ASC1 * one + B_COST * Cost1 + B_TTV * Ttv1
2 Alt2 Av2 ASC2 * one + B_COST * Cost2 + B_TTV * Ttv2
3 Alt3 Av3 ASC3 * one + B_COST * Cost3 + B_TTV * Ttv3

[Expressions]
one = 1

[Model]
$MNL
```

Nota. Elaboración propia.

De esta manera, al sumar las variables TV y TE se obtiene una sola variable denominada tiempo total de viaje (TTV), manteniendo además la variable costo (COST) como variable explicativa independiente dentro del modelo. Esta simplificación permitió mejorar la consistencia estadística del modelo y conservar la interpretación teórica de los atributos que influyen en la elección modal como se muestra en la Tabla 8:

Tabla 8 Comparación de resultados de los modelos MNL de la prueba piloto

Criterio	Modelo 1 (TV + TE + COST)	Modelo 2 (TTV + COST)
Tipo de modelo	Multinomial Logit	Multinomial Logit
N° parámetros estimados	5	4
Observaciones	461	461
Log-likelihood nulo	-241.868	-242.597
Log-likelihood inicial	-399.823	-399.823
Log-likelihood final	-241.868	-242.597
Likelihood ratio test	315.911	314.452
Rho-cuadrado	0.395	0.393
Rho-cuadrado ajustado	0.383	0.383
Gradiente final	2.84E-05	9.34E-07
Iteraciones	8	8
Convergencia	Alcanzada	Alcanzada
Coefficientes estimados	ASC2 (-7.30, p-value=0.00) y ASC3 (-3.55, p-value=0.01) B_COST (-0.865, p-value=0.00) B_TE (-2.75, p-value=0.15) B_TV (1.65, p-value = 0.33)	ASC2 (-5.33, p-value=0.01) ASC3 (-3.44, p-value=0.02) B_COST (-0.832, p-value=0.00) B_TTV (-0.423, p-value=0.13)
Correlaciones relevantes	TE-TV (-0.958, p-value=0.22) COST-TE (-0.0236, p-value=0.32) COST-TV (0.260, p-value=0.15)	COST-TTV (-0.823, p-value=0.37)

Nota. Elaboración propia.

El Modelo Piloto 1 incluyó cinco parámetros (costo, tiempo de viaje, tiempo de espera, una constante específica para la alternativa 2 y 3, respectivamente), mientras que el Modelo Piloto 2 consideró únicamente cuatro parámetros (costo, tiempo total de viaje y una constante para la alternativa 2 y 3, respectivamente).

En términos de ajuste estadístico, ambos modelos presentan un desempeño adecuado, con un rho-cuadrado ajustado de 0.393, lo que indica un poder explicativo aceptable para este tipo de modelos de elección discreta. Sin embargo, el Modelo 1 evidencia limitaciones relevantes: varios parámetros no resultan estadísticamente significativos (β_{TV} y β_{TE}). A ello se suma la presencia de correlaciones altas entre los

coeficientes, lo que indica problemas de colinealidad y afecta la confiabilidad de las estimaciones.

Además, el parámetro β_{TV} resulta positivo, contrario a lo esperado en la teoría económica que indica que el individuo busca maximizar su utilidad al elegir una alternativa, de ello se deriva que atributos como tiempo y costo deben tener efectos negativos (Daniel McFadden, 1974), lo cual puede atribuirse precisamente a la alta correlación entre las variables de tiempo. En cuanto a los coeficientes, se observa que los parámetros asociados a las constantes específicas de las alternativas (ASC2 y ASC3) son estadísticamente significativos y presentan valores negativos, lo cual refleja una menor utilidad sistemática de estas opciones frente a la alternativa de referencia.

Por su parte, el Modelo 2 incluyó cuatro parámetros (costo, tiempo total de viaje, y una constante específica para la alternativa 2 y 3, respectivamente) lo que lo convierte en un modelo más parsimonioso (mayor explicación con menos parámetros). De manera consistente con el Modelo 1, los parámetros ASC2 y ASC3 son negativos y estadísticamente significativos, mientras que el costo sigue siendo significativo. Asimismo, se introduce un único parámetro de tiempo total de viaje (B_TTV), que presenta un signo negativo (coherente con la teoría económica), aunque, al igual que los tiempos separados en el modelo 1, todavía no resulta estadísticamente significativo al 95%.




























En términos comparativos, ambos modelos presentaron un ajuste estadístico (rho-cuadrado ajustado) muy parecido. Sin embargo, el Modelo Piloto 2 presenta ventajas metodológicas frente al Modelo Piloto 1. En primer lugar, es un modelo más parsimonioso, ya que estima un menor número de parámetros sin sacrificar poder explicativo. En segundo lugar, al sumar el tiempo de espera y el tiempo de viaje en una única variable de tiempo total, se reducen los problemas de multicolinealidad observados en el Modelo 1, lo cual otorga mayor estabilidad a la estimación.

Finalmente, el signo negativo del parámetro del tiempo total (B_TTV) en el Modelo 2 es coherente con la teoría económica, a diferencia de los resultados ambiguos obtenidos al desagregar los tiempos en el Modelo 1, donde el β_{TV} resultó positivo. Por estas razones, el Modelo Piloto 2 se considera más apropiado para la interpretación y discusión de resultados en esta investigación, ya que refleja de mejor manera la percepción real de los usuarios, quienes experimentan su desplazamiento como un tiempo total de trayecto y no distinguen conscientemente entre tiempo de viaje y tiempo de espera. Entonces se considera repetir el ejercicio, pero preguntando un solo tiempo en vez de dos tiempos.

5.9.1 Ajuste de diseño experimental

Contemplando las observaciones y resultados obtenidos al estimar los modelos en la prueba piloto, se concluye que es necesario ajustar el diseño de la encuesta PD, con el fin de garantizar resultados más consistentes y acordes con lo planteado en el marco teórico y, a su vez, representar de manera más precisa la percepción real de los usuarios frente a las alternativas de transporte (véase la Figura 12).

Figura 12 Encuestas PD para encuesta final

CASO 1	CASO 4	CASO 7												
BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 1,800</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>42</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 1,800	Tiempo de viaje total (min)	42	BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 1,800</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>42</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 1,800	Tiempo de viaje total (min)	42	BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 1,800</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>42</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 1,800	Tiempo de viaje total (min)	42
Costo (COP)	\$ 1,800													
Tiempo de viaje total (min)	42													
Costo (COP)	\$ 1,800													
Tiempo de viaje total (min)	42													
Costo (COP)	\$ 1,800													
Tiempo de viaje total (min)	42													
MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 8,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>19</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 8,000	Tiempo de viaje total (min)	19	MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 10,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>24</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 10,000	Tiempo de viaje total (min)	24	MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 12,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>30</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 12,000	Tiempo de viaje total (min)	30
Costo (COP)	\$ 8,000													
Tiempo de viaje total (min)	19													
Costo (COP)	\$ 10,000													
Tiempo de viaje total (min)	24													
Costo (COP)	\$ 12,000													
Tiempo de viaje total (min)	30													
INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 2,600</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>30</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 2,600	Tiempo de viaje total (min)	30	INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>36</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 3,400	Tiempo de viaje total (min)	36	INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 4,300</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>44</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 4,300	Tiempo de viaje total (min)	44
Costo (COP)	\$ 2,600													
Tiempo de viaje total (min)	30													
Costo (COP)	\$ 3,400													
Tiempo de viaje total (min)	36													
Costo (COP)	\$ 4,300													
Tiempo de viaje total (min)	44													
CASO 2	CASO 5	CASO 8												
BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 2,500</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>51</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 2,500	Tiempo de viaje total (min)	51	BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 2,500</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>51</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 2,500	Tiempo de viaje total (min)	51	BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 2,500</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>51</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 2,500	Tiempo de viaje total (min)	51
Costo (COP)	\$ 2,500													
Tiempo de viaje total (min)	51													
Costo (COP)	\$ 2,500													
Tiempo de viaje total (min)	51													
Costo (COP)	\$ 2,500													
Tiempo de viaje total (min)	51													
MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 8,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>19</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 8,000	Tiempo de viaje total (min)	19	MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 10,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>24</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 10,000	Tiempo de viaje total (min)	24	MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 12,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>30</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 12,000	Tiempo de viaje total (min)	30
Costo (COP)	\$ 8,000													
Tiempo de viaje total (min)	19													
Costo (COP)	\$ 10,000													
Tiempo de viaje total (min)	24													
Costo (COP)	\$ 12,000													
Tiempo de viaje total (min)	30													
INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 4,300</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>44</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 4,300	Tiempo de viaje total (min)	44	INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 2,600</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>30</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 2,600	Tiempo de viaje total (min)	30	INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>36</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 3,400	Tiempo de viaje total (min)	36
Costo (COP)	\$ 4,300													
Tiempo de viaje total (min)	44													
Costo (COP)	\$ 2,600													
Tiempo de viaje total (min)	30													
Costo (COP)	\$ 3,400													
Tiempo de viaje total (min)	36													
CASO 3	CASO 6	CASO 9												
BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>61</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 3,400	Tiempo de viaje total (min)	61	BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>61</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 3,400	Tiempo de viaje total (min)	61	BUS COLECTIVO  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>61</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 3,400	Tiempo de viaje total (min)	61
Costo (COP)	\$ 3,400													
Tiempo de viaje total (min)	61													
Costo (COP)	\$ 3,400													
Tiempo de viaje total (min)	61													
Costo (COP)	\$ 3,400													
Tiempo de viaje total (min)	61													
MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 8,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>19</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 8,000	Tiempo de viaje total (min)	19	MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 10,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>24</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 10,000	Tiempo de viaje total (min)	24	MOTOTAXI  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 12,000</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>30</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 12,000	Tiempo de viaje total (min)	30
Costo (COP)	\$ 8,000													
Tiempo de viaje total (min)	19													
Costo (COP)	\$ 10,000													
Tiempo de viaje total (min)	24													
Costo (COP)	\$ 12,000													
Tiempo de viaje total (min)	30													
INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 3,400</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>36</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 3,400	Tiempo de viaje total (min)	36	INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 4,300</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>44</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 4,300	Tiempo de viaje total (min)	44	INTERMODAL (BOTE + BUSETA)  <table border="1"> <tr> <td>Costo (COP)</td> <td>\$ 2,600</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de viaje total (min)</td> <td>30</td> </tr> </table>	Costo (COP)	\$ 2,600	Tiempo de viaje total (min)	30
Costo (COP)	\$ 3,400													
Tiempo de viaje total (min)	36													
Costo (COP)	\$ 4,300													
Tiempo de viaje total (min)	44													
Costo (COP)	\$ 2,600													
Tiempo de viaje total (min)	30													

Nota. Elaboración propia.

6. Resultados y análisis de resultados

De acuerdo con la metodología planteada, en primera instancia se llevó a cabo un grupo focal y una prueba piloto que permitió ajustar el diseño experimental, en particular la encuesta PD. Posteriormente, se aplicaron las encuestas definitivas a los usuarios en puntos de afluencia de pasajeros del transporte público y mototaxis, con énfasis en la ruta hacia la terminal, definida como ruta de estudio. De esta manera se encuestó en tres principales puntos: Terminal de transporte de Quibdó, Malecón de Quibdó, y Universidad Tecnológica del Chocó, además de algunos puntos intermedios estratégicamente seleccionados.

Una vez aplicadas las encuestas finales, se estimaron los modelos Logit Multinomial (MNL) y Logit Mixto (Mixed Logit) mediante el software PythonBiogeme, con el propósito de obtener los parámetros necesarios para el análisis de las preferencias de los usuarios. En el caso del MNL se usó la función de utilidad presentada en la Figura 11, y para el MXL se utilizó la mostrada en la Figura 13.

Figura 13 Función de utilidad del modelo Logit Mixto (MXL)

```
[ModelDescription]
"Modelo Mixed Logit con tres alternativas y dos variables aleatorias"

[Choice]
Choice

[Beta]
// Nombre      ValorInicial  LímiteInf  LímiteSup  Estado
BETA1          0.0           -10.0      10.0       0
BETA2          0.0           -10.0      10.0       0
SIGMA2         1.0           0.001     10.0       0
ASC1           0.0           -10.0      10.0       1
ASC2           0.1           -10.0      10.0       0
ASC3           0.1           -10.0      10.0       0

[Utilities]
// Id  Nombre  Avail  Función de utilidad
1     Alt1  one    ASC1 * one + BETA1 * Cost1 + BETA2 [ SIGMA2 ] * Ttv1
2     Alt2  one    ASC2 * one + BETA1 * Cost2 + BETA2 [ SIGMA2 ] * Ttv2
3     Alt3  one    ASC3 * one + BETA1 * Cost3 + BETA2 [ SIGMA2 ] * Ttv3

[Expressions]
one = 1

[Model]
// Estimación tipo Mixed Logit (MNL + simulación de parámetros aleatorios)
$MNL
```

Nota. Elaboración propia.

6.1 Resultado de la estimación de los modelos

6.1.1 Indicadores de bondad de ajuste en los modelos estimados

La estimación de los modelos Multinomial Logit (MNL) y Mixed Logit (MXL) permitió contrastar el desempeño estadístico y la capacidad explicativa de ambas especificaciones. En el MNL se estimaron 4 parámetros a partir de 1,475 observaciones, mientras que el MXL incorporó 5 parámetros y fue estimado con 1,800 observaciones.

En términos de ajuste, el modelo MNL alcanzó un log-likelihood final de -1100.993, lo que representa una mejora sustancial respecto al log-likelihood nulo (-1321.625). Además, obtuvo un valor de ρ^2 de 0.167 y ρ^2 ajustado de 0.164, valores que indican que el modelo explica aproximadamente el 16% de la variabilidad en las elecciones observadas.

Por su parte, el modelo MXL presentó un log-likelihood final de -1707.918, mejorando respecto al log-likelihood nulo (-1977.502) y al modelo con constantes (-1856.877). Este desempeño se refleja en un ρ^2 y ρ^2 ajustado de 0.136 y 0.134, respectivamente, lo que refleja un ajuste globalmente menor frente al MNL. Este resultado indica que, desde una perspectiva estadística, el modelo MNL presenta un mejor ajuste global a los datos, pero ambos presentan un ajuste estadísticamente válido.

Tabla 9 Indicadores de bondad de ajuste de los modelos (MNL y MXL)

Indicador / Parámetro	Multinomial Logit	Mixed Logit
N° parámetros estimados	4	5
N° de observaciones	1475	1800
Log-likelihood nulo	-1321.625	-1977.502
Cte log-likelihood	No aplica	-1856.877
Log-likelihood inicial	-1321.625	-2118.404
Log-likelihood final	-1100.993	-1707.918
Likelihood ratio test	441.265	539.169
Rho-cuadrado	0.167	0.136
Rho-cuadrado ajustado	0.164	0.134
Iteraciones	5	11
Convergencia	Alcanzada	Alcanzada

Nota. Elaboración propia.

Cabe resaltar que, aunque el MXL obtiene menores indicadores de bondad de ajuste en términos globales, su principal fortaleza radica en la capacidad de capturar la heterogeneidad no observable entre los individuos, lo cual aporta un mayor realismo al análisis. En síntesis, los indicadores de ajuste muestran que el MNL ofrece un mejor desempeño en términos de log-likelihood y pseudo- R^2 ; sin embargo, el MXL enriquece la interpretación al modelar diferencias individuales en las preferencias, lo que compensa en parte la ligera pérdida en ajuste estadístico.

6.1.2 Parámetros estimados y correlación entre variables

En cuanto a los parámetros estimados, en el modelo Multinomial Logit (MNL) tanto el costo como el tiempo de viaje resultaron estadísticamente significativos. El coeficiente asociado al costo ($B_COST = -0.149$) presentó un nivel de significancia del 96% ($p = 0.04$), lo que indica que con alta confianza se puede afirmar que incrementos en el costo reducen la probabilidad de elección. Por su parte, el parámetro de tiempo de viaje ($B_TTV = -0.589$) alcanzó un nivel de significancia superior al 99.9% ($p < 0.001$), confirmando que el tiempo es la variable más influyente en la decisión de los usuarios, quienes penalizan con gran certeza aumentos en la duración de sus viajes. En contraste, las constantes específicas para las alternativas 2 y 3 ($ASC2$ y $ASC3$) no resultaron significativas, con niveles de confianza del 33% y 69% respectivamente, lo que sugiere que en el MNL no se identifican preferencias sistemáticas adicionales a las variables observadas.

Por su parte, en el MXL, la situación cambia de manera relevante. El coeficiente del costo ($BETA1 = 0.114$) alcanzó nivel de confianza del 76% ($p = 0.24$) contrario a la teoría económica donde el usuario busca maximizar su utilidad. En contraste, el coeficiente del tiempo de viaje ($BETA2 = -1.38$) se mantuvo altamente significativo, con un nivel de confianza superior al 99.9% ($p < 0.001$), y además con mayor magnitud que en el MNL, lo que refuerza el papel central del tiempo en la toma de decisiones. La desviación estándar asociada a este parámetro ($SIGMA2 = 0.888$) también fue significativa al 99.9%, lo que confirma la presencia de heterogeneidad en la valoración del tiempo, es decir, que algunos individuos son mucho más sensibles al ahorro de tiempo que otros.

Finalmente, las constantes específicas $ASC2$ (4.01) y $ASC3$ (3.46) resultaron altamente significativas, ambas con niveles de confianza superiores al 99.9%, lo que evidencia la existencia de factores no observados que inciden fuertemente en la elección de las alternativas 2 y 3.

Tabla 10 Valor de coeficientes y correlación entre variables estimadas

Indicador / Parámetro	Multinomial Logit	Mixed Logit
Coeficientes estimados	ASC1 = 0 (fijo)	ASC1 = 0 (fijo)
	ASC2 = 0.346; t-test = 0.43; p-value = 0.67	ASC2 = 4.01; t-test = 3.25; p-value = 0
	ASC3 = 0.596; t-test = 1.01; p-value = 0.31	ASC3 = 3.46; t-test = 3.58; p-value = 0
	COST = -0.149; t-test = -2.06; p-value = 0.04	BETA1 (COST) = 0.114; t-test = 1.18; p-value = 0.24
	TTV = -0.589; t-test = -4.98; p-value = 0	BETA2 (TTV) = -1.38; t-test = -5.68; p-value = 0 Sigma2 = 0.888; t-test = 5.07; p-value = 0
Correlaciones relevantes	COST-TTV = -0.842; t-test = 2.40; p-value = 0.02	BETA1 (COST) - BETA2 (TTV) = -0.837; t-test = 4.49; p-value = 0
	ASC2-COST = 0.971; t-test = 0.68; p-value = 0.5	ASC2-BETA1 (COST) = -0.982; t-test = 3.43; p-value = 0
	ASC3-COST = 0.980; t-test = 1.44; p-value = 0.15	ASC3-COST = 0.979; t-test = 3.84; p-value = 0
	ASC2-ASC3 = 0.993; t-test = -1.12; p-value = 0.26	ASC2-ASC3 = 0.996; t-test = -1.95; p-value = 0.05

Nota. Elaboración propia.

En el MNL se identificaron correlaciones muy elevadas entre varios parámetros estimados. La constante específica de la alternativa 2 (ASC2) mostró correlaciones de 0.97 con el coeficiente de costo (B_COST) y de -0.93 con el coeficiente de tiempo (B_TTV), mientras que con la constante de la alternativa 3 (ASC3) alcanzó un valor de 0.99. Por su parte, ASC3 presentó correlaciones de 0.98 con el costo y de -0.90 con el tiempo. Finalmente, el análisis reveló una correlación negativa de -0.842 entre costo y tiempo, lo que indica que ambos parámetros tienden a variar en direcciones opuestas: cuando la sensibilidad al costo aumenta, la sensibilidad al tiempo tiende a disminuir. Estos valores, cercanos a ± 1 , evidencian problemas de colinealidad que reducen la capacidad de distinguir los efectos individuales de cada parámetro. En la práctica, esto significa que las constantes específicas están absorbiendo parte de la variación explicada por las variables de costo y tiempo, limitando la precisión de las interpretaciones.

En el MXL también se observaron correlaciones altas entre los parámetros, aunque con una estructura más compleja. Las constantes ASC2 y ASC3 registraron una correlación de 0.996, reflejando una casi dependencia lineal. Ambas constantes también mostraron correlaciones positivas muy fuertes con el coeficiente de costo (BETA1), de 0.982 y 0.979 respectivamente. En contraste, tanto ASC2 como ASC3 se correlacionaron de forma negativa con el coeficiente de tiempo (BETA2), con valores de -0.949 y -0.951, lo cual señala una relación inversa entre las preferencias inerciales y la sensibilidad al tiempo. Además, el costo y el tiempo mostraron una correlación negativa de -0.887, lo que refuerza la evidencia de que estos parámetros no son independientes entre sí. Finalmente, se destaca la correlación negativa entre el parámetro de tiempo (BETA2) y su desviación estándar (SIGMA2), de -0.831, lo que indica que los individuos con mayor sensibilidad al

tiempo muestran menor dispersión en sus preferencias, mientras que quienes presentan menor sensibilidad evidencian mayor heterogeneidad en sus elecciones.

Finalmente, al comparar los dos modelos estimados, se observa que el Multinomial Logit (MNL) presenta parámetros consistentes con la teoría económica, ya que tanto el costo como el tiempo de viaje resultaron significativos y con los signos esperados, lo que permite calcular una disposición a pagar confiable. En contraste, el Mixed Logit (MXL), si bien aporta una representación más realista del comportamiento al capturar heterogeneidad en la valoración del tiempo, mostró un coeficiente de costo positivo y no significativo, lo cual es conceptualmente inconsistente y metodológicamente problemático para estimar la DAP.

En este sentido, aunque el MXL revela la importancia del tiempo y la variabilidad en las preferencias, no ofrece una base adecuada para calcular la disposición a pagar debido a la inconsistencia del parámetro de costo. Por tanto, el modelo más adecuado para la estimación de la DAP en este estudio es el MNL, dado que sus coeficientes son estadísticamente significativos, mantienen la lógica esperada y garantizan la validez económica de los resultados.

6.2 Disposición a pagar (DAP) o Valor Subjetivo del Tiempo (VST)

El análisis de la DAP o VST en la demanda del sistema intermodal se abordó a partir del modelo de elección discreta Logit Multinomial (MNL). El modelo se estimó considerando que el costo fue dividido entre 1,000 y el tiempo entre 10 en el diseño experimental para simplificar los datos, de manera que la interpretación de los coeficientes debe ajustarse a dichas escalas.

La fórmula usada para el cálculo de la disposición a pagar es (Gaudry et al., 1989):

$$DPA = \frac{\beta_TTV}{\beta_COST} \quad (3)$$

Donde:

- **DPA:** Disposición a pagar por ahorrarse un minuto de tiempo
- **B_COST:** Atributo (costo)
- **β_TTV :** Atributo (tiempo total de viaje)

6.2.1 Disposición a pagar en modelo MNL

En el MNL, los parámetros obtenidos reflejan que tanto el costo del viaje ($\beta_{\text{COST}} = -0.149$) como el tiempo de viaje ($\beta_{\text{TTV}} = -0.589$) son negativos y significativos, lo que confirma que los usuarios prefieren alternativas de menor precio y menor duración. Usando la Ecuación 3 y reemplazando los datos se tiene que:

$$\text{DPA} = \frac{-0.589}{-0.149} = 3.95 \quad (4)$$

$$\text{DPA} = 3.95 * \frac{\$1000}{10 \text{ min}} = \$395/\text{min} \quad (5)$$

La DAP o VST resulta de la razón entre ambos coeficientes (3.95), que al corregirse por las escalas utilizadas corresponde a un valor aproximado de \$395 COP por minuto ahorrado.

6.2.2 Comparación de DAP entre el modelo estimado (MNL) y situación actual de transporte urbano

En términos generales, la DPA por minuto ahorrado en el modelo MNL es de \$395 COP por minuto ahorrado, lo que corresponde aproximadamente a \$23,700 COP por hora.

Este resultado pone en evidencia que los usuarios conceden un valor económico considerable a las reducciones en el tiempo total de viaje, lo cual resulta especialmente relevante para la planificación de un sistema de transporte intermodal fluvial-terrestre. Este hallazgo sugiere que la disposición a pagar por dicho sistema estaría directamente asociada con su capacidad de ofrecer menores tiempos de desplazamiento frente a las alternativas actuales, fortaleciendo tanto la justificación técnica como la aceptación social de su implementación.

Al contrastar este valor con una referencia económica, como el salario mínimo mensual vigente en Colombia para 2025, que equivale aproximadamente a \$7,050 COP por hora (incluyendo auxilio de transporte), se observa que los usuarios valoran el ahorro de tiempo de viaje en un monto superior al ingreso mínimo por hora (aproximadamente 3 veces más). Este resultado confirma que, los individuos valoran el tiempo de viaje como un recurso altamente apreciado, dispuesto a pagarse a niveles muy superiores al ingreso base de la economía formal.

Asimismo, este resultado no solo evidencia la importancia del tiempo como el factor más decisivo en la elección modal de los usuarios, sino que también aporta un criterio clave para la planificación del transporte público en Quibdó: invertir en medidas que reduzcan los tiempos de viaje puede generar beneficios percibidos por los usuarios que superan con creces el costo monetario asociado.

En este contexto, la estimación de la disposición a pagar mediante el modelo MNL proporciona una base sólida y económicamente consistente para orientar el diseño de nuevos proyectos de transporte. A diferencia del Mixed Logit (MXL), cuyo coeficiente de costo resultó positivo e inconsistente, el MNL asegura la validez de la estimación, lo que permite a los tomadores de decisiones contar con mayor respaldo técnico y económico al evaluar la viabilidad de implementar sistemas de transporte que prioricen menores tiempos de viajes.

6.3 Utilidad para cada alternativa

Para el cálculo de la utilidad de cada alternativa se definieron valores coherentes con el contexto real del caso de estudio en Quibdó, particularmente en lo relacionado con la tarifa y el tiempo total de viaje de la buseta y el mototaxi, tomando como referencia la información observada en campo y los niveles establecidos en el diseño experimental. En este sentido, se consideraron los siguientes valores: Alternativa 1 (\$10,000; 24 min), Alternativa 2 (\$2,500; 51 min) y Alternativa 3 (\$3,400; 37 min).

De igual manera, cabe resaltar que ambos modelos se estimaron considerando que el costo fue dividido entre 1,000 y el tiempo entre 10, con el fin de simplificar la estimación; por tanto, la interpretación de los coeficientes debe ajustarse a dichas escalas.

6.3.1 Utilidad en modelo MNL

A partir de esta ecuación mostrada en la Figura 14 se reemplazaron los valores de tiempo y costo para calcular la utilidad para cada alternativa, donde: $ASC1 = 0$, $ASC2 = 0.346$, $ASC3 = 0.596$, $\beta_COST = -0.149$, y $\beta_TTV = -0.589$.

Figura 14 Función de utilidad de alternativas en modelo MNL

```

[Utilities]
// Id Name Avail linear-in-parameter expression
1 Alt1 Av1 ASC1 * one + B_COST * Cost1 + B_TTV * Ttv1
2 Alt2 Av2 ASC2 * one + B_COST * Cost2 + B_TTV * Ttv2
3 Alt3 Av3 ASC3 * one + B_COST * Cost3 + B_TTV * Ttv3

[Expressions]
one = 1

```

Nota. Elaboración propia.

Reemplazando los valores, se tienen las siguientes utilidades:

$$V_1: \quad 0 + (-0.149)(10) + (-0.589)(2.4) = -2.90 \quad (6)$$

$$V_2: \quad 0.346 + (-0.149)(2.5) + (-0.589)(5.1) = -3.03 \quad (7)$$

$$V_3: \quad 0.596 + (-0.149)(3.4) + (-0.589)(3.7) = -2.09 \quad (8)$$

La utilidad de la alternativa intermodal (-2.09) supera a la de mototaxis (-2.90) y buseta (-3.03). Este resultado se explica principalmente por tres factores:

En primer lugar, la mototaxis presentó una utilidad de -2.90, influenciada principalmente por el costo más alto entre las opciones evaluadas. Si bien su tiempo de viaje es relativamente bajo, este efecto no fue suficiente para contrarrestar la penalización que genera el costo en la función de utilidad.

En segundo lugar, la buseta arrojó la utilidad más baja (-3.03), evidenciando que, aun cuando ofrece uno de los menores costos, su mayor tiempo de viaje (5.1 en la escala utilizada) representa un factor decisivo que reduce significativamente su atractivo. Este resultado resalta el peso del tiempo como variable clave en la toma de decisiones: los usuarios no parecen dispuestos a sacrificar minutos adicionales de viaje únicamente por un costo más bajo.

Y, por último, la propuesta intermodal obtuvo la mayor utilidad (-2.09), resultado que se explica por la interacción de tres elementos: un costo intermedio, un tiempo de viaje más favorable que el de la buseta, y un efecto positivo de la constante específica (ASC3), la cual recoge atributos no observados como comodidad, seguridad o frecuencia. Este conjunto de factores otorga a la propuesta una ventaja clara frente a las demás, consolidándola como la opción más atractiva en el contexto analizado.

En síntesis, el análisis de las utilidades confirma que el tiempo de viaje es la variable más determinante en las decisiones de los usuarios, mientras que el costo, aunque

relevante, no resulta suficiente para compensar incrementos significativos en la duración del trayecto.

Asimismo, las constantes específicas evidencian que existen atributos adicionales (no incluidos explícitamente en el modelo) que inciden en las elecciones, reforzando la importancia de considerar tanto factores cuantitativos como cualitativos en la planificación del transporte. Además, respaldar este análisis con otros modelos más robustos.

6.4 Probabilidades de elección de las alternativas

Una vez estimados los modelos de elección discreta, se calcularon las probabilidades de selección de cada alternativa de transporte considerando los atributos observados en el diseño experimental. Para el cálculo de las probabilidades se utilizó la siguiente ecuación (Daniel McFadden, 1974):

$$P_{ni} = \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_{j=1}^J \exp(V_{nj})} \quad (9)$$

Donde:

- P_{ni} : Probabilidad de que el individuo n elija la alternativa i
- V_{ni} : Utilidad sistemática de la alternativa i para el individuo n

6.4.1 Probabilidades de elección de alternativas en MNL

Aplicando la Ecuación 9, reemplazando los valores de las utilidades calculadas y multiplicar por 100 para para expresar los resultados en porcentaje, se obtienen las siguientes probabilidades de elección modal:

$$P_1 = \frac{\exp(-2.90)}{\exp(-2.90) + \exp(-3.03) + \exp(-2.09)} * 100 = 24.23\% \quad (10)$$

$$P_2 = \frac{\exp(-3.03)}{\exp(-2.90) + \exp(-3.03) + \exp(-2.09)} * 100 = 21.28\% \quad (11)$$

$$P_3 = \frac{\exp(-2.09)}{\exp(-2.90) + \exp(-3.03) + \exp(-2.09)} * 100 = 54.48\% \quad (12)$$

6.4.2 Comparación de resultados de encuesta PD y modelos estimados

En la encuesta PD, las alternativas presentaron la siguiente distribución de elección entre los medios de transporte analizados:

Figura 15 Frecuencia y porcentaje de elección de alternativas (encuesta PD)

	MOTOTAXIS	BUSETA	BOTE + BUSETA	TOTAL
N° veces elegida	462	356	869	1687
% elección	27%	21%	52%	100%

Nota. Elaboración propia.

Al contrastar los resultados de las probabilidades de elección estimadas mediante los modelos de elección discreta con las frecuencias observadas en la encuesta de preferencias declaradas (PD), se identifican diferencias relevantes que permiten profundizar en la interpretación de los hallazgos:

Estos resultados permiten observar que, bajo las condiciones planteadas en los nueve casos de elección asignados a cada individuo, la buseta, que actualmente opera como servicio de transporte público en Quibdó, se mantiene como la alternativa menos atractiva, con un 21% de preferencia. Esta baja proporción puede asociarse a limitaciones en cobertura, mayores tiempos de viaje y condiciones de servicio que los usuarios perciben como menos eficientes frente a otras opciones disponibles.

En comparación, la mototaxis alcanzó un 27%, lo que, aunque solo representa seis puntos porcentuales más que la buseta, evidencia la relevancia de este modo informal en la dinámica de movilidad urbana para los usuarios. Esta preferencia puede atribuirse a dos ventajas percibidas por los usuarios: la rapidez y la accesibilidad. No obstante, la propuesta intermodal concentra más de la mitad de las elecciones (52%), lo que sugiere la importancia de contar con alternativas de transporte que contemplen dentro de sus características, no solo tarifas más asequibles, sino también tiempos de viajes más competitivos frente a los que actualmente ofrece el TPCU, considerado en esta tesis como la referencia base del transporte público urbano en Quibdó.

Al contrastar estos resultados con las probabilidades estimadas por el modelo Multinomial Logit (MNL) para el escenario analizado, se observa una correspondencia interesante. El modelo predijo que la alternativa 3 (intermodal) tendría la mayor probabilidad de elección (54.5%), seguida por la alternativa 1 (mototaxi) con 24.2% y, en

último lugar, la alternativa 2 (buseta) con 21.3%. Esta distribución es notablemente consistente con las elecciones observadas en la encuesta, donde también predominó la preferencia por la alternativa intermodal, relegando a la buseta al último lugar.

Esta coincidencia entre los datos empíricos y las predicciones del modelo refuerza la validez del MNL como herramienta para explicar y anticipar el comportamiento de los usuarios. Además, confirma que el tiempo de viaje constituye la variable más determinante en la toma de decisiones, ya que las alternativas con mayores tiempos (como la buseta) mantienen las menores probabilidades de elección, incluso cuando presentan menores costos.

Finalmente, el modelo no solo reproduce de manera adecuada las preferencias observadas, sino que también ofrece un marco sólido para evaluar escenarios futuros de implementación del sistema de transporte intermodal en Quibdó.

6.5 Efectos ambientales de la integración intermodal

Para identificar los efectos ambientales producidos por la integración intermodal, se aplicó la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora (2009). La matriz se diseñó relacionando dos fases del proyecto (construcción y operación) con las principales actividades y los componentes ambientales potencialmente afectados. Tanto en la construcción como en la operación hay 9 componentes comunes que pueden verse afectados como son: suelo, agua, paisaje, flora, fauna, territorio, lo cultural, la población, y la economía. No obstante, en la operación hay una actividad que es la navegación que no afecta suelo y flora.

A cada impacto se le asignaron valores en función de criterios como: naturaleza (Na), intensidad (I), extensión (Ex), persistencia (Pe), reversibilidad (Rv), sinergia (Si), acumulación (Ac), efecto (Ef), periodicidad (Pr), y recuperabilidad (Mc), lo que permitió obtener un valor total de importancia, que es la suma de todos los atributos mencionados, y su naturaleza (Na) depende de que su efecto sea positivo (+) o negativo (-).

Con base en lo anterior, los impactos se clasificaron según la siguiente escala que representa el rango de importancia: $0 < IM \leq 25$: bajo (verde), $26 < IM \leq 50$: moderado (amarillo), $51 < IM \leq 75$: severo (naranja), $76 < IM \leq 100$: crítico (rojo), y valores positivos (+) o iguales a cero (0): Impactos nulos o benéficos (azul). Así, la aplicación de la metodología de Conesa (Tablas 11 y 12) permitió identificar y valorar los principales efectos ambientales:

Tabla 11 Matriz de valoración de impactos ambientales (fase de construcción)

Fase	Actividad	Componente	Impacto	Na	I	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Si	Ac	Ef	Pr	Importancia	Categoría				
Construcción	Desmante y limpieza	SUELO	Cambios en Topografía	-1	2	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	-44	Moderado			
			Alteración en la naturaleza de los suelos	-1	2	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-44	Moderado		
			Cambios en el nivel de compactación de suelos	-1	2	2	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-35	Moderado		
		AGUA	Contaminación del suelo por residuos sólidos	-1	1	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-33	Moderado		
			Aumento de la turbidez	-1	1	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-33	Moderado		
			Cambios en Propiedades físicas y químicas	-1	1	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-33	Moderado		
		PAISAJE	Contaminación por residuos sólidos y/o líquidos	-1	1	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-33	Moderado		
			Contaminación del agua por derrames de sustancias	-1	1	2	4	2	2	8	2	4	4	1	4	1	-34	Moderado		
			Visibilidad	-1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	-21	Irrelevante		
		FLORA	Calidad paisajística	-1	2	2	4	2	2	2	1	1	1	1	4	4	-27	Moderado		
			Fragilidad	-1	2	2	4	2	2	2	1	1	1	1	4	4	-27	Moderado		
		FAUNA	Cambios en la Cobertura	-1	3	2	4	4	2	8	2	4	4	4	4	4	-45	Moderado		
			Pérdida o fragmentación de habitats	-1	8	2	4	4	2	8	2	4	4	4	4	4	-60	Severo		
		TERRITORIO	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna terrestre	-1	8	2	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-49	Moderado		
			Alteración a ecosistemas acuáticos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	2	4	4	4	-39	Moderado		
		CULTURAL	Cambio de uso del suelo	-1	8	2	2	4	2	8	2	4	4	4	4	4	-58	Severo		
			Desarrollo urbano	1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	2	2	2	23	Irrelevante		
		POBLACIÓN	Cambios en las costumbres sociales y culturales	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	-23	Irrelevante		
			Demanda de mano de obra	1	3	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	28	Moderado		
		ECONOMÍA	Generación de expectativas de la Comunidad	1	2	2	4	1	1	1	1	1	1	4	4	4	24	Irrelevante		
			Demanda de bienes y servicios	1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	25	Moderado		
		Construcción	Excavación y nivelación	SUELO	Cambios en Topografía	-1	8	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-62	Severo	
					Alteración en la naturaleza de los suelos	-1	8	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	4	-62	Severo
					Cambios en el nivel de compactación de suelos	-1	8	2	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-53	Severo
				AGUA	Contaminación del suelo por residuos sólidos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-39	Moderado
					Aumento de la turbidez	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-39	Moderado
					Cambios en Propiedades físicas y químicas	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-39	Moderado
				PAISAJE	Contaminación por residuos sólidos y/o líquidos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-39	Moderado
					Contaminación del agua por derrames de sustancias	-1	8	2	4	2	4	8	2	4	4	1	4	1	-57	Severo
					Visibilidad	-1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	-21	Irrelevante
FLORA	Calidad paisajística			-1	3	2	4	2	2	2	1	1	1	4	4	4	-30	Moderado		
	Fragilidad			-1	3	1	4	2	2	2	1	1	1	4	4	4	-28	Moderado		
FAUNA	Cambios en la Cobertura			-1	3	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-47	Moderado		
	Pérdida o fragmentación de habitats			-1	8	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-62	Severo		
TERRITORIO	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna terrestre			-1	8	2	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-49	Moderado		
	Alteración a ecosistemas acuáticos			-1	8	2	4	2	2	4	2	4	2	4	4	4	-54	Severo		
CULTURAL	Cambio de uso del suelo			-1	3	2	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-45	Moderado		
	Desarrollo urbano			1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	2	2	2	20	Irrelevante		
POBLACIÓN	Cambios en las costumbres sociales y culturales			-1	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	-23	Irrelevante		
	Demanda de mano de obra			1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	25	Moderado		
ECONOMÍA	Generación de expectativas de la Comunidad			1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	4	4	4	21	Irrelevante		
	Demanda de bienes y servicios			1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	25	Moderado		
Construcción	Dragado			SUELO	Cambios en Topografía	-1	1	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-41	Moderado	
					Alteración en la naturaleza de los suelos	-1	1	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	4	-41	Moderado
					Cambios en el nivel de compactación de suelos	-1	1	2	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-32	Moderado
				AGUA	Contaminación del suelo por residuos sólidos	-1	1	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-33	Moderado
					Aumento de la turbidez	-1	8	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-54	Severo
					Cambios en Propiedades físicas y químicas	-1	2	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-36	Moderado
				PAISAJE	Contaminación por residuos sólidos y/o líquidos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-39	Moderado
					Contaminación del agua por derrames de sustancias	-1	3	2	4	2	4	8	2	4	4	1	4	1	-42	Moderado
					Visibilidad	-1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	-21	Irrelevante
		FLORA	Calidad paisajística	-1	2	2	4	2	2	2	1	1	1	4	4	4	-27	Moderado		
			Fragilidad	-1	2	1	4	2	2	2	1	1	1	4	4	4	-25	Moderado		
		FAUNA	Cambios en la Cobertura	-1	1	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-41	Moderado		
			Pérdida o fragmentación de habitats	-1	3	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-47	Moderado		
		TERRITORIO	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna terrestre	-1	8	2	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-49	Moderado		
			Alteración a ecosistemas acuáticos	-1	8	2	4	2	2	4	2	4	2	4	4	4	-54	Severo		
		CULTURAL	Cambio de uso del suelo	-1	3	2	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-45	Moderado		
			Desarrollo urbano	1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	2	2	2	20	Irrelevante		
		POBLACIÓN	Cambios en las costumbres sociales y culturales	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	-23	Irrelevante		
			Demanda de mano de obra	1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	25	Moderado		
		ECONOMÍA	Generación de expectativas de la Comunidad	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	4	4	4	21	Irrelevante		
			Demanda de bienes y servicios	1	1	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	22	Irrelevante		
		Construcción	Construcción de muelles e infraestructura	SUELO	Cambios en Topografía	-1	8	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-62	Severo	
					Alteración en la naturaleza de los suelos	-1	8	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	4	-62	Severo
					Cambios en el nivel de compactación de suelos	-1	8	2	4	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-53	Severo
				AGUA	Contaminación del suelo por residuos sólidos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-39	Moderado
					Aumento de la turbidez	-1	8	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-54	Severo
					Cambios en Propiedades físicas y químicas	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-39	Moderado
				PAISAJE	Contaminación por residuos sólidos y/o líquidos	-1	8	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4	-54	Severo
					Contaminación del agua por derrames de sustancias	-1	8	2	4	2	4	8	2	4	4	1	4	1	-57	Severo
					Visibilidad	-1	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	-27	Moderado
FLORA	Calidad paisajística			-1	8	2	4	2	2	2	1	1	1	4	4	4	-45	Moderado		
	Fragilidad			-1	3	1	4	2	2	2	1	1	1	4	4	4	-28	Moderado		
FAUNA	Cambios en la Cobertura			-1	3	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-47	Moderado		
	Pérdida o fragmentación de habitats			-1	3	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-47	Moderado		
TERRITORIO	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna terrestre			-1	8	2	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-49	Moderado		
	Alteración a ecosistemas acuáticos			-1	8	2	4	2	2	4	2	4	2	4	4	4	-54	Severo		
CULTURAL	Cambio de uso del suelo			-1	8	2	2	4	4	8	2	4	4	4	4	4	-60	Severo		
	Desarrollo urbano			1	3	2	2	4	1	1	1	1	1	2	2	2	26	Moderado		
POBLACIÓN	Cambios en las costumbres sociales y culturales			-1	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	-26	Moderado		
	Demanda de mano de obra			1	3	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	28	Moderado		
ECONOMÍA	Generación de expectativas de la Comunidad			1	3	2	4	1	1	1	1	1	1	4	4	4	27	Moderado		
	Demanda de bienes y servicios			1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	25	Moderado		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12 Matriz de valoración de impactos ambientales (fase de operación)

Fase	Actividad	Componente	Impacto	Na	I	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Si	Ac	Ef	Pr	Importancia	Categoría	
Operación	Funcionamiento del puerto para pasajeros (embarque y desembarque)	SUELO	Cambios en Topografía	-1	3	2	4	4	4	8	2	4	4	4	-47	Moderado	
			Alteración en la naturaleza de los suelos	-1	3	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	-47	Moderado
			Cambios en el nivel de compactación de suelos	-1	3	2	4	2	2	4	1	4	4	4	4	-38	Moderado
		AGUA	Contaminación del suelo por residuos solidos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-39	Moderado
			Contaminación del agua por derrames de sustancias.	-1	8	2	4	2	4	8	2	4	4	1	1	-57	Severo
			Aumento de la turbidez	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-39	Moderado
		PAISAJE	Cambios en Propiedades físicas y químicas	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-39	Moderado
			Contaminación por residuos solidos y/o líquidos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-39	Moderado
			Visibilidad	-1	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	-27	Moderado
		FLORA	Calidad paisajística	-1	3	2	4	2	2	2	1	1	1	1	4	-30	Moderado
			Fragilidad	-1	2	1	4	2	2	2	1	1	1	1	4	-25	Moderado
		FAUNA	Cambios en la Cobertura	-1	2	2	4	4	4	8	2	4	4	4	4	-44	Moderado
			Pérdida o fragmentación de habitas	-1	3	2	4	4	4	8	2	2	4	4	4	-47	Moderado
		TERRITORIO	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna terrestre	-1	3	2	4	2	2	2	2	1	4	4	4	-34	Moderado
			Alteración a ecosistemas acuáticos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-39	Moderado
		POBLACIÓN	Cambio de uso del suelo	-1	3	2	2	4	4	8	2	4	4	4	4	-45	Moderado
			Desarrollo urbano	1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	2	23	Irrelevante
			Cambios en las costumbres sociales y culturales	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	-23	Irrelevante
	Demanda de mano de obra		1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	4	25	Moderado	
	Generación de expectativas de la Comunidad		1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	21	Irrelevante	
	Demanda de bienes y servicios		1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	4	25	Moderado	
	Navegación de embarcaciones de pasajeros	AGUA	Contaminación del agua por derrames de sustancias.	-1	8	2	4	2	4	8	2	4	4	1	1	-57	Severo
			Aumento de la turbidez	-1	2	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-36	Moderado
			Cambios en Propiedades físicas y químicas	-1	2	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-36	Moderado
		PAISAJE	Contaminación por residuos solidos y/o líquidos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-39	Moderado
			Visibilidad	-1	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	-24	Irrelevante
			Calidad paisajística	-1	2	2	4	2	2	2	1	1	1	1	4	-27	Moderado
		FAUNA	Fragilidad	-1	2	1	4	2	2	2	1	1	1	1	4	-25	Moderado
			Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna terrestre	-1	2	2	4	2	2	2	2	1	4	4	4	-31	Moderado
		CULTURAL	Alteración a ecosistemas acuáticos	-1	3	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	-39	Moderado
Desarrollo urbano			1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	2	23	Irrelevante	
POBLACIÓN		Cambios en las costumbres sociales y culturales	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	-23	Irrelevante	
		Demanda de mano de obra	1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	4	25	Moderado	
ECONOMÍA	Generación de expectativas de la Comunidad	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	21	Irrelevante		
	Demanda de bienes y servicios	1	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	4	25	Moderado		

Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos, se evidenció que los principales efectos ambientales del proyecto fluvial se concentran en la degradación de los componentes físico-bióticos y en el beneficio de los socioeconómicos:

- En los suelos y cuerpos de agua se generan impactos asociados a la alteración de la topografía, compactación, contaminación por residuos y derrames de combustibles, así como aumento de la turbidez del agua y cambios en sus propiedades fisicoquímicas, lo que deriva en pérdida de calidad ambiental y afectación a los ecosistemas acuáticos.
- En el aire y el paisaje se producen efectos relacionados con emisiones de material particulado (siendo el diésel el principal emisor en comparación con la gasolina), incremento del ruido, pérdida de visibilidad y deterioro paisajístico, que repercuten en la salud y bienestar de la población.

- La flora y fauna se ven impactadas por la pérdida de cobertura vegetal y alteración de ecosistemas en los embarcaderos, además, otro efecto producido es fragmentación de hábitats, desplazamiento de especies, ocasionando disminución de la biodiversidad y debilitamiento de la resiliencia ecológica.
- En el territorio y el componente cultural se presentan transformaciones en el uso del suelo y procesos de urbanización que pueden modificar dinámicas locales y poner en riesgo prácticas tradicionales.

Finalmente, los efectos positivos se manifiestan en la población y la economía, con generación de empleo, dinamización de bienes y servicios y fortalecimiento de las expectativas comunitarias, consolidándose como un aporte relevante al desarrollo regional, aunque con el riesgo de dependencia económica hacia el proyecto.

En términos generales, de acuerdo con la categoría de los impactos, el proyecto debe someterse a medidas de control, mitigación y seguimiento, ya que de no gestionarse adecuadamente algunos efectos podrían intensificarse con el tiempo (Conesa Fernández-Vítora, 2009).

También, es importante señalar que la evaluación cuantitativa se realizó tomando como referencia una embarcación con propulsión a gasolina en la etapa de operación, dado que esta representa la alternativa más desfavorable en términos de impacto ambiental en comparación con la propulsión eléctrica. No obstante, al contemplar la opción de un sistema de propulsión eléctrica para las embarcaciones fluviales la carga ambiental puede reducirse entre un 50 % y un 75 %, dependiendo de si la energía utilizada proviene de la red eléctrica o de una estación de carga solar, respectivamente (Iván Ignacio et al., 2019). Sin embargo, esta alternativa implica un costo de inversión inicial considerablemente mayor frente al sistema de propulsión a gasolina, lo que conlleva un periodo más prolongado de recuperación económica.

En el contexto del caso de estudio, esta situación se traduce en un desafío financiero el cual requiere ser evaluado cuidadosamente frente a los beneficios ambientales y sociales a largo plazo. No obstante, además de su función como sistema de transporte público, el proyecto fluvial puede consolidarse como un atractivo turístico y recreativo, generando nuevas fuentes de ingreso y diversificando la economía local.

La valorización paisajística del río, el potencial para recorridos ecoturísticos y culturales, y la integración con actividades gastronómicas y artesanales pueden convertir

el sistema en un eje dinamizador del turismo sostenible. Esta dimensión turística no solo ampliaría la demanda del servicio, sino que contribuiría a mejorar la rentabilidad del sistema, facilitar la recuperación de la inversión (especialmente en escenarios de transición hacia propulsión eléctrica). A partir de lo anterior, se proponen las siguientes orientaciones de política pública:

- I. Política de transición tecnológica en transporte fluvial, estableciendo incentivos fiscales, subsidios a la inversión o esquemas de cofinanciación para la adopción de embarcaciones con propulsión eléctrica, especialmente cuando la energía provenga de fuentes renovables.
- II. Planes de manejo ambiental obligatorios y sistemas de monitoreo permanente, que incluyan control de derrames, gestión de residuos, restauración de cobertura vegetal y seguimiento de calidad del agua y biodiversidad.
- III. Integración del proyecto en la planificación territorial, garantizando que los cambios en el uso del suelo y los procesos de urbanización se desarrollen bajo criterios de sostenibilidad y protección del patrimonio cultural.

En síntesis, el proyecto fluvial representa una oportunidad estratégica para el desarrollo regional, pero su viabilidad a largo plazo depende de una intervención pública que promueva tecnologías limpias, regule adecuadamente los impactos y asegure que los beneficios económicos no se obtengan a costa de la degradación ambiental. La formulación de políticas públicas orientadas a la transición energética y la gestión ambiental preventiva se configura, por tanto, como condición necesaria para que el sistema de transporte fluvial contribuya efectivamente a un desarrollo sostenible.

6.5.1 Identificación de las oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas de la ruta de transporte público propuesto.

La aplicación de la metodología de Conesa permitió identificar los principales impactos ambientales y socioeconómicos de la propuesta, los cuales fueron organizados en una matriz DOFA con el fin de analizar sus implicaciones estratégicas (Wehrich, 1982).

La aplicación de la matriz DOFA permitió evidenciar que el proyecto de conexión fluvial cuenta con fortalezas relevantes, como la infraestructura existente en el Malecón de Quibdó (punto A) y la capacidad de generar empleo, que pueden potenciarse mediante oportunidades externas como el financiamiento verde y la demanda de transporte sostenible. No obstante, se identificaron debilidades asociadas a la falta de infraestructura

en el puente de Cabí (punto B) y a los elevados costos de inversión inicial, así como amenazas vinculadas a la afectación ambiental y a la resistencia social.

Tabla 13 Análisis estratégico de la propuesta mediante matriz DOFA

Fortalezas (F)	Debilidades (D)
- Infraestructura portuaria en el punto A (Malecón de Quibdó)	- Falta de infraestructura en el punto B (Puente de Cabí)
- Generación de empleo local.	- Elevados costos iniciales de inversión.
- Opción de tecnologías limpias (propulsión eléctrica).	- Escasa experiencia en operación de embarcaciones eléctricas.
Oportunidades (O)	Amenazas (A)
- Articulación con planes de conectividad regional.	- Riesgo de contaminación de suelos y aguas.
- Dinamización económica y social en comunidades ribereñas.	- Alteración de hábitats y biodiversidad.
- Demanda creciente de transporte sostenible.	- Resistencia social ante cambios en dinámicas tradicionales.

Nota. Elaboración propia.

En consecuencia, las estrategias derivadas de la matriz orientan hacia la necesidad de integrar medidas de gestión ambiental y financiera, junto con procesos de participación comunitaria, para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto en el largo plazo:

- En primer lugar, desde la perspectiva **FO (Fortalezas-Oportunidades)**, se plantea aprovechar la infraestructura existente en el punto A (malecón) y el potencial de generación de empleo local para acceder a esquemas de financiamiento verde y programas de movilidad sostenible, posicionando el proyecto como una alternativa de transporte ambientalmente responsable y socialmente inclusiva.
- En segundo lugar, en el marco de las estrategias **DO**, se propone mitigar la falta de infraestructura en el punto B (Puente Cabí) mediante inversiones progresivas y esquemas de financiación mixta que combinen recursos públicos, cooperación internacional y participación privada, reduciendo así la presión derivada de los altos costos iniciales.
- Desde el enfoque **FA**, se recomienda fortalecer los instrumentos de gestión ambiental, implementando estudios de impacto, planes de manejo y mecanismos de monitoreo continuo que minimicen posibles afectaciones al ecosistema fluvial. Paralelamente, se plantea una estrategia de comunicación institucional que resalte los beneficios sociales, económicos y ambientales del proyecto, con el fin de contrarrestar percepciones negativas.
- Finalmente, en las estrategias **DA**, se enfatiza la necesidad de desarrollar procesos de participación comunitaria desde la fase de planificación, promoviendo espacios de diálogo y concertación que permitan incorporar las preocupaciones locales y reducir la resistencia social.

De igual manera, se sugiere estructurar un modelo financiero sostenible que contemple escenarios de riesgo y mecanismos de respaldo institucional para garantizar la estabilidad del proyecto.

En conjunto, estas estrategias consolidan una hoja de ruta que integra gestión ambiental, sostenibilidad financiera y apropiación social, elementos fundamentales para asegurar la viabilidad y permanencia del sistema de conexión fluvial en el largo plazo.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

A 2025, en la ciudad de Quibdó, a pesar de estar rodeada por dos ríos en su parte urbana, el Atrato y el Cabí, no se han aprovechado estos recursos naturales para el transporte público urbano. Existen cuatro embarcaderos sobre el río Atrato, pero ninguno de ellos presta el servicio de transporte público urbano, pues son utilizados para carga o para pasajeros de largo recorrido a zonas rurales. En la presente investigación se planteó la propuesta de una ruta urbana intermodal con una parte fluvial (6.97km) desde el embarcadero ubicado en el Malecón, sobre el río Atrato, y el propuesto en el sector del puente de Cabí (donde actualmente no existe un puerto), complementada con una porción terrestre (1.52km) en el modo bus hacia la zona sur, conectando la terminal de transporte con el centro de la ciudad mediante una ruta multimodal, que además representa una alternativa libre de congestión vehicular, a diferencia del transporte terrestre cuya principal limitación son los retrasos ocasionados por el tráfico.

En el tramo terrestre Puente Cabí - Terminal los vehículos pueden transitar más cerca de la condición a flujo libre y sin mayores demoras en comparación con otros corredores de la ciudad, lo que refuerza la viabilidad de la propuesta, aunque la suma de las longitudes terrestre y fluvial desde la Terminal hasta el centro sea un 17% mayor que la opción terrestre. Estas consideraciones se sustentan en evidencias cualitativas obtenidas mediante la observación en campo y los aportes del grupo focal, así como mediciones basadas en datos verificables sobre velocidades en medio acuático.

Asimismo, se definió que el tipo de integración más adecuado para la propuesta corresponde a la integración operacional. Esta modalidad permite articular los modos fluvial y terrestre mediante la coordinación de rutas y puntos de conexión, garantizando la continuidad del servicio sin necesidad de modificar estructuras tarifarias preexistentes como lo es en el caso del TPCU. En consecuencia, la presente investigación plantea la integración operacional como una estrategia pragmática, viable y coherente con las

condiciones locales, que sienta las bases para futuros avances hacia un modelo de integración tarifaria en el mediano y largo plazo.

También, uno de los elementos más recurrentes fue la identificación de necesidades de movilidad que el sistema actual no está cubriendo, especialmente en términos de conectividad con barrios periféricos y reducción de tiempos de viaje. Los participantes expresaron que, para considerar satisfactorio un sistema de transporte público, este debería ofrecer alta frecuencia, comodidad, seguridad y facilidad de acceso, aspectos que actualmente se perciben como insuficientes o ausentes en el transporte público. Como consecuencia, la preferencia por el sistema de transporte público urbano es considerablemente baja, lo que se refleja en una menor demanda del servicio. Esta situación, a su vez, incide de manera indirecta en que los usuarios opten por adquirir vehículos propios (principalmente motocicletas, que constituyen el medio de transporte más utilizado en Quibdó) para suplir sus necesidades de movilidad.

Se realizó unas encuestas de PR/PD a 200 individuos. En las encuestas realizadas se corrobora la dominancia de la prestación del servicio informal (mototaxismo), que, aunque representa un costo más elevado para el usuario, logra satisfacer la necesidad de menores tiempos de viaje y de espera. En contraste, el TPCU presenta dificultad en estos dos atributos.

Se estimaron dos modelos de elección discreta (MNL y MXL); sin embargo, se determinó que el MNL es el más adecuado para calcular la disposición a pagar por ahorros de tiempo en este contexto. A partir de sus resultados se obtuvo un Valor Subjetivo del Tiempo (VST) de aproximadamente \$390 COP por minuto de ahorro de viaje, equivalente a \$23,400 COP por hora. Esta valoración refleja que los usuarios de Quibdó reconocen la importancia de contar con un servicio de transporte capaz de ofrecer menores tiempos de viajes y están dispuestos a asumir un sobreprecio razonable siempre que la integración se traduzca en ahorros de tiempo de viaje.

Adicionalmente, el sistema de transporte intermodal incorpora un valor estratégico, el cual es su potencial como producto turístico. La incorporación del modo fluvial no solo cumple una función de transporte, sino que puede convertirse en un atractivo regional y nacional, al ofrecer una experiencia de viaje asociada al paisaje, la identidad cultural y los ecosistemas ribereños. En este sentido, el transporte fluvial integrado puede dinamizar la economía local mediante el incremento del flujo de visitantes, la generación de empleo y el fortalecimiento de actividades complementarias (gastronomía, comercio, servicios turísticos). Por tanto, la consolidación del sistema intermodal no debe evaluarse

exclusivamente en términos de eficiencia operativa, sino también como una estrategia de desarrollo territorial sostenible, en la que la reducción de tiempos de viaje, la competitividad tarifaria y la valorización turística del componente fluvial actúan de manera complementaria para fortalecer su viabilidad técnica, económica y social.

Finalmente, la aplicación de la metodología de Conesa evidenció que los principales impactos del proyecto fluvial recaen en la degradación de los componentes físico-bióticos, mientras que los beneficios se concentran en el ámbito socioeconómico. Este contraste resalta la importancia de implementar medidas de control, mitigación y seguimiento, ya que, de no gestionarse adecuadamente, los efectos negativos podrían intensificarse con el tiempo.

Los impactos más significativos sobre el medio físico y biótico se relacionan con la alteración de suelos y cuerpos de agua, el deterioro de la calidad del aire y del paisaje, así como la pérdida de biodiversidad por afectación de la flora y fauna. Estos aspectos constituyen limitantes ambientales que deben ser considerados en la fase de planificación y operación del proyecto. En el componente socioeconómico, los efectos positivos se reflejan en la generación de empleo, la dinamización de bienes y servicios, y el fortalecimiento de expectativas comunitarias, consolidándose como una oportunidad de desarrollo regional. Sin embargo, también se reconoce el riesgo de generar dependencia económica hacia el proyecto, lo cual demanda estrategias de diversificación productiva.

De igual manera, la aplicación de la matriz DOFA permitió organizar de manera estratégica los factores internos y externos que condicionan la viabilidad del proyecto. Se identificaron fortalezas como la capacidad de generar empleo y la existencia de infraestructura en el punto de origen, oportunidades vinculadas al financiamiento verde y a la creciente demanda de transporte sostenible, así como debilidades relacionadas con la carencia de infraestructura en el punto de destino y con los elevados costos de inversión inicial. Entre las amenazas destacan la afectación ambiental y la resistencia social ante los posibles cambios culturales y territoriales.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda que futuros estudios incorporen otros análisis cuantitativos como el análisis del tránsito en los principales corredores de Quibdó (en especial el trayecto Puente de Cabí - Terminal) con el fin de determinar las condiciones de flujo libre y sus variaciones.

En el segundo, resulta pertinente estimar la demanda potencial de pasajeros en embarcaderos intermedios aparte de los extremos propuestos.

Es importante diseñar políticas de transporte orientadas a mejorar la eficiencia de los tiempos de viaje del sistema de transporte público.

De igual modo, aunque el modelo MXL evidencia heterogeneidad en la sensibilidad al costo, esta variabilidad no se traduce en un mejor ajuste global, lo que sugiere que, para esta muestra en particular, las diferencias entre individuos no son lo suficientemente marcadas para superar la capacidad explicativa del MNL. Esto resalta la importancia de complementar el análisis cuantitativo con información cualitativa y con la estimación de modelos más ricos en atributos, que permitan capturar de manera más fiel las motivaciones detrás de las elecciones modales observadas, por ejemplo, incluyendo variables latentes.

Finalmente, se recomienda ampliar por medio de estudios futuros los alcances de las metodologías aplicadas en este estudio, contemplando estudios de evaluación ambiental, económica y financiera, que permitan determinar con mayor precisión su viabilidad tanto social, financiera y ambiental.

Bibliografía

- ALCALDÍA DE QUIBDÓ. (2002). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE QUIBDÓ*.
https://www.asocapitales.co/2021/01/quibdo_acuerdo004_pot_2002/
- ALCALDÍA DE QUIBDÓ. (2024). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL_QUIBDÓ 2024*.
https://concejodequibdo.gov.co/archivos_acuerdos/2024/ACUERDO%20012%20PLAN%20DE%20DESARROLLO%20%22QUIBD%C3%93%20TERRITORIO%20DE%20VIDA%202024-2027%22.pdf
- Blank, L., & Tarquin, A. (2008). *Basics of Engineering Economy* (1st ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- Chaverra Ruiz, P. E. H. (2012). *Parque Intermodal de Transporte de Quibdó*.
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/18217>
- Cheemakurthy, H., Tanko, M., & Garne, K. (2017). *Urban waterborne public transport systems: An overview of existing operations in world cities*. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1168873&dswid=-4833>
- Conesa Fernández-Vítora, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4ª edición). Ediciones Mundi-Prensa.
- CREG. (2025). *Precios de combustibles líquidos*. Comisión de Regulación de Energía y Gas.
<https://creg.gov.co/publicaciones/15565/precios-de-combustibles-liquidos/>
- DANE. (2023). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2023*.
- Daniel McFadden. (1974). *Conditional logit analysis of qualitative choice behavior* (P. Zarembka, Ed.). Academic Press.
- Eduardoño. (2025). *Bote Transporte Expreso 260E*. Eduardoño.
<https://www.eduardono.com/collections/botes/products/bote-transporte-260e>
- Gaudry, M. J. I., Jara-Díaz, S. R., & Ortúzar, J. de D. (1989). Value of time sensitivity to model specification. *Transportation Research Part B: Methodological*, 23, 151–158.
https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/156866?utm_source=
- Gifex. (2011, August 25). *Mapa de carreteras del Chocó [mapa]*. Gifex.
https://gifex.com/fullsize/2011-08-25-14521/Mapa_de_carreteras_del_Choco.html

- Givoni, M., & Banister, D. (2010). *Integrated Transport* (M. Givoni & D. Banister, Eds.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203850886>
- González, L. R. (2013). Las vías fluviales, infraestructuras y puertos: la industria del contenedor, sus aportes al transporte multimodal, visión en Colombia. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*, 1(2), 162–167. <https://doi.org/10.22209/rhs.v1n2a06>
- Gordo Garzón, D. (2017). *Análisis de la elección modal de transporte en Bogotá: Una mirada desde la provisión de bienes públicos* [Universidad de los Andes Colombia]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/1246f8ae-9875-4e63-89ea-c23b9eb725d7/content>
- Hernández Domínguez, L. (2022). *Análisis y diseño de rutas en el sistema de transporte público colectivo urbano de la ciudad de Quibdó* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83887>
- Iván Ignacio, A. M., Sandra Milena, C. C., Juan Carlos, P., & Cristian, D. M. (2019). Viabilidad de electromovilidad náutica en el distrito de Cartagena-Colombia. *Investigación e Innovación En Ingenierías*, 7, 55–59. <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/3125>
- Kocur, G., Adler, T., Hyman, W., & Aunet, B. (1981). *Guide to Forecasting Travel Demand with Direct Utility Assessment*.
- Long Branch, M. (2016). *La primera autopista de Londres: la caída y la crecida de los autobuses fluviales*. Reconexiones de Londres. <https://www.londonreconnections.com/2016/13841/>
- Long Branch, M. (2017). *La primera autopista de Londres: Parte 2 – El sorprendente éxito de los autobuses fluviales*. Reconexiones de Londres. <https://www.londonreconnections.com/2017/londons-first-highway-part-2-surprising-success-river-buses/>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa* (1st ed., Vol. 1). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2022). *Gobierno Nacional entrega Malecón Turístico de Quibdó, con el cual Chocó avanza en su desarrollo*. <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/7410/gobierno-nacional-entrega-malecon-turistico-de-quibdo-con-el-cual-choco-avanza-en-su-desarrollo/>
- Mohammed Ghazi, A., Rabee Jameel, A.-S., & Mohammed Abdul, M. A. F. (2020). El papel del transporte fluvial en la reducción de la congestión: el transporte urbano en la ciudad de Bagdad como estudio de caso. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 2263–2273.

- Obra Social Caja Madrid. (2010). *Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental*. www.madrid.org
- Orme, B. K. (1998). *Sample size issues for conjoint analysis studies*.
- Orme, B. K. (2010). Getting Started with Conjoint Analysis: Strategies for Product Design and Pricing Research. *Research Publishers LLC*. <http://www.research-publishers.com>
- Ortuzar, J., & Willumsen, L. G. (2008). *Modelos de transporte* (UC, Vol. 1). [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=T5ghp12eCGQC&oi=fnd&pg=PA562&dq=%E2%80%A2%09Ortuzar,+J.,+%26+Willumsen,+L.+G.+\(2008\).+Modelos+de+transporte+\(Vol.+1\).+Ed.+Universidad+de+Cantabria.&ots=GSvoFvACFA&sig=xkVamjWvUpl0nWPCEZJZd9jtb6M&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=T5ghp12eCGQC&oi=fnd&pg=PA562&dq=%E2%80%A2%09Ortuzar,+J.,+%26+Willumsen,+L.+G.+(2008).+Modelos+de+transporte+(Vol.+1).+Ed.+Universidad+de+Cantabria.&ots=GSvoFvACFA&sig=xkVamjWvUpl0nWPCEZJZd9jtb6M&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Quintero González, J. R., Ramírez Sosa, Y. A., & Cortázar Ávila, A. M. (2020). Transporte fluvial en Colombia: operación, infraestructura, ambiente, normativa y potencial de desarrollo. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 7, 49–68. <http://www.scielo.org.co/pdf/cep/v7n1/2389-8437-cep-7-01-49.pdf>
- República de Colombia. (1989). *Decreto Reglamentario 3019 de 1989*. DIAN. https://normograma.dian.gov.co/dian/compilacion/docs/decreto_3019_1989.htm?utm_source=
- SuperTransporte. (2022). *Caracterización de la Infraestructura, la Operación Portuaria y el Transporte Fluvial en Colombia*. https://www.supertransporte.gov.co/documentos/2022/Julio/Puertos_05/12.Choco.pdf
- Suzuki Motor de Colombia S.A. (2025). *Suzuki Fuera de Borda (Sitio oficial de Suzuki Colombia)*. Suzuki Motor de Colombia S.A. https://suzuki.com.co/fuera-de-borda/motor/motores-4-tiempos/df150atl-df150atx-df150azx?utm_source=
- Tobias, M. S. G., Ramos, R. A. R., & Rodrigues, D. S. (2019). Use of waterway transport integrated to urban transportation systems in Amazonian cities: A vision of sustainable mobility. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 238, 615–625. <https://doi.org/10.2495/SC190531>
- Torqueedo. (2021). *Deep Blue – Onepager para embarcaciones motoras*. Torqueedo. https://media.torqueedo.com/downloads/flyer/Onepager_DB-motorboats_2021_ES_RGB_210211.pdf
- Torqueedo. (2025). *Deep Blue 50 RXL System*. Torqueedo. <https://www.torqueedo.com/es>
- Universidad Nacional - Manizales. (2014). *PLAN INTEGRAL DE MOVILIDAD EN QUIBDÓ*.
- VINCI ENERGIES. (2021). *Tres metrópolis europeas reinventan la logística urbana mediante el transporte fluvial*. <https://www.theagilityeffect.com/es/article/tres-metropolis-europeas-reinventan-la-logistica-urbana-mediante-el-transporte-fluvial/>

Wehrich, H. (1982). The TOWS matrix—A tool for situational analysis. *Long Range Planning*, 15(2), 54–66. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(82\)90120-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(82)90120-0)

A. Anexo: Características del vehículo contemplado (bote y motor)

Figura 16 Bote de transporte de pasajeros (Expreso 260E)



Bote transporte Expreso 260E Ref: BTE26BECX

Descripción

El BOTE TRANSPORTE EXPRESO 260 es una embarcación de transporte de pasajeros para zonas de aguas no protegidas, ríos y lagos. Este modelo cuenta con asientos individuales, piso, consola de mandos y buen espacio interior debido a su amplia manga.

Especificaciones técnicas

Eslora	7.95 m	26.08'
Manga	2.64 m	8.66'
Carga útil	*2000 Kg	4410 Lb
Puntal	1.10 m	3.61'
Max. Hp.		**300 hp
Peso aproximado	1450 Kg	3197 Lb
Altura espejo	0.64 m	2.1'

* La carga útil esta compuesta por el peso del motor, baterías, accesorios retirables, personas y carga en general.
 **Potencia máxima calculada con base en motores fuera de borda Yamaha 4T



Equipo Estándar

- 1 Costillar y Piso plano en P.R.F.V.
- 1 Pozo en P.R.F.V.
- 1 Repisa en P.R.F.V. con compartimiento y tapa
- 20 Asientos plásticos individuales
- 1 Consola de mandos en P.R.F.V.
- 1 Asiento de apoyo con pedestal en aluminio
- 1 Escalones de proa en P.R.F.V.
- 1 Asiento abatible en popa en P.R.F.V.
- 1 Tanque de combustible plástico de 63 galones
- 1 Sistema eléctrico básico
- 1 Fuelles de 3"
- 1 Protector borda en polietileno con pátina
- 1 Protector espejo doble en P.R.F.V.
- 2 Tapones palanca de 1 1/4"
- 3 Tornillos de ojo de 1/2" en acero inoxidable

Accesorios opcionales

- 1 Capota en lona, 1 Parabrisas consola
- 1 Cerramiento consola, 1 Cojín banca popa,
- 1 Plataforma popa, 1 Luces de navegación,
- 1 Luces de instrumentos, 1 Bomba de achique de 3700 Gph
- 1 Interruptor dos baterías dos motores
- 1 Caja batería 85 A-h / 105 A-h, 1 Cornamusa plástica de 8"
- 1 Aviso nombre bote por letra (Juego x 2 letras)
- 1 Dirección hidráulica dos motores
- 1 Dirección mecánica dos motores

RESOLUCIÓN 0459-2021, expedida por DIMAR
 Cálculo estructural bajo NTC ISO 12215
 Fabricación certificada bajo norma ISO 9001: 2015
 Fabricación certificada bajo norma BASC V5

Nota. Tomado de Eduardoño (2025)

Figura 17 Especificaciones técnicas motor eléctrico

25 kW
50 kW
100 kW

Potentes

El Deep Blue –el primer y único sistema propulsor eléctrico de alto rendimiento de producción industrial para embarcaciones de motor– ofrece una potencia excepcional, seguridad a nivel profesional y fácil manejo. Se puede instalar en embarcaciones a motor y lanchas rápidas, está disponible en versión intraborda o fueraborda de hasta 100 kW. La batería i3 de 40,0 kWh es la fuente de energía independiente más avanzada. Avalado por una garantía de nueve años en la capacidad de carga, una eficiencia extraordinaria y una larga vida útil demostrada, el Deep Blue es la solución perfecta para las embarcaciones eléctricas de gran potencia.



Deep Blue 25/50 R

Características técnicas	Deep Blue 50 R
Velocidad máx. de la hélice	2.400 rpm
Potencia en el eje (medida en el eje de la hélice), continua	50 kW
Potencia en el eje (medida en el eje de la hélice), máxima	60 kW
Par motor	198 Nm
Peso (incl. componentes electrónicos)	desde 139 kg

1. Potente motor eléctrico
2. Sistema de baterías de litio de 360 V de alta capacidad
3. Cargadores en tierra
4. Caja de conexiones del motor
5. Palanca de acelerador electrónico
6. Pantalla con ordenador de a bordo



Sistema Deep Blue Hybrid

Este sistema modular está diseñado para grandes embarcaciones, yates oceánicos y embarcaciones comerciales con necesidades energéticas complejas a bordo. Deep Blue Hybrid supervisa y gestiona los requerimientos de energía de cada componente y del sistema completo para garantizar la producción y distribución eficaces de energía, así como el uso de energías renovables. En caso necesario, un generador integrado ofrece energía adicional.

Sistema Deep Blue

El sistema, que se recarga con una fuente de electricidad externa, destaca por su elevada potencia. Las baterías de alto voltaje de BMW i y Torqueedo brindan energía a raudales para las embarcaciones de motor más rápidas. Los componentes del sistema –desde la hélice hasta la moderna interfaz de usuario– están totalmente armonizados entre sí y contribuyen a una travesía sin emisiones, confortable y con energía suficiente.

Batería Deep Blue 40

Tecnología de baterías de última generación: alta densidad energética, larga vida útil, elevada resistencia; fabricadas según los estándares de seguridad y calidad más exigentes. Gracias a su capacidad útil de 40 kWh, la batería Deep Blue 40 brinda energía a raudales para disfrutar de un día entero en el agua, y permite ampliar los usos del Deep Blue.

Nota. Tomado de Torqueedo (2021)

Figura 18 Especificaciones técnicas de motor a gasolina

SERIE MECÁNICA
GRANDES POTENCIAS 4 EN LINEA

DF150ATL - DF150ATX - DF150AZX



Este fuera de borda proporciona un rendimiento fiable con una potencia limpia y eficiente, más desplazamiento y diseño mejorado se combinan para una aceleración rápida.

Longitud del eje mm (pul)	L:508 (20), X:635 (25)
Sistema de arranque	Electrico
Peso kg *1	L:235, X:240
Tipo de motor	DOHC 16-Valve
Sistema de combustible	Inyección Electrónica de combustible secuencial Multipunto
No. de cilindros	In-Line 4
DESPLAZAMIENTO DE PISTÓN cm3	2,867 (174.9)
Diámetro x carrera de pistón mm	97 × 97 (3.81× 3.81)
POTENCIA MÁXIMA kW (PS)	110.0 (150)
Máxima aceleración - Rango de operación rpm	5,000 - 6,000
Dirección	Remoto
Capacidad de aceite.	8.0 litros
Sistema de encendido	Totalmente Transistorizado
Alternador	12V 44A
Sistema de trimado	Power Trim and Tilt
Relación de engranajes	2.50:1
Cambio de velocidades	F-N-R
Escape	Escape por el Centro de la Hélice

Nota. Tomado de Suzuki Motor de Colombia S.A. (2025)

B. Anexo: Base de dato recolectada en las encuestas PD y PR

Tabla 14 Base de datos de encuesta PD y PR (prueba piloto): parte 1

HOJA DE RESPUESTA PD										HOJA DE RESPUESTA DE PR											
CASOS DE ELECCIÓN										INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA					INFORMACIÓN DE MEDIO DE TRANSPORTE USADO FRECUENTEMENTE						
ID	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	G)	1) edad	2) Sexo	3) Educación	4) Ocupación	5) Ingresos	6) Medio de transporte frecuente	7) Frecuencia medio de transporte	8) Gastos en transporte diario	G) Dificultad para desplazarte	10) Tiempo de viaje	11) Variable mas importante	12) Medio de transporte considerado
1	3	1	1	3	3	3	2	3	3	B	B	G	A	B	C	D	12	B	1	D	C
2	3	1	1	2	3	1	2	3	3	E	A	A	C	A	D	D	16	D	3	E	C
3	1	1	1	1	3	1	3	3	3	B	B	H	C	E	C	B	3.5	E	1	C	C
4	1	1	1	1	3	1	3	3	3	B	A	G	A	A	D	B	12	C	0.5	A	C
5	3	1	3	3	3	3	2	3	3	B	B	G	B	C	D	B	2	B	1.5	A	C
6	1	1	1	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	B	C	B	10	C	0.8	E	B
7	1	1	1	3	3	3	2	3	3	B	A	D	A	D	D	B	13	B	1.2	D	A
8	2	2	1	3	3	3	3	3	3	D	B	I	B	D	C	B	10	E	1	D	A
9	1	1	1	1	1	1	3	3	3	B	A	G	E	A	C	B	2	D	1	B	A
10	1	1	1	3	3	3	3	3	3	B	A	G	E	A	C	B	3	D	0.4	B	A
11	3	1	3	3	3	3	2	3	3	B	A	G	A	A	D	A	6	E	1	B	A
12	3	1	3	3	3	3	2	3	3	B	A	H	E	E	C	A	1	C	1	C	B
13	1	1	3	3	3	2	2	3	3	D	B	F	B	D	D	B	12	B	0.5	D	C
14	1	1	1	3	3	2	2	3	3	A	A	G	A	E	D	B	8	D	0.5	B	A
15	1	1	1	3	3	3	2	3	3	B	B	G	A	A	D	B	8	D	0.5	B	A
16	3	3	3	2	2	3	3	1	3	B	B	G	A	E	C	B	5	B	0.5	C	A
17	1	1	1	1	3	1	2	3	1	B	B	G	A	A	D	B	12	C	0.4	F	A
18	1	1	1	1	1	1	2	1	1	B	A	G	B	A	D	A	6	B	0.5	B	A
19	3	1	3	3	3	1	3	3	3	B	A	G	A	E	H	D	6	B	0.7	B	A
20	3	3	3	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	E	D	A	6	E	0.8	B	A
21	3	1	3	3	3	1	2	3	3	B	A	G	A	A	D	B	10	D	3	B	C
22	3	1	3	3	3	1	2	3	3	B	B	H	B	C	C	B	2	A	2	D	C
23	3	2	3	3	3	2	2	3	3	C	A	I	C	E	C	B	5	B	0.6	D	C
24	1	1	1	3	3	3	2	3	3	C	A	G	C	E	C	B	25	D	0.7	D	C
25	3	3	3	3	3	3	2	3	3	B	A	G	A	A	D	A	10	A	1	B	A
26	2	2	3	2	3	3	2	3	3	C	A	G	B	E	H	C	10	B	1	D	A
27	3	1	3	3	3	1	3	3	3	B	A	G	B	E	D	B	12	E	2	D	A
28	3	1	3	3	3	3	1	3	3	D	B	I	B	E	C	B	2	B	0.8	D	A
29	1	1	1	1	1	1	2	3	3	B	B	G	A	A	D	B	12	E	0.5	A	B
30	3	3	3	3	3	1	2	3	3	B	A	G	A	A	H	B	2.5	D	0.3	A	B

Nota. Elaboración propia

Tabla 15 Base de datos de encuesta PD y PR (prueba piloto): parte 2

ID	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	G)	1) edad	2) Sexo	3) Educación	4) Ocupación	5) Ingresos	6) Medio de transporte frecuente	7) Frecuencia medio de transporte	8) Gastos en transporte diario	G) Dificultad para desplazarte	10) Tiempo de viaje	11) Variable mas importante	12) Medio de transporte considerado
31	3	3	3	1	3	3	1	3	3	C	B	H	C	E	C	B	6	B	0.5	D	A
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	E	B	C	B	D	C	B	3	B	1	D	B
33	3	1	3	1	3	1	3	1	3	B	A	G	A	A	D	B	23	D	1.3	A	A
34	1	1	3	1	3	1	3	1	3	D	B	H	C	E	C	B	2.7	E	1.5	B	B
35	3	1	3	1	3	1	3	1	3	B	B	G	A	E	C	B	4	B	1.5	B	A
36	3	1	1	3	3	3	3	3	3	B	B	G	A	E	C	B	2.8	B	0.7	B	A
37	1	1	1	3	3	3	3	3	3	B	B	G	A	E	C	B	5	B	0.2	B	A
38	3	3	3	3	3	3	2	3	3	B	B	G	A	E	C	B	2.5	B	0.7	B	A
39	3	1	1	3	3	3	3	3	3	B	B	G	E	E	D	B	15	B	0.5	D	C
40	1	1	1	3	3	3	3	3	3	B	A	G	C	E	C	B	1.8	B	0.5	D	C
41	1	1	1	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	D	B	15	C	1	B	A
42	3	1	1	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	C	B	2	B	1.8	D	C
43	1	1	1	3	3	3	3	3	3	C	B	G	C	E	D	B	1	B	0.7	B	C
44	1	1	3	3	3	3	3	3	3	E	B	I	B	D	C	B	2.5	B	1	C	C
45	3	1	3	3	3	1	2	3	3	C	A	H	C	B	A	A	5	D	2	A	B
46	3	1	3	3	3	1	2	3	3	B	A	G	F	E	A	H	20	A	2	B	A
47	3	1	3	3	3	1	2	3	3	A	A	B	C	A	A	B	10	A	2	A	C
48	2	2	2	2	2	2	2	2	2	D	B	E	A	A	C	D	2	B	1	B	C
49	3	1	3	3	3	1	3	3	3	A	A	C	A	A	A	A	5	E	2.5	A	A
50	3	1	3	3	3	1	3	3	3	A	A	C	A	E	A	A	5	D	2	A	B
51	3	1	1	1	3	1	1	1	3	D	B	F	C	B	C	A	6	B	1	B	B
52	3	1	1	3	3	1	1	3	3	B	A	D	A	A	C	B	3	D	0.7	B	A
53	3	1	1	3	3	3	2	3	3	C	A	G	C	A	D	B	12	C	0.4	E	C
54	2	2	3	2	3	2	2	2	3	C	B	I	C	E	C	B	4	E	0.5	B	C
55	2	3	3	2	2	2	2	3	3	C	B	G	C	C	D	B	16	C	0.5	A	C
56	1	1	1	2	3	3	2	2	3	C	A	I	C	D	C	B	2.5	B	1.5	B	C
57	3	1	3	3	3	3	1	3	3	C	A	I	E	A	D	C	8.5	B	1	F	A
58	1	3	1	2	2	1	1	2	3	B	B	G	A	A	C	B	5	C	0.8	A	A
59	3	2	3	2	3	1	2	2	3	C	B	H	C	D	C	A	4	D	0.6	B	A
60	3	1	1	3	3	3	2	2	3	B	A	H	B	E	D	A	20	C	0.4	E	C

Nota. Elaboración propia

Tabla 16 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 1

HOJA DE RESPUESTA PD										HOJA DE RESPUESTA DE PR											
CASOS DE ELECCIÓN										INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA				INFORMACIÓN DE MEDIO DE TRANSPORTE USADO FRECUENTEMENTE							
ID	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	1) edad	2) Sexo	3) Educación	4) Ocupación	5) Ingresos	6) Medio de transporte frecuente	7) Frecuencia medio de transporte	8) Gastos en transporte diario	9) Dificultad para desplazarte	10) Tiempo de viaje	11) Variable mas importante	12) Medio de transporte considerado
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	C	F	F	B	B	C	B	2	B	2	A	A
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	D	B	D	B	E	C	B	4	F	1.5	E	A
3	2	1	3	1	1	1	1	1	1	D	A	F	B	B	D	B	14	B	1.5	D	C
4	3	3	3	1	2	3	1	1	3	D	B	F	B	D	C	B	10	C	1.5	F	C
5	3	1	3	1	3	3	3	1	3	B	A	G	C	E	C	B	3	D	0.5	A	B
6	3	3	3	1	3	3	1	3	3	A	F	G	A	A	C	B	5	D	0.5	A	B
7	3	3	3	1	3	3	1	3	3	A	F	G	A	A	D	B	5	D	1	A	C
8	3	3	3	1	3	3	1	3	3	A	F	G	A	A	D	B	5	D	1.5	A	C
9	3	3	3	1	3	3	1	1	3	B	B	G	A	A	C	B	4	D	1	A	B
10	3	3	3	1	3	3	1	3	3	A	B	G	A	A	C	B	4.5	D	0.5	A	B
11	3	3	3	1	3	3	1	3	3	B	B	G	A	B	C	B	3	B	0.5	B	B
12	3	2	2	3	3	3	1	3	3	B	B	G	A	C	H	B	2.5	A	4	B	C
13	3	2	3	1	3	3	1	3	3	B	A	G	A	A	C	B	3	B	0.5	B	C
14	3	2	2	1	3	2	1	3	3	B	B	G	A	B	H	B	2.5	D	4.5	B	C
15	3	3	3	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	E	C	B	5	B	0.3	D	B
16	2	2	2	2	3	2	3	3	3	B	B	G	A	A	D	A	6	B	0.5	B	A
17	2	2	2	2	3	2	3	3	3	B	B	G	A	A	D	A	8	B	0.2	B	A
18	2	2	2	2	3	2	1	3	3	C	B	G	A	A	D	A	8	B	0.5	C	C
19	2	2	2	2	3	2	2	3	3	B	B	G	A	A	D	D	6	B	0.4	A	A
20	3	2	3	3	3	3	1	3	3	B	B	G	D	D	D	B	8	A	1.7	A	C
21	2	2	2	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	A	D	B	3	A	1	A	C
22	2	2	2	3	3	3	3	3	3	B	B	G	A	A	D	B	15	A	1	C	A
23	3	2	2	3	3	3	1	3	3	B	B	G	A	A	D	B	8	A	1	C	C
24	2	2	2	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	A	D	B	8	A	0.5	A	C
25	1	1	2	3	3	3	3	3	3	E	B	I	B	D	A	B	12	E	3	D	C
26	2	2	2	2	2	2	3	3	3	E	B	I	B	D	C	B	12	E	1.5	D	A
27	2	2	2	3	3	3	3	3	3	D	B	I	B	D	C	B	20	B	3	D	A
28	3	2	3	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	E	C	B	4	C	1.5	D	C
29	3	2	3	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	E	D	B	15	E	1.5	D	C
30	2	2	3	3	3	1	1	3	3	B	B	G	A	E	C	B	5	E	0.5	B	C
31	2	2	2	3	3	1	1	3	3	C	A	G	F	B	D	B	14	A	3	D	C
32	2	2	2	3	3	3	1	3	3	C	B	G	A	C	D	B	15	A	2	D	C
33	3	3	3	1	1	3	3	2	3	C	A	F	C	E	C	B	10	B	1	B	C
34	2	2	2	2	3	2	1	3	2	B	B	G	A	B	C	D	120	B	1	D	C
35	2	2	2	2	2	1	2	2	2	E	A	A	C	A	D	D	16	D	3	E	C
36	3	2	3	3	3	2	3	3	3	B	B	H	B	B	C	C	20	B	1.8	C	A
37	3	3	3	3	3	3	2	3	3	E	B	E	B	B	C	B	5	B	1	C	A

Nota. Elaboración propia

Tabla 17 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 2

ID	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	1) edad	2) Sexo	3) Educación	4) Ocupación	5) Ingresos	6) Medio de transporte frecuente	7) Frecuencia medio de transporte	8) Gastos en transporte diario	9) Dificultad para desplazarte	10) Tiempo de viaje	11) Variable mas importante	12) Medio de transporte considerado
38	3	2	3	3	3	2	1	3	3	B	B	H	C	E	C	B	3.5	E	1	C	C
39	3	2	3	3	3	2	1	3	3	C	B	H	C	E	C	B	1.3	D	0.5	C	C
40	3	1	3	3	3	1	1	3	3	B	B	G	A	A	A	B	2.5	D	1	E	B
41	2	2	2	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	A	D	B	12	C	0.5	A	C
42	3	2	2	3	3	3	1	3	3	B	B	G	B	C	D	B	2	B	1.5	A	C
43	3	3	3	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	B	C	B	10	C	0.8	E	B
44	1	1	3	1	3	3	1	3	3	C	B	H	C	B	A	C	1.5	D	3	E	B
45	3	2	3	3	3	2	3	3	3	B	A	D	A	D	D	B	13	B	1.2	D	A
46	3	2	3	3	3	3	2	3	3	D	B	I	B	D	C	B	10	E	1	D	A
47	2	2	2	2	2	2	1	3	3	D	A	H	C	E	D	A	12	B	3	E	C
48	3	3	3	3	3	2	1	3	3	B	B	F	E	A	D	A	7	A	1.3	C	C
49	3	3	3	2	3	3	2	3	3	D	B	D	C	A	D	B	12	E	1.6	F	A
50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	D	B	H	B	D	C	B	10	E	1.5	B	B
51	3	2	3	2	3	2	3	2	3	B	B	I	E	A	C	B	2	D	1	C	A
52	2	2	3	2	3	2	3	2	3	B	A	G	E	A	C	B	2	D	1	B	A
53	3	2	3	2	3	2	3	2	3	B	A	G	E	A	C	B	3	D	0.4	B	A
54	3	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	A	D	A	6	E	1	B	A
55	2	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	A	A	A	D	A	14	A	1	C	A
56	3	3	3	3	3	3	1	3	3	B	A	H	E	A	C	B	2	B	1.5	F	B
57	3	3	3	3	3	3	1	3	3	B	A	H	E	E	C	A	1	C	1	C	B
58	3	3	3	3	3	3	3	3	3	D	B	F	B	D	D	B	12	B	0.5	D	C
59	3	2	2	2	2	2	1	2	2	B	B	G	A	A	H	B	2	D	0.5	B	C
60	2	2	2	2	2	2	2	2	3	A	A	G	A	E	D	B	8	D	0.5	B	A
61	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B	B	G	A	A	D	B	8	D	0.5	B	A
62	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A	A	G	A	E	D	B	6	D	0.3	B	A
63	3	1	3	1	3	3	1	3	3	B	B	G	A	B	D	C	33	B	4	E	B
64	3	2	2	3	3	3	3	3	3	B	B	G	A	E	C	B	5	B	0.5	C	A
65	3	2	3	3	3	3	3	3	3	B	B	G	A	E	D	B	10	A	1	F	A
66	2	2	2	3	3	3	3	3	3	B	B	G	A	A	D	B	12	C	0.4	F	A
67	3	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	G	B	A	D	A	6	B	0.5	B	A
68	2	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	H	D	8	E	1.4	B	A
69	2	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	H	D	6	B	0.7	B	A
70	3	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	D	A	6	E	0.8	B	A
71	2	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	H	D	6	E	1	B	A
72	2	2	3	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	H	H	6	E	0.7	B	A
73	3	2	3	3	3	2	1	3	3	B	A	G	A	A	C	B	2	B	1	B	C
74	3	2	3	3	3	2	1	3	3	B	A	G	A	A	C	B	2	B	0.5	A	C
75	3	2	3	3	3	2	1	3	3	B	A	G	A	A	C	B	10	B	3	B	C
76	3	2	3	3	3	2	1	3	3	B	A	G	A	A	C	B	3	B	3	A	C
77	3	2	3	3	3	2	1	3	3	B	A	G	A	A	D	B	10	D	3	B	C
78	2	3	2	1	3	3	1	3	3	B	B	H	B	C	C	B	2	A	2	D	C
79	2	2	2	3	3	1	1	3	3	C	A	I	C	E	C	B	5	B	0.6	D	C
80	3	2	2	3	3	3	1	1	3	C	A	G	C	E	C	B	25	D	0.7	D	C

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 3

ID	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	1) edad	2) Sexo	3) Educación	4) Ocupación	5) Ingresos	6) Medio de transporte frecuente	7) Frecuencia medio de transporte	8) Gastos en transporte diario	9) Dificultad para desplazarte	10) Tiempo de viaje	11) Variable mas importante	12) Medio de transporte considerado
81	3	2	3	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	A	D	A	10	A	1	B	A
82	2	2	2	3	3	3	3	3	3	C	A	G	B	E	H	C	10	B	1	D	A
83	3	3	3	3	3	3	3	3	3	B	A	G	B	E	D	B	12	E	2	D	A
84	3	3	3	3	3	3	3	3	3	D	B	I	B	E	C	B	2	B	0.8	D	A
85	3	1	3	3	3	3	1	3	3	B	B	G	A	A	D	B	12	E	0.5	A	B
86	3	1	3	3	3	3	1	3	3	B	A	G	A	A	H	B	2.5	D	0.3	A	B
87	3	3	3	3	3	3	1	3	3	C	B	D	B	D	I	B	0	B	1.5	D	B
88	3	3	3	3	3	3	2	3	3	C	B	D	B	D	I	B	0	B	1.5	D	A
89	3	3	3	3	3	3	1	3	3	D	B	D	B	D	I	B	0	B	1.5	D	B
90	3	2	2	3	3	2	3	3	3	C	B	H	C	E	C	B	6	B	0.5	D	A
91	3	2	3	3	3	2	1	3	3	B	B	G	C	A	C	A	5	A	0.3	E	C
92	3	2	2	3	3	2	1	3	3	B	B	G	C	A	D	A	9	D	1	E	C
93	3	2	2	3	3	2	1	3	3	B	B	G	A	A	D	A	9	D	1	E	C
94	3	2	2	3	3	2	1	3	3	B	B	G	A	A	D	A	9	E	1	E	C
95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	E	B	F	B	D	C	B	2	B	1	D	B
96	1	1	1	1	1	1	1	1	1	E	B	C	B	D	C	B	3	B	1	D	B
97	3	3	3	3	3	2	2	3	3	B	A	G	A	A	D	B	23	D	1.3	A	A
98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	D	B	H	C	E	C	B	2.7	E	1.5	B	B
99	3	2	3	3	3	2	3	3	3	B	B	G	A	E	C	B	4	B	1.5	B	A
100	3	2	3	3	3	2	3	3	3	B	B	G	A	E	C	B	2.8	B	0.7	B	A
101	3	2	2	2	3	2	2	2	3	B	B	G	A	E	C	B	5	B	0.2	B	A
102	3	2	2	3	3	2	2	3	3	B	B	G	A	E	C	B	2.5	B	0.7	B	A
103	3	2	2	3	3	3	1	3	3	B	B	G	E	E	D	B	15	B	0.5	D	C
104	2	2	2	2	3	2	1	3	3	B	A	G	C	E	C	B	1.8	B	0.5	D	C
105	3	2	2	3	3	3	3	3	3	B	A	G	A	E	D	B	15	C	1	B	A
106	3	2	2	2	3	3	1	3	3	B	A	G	A	E	C	B	2	B	1.8	D	C
107	3	1	2	2	3	2	1	3	3	B	A	G	C	E	C	B	4.2	B	1.5	D	C
108	3	2	2	2	3	2	1	3	3	C	B	G	C	E	D	B	1	B	0.7	B	C
109	3	2	3	3	3	3	1	3	3	E	B	I	B	D	C	B	2.5	B	1	C	C
110	1	3	3	1	1	1	1	3	3	C	A	H	C	B	A	A	5	D	2	A	B
111	1	1	2	1	1	2	1	1	3	B	A	G	F	E	A	H	20	A	2	B	A
112	1	2	2	3	1	3	1	1	3	A	A	B	C	A	A	B	10	A	2	A	C
113	2	1	2	2	1	3	1	1	3	D	B	E	A	A	C	D	2	B	1	B	C
114	3	2	2	3	3	2	2	3	3	A	A	C	A	A	A	A	5	E	2.5	A	A
115	1	1	3	1	3	1	1	1	3	A	A	C	A	E	A	A	5	D	2	A	B
116	1	3	3	1	1	1	1	3	3	D	B	F	C	B	C	A	6	B	1	B	B
117	2	2	3	1	1	3	1	1	3	C	B	B	E	E	A	C	5.5	A	1.5	A	C
118	2	2	2	1	3	3	1	1	3	B	A	E	C	A	D	A	9	A	1	C	C
119	1	1	2	1	1	2	1	3	3	A	A	E	A	E	A	A	5	D	1.5	A	C
120	3	2	3	3	3	3	2	3	3	B	A	G	E	A	A	C	5	E	3	A	A
121	3	1	3	1	3	3	1	1	3	D	A	B	F	A	D	C	6	F	2.5	A	B
122	2	3	2	1	1	2	2	1	3	C	A	E	C	E	D	A	8	A	2	A	C
123	1	1	3	3	3	1	1	1	3	D	A	H	B	C	C	A	2	F	2	B	B

Nota. Elaboración propia.

Tabla 19 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 4

ID	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	1) edad	2) Sexo	3) Educación	4) Ocupación	5) Ingresos	6) Medio de transporte frecuente	7) Frecuencia medio de transporte	8) Gastos en transporte diario	9) Dificultad para desplazarte	10) Tiempo de viaje	11) Variable mas importante	12) Medio de transporte considerado
124	3	1	3	1	3	2	1	1	3	D	B	D	C	A	A	B	5	D	2.5	A	C
125	3	2	2	3	3	2	1	3	3	A	B	C	A	E	D	A	6	A	1.5	B	C
126	3	2	2	3	3	3	1	1	3	D	B	H	C	B	D	B	9	A	1.8	A	C
127	3	2	2	1	3	2	1	1	3	C	B	E	B	C	C	B	6	B	2	B	C
128	3	2	3	1	3	1	1	3	3	A	B	C	A	E	A	A	5	A	1.5	A	C
129	2	3	3	3	1	2	1	3	3	C	A	A	F	A	A	B	5	A	2.5	A	C
130	3	3	3	1	3	1	1	3	3	C	B	E	B	C	C	B	6	A	2	B	B
131	2	2	2	3	2	3	2	3	3	C	A	H	C	B	D	A	6	C	1.5	A	A
132	1	3	3	1	3	3	1	1	3	E	A	B	F	A	A	D	5	A	2	A	B
133	3	1	3	1	3	1	3	1	3	D	A	D	C	A	A	B	5	D	3	A	B
134	3	1	3	1	3	3	1	1	3	A	A	C	A	E	A	B	6	D	2.5	A	B
135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B	A	D	A	A	C	B	3	D	0.3	B	A
136	3	3	3	3	3	3	3	3	3	C	A	G	C	A	D	B	12	C	0.1	E	C
137	2	2	2	2	2	2	2	2	2	C	B	I	C	E	C	B	4	E	0.1	B	C
138	1	1	1	2	3	2	2	2	2	C	B	G	C	C	D	B	16	C	0.2	A	C
139	1	1	1	1	1	1	2	2	3	C	A	I	C	D	C	B	2.5	B	0.1	B	C
140	1	1	1	3	3	1	3	3	3	C	A	I	E	A	D	C	8.5	B	0.1	F	A
141	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	A	G	A	E	D	C	8	B	0.1	C	C
142	1	1	1	1	3	1	2	3	3	B	B	H	A	E	D	C	8	C	0.8	C	C
143	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B	B	H	A	A	C	A	5	B	0.1	E	B
144	3	1	1	3	3	1	2	3	3	D	A	I	B	C	A	A	7.5	D	0.4	C	C
145	3	2	3	2	3	3	2	3	3	B	B	H	C	A	C	B	2	C	0.1	C	A
146	3	1	3	3	3	1	2	3	3	B	A	H	C	A	C	B	2	A	0.1	C	A
147	2	1	3	1	3	2	1	3	2	C	B	I	C	E	C	E	5	B	0.3	B	A
148	2	2	2	2	1	2	2	2	2	C	B	H	B	D	A	H	5	D	0.4	F	B
149	3	3	3	2	3	3	2	2	3	C	A	H	F	E	A	D	6	D	0.3	A	B
150	3	3	3	3	3	3	2	3	3	C	A	H	E	A	D	B	8	A	0.5	A	A
151	3	3	1	1	1	3	3	3	3	C	A	H	B	E	C	B	3.6	B	0.2	C	A
152	1	1	1	3	3	1	2	3	3	B	B	G	A	A	C	B	5	C	0.1	A	A
153	1	1	1	1	1	2	1	1	1	C	B	H	C	D	C	A	4	D	0.1	B	A
154	3	1	3	3	3	1	3	3	3	C	B	I	B	E	A	A	5	D	0.1	C	B
155	1	1	1	3	3	3	2	3	3	B	A	D	A	A	D	B	9	C	0.1	B	C
156	3	1	3	2	3	3	2	3	3	B	B	H	B	D	C	G	3	E	0.2	C	A
157	1	1	2	3	3	3	2	3	3	C	B	H	A	A	C	B	4	B	0.1	C	C
158	2	2	2	2	1	2	2	2	2	D	B	H	C	C	C	B	3	B	0.1	B	C
159	2	2	3	2	3	2	2	2	3	C	B	G	A	E	C	B	3.2	C	0.1	F	A
160	3	3	3	3	3	3	2	3	3	B	A	G	A	A	H	A	0	A	0.5	A	A
161	3	3	3	3	3	3	2	3	3	C	B	H	B	C	A	B	7.5	D	0.6	A	C
162	1	1	1	2	3	3	2	3	3	A	A	G	A	A	D	B	6	B	0.1	C	A
163	3	3	3	3	3	3	3	3	3	C	B	I	C	D	C	B	5	B	0.1	A	C
164	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B	A	H	E	A	D	A	6	C	0.8	A	B
165	1	1	1	1	1	1	2	3	3	C	B	H	B	D	C	A	3.3	B	0.5	C	C
166	1	1	1	1	1	1	1	1	1	D	A	I	B	D	E	A	13.5	C	0.1	E	B

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20 Base de datos de encuesta PD y PR final: parte 5

ID	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	1) edad	2) Sexo	3) Educación	4) Ocupación	5) Ingresos	6) Medio de transporte frecuente	7) Frecuencia medio de transporte	8) Gastos en transporte diario	9) Dificultad para desplazarte	10) Tiempo de viaje	11) Variable mas importante	12) Medio de transporte considerado
167	1	1	1	1	1	1	1	1	3	C	B	I	A	D	C	A	4	B	0.6	C	A
168	3	3	3	3	3	1	1	1	3	B	A	H	B	E	C	B	3.3	B	0.2	C	B
169	3	2	3	2	3	2	2	3	3	B	A	I	C	E	C	B	2	B	0.7	B	A
170	3	2	2	2	3	2	2	2	3	B	A	H	B	D	C	B	2.3	B	0.1	B	B
171	1	1	1	1	1	1	1	2	1	C	B	I	B	B	C	A	3	B	0.1	B	C
172	2	2	2	2	2	2	2	2	2	C	B	I	E	E	A	C	3	B	0.3	A	B
173	3	2	3	2	3	1	2	3	3	B	B	H	B	B	H	B	6	B	0.8	C	A
174	3	3	3	3	3	3	3	3	3	D	A	H	C	C	D	A	10	A	0.4	A	A
175	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	B	H	B	D	E	B	10	B	0.6	A	A
176	2	3	2	2	2	3	2	3	1	C	A	H	A	E	D	B	9	A	0.1	A	A
177	3	1	1	3	3	1	3	3	3	B	B	C	C	D	C	B	2.5	B	0.1	C	A
178	3	2	1	3	3	3	3	3	3	C	A	H	C	C	C	B	4	B	0.1	A	A
179	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B	B	C	C	A	D	A	6	D	0.4	A	C
180	2	2	2	2	2	2	2	2	2	E	A	A	F	E	A	A	10	A	0.2	A	C
181	2	2	2	2	2	2	2	2	3	B	A	H	E	E	A	A	10	D	0.1	A	B
182	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B	B	E	C	D	C	A	2	B	0.5	B	A
183	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	B	G	A	A	C	B	5	B	0.3	B	C
184	3	1	3	3	3	1	1	3	3	C	B	I	B	D	C	B	3.5	E	0.4	C	A
185	1	1	1	2	2	2	2	2	2	B	A	G	A	B	D	A	8	A	0.1	C	A
186	2	2	2	2	2	2	2	2	2	C	A	H	A	B	C	A	5	B	0.1	B	B
187	1	1	3	1	3	1	1	1	3	B	A	H	A	A	C	B	4	B	0.1	A	A
188	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	B	G	A	E	C	B	3	D	0.1	C	A
189	2	2	2	2	2	2	2	2	2	C	B	H	B	C	D	A	9	B	0.2	E	B
190	3	2	3	2	3	3	2	2	3	B	B	G	A	A	H	A	0	E	0.1	A	A
191	3	1	3	3	3	3	2	3	3	B	B	G	A	A	C	B	2.5	C	0.6	C	C
192	3	1	3	1	3	1	3	3	3	C	B	G	C	B	C	B	2	B	0.5	B	A
193	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	B	F	A	A	C	B	2	B	0.1	C	A
194	2	2	2	2	2	2	2	2	2	C	A	H	B	E	D	A	10	C	0.6	D	A
195	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	B	G	C	C	D	A	30	A	0.1	C	C
196	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B	B	F	A	A	D	A	20	A	0.1	A	A
197	3	3	3	2	3	3	2	3	3	D	B	F	A	A	D	A	15	C	0.2	B	C
198	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	A	F	B	C	D	B	30	A	0.1	B	C
199	3	3	3	3	3	3	3	3	3	C	B	G	C	B	C	A	3	B	0.1	C	C
200	3	3	3	3	3	1	1	3	3	B	A	G	A	B	D	D	12	A	0.2	A	C

Nota. Elaboración propia.