

Reporte 04

Desarrollo de un simulador para modelar la ocupación de la Ciudad-Región



Resultados del componente de evaluación de impacto del TransMiCable

Grupo de Sostenibilidad Urbana y Regional - SUR

Bogotá, septiembre 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 EL TRANSMICABLE	9
1.2 OBJETIVOS	10
2. MÉTODOS	11
2.1 DISEÑO DEL ESTUDIO.....	11
2.2 FUENTES DE DATOS.....	12
2.3 DATOS CUANTITATIVOS	14
2.3.1 Mediciones a nivel individual	14
2.3.2 Mediciones a nivel contextual.....	17
2.4 DATOS CUALITATIVOS.....	18
2.4.1 Ciencia ciudadana de la gente: Modelo de Nuestra Voz.....	18
2.4.2 Mapeo de efectos en cascada.....	19
3. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE DATOS CUANTITATIVOS	20
3.1 MOVILIDAD.....	21
3.1.1 Objetivo.....	22
3.1.2 Métodos.....	23
3.1.3 Resultados.....	25
3.1.4 Conclusiones	34
3.2 USO DEL TIEMPO	35
3.2.1 Métodos.....	35
3.2.2 Resultados.....	38
3.2.3 Conclusiones	40
3.3 ACTIVIDAD FÍSICA	42
3.3.1 Objetivos	42
3.3.2 Métodos.....	43
3.3.3 Resultados.....	46
3.3.5 Conclusiones	51
3.4 APLICACIÓN MUÉVELO.....	52
3.4.1 Objetivos	52
3.4.2 Métodos.....	52
3.4.3 Resultados.....	54
3.4.4 Conclusiones	56
3.5 CALIDAD DE VIDA	56
3.5.1 Objetivos	57
3.5.2 Métodos.....	58
3.5.3 Resultados.....	59
3.5.4 Conclusiones	61
3.6 BIENESTAR SUBJETIVO	62
3.6.1 Objetivos	62
3.6.2 Métodos.....	62

3.6.3 Resultados.....	64
3.6.4 Conclusiones	65
3.7 CAPITAL SOCIAL.....	66
3.7.1 Objetivos.....	66
3.7.2 Métodos.....	66
3.7.3 Resultados.....	69
3.7.4 Conclusiones	73
3.8 CALIDAD DEL AIRE.....	74
3.8.1 Objetivos.....	74
3.8.2 Métodos.....	75
3.8.3 Resultados.....	79
3.8.4 Conclusiones	85
3.9 SEGURIDAD Y VICTIMIZACIÓN	86
3.9.1 Objetivos.....	87
3.9.2 Métodos.....	88
3.9.3 Resultados.....	88
3.9.4 Conclusiones	89
3.10 PREFERENCIAS DE LOCALIZACIÓN	90
3.10.1 Objetivos.....	91
3.10.2 Métodos.....	91
3.10.3 Resultados.....	92
3.10.4 Conclusiones	93
3.11 LA PANDEMIA POR COVID-19	95
3.11.1 Métodos.....	96
3.11.2 Resultados.....	96
3.11.3 Conclusiones	97
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE DATOS CUALITATIVOS	98
4.1 NUESTRA VOZ.....	98
4.1.1 Objetivo.....	99
4.1.2 Métodos.....	99
4.1.3 Resultados.....	101
4.1.4 Conclusiones	110
4.2 MAPEO DE EFECTOS EN CASCADA	111
4.2.1 Objetivos.....	111
4.2.2 Métodos.....	111
4.2.3 Resultados.....	112
4.2.4 Conclusiones	112
4.3 MANZANA DEL CUIDAD DE CUIDAD BOLÍVAR	113
4.3.1 Objetivos.....	114
4.3.2 Métodos.....	114
4.3.3 Resultados.....	116
4.3.4 Conclusiones	121
5. CONCLUSIONES FINALES	123

FINANCIAMIENTO	125
CONSIDERACIONES ÉTICAS	126
AGRADECIMIENTOS	127
REFERENCIAS	128
DESCRIPCIÓN DE LOS ANEXOS	139

ANEXOS

Anexo 1. Resumen de resultados 1

Anexo 2. Resumen de resultados2

Anexo 3. Manual del encuestado

Anexo 4. Encuesta para hogares

Anexo 5. Acelerometría

Anexo 6. Muévelo

Anexo 7. Preferencias Declaradas

Anexo 8. Diarios de viaje

Anexo 9. SOPARC

Anexo 10. Calidad del aire

Anexo 11. Nuestra Voz

Anexo 12. Mapeo de Efectos en Cascada

Anexo 13. Manzana del Cuidado

Anexo 14. Actas del comité de ética

FIGURAS

Figura 1. Área de intervención en Ciudad Bolívar (izquierda) y área de control en San Cristóbal (derecha) del estudio	12
Figura 2. Muestra de adultos incluidos en el estudio para mediciones cuantitativas.	15
Figura 3. Tiempo de viaje promedio usuarios frecuentes TransMiCable	25
Figura 4. Percepción de contagio servicios de transporte público en Ciudad Bolívar (T2) ..	27
Figura 5. Satisfacción con el transporte público	28
Figura 6. Frecuencia de respuestas ranking expectativas y percepciones	30
Figura 7. Frecuencia de respuestas ranking expectativas y percepciones	31
Figura 8. Diferencia en las probabilidades de expectativas y percepciones por segmentos de usuario	33
Figura 9. Cambios en los viajes diarios promedio.	38
Figura 10. Zonas del parque Illimani evaluadas en el estudio.....	44
Figura 11. Cumplimiento de recomendaciones de actividad física de la OMS durante los dominios de transporte y tiempo libre	47
Figura 12. Niveles de actividad física moderada a vigorosa en el área de intervención y control.....	48
Figura 13. Actividad física moderada a vigorosa según modo de transporte en Ciudad Bolívar.	48
Figura 14. Actividad física observada en el parque Illimani.....	51
Figura 15. Distribución de número de viajes promedio por día.....	55
Figura 16. Diagrama de modelo estructural	64
Figura 17. Estructura modelo de disposición a usar TransMiCable según capital social ..	68
Figura 18. Distribución del puntaje del capital social y probabilidad de uso de TransMiCable (<i>ceteribus paribus</i>)	71
Figura 19. Rutas recorridas para el análisis de calidad del aire	76
Figura 20. Serie de tiempo de una sesión de medición de exposición a contaminantes del aire realizada en Ciudad Bolívar	80
Figura 21. Serie de tiempo de una sesión de medición de exposición a contaminantes del aire en el TransMiCable	81
Figura 22. Concentración de exposición para PM _{2.5} , eBC y CO en cada modo de transporte	82
Figura 23. Dosis inhalada estimada por viaje multimodal al inicio y seguimiento	85
Figura 24. Percepción de inseguridad en el barrio.	88
Figura 25. Victimización (hogares víctimas de hurto y robo).	89
Figura 26. Zonas de análisis de elección de vivienda	91
Figura 27. Aspectos que más afectaron a los habitantes durante la pandemia por COVID-19	97
Figura 28. Fases del Modelo Nuestra Voz	99
Figura 29. Mapa de resultados del grupo focal Mapeo de diagnóstico colectivo de la Manzana del Cuidado de Ciudad Bolívar	119

TABLAS

Tabla 1. Fuente de datos para el estudio.	13
Tabla 2. Características sociodemográficas de los adultos incluidos en el estudio y características del entorno urbano construido durante la línea de base	20
Tabla 3. Características de transporte de los individuos incluidos en la muestra	26
Tabla 4. Resultados modelo de elección TransMiCable.....	29
Tabla 5. Resultados modelo expectativas y percepciones con variaciones en las preferencias.....	32
Tabla 6. Frecuencia de actividades categorizadas.....	36
Tabla 7. Descripción de la muestra para el análisis de usos del tiempo.....	36
Tabla 8. Resultados del componente discreto	39
Tabla 9. Resultados del componente continuo	40
Tabla 10. Características y condiciones de las áreas objetivo del parque Illimani de Ciudad Bolívar, 2018-2021.	49
Tabla 11. Características sociodemográficas y niveles de actividad física de los usuarios del parque Illimani	50
Tabla 12. Estadísticas principales de viajes para participantes con acelerometría y Muévelo	55
Tabla 13. Puntuaciones de calidad de vida durante T0, T1 y T2.....	59
Tabla 14. Resultados del modelo de regresión lineal multinivel sobre el cambio en los puntajes de calidad de vida entre el grupo de intervención y control, ajustados por covariables	60
Tabla 15. Efectos de las variables evaluadas sobre el bienestar subjetivo	61
Tabla 16. Resultados ecuaciones estructurales y determinantes capital social.....	70
Tabla 17. Resultados modelo de elección y efecto de capital social en la disposición a usar TransMiCable	71
Tabla 18.Odds ratio de los estimadores del efecto del TransMiCable en las transiciones entre clase entre t0 y t1	72
Tabla 19. Dosis inhalada promedio por viaje multimodal	84
Tabla 20. Resultados modelo de elección gentrificación	92
Tabla 21. Inseguridad alimentaria durante la pandemia por COVID-19	97
Tabla 22. Barreras y facilitadores de la habitabilidad del barrio identificados por los científicos ciudadanos clasificados por frecuencia total comparando la línea de base y el seguimiento, y resultados de las reuniones con las partes interesadas	103

ABREVIACIONES Y DEFINICIONES

AF: Actividad Física

AFC: Análisis Factorial Confirmatorio

AFMV: Actividad física moderada o vigorosa

CO: Monóxido de carbono

EBC: Carbón negro equivalente

IDECA: Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá.

IDRD: Instituto de Recreación y Deporte de Bogotá

LV: variables latentes

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OECD: Organization for Economic Cooperation and Development

OMS: Organización Mundial de la Salud

PARA: Physical Activity Resource Assessment

PM2.5: Material particulado 2.5

PD: Preferencias declaradas

PR: Preferencias reveladas

SEM: Modelo de Ecuaciones Estructurales (en inglés Structural equation modeling)

SEM-MIMIC: Structural Equation Multiple Cause Multiple Indicator

SITP: Sistema integrado de transporte público

SWB: Bienestar subjetivo (en inglés, subjective wellbeing)

SOPARC: System for Observing Play and Recreation in Communities

1. INTRODUCCIÓN



La forma en que las ciudades se diseñan, se construyen y se gobiernan impacta directa e indirectamente la salud y el bienestar de sus habitantes (Giles-Corti et al., 2016). Dichos impactos tienen efectos diferenciales debido a condiciones históricas, perfiles socioeconómicos y características sociodemográficas. Específicamente, las ciudades de América Latina presentan altos niveles de desigualdad (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2015), no obstante, la región ha sido internacionalmente reconocida por sus políticas e intervenciones innovadoras para el bienestar de los ciudadanos (Sarmiento et al., 2017). Por lo tanto, demostrar a través de una evaluación de impacto cómo el entorno construido, las transformaciones urbanas y la implementación de programas públicos influyen en los determinantes sociales de la salud, en la movilidad y en la accesibilidad en contextos cambiantes y desiguales, como los latinoamericanos, es una oportunidad innovadora para contribuir a ciudades más justas, sostenibles y saludables.

Este informe presenta los resultados de la evaluación de impacto del TransMiCable, un módulo del proyecto "Desarrollo de un simulador para modelar la ocupación de la ciudad región Bogotá D.C."

1.1 EL TRANSMICABLE

El cable aéreo implementado por primera vez como modo de transporte masivo en Medellín, Colombia, ha sido una de las innovaciones en transporte sostenible en Latinoamérica. Particularmente, esta intervención se planteó desde el urbanismo social que involucra el trabajo conjunto de participación comunitaria para propiciar una transformación urbana

integral con diversas intervenciones y programas (Corburn et al., 2020). A partir de esta experiencia, ciudades en América Latina, Asia, África y Europa han implementado sistemas de transporte de cable aéreo (World Bank, 2017). Diversos estudios realizados evidencian que los cables aéreos son modos de transporte que han mejorado la movilidad urbana de poblaciones en situación de vulnerabilidad (Garsous et al., 2019). Específicamente, se han documentado beneficios que evidencian reducción en los tiempos de viaje (Guzman et al., 2022), mejoras en el acceso a servicios sociales (Bocarejo et al., 2014), incremento del capital (Cerdá et al., 2012) y reducción de la violencia (Bea, 2016). Sin embargo, ningún estudio hasta ahora ha evaluado el impacto de un cable aéreo y sus transformaciones urbanas en múltiples dimensiones incluyendo movilidad, uso del tiempo, actividad física, calidad de vida, bienestar subjetivo, capital social, calidad del aire, seguridad y preferencias de localización; en dialogo con métodos cualitativos de enfoque participativo.

TransMiCable es un sistema de cable aéreo inaugurado en diciembre de 2018 en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá. Este cable aéreo consta de una única línea de 3.43 km, 4 estaciones y 163 cabinas, que conecta la parte alta de la localidad con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de la ciudad (Sarmiento et al., 2020). Este proyecto se implementó en conjunto con múltiples intervenciones de desarrollo urbano en la zona de influencia, el cual tuvo un proceso participativo con los miembros de la comunidad y el trabajo intersectorial de entidades de Bogotá. Dentro de los proyectos se incluyeron: 1) Instalaciones para la recreación y las actividades culturales (dos ciclorrutas, 11 parques públicos, un museo histórico, una biblioteca y dos centros de recreación, cultura y deporte); 2) Tres centros comunitarios; 3) Tres mercados locales; 4) Una oficina de turismo; 5) Una oficina de atención al ciudadano (SuperCADE Manitas); 6) Un programa para apoyar la mejora de las viviendas; 7) Un proyecto para reducir los riesgos geomorfológicos (Guevara et al., 2020).

1.2 OBJETIVOS

Evaluar el impacto de la implementación del TransMiCable en su área de influencia en Ciudad Bolívar utilizando métodos mixtos con diseño convergente e integración bidireccional sobre:

- Determinantes ambientales y sociales de salud: movilidad y transporte, satisfacción con el entorno físico, calidad del aire, capital social, tiempo de ocio y gentrificación.
- Comportamientos relacionados con la salud individual y en los parques: actividad física.
- Resultados en salud: calidad de vida relacionada a la salud, seguridad y victimización.

2. MÉTODOS

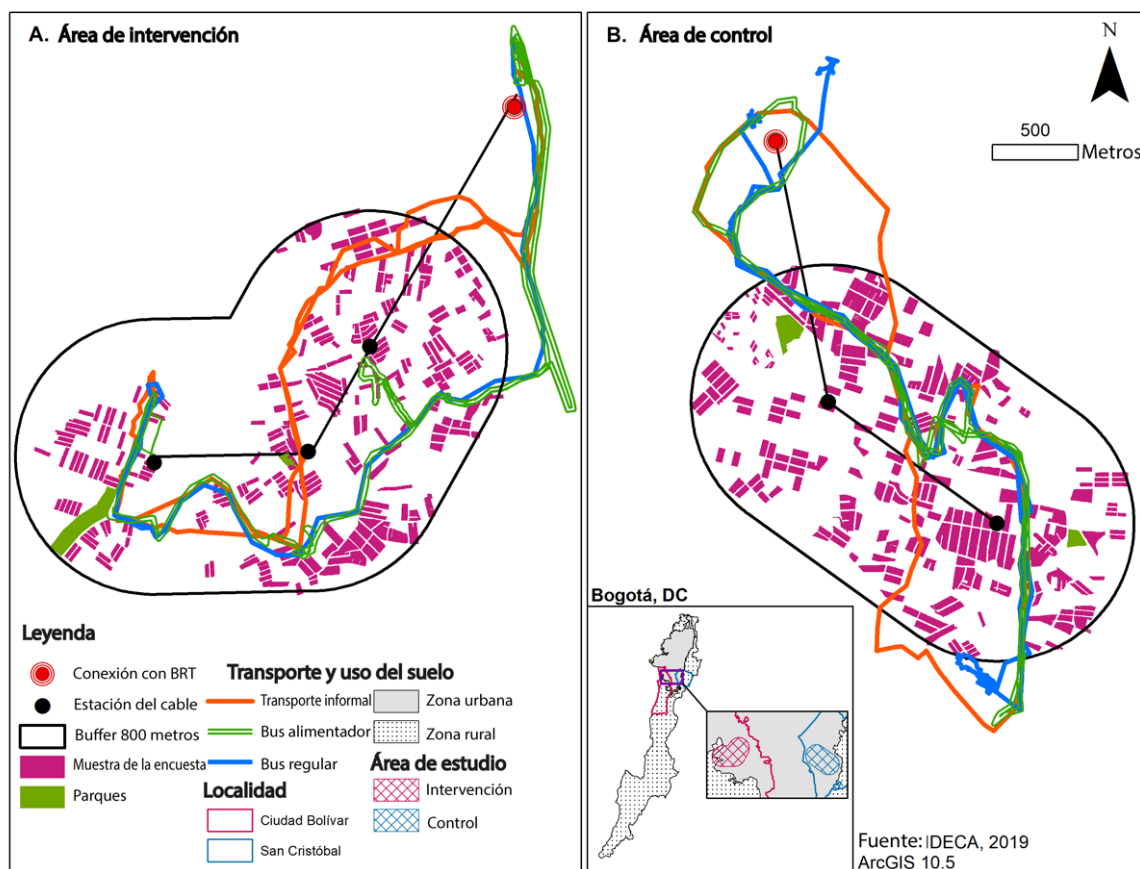


Ciudad Bolívar es una localidad ubicada en las periferias del suroccidente de Bogotá. Esta localidad tiene una superficie de 130 km² y es mayoritariamente montañosa con un alto componente rural (Villar-Uribe, 2019). Su población tiene alrededor de 776,351 habitantes, compuesta por grupos campesinos, indígenas y afrodescendientes, entre otros. En 1984, Ciudad Bolívar fue declarada oficialmente zona administrativa de Bogotá. Los flujos migratorios de comunidades en situación de vulnerabilidad, como víctimas del desplazamiento forzado, aceleraron la urbanización de Ciudad Bolívar (Madrigal & Sánchez, 2012). Esta situación contextual tiene implicaciones directas en los determinantes sociales de la salud que se expresan en inequidades sociales. A pesar de estos retos, la localidad se ha destacado por sus procesos comunitarios, de hecho, el TransMiCable es el resultado del compromiso comunitario y el trabajo intersectorial (Gomez Perez et al., 2014).

2.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio cuasiexperimental, longitudinal, que utiliza una aproximación de métodos mixtos con diseño convergente e integración bidireccional y usando un grupo de tratamiento y uno de control. Para el desarrollo del estudio, se delimitó como área de intervención un conjunto de viviendas ubicadas dentro de un perímetro radial de 800 m alrededor de cada una de las estaciones del TransMiCable (área de tratamiento). El área de control incluyó viviendas dentro de un perímetro radial de 800 m alrededor de las potenciales ubicaciones para las estaciones del cable en la localidad de San Cristóbal. En la Figura 1 se presentan los mapas de las áreas de intervención y control (Sarmiento et al., 2020).

Figura 1. Área de intervención en Ciudad Bolívar (izquierda) y área de control en San Cristóbal (derecha) del estudio



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una recolección de información entre febrero y diciembre del año 2018 antes de la implementación del TransMiCable (en adelante llamada línea de base T0). TransMiCable fue inaugurado en diciembre de 2018. La primera medición de seguimiento (en adelante T1), se realizó entre julio de 2019 y marzo de 2020 (ver los resultados de esta medición en el Anexo 1). La segunda medición de seguimiento (en adelante T2) se realizó desde marzo hasta diciembre de 2021 (ver resultados de esta medición en el Anexo 2). Esta última medición evaluó los impactos de las transformaciones observadas en múltiples dimensiones durante la pandemia por COVID-19.

2.2 FUENTES DE DATOS

Las fuentes de los datos para el estudio incluyen información cuantitativa (individual y contextual) e información cualitativa. En la Tabla 1 se presentan los diferentes métodos utilizados con las correspondientes fuentes de esta de datos.

Tabla 1. Fuente de datos para el estudio

		Ciudad Bolívar (Grupo de tratamiento)		San Cristóbal (Grupo de control)	
Fuente de datos	Fechas	Métodos	Participantes	Métodos	Participantes
Datos cuantitativos a nivel individual					
Encuesta para hogares	2018 - 2021	Cuestionario	T0: n=1031 T1: n= 825 T2: n=694	Cuestionario	T0: n=1021 T1: n= 854 T2: n=725
Acelerometría	2018 - 2021	Acelerómetros	T0: n=605 T1: n=404 T2: n=328	Acelerómetros	T0: n=462 T1: n=395 T2: n=317
Aplicación Muévelo	2018 - 2021	Instalación de aplicación móvil	T0: n=192 T1: n=178 T2: n=65	Instalación de aplicación móvil	T0: n=109 T1: n=263 T2: n=82
Preferencias declaradas	2018 - 2021	Cuestionario	T0: n=343 T1: n=303 T2: n=249	Cuestionario	T2: n=313
Diarios de viaje	2018 - 2021	Cuestionario auto diligenciado	T0: n=306 T1: n=191 T2: n=145	Cuestionario auto diligenciado	T2: n=195
Datos cuantitativos a nivel contextual					
SOPARC y PARA	2018 - 2021	Observación sistemática en el parque Illimani	T0: n=1035 T1: n=869 T2: n=1567 T3: n=1199	NA	NA
Datos de Sistemas de Información Geográfica	2018 - 2021	Estimación sobre mapa	T0: n=1031 T1: n= 825 T2: n=694	Estimación sobre mapa	T0: n=1021 T1: n= 854 T2: n=725
Calidad del aire	2018 - 2021	Medición directa	T0: n=99 T1: n=112	NA	NA
Datos cualitativos					
Entrevistas Semiestructuradas	2017	Entrevistas	12	NA	NA
Reunión para construcción del modelo conceptual Nuestra Voz	2018	1 sesión	31	NA	NA
Recorridos comunitarios	2018 - 2020	Aplicativo móvil Discovery tool	T0:11 T1:14	Aplicativo móvil Discovery tool	T0: 13 T1:16
Reuniones comunitarias con ciudadanos científicos	2018 - 2020	T0: 1 reunión comunitaria presencial	3 ciudadanos científicos	T0: 1 reunión comunitaria presencial	4 ciudadanos científicos
		T1:1 reunión comunitaria presencial	7 ciudadanos científicos	T1: 1 reunión comunitaria virtual	9 ciudadanos científicos

Fuente de datos	Fechas	Ciudad Bolívar (Grupo de tratamiento)		San Cristóbal (Grupo de control)	
		Métodos	Participantes	Métodos	Participantes
Reuniones comunitarias con ciudadanos científicos y tomadores de decisión	2020	T1:1 reunión comunitaria virtual	3 líderes comunitarios, 13 tomadores de decisión	T1:1 reunión comunitaria virtual	2 líderes comunitarios, 13 tomadores de decisión
Entrevistas con tomadores de decisión	2020-2021	T1: entrevistas semiestructuradas	2 tomadores de decisión	NA	NA
Mapeo de efectos en cascada	2020	T1:1 reunión comunitaria presencial	7 ciudadanos científicos	NA	NA

2.3 DATOS CUANTITATIVOS

Se utilizaron múltiples métodos cuantitativos a nivel individual y contextual para analizar el impacto de la implementación de TransMiCable en diferentes dimensiones. A continuación, se presenta cada uno de ellos y en el Anexo 3, se presenta el Manual del Encuestador desarrollado por el grupo de investigación para describir el paso a paso de la aplicación de los diferentes métodos cuantitativos.

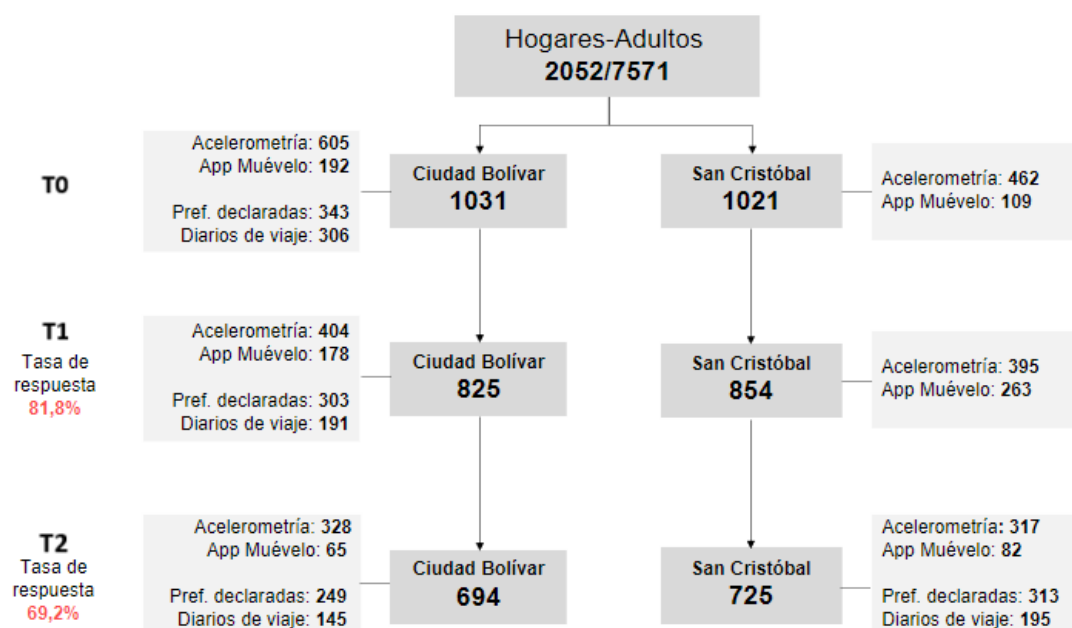
2.3.1 Mediciones a nivel individual

Para las mediciones a nivel individual, se incluyeron en el estudio personas adultas, sin discapacidad cognitiva conocida, que hubieran vivido en el área del estudio (tratamiento o control) por al menos dos años y que no planearan mudarse a barrios diferentes a los incluidos en el estudio en los siguientes dos años.

El muestreo de los adultos se realizó en varias etapas. Primero, se seleccionó una muestra de 453 manzanas dentro de los perímetros de 800 m establecidos (225 manzanas en la zona de tratamiento y 228 manzanas en la zona de control) con una probabilidad proporcional a la densidad de las viviendas en cada manzana. Segundo, se seleccionaron sistemáticamente cada tres hogares dentro de cada manzana. Tercero, en cada hogar se enumeraron a los adultos y se verificaron los criterios de inclusión. Entre los adultos que cumplían los criterios de selección, se escogió al azar un adulto utilizando una tabla de números aleatorios.

La Figura 2 ilustra la muestra total de adultos (hogares) que fueron incluidos en este estudio en cada una de las mediciones según el instrumento de medición aplicado. A continuación, se detalla cada uno de ellos.

Figura 2. Muestra de adultos incluidos en el estudio para mediciones cuantitativas.



Fuente: Elaboración propia.

Encuesta de hogares

Se aplicó un cuestionario para hogares (ver Anexo 4) a todos los 2,052 adultos (1,031 en Ciudad Bolívar y 1,051 en San Cristóbal) que aceptaron participar en la medición T0 del estudio. Para lograr esta muestra, se visitaron aproximadamente 7,571 hogares. La tasa de respuesta fue del 82% en el seguimiento T1 y 69% en el seguimiento T2 con respecto a la muestra de la línea de base T0 (Figura 2).

La encuesta para hogares tenía alrededor de 130 preguntas con una duración de aplicación en promedio de 90 minutos. Los datos recopilados a través de la encuesta para hogares incluyeron: 1) Datos sociodemográficos, 2) Datos de la vivienda y composición del hogar, 3) Percepciones sobre espacios públicos y bienes culturales, 4) Acceso y transporte, 5) Actividad física relacionada con el transporte, con el tiempo libre y tiempo de comportamiento sedentario, 6) Calidad de vida y salud, 7) Participación ciudadana y capital social, 8) Percepciones sobre el TransMiCable (sólo para los participantes de Ciudad Bolívar durante T1 y T2), 9) Percepciones sobre la COVID-19 (sólo durante T2), y 10) Antropometría (medición de peso y talla).

Acelerometría

A una submuestra de 1,607 adultos (605 en Ciudad Bolívar y 402 en San Cristóbal) se les colocó acelerómetros durante T0 para medir objetivamente la actividad física. Durante los seguimientos T1 y T2 también se colocaron acelerómetros en las submuestras detalladas en la Figura 2. Específicamente, se colocaron acelerómetros ActiGraph GT3X o GT3X+ en

la cintura de los participantes sobre la línea axilar media derecha y durante las horas diurnas por al menos siete días consecutivos. En el Anexo 5 se presentan las bases de los datos recopilados con acelerometría.

Aplicación Muévelo

A una submuestra de 301 adultos (192 en Ciudad Bolívar y 109 en San Cristóbal) se le instaló la aplicación Muévelo en sus dispositivos móviles durante T0. También se hizo instalación de la aplicación a 441 adultos en T1 y a 147 adultos en T2 (ver Figura 2). Muévelo es una aplicación móvil desarrollada por el equipo investigador, capaz de detectar tipos de movimiento mediante el uso de la API de Activity Recognition (AR) de Google. La aplicación recolecta información sobre tipo de movimiento (caminando, corriendo, en bicicleta o en transportes motorizados), así como cuando el usuario está estático, tiempo de cada movimiento, fecha y hora de inicio y fin del movimiento y posición geoespacial del movimiento. En el Anexo 6 se presentan las bases de los datos recopilados con Muévelo y el manual de instalación de la aplicación.

Preferencias declaradas

Se aplicó un cuestionario de preferencias declaradas (PD) de transporte a una submuestra de 343 participantes de Ciudad Bolívar durante T0 y a 313 participantes de San Cristóbal durante T2. Además, durante T1 y T2 se aplicó un nuevo cuestionario de PDs a una submuestra de 303 y 249 adultos en Ciudad Bolívar, respectivamente (ver Anexo 7). El cuestionario de PD incluye un componente de elección declarada, en el cual a los individuos se les presentan nueve situaciones de elección en las que deben indicar su disposición a usar TransMiCable o su modo de transporte típico previo, considerando variaciones en atributos de ahorro en tiempo de viaje, tiempo de viaje extra, tiempo de caminata extra y ahorro del costo de TransMiCable en comparación con el modo típico.

Por otro lado, la encuesta de preferencias de localización presenta seis situaciones de elección en las cuales el encuestado hace el ejercicio de elección hipotética entre quedarse en su vivienda actual o mudarse a otra zona del área de influencia del cable, o fuera de él, considerando 3 alternativas de vivienda adicionales que se caracterizan por la zona de localización, distancia a la estación del cable más cercana, costo (arriendo o compra respecto a vivienda actual), disponibilidad de alimentadores del SITP y disponibilidad de Comando de Atención Inmediata (CAI) de la Policía Nacional. Finalmente, en ambas encuestas de PD, se realiza una encuesta de percepción y satisfacción del individuo frente a ciertos atributos de movilidad, TransMiCable y el ambiente construido percibido.

Diarios de viaje

Se recopiló información de diarios de viaje en una submuestra de participantes en Ciudad Bolívar (306 adultos en T0, 191 adultos en T1 y 145 adultos en T2). En San Cristóbal, también se aplicaron diarios de viaje en una submuestra de 195 adultos durante T2. En el Anexo 8 se presentan las bases de datos de la información recolectada a través de los diarios de viaje.

2.3.2 Mediciones a nivel contextual

Actividad física en parques

Se implementó la metodología *System for Observing Play and Recreation in Communities* (SOPARC) (McKenzie et al., 2006) para realizar mediciones de observación sistemática en el parque de Illimani, el cual fue renovado en el contexto de la transformación urbana del TransMiCable. El método SOPARC se basa en observaciones sistemáticas para registrar los datos de actividad física y ocupación de las zonas seleccionadas del parque (áreas objetivo) (McKenzie et al., 2006). Las observaciones en las áreas objetivo del parque Illimani se realizaron durante siete días de la semana en la mañana (de 9:00 a 12:00) y en la tarde (de 13:00 a 15:00) en septiembre de 2018 (medición T0), septiembre de 2019 (medición T1), septiembre de 2020 (medición T2) y septiembre de 2021 (medición T3). En el Anexo 9 se presentan las bases de datos de SOPARC.

Datos de sistemas de información geográfica

Se calcularon las siguientes variables del entorno construido a partir de datos de Sistemas de Información Geográfica de la ciudad:

- Distancia desde el hogar hasta la estación más cercana de TransMilenio. Para estimar la distancia a la estación de TransMilenio, se georreferenció cada hogar encuestado y luego se estimó la distancia desde el hogar hasta el punto más cercano de la estación por medio del algoritmo de ruta más corta sobre las calles de la ciudad.
- Pendiente del terreno, densidad de intersecciones, densidad de parques. Estas variables se calcularon a partir de datos secundarios de la Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá (IDECA). En primer lugar, se creó un buffer de red de calles de 500 m alrededor del hogar georreferenciado. La pendiente del terreno se calculó utilizando la red irregular triangulada que representa superficies de terreno distribuidas irregularmente para acomodar áreas de alta variabilidad en la superficie cada 5 m. La densidad de intersecciones se calculó como el número de intersecciones viales por km². La densidad de parques se calculó como el área en metros cuadrados de los parques dentro del buffer de 500 m.

Calidad del aire

Se realizaron mediciones de exposición personal a material particulado (PM_{2.5}), carbón negro (BC) y monóxido de carbono (CO) dentro de los buses alimentadores, buses zonales, transporte informal y caminatas alrededor de los paraderos de transporte público para las tres tomas de datos. Para T1 y T2, se adicionó la medición dentro de las cabinas del TransMiCable. Las mediciones se realizaron en septiembre del 2018, 2019 y 2021, usando instrumento como el sensor fotométrico de material particulado, muestreador gravimétrico aleatorio, etalómetro portátil y sensor de celda electroquímica. Con las mediciones

realizadas, se calculó la exposición personal a cada uno de los contaminantes y la dosis inhalada por minuto por contaminante para cada uno de los microambientes.

Para estimar la dosis inhalada promedio por viaje, se desarrolló un modelo de simulación de Monte Carlo, en donde se crean rutas multimodales y se calcula la dosis inhalada de cada uno de los contaminantes, teniendo en cuenta el tiempo de viaje definido por la encuesta y la encuesta de movilidad de 2019. En el Anexo 10 se presentan las bases de datos de los datos recolectados por los dispositivos para la medición de exposición personal a contaminantes.

2.4 DATOS CUALITATIVOS

El componente cualitativo de este estudio se planteó desde el reconocimiento de la importancia de los procesos comunitarios. Particularmente se reconoce la década del esfuerzo conjunto entre líderes y lideresas de la comunidad, tomadores de decisión y demás actores relevantes para el acceso a servicios y oportunidades en Ciudad Bolívar. Estos esfuerzos han hecho frente a las necesidades locales e hicieron posible la implementación del TransMiCable y su transformación urbana. De tal manera, el enfoque de métodos mixtos toma como punto de partida una aproximación participativa con el fin de contribuir a priorizar y mejorar las condiciones de la zona de intervención de TransMiCable. El enfoque participativo comprende un enfoque de investigación colectiva de aspectos socialmente relevantes para la identificación de necesidades a través de la sistematización de conocimientos situados con la intención de contribuir a acciones de cambio que benefician en una comunidad específica (Pajares Sánchez, 2020).

2.4.1 Ciencia ciudadana de la gente: Modelo de Nuestra Voz

La ciencia ciudadana, en cuanto aproximación metodológica, fomenta la participación proactiva de los ciudadanos en actividades científicas de investigación para que contribuyan con su conocimiento y experiencia del contexto local. Empleando herramientas de tecnología y comunicación, como aplicaciones móviles, los ciudadanos científicos recolectan los datos de manera colaborativa y los utilizan para la incidencia en acciones con impacto local. El modelo de Ciencia Ciudadana Nuestra Voz busca que los ciudadanos científicos, además de participar en la evaluación de entornos locales, puedan identificar necesidades actuales y potenciales soluciones, generando nuevas preguntas de investigación y acciones de cambio, participando en el diálogo con tomadores de decisión (King et al., 2016). De esta manera, la ciencia ciudadana Nuestra Voz propicia a los ciudadanos el monitoreo local de cambios en su entorno y su empoderamiento como agentes de cambio.

La red global de investigadores que implementan el modelo de Ciencia Ciudadana Nuestra Voz, utiliza la aplicación Stanford Healthy Neighborhood Discovery Tool (Stanford Medicine, 2019) diseñada para conocer la percepción que las comunidades tienen respecto a las características físicas y sociales de los entornos que son objeto de investigación. Esta

herramienta permite tener recorridos geo-codificados, fotografías, descripciones textuales y narraciones auditivas que son analizadas por los ciudadanos científicos en colaboración con los investigadores. Este proceso empodera a las comunidades para utilizar sus percepciones como datos que orientan el diálogo con tomadores de decisión para el mejoramiento de los entornos. El uso de la herramienta Discovery Tool, de propiedad intelectual de la Facultad de Medicina de la Universidad de Stanford, ha contribuido en la construcción de evidencia y en la incidencia política para construir entornos saludables en múltiples investigaciones alrededor del mundo (Buman et al., 2012). El Discovery Tool les permite a los individuos capturar su voz para narrar sus historias con comandos de atención y acción inducida. Los participantes aprenden a identificar aspectos del ambiente físico y social que pueden estar asociados con hábitos saludables. Esta voz puede servir posteriormente para realizar incidencia política que impacte el desarrollo de programas del espacio público para la promoción de hábitos saludables. Esta herramienta permite hacer un abordaje multisectorial, innovador, simple y costo-efectivo a la salud de las poblaciones, fomentando el empoderamiento de “ciudadanos científicos” en la evaluación y transformación de su entorno.

En Colombia, el grupo de investigación EpiAndes, miembro de la red global Nuestra Voz, ha implementado el modelo de ciencia ciudadana Nuestra Voz, utilizando la herramienta Discovery Tool para evaluar transporte público y entornos urbanos, logrando la participación conjunta de diferentes actores y organizaciones en la construcción de nuevo conocimiento y en la toma de decisiones para abordar retos multinivel de los entornos (Rubio et al., 2020; González et al., 2021). Específicamente, el uso de esta metodología ha permitido entender cómo impactan las percepciones que la población tiene sobre el entorno urbano (físico y social) en los comportamientos relacionados con hábitos saludables (actividad física y alimentación saludable) en las comunidades. En este caso, se empleó el método con el fin de identificar facilitadores y barreras que afectan la calidad de la población estudio (ver Anexo 11).

2.4.2 Mapeo de efectos en cascada

El mapeo de efectos en cascada es una metodología cualitativa participativa para evaluar efectos esperados e inesperados de intervenciones o programas (Chazdon et al., 2017). La metodología consiste en que participantes y tomadores de decisión mapean visualmente los resultados esperados e inesperados (Washburn et al., 2018). El mapeo de efectos en cascada se fundamenta en cuatro elementos: indagación apreciativa, enfoque participativo, entrevistas y reflexión interactiva (Chazdon et al., 2017). A través de estos procesos, la metodología permite una evaluación exhaustiva a nivel individual, comunitario y político que busca generar reflexiones apreciativas sobre los cambios experimentados. Mediante esto se pretende propiciar un espacio para documentar, visualizar y celebrar colectivamente los impactos del programa o la intervención. Para la evaluación del TransMiCable se propuso la metodología para documentar efectos esperados e inesperados de la intervención (ver Anexo 12).

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE DATOS CUANTITATIVOS

Durante la línea de base, aproximadamente dos tercios de la muestra de adultos encuestados fueron mujeres y la edad media fue de 43 años. La mayoría de los participantes tenían como máximo nivel educativo primaria o secundaria y reportaron que los ingresos mensuales del hogar eran de dos o menos salarios mínimos. Aproximadamente la mitad de los adultos trabajaban o estudiaban. Sin embargo, los participantes del grupo de tratamiento tenían más posibilidad de tener menor educación y un salario mensual más bajo y tenían menos posibilidad de estar trabajando o estudiando comparados con los del grupo de control. El entorno construido en las zonas de intervención y control se caracterizaban por terrenos con altas pendientes, alta densidad de intersecciones y baja densidad de parques (Tabla 2).

Tabla 2. Características sociodemográficas de los adultos y del entorno urbano construido en T0.

Variable	Tratamiento (n=1,031)		Control (n=1,021)	
	N	%	N	%
Características sociodemográficas de los adultos ^a				
<i>Sexo</i>				
Hombres	363	35.2	400	39.2
Mujeres	668	64.8	621	60.8
<i>Edad</i>				
Media (DE)	1031	44.3 (18.1)	1021	42.8(17.3)
Mediana (RIQ)	1031	43 (28-59)	1021	40.0(28-56)
<i>Estado conyugal</i>				
Soltero(a)	214	20.8	331	32.4
Casado(a)/unión libre	551	53.4	510	50.0
Divorciado/separado/viudo(a)	266	25.8	180	17.6
<i>Nivel educativo</i>				
≤ Primaria	399	38.7	256	25.1
Secundaria	466	45.2	514	50.3
Técnico/Universitario	165	16.0	251	24.6
<i>Ingreso mensual del hogar</i>				
≤ 1 salario mínimo	556	54.3	350	35.6
>1- ≤ 2 salarios mínimos	386	37.7	485	49.3
> 2 salarios mínimos	81	7.9	149	15.1
<i>Ocupación</i>				
Trabajando	496	48.2	528	51.8
Estudiando	42	4.1	71	7.0
Actividades del hogar	322	31.3	294	28.9
No trabaja	169	16.4	126	12.4
Entorno urbano construido, media (DE)				
% Pendiente del terreno		9.9 (3.6)		6.4 (1.8)
Densidad de intersecciones (número/km ²)	NA	578.2 (128.7)	NA	415.6 (121.6)
Densidad de parques		0.06 (0.043)		0.05 (0.031)

Abreviaciones: DE desviación estándar; RIQ rango intercuartílico; NA no aplica.

a. Los tamaños de muestras pueden no sumar el N total debido a datos faltantes.

3.1 MOVILIDAD



La consecución de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) requiere la implementación de sistemas urbanos y de transporte que respondan a las necesidades de los ciudadanos, al mismo tiempo que cumplan con criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica. De hecho, una de las metas de la Agenda 2030 (ONU, 2018) consiste en aumentar el acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos mediante la ampliación del transporte público, considerando especialmente la población en barrios marginales con asentamientos informales y baja accesibilidad, tal como ocurre en el contexto de la zona de influencia de TransMiCable.

El transporte es uno de los factores principales que determinan la calidad de vida y bienestar de las personas, especialmente en zonas urbanas. Hay evidencia que sugiere que percepciones sobre la satisfacción con el barrio del hogar, en particular la seguridad, el ambiente físico y social y las condiciones de transporte se correlacionan con la satisfacción con la vida, e incluso pueden tener una capacidad predictiva mayor en comparación a otros atributos objetivos (Ma et al., 2018). De hecho, algunos autores sugieren que un proceso de planeación adecuado de transporte, en el cual se diseñen intervenciones que consideren las necesidades de los usuarios según su contexto específico, puede mejorar su bienestar y calidad de vida (Lee & Sener, 2016).

En este sentido, el proyecto TransMiCable surge como una alternativa innovadora de transporte que pretende mejorar las condiciones de movilidad y la accesibilidad en una zona

de Bogotá caracterizada por condiciones físicas y topográficas que dificultan la provisión de servicios tradicionales de transporte público. Aunque se puede considerar que este es uno de los objetivos principales de la intervención, el proyecto también contempla un programa de transformación urbana que puede tener impactos en los patrones de movilidad y percepciones de los habitantes de la zona de influencia.

Se considera que el proyecto podría tener un impacto en las condiciones de movilidad que repercuta en la calidad de vida y bienestar de los individuos que habitan su área de influencia. Por esta razón, en el presente capítulo se propone realizar un ejercicio de evaluación de los impactos generados por el proyecto TransMiCable en las condiciones de transporte de los habitantes de su área de influencia, incluyendo análisis de tiempos de viaje, modos principales, uso de TransMiCable, gastos en transporte y satisfacción con el sistema de transporte público. Tal evaluación permitirá identificar los beneficios generados por el proyecto en términos de movilidad y transporte, además de identificar puntos de mejora que pueden ser del interés de tomadores de decisiones y diseñadores de políticas públicas para la mejora de procesos de planeación futuros.

Por otra parte, involucrar a la comunidad conociendo sus expectativas y percepciones es un aspecto relevante en la dimensión social del proceso de planeación de transporte, ya que estos son unos de los factores más relevantes en la aceptación de proyectos, especialmente de inversión pública. La formulación de políticas de transporte debe considerar las expectativas y percepciones que influyen en su decisión de viajar en transporte público (Dell’Olio et al., 2011). Una planeación en la cual se identifiquen apropiadamente las necesidades de la población objetivo facilita el desarrollo de proyectos costo efectivos que no cumplen las expectativas de demanda. El análisis de expectativas los usuarios toma mayor relevancia si se considera que sus percepciones pueden diferir de los tomadores de decisiones (Chowdhury et al., 2018), lo que puede llevar a diseñar políticas que no atiendan las necesidades reales de los usuarios. Considerando lo anterior, de manera complementaria al análisis de movilidad, se plantea evaluar las expectativas y percepciones de los habitantes del área de influencia del cable.

3.1.1 Objetivo

El objetivo principal del análisis de movilidad consiste en evaluar el impacto de la implementación de TransMiCable en diferentes indicadores de movilidad en diferentes tiempos de medición, incluyendo análisis de tiempos de viaje, modos principales, uso de TransMiCable, gastos en transporte y satisfacción. Luego, a partir de esta caracterización, se determina un segundo objetivo que consiste en un análisis percepciones de los usuarios con el fin de determinar si sus expectativas se cumplieron con la implementación del cable. Finalmente, se propone la estimación de un modelo que permita predecir la demanda del cable considerando los atributos de tiempo y costo de viaje de acuerdo con los resultados de las encuestas de preferencias declaradas. El modelo permite evaluar la disposición de los encuestados a usar el nuevo servicio de TransMiCable y podría ser usado para determinar la demanda de cables en contextos similares a los de Ciudad Bolívar.

3.1.2 Métodos

La caracterización y análisis de la movilidad en el proyecto se divide en tres fases de análisis. Para comenzar, se realizó un análisis descriptivo de indicadores de movilidad y patrones de viaje a partir de los resultados de las encuestas realizadas. Luego, se hizo un análisis a la disposición a usar TransMiCable usando métodos de elección discreta y los datos de preferencias declaradas. Finalmente, se realizó un análisis estadístico de las expectativas y percepciones de los usuarios frente al proyecto.

En primer lugar, la encuesta incluye un componente denominado “acceso y transporte”, en el cual se indaga por los patrones de movilidad de los encuestados, incluyendo variables como disponibilidad de vehículos en el hogar, modos de transporte típicos, tiempos de viaje promedio, gastos en transporte y caracterización de los viajes a la actividad principal. Además, se recopilan preferencias y percepciones de los encuestados frente a las características del viaje a pie para acceder a las estaciones de transporte público, satisfacción con el transporte público y aspectos de mejora en los servicios zonales y troncales del SITP. A partir de esta información, se presenta un resumen de los principales indicadores relacionados con los patrones de movilidad, realizando una comparación entre los diferentes tiempos de medición para establecer diferencias a lo largo del tiempo, además de las diferencias estadísticas entre el grupo de tratamiento (Ciudad Bolívar) y el control (San Cristóbal).

Adicionalmente, se realizó un análisis de los resultados de la encuesta de PD. Esta encuesta incluye un componente de elecciones declaradas en el cual cada individuo enfrentaba 9 situaciones de elección en la cual debía elegir si usar TransMiCable o el modo de transporte típico usado antes que el cable estuviera operando, considerando ciertas variaciones en atributos de tiempo de viaje, tiempo de espera, tiempo de caminata y costo. Con este fin se estimaron modelos de elección discreta que siguen la formulación tipo logit (Ortúzar & Willumsen, 2011). Así, la probabilidad de que el individuo i escoja la alternativa q está dada por la integral de la Ecuación (1), la cual está sujeta a los parámetros condiciones θ y que puede ser resuelta aplicando métodos de máxima verosimilitud simulada (Train, 2009), mientras que U_{iq} corresponde a la utilidad percibida por el individuo i en la alternativa j . El concepto de utilidad mide el grado de atractividad de cada alternativa y puede depender de atributos del individuo, la alternativa o el contexto.

$$P_{iq} = \int \prod_k \frac{e^{U_{iq}}}{\sum_{j=1}^J e^{U_{jq}}} f(\theta|\eta) d\eta \quad (1)$$

Finalmente, a partir de datos provenientes de las encuestas de PD entre T0 y T1, se ejecutó una comparación entre las expectativas antes de la inauguración del cable y percepciones durante su operación. Este análisis permite no solo identificar cuáles son las expectativas y los atributos del transporte que los usuarios esperaban que mejoraran más, sino también evaluar si tales expectativas fueron cumplidas. El cuestionario también incluye una pregunta tipo ranking en la cual se solicitaba a los encuestados jerarquizar los tres atributos que

esperaban/perciben mejoran más con la implementación de TransMiCable, de un conjunto de 14 indicadores:

- A1. Reducir el tiempo de viaje
- A2. Mejorar la comodidad
- A3. Mejorar la confiabilidad en el tiempo de espera
- A4. Mejorar la seguridad en el vehículo
- A5. Mejorar la seguridad en la estación
- A6. Mejorar la seguridad vial
- A7. Incrementar el número de lugares a los que puedo acceder
- A8 Incrementar el número de horas en las que puedo viajar (horas de inicio de viaje)
- A9. Mejorar la frecuencia del servicio
- A10. Reducir la tarifa
- A11. Reducir la contaminación
- A12. Mejorar la confiabilidad en la hora de llegada del viaje
- A13. Mejorar la imagen del barrio
- A14. Mejorar la calidad de vida
- A15. Nada
- A16. Otro

Con estos datos se estimaron modelos de elección discreta para establecer las diferencias estadísticas en las preferencias, así como evaluar los efectos de otras variables en la probabilidad de ser la alternativa que más se percibe que mejora. Se aplicó un modelo Luce (Luce, 1958), el cual es una extensión de la modelación discreta, a través de la cual es posible estimar la probabilidad de elección de un conjunto de elecciones declaradas en forma de ranking. En este marco, un ranking se puede descomponer en $S-1$ elecciones independientes, donde S es el número de alternativas en el ranking (ver Ecuación (2), donde r_k corresponde a la alternativa r ubicada en el puesto k del ranking).

$$Pr(r_1, r_2, r_3) = Pr(r_1/r_1, r_2, r_3, \dots, r_j) \times Pr(r_2/r_2, r_3, \dots, r_j) \times Pr(r_3/r_3, \dots, r_j) \quad (2)$$

En la especificación propuesta, las probabilidades en la Ecuación (2) siguen la estructura de un modelo logit mixto, el cual incorpora un componente de error aleatorio a la utilidad U para capturar el efecto de las observaciones tipo panel. Esta aproximación permite calcular la probabilidad de cada atributo de ser la alternativa que más se esperaba que mejorara (expectativas ex-ante) o el que más mejoró (percepciones ex-post). La comparación de tales probabilidades indica qué atributos presentan más expectativas y si se cumplieron.

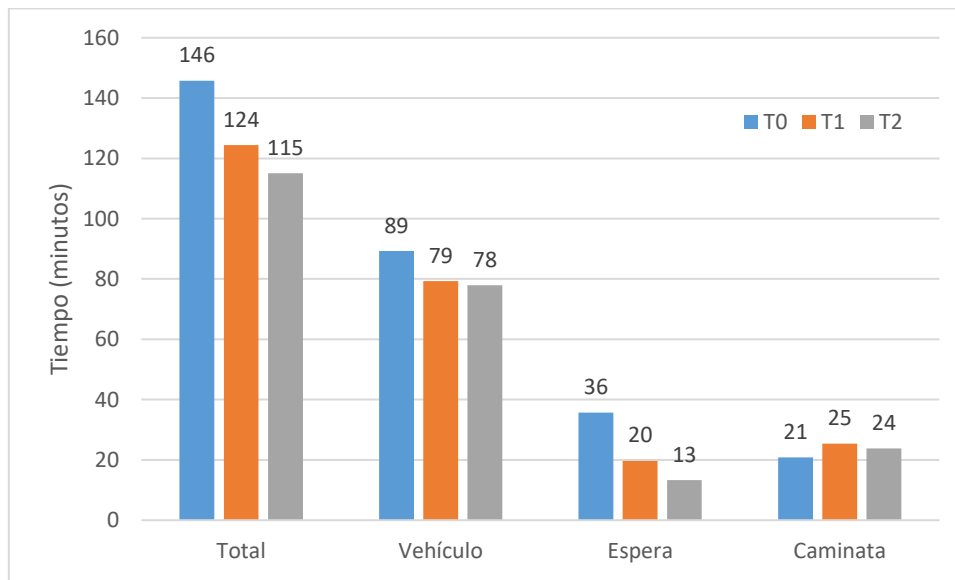
3.1.3 Resultados

Indicadores de movilidad

Uno de los principales impactos del proyecto TransMiCable corresponde a la reducción en los tiempos de viaje promedio en la zona de influencia. En la Tabla 3 se observa que el tiempo promedio en viajes con motivo obligado (trabajo o estudio) se encuentra en alrededor de 110 minutos para T0, lo que es muy alto, teniendo en cuenta que el tiempo de viaje promedio en la ciudad es de alrededor de 52 minutos según la Encuesta de Movilidad de 2019. La Tabla 3 presenta los principales resultados de indicadores y características de transporte para los individuos incluidos en la muestra de encuesta a hogares.

A pesar de que con la inauguración del cable el tiempo promedio de viaje se redujo en 22 minutos, los valores siguen siendo altos en comparación con el resto de la ciudad. Si se analizan los tiempos promedios de los usuarios frecuentes del cable desagregados por etapa de viaje (Figura 3), se observa que la reducción en el tiempo se concentra principalmente en el tiempo de espera y en el tiempo de viaje dentro del vehículo, mientras que el tiempo de caminata aumenta levemente en T1. Cabe destacar que el segmento de usuarios frecuentes realiza viajes más largos en comparación con el promedio, donde, antes de la inauguración del cable, realizaban viajes de 146 minutos en promedio, disminuyendo a 124 minutos con la entrada en operación y 115 minutos durante la temporada de pandemia.

Figura 3. Tiempo de viaje promedio usuarios frecuentes TransMiCable



Fuente: Elaboración propia.

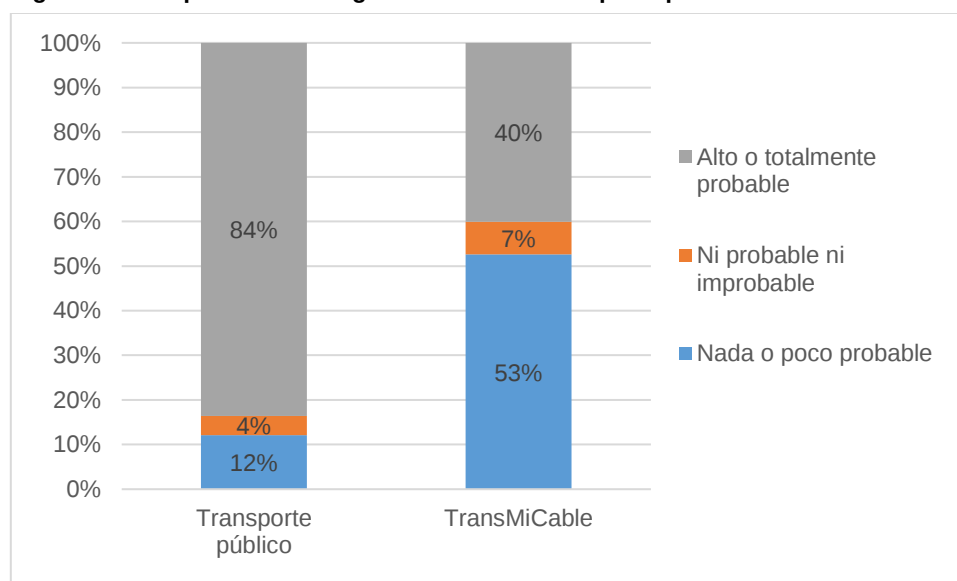
Tabla 3. Características de transporte de los individuos incluidos en la muestra

	Línea base (T0)					Seguimiento (T1)					Seguimiento (T2)				
	Intervención (N=1031)		Control (N=1021)		p	Intervención (N=825)		Control (N=854)		p	Intervención (N=694)		Control (N=725)		p
	N	%	N	%		N	%	N	%		N	%	N	%	
Modo al trabajo o estudio															
Público	633	62.1	667	67.8		372	46.7	523	62.8		187	28.2	257	36.7	
Público - activo	218	21.4	192	19.5		189	23.7	189	22.7		328	49.5	350	50.0	
Público - privado	42	4.1	26	2.6		30	3.8	22	2.6		4	0.6	4	0.6	
TransMicable			NA		0.00	95	11.9	NA		0.00	75	11.3	NA		<0.001
Público - informal	63	6.2	14	1.4		45	5.6	14	1.7		8	1.2	4	0.6	
Privado	63	6.2	85	8.6		66	8.3	85	10.2		61	9.2	85	12.1	
Ha usado TransMiCable	NA		NA			617	75.8	NA			477	68.9	NA		
Tiempo de viaje desplazamientos obligados (min)	375	110.0(67.3)	396	89.9(54.1)	0.001	398	90.2(53.9)	468	85.9(64.8)	0	329	66.2(55.4)	400	60.2(55.3)	0.15
Tiempo de viaje desplazamientos no obligados (min)															
Días hábiles	705	40.1(29.2)	687	45.2(38.4)	0	718	38.2(51.7)	687	41.4(38.2)	0	570	33.9(32.7)	566	35.5(30.9)	0.396
Fines de semana	600	41.0(46.5)	540	46.9(42.3)	0	667	33.4(36.0)	606	43.6(45.6)	0.001	492	31.5(37.7)	437	34.8(42.9)	0.217
Distancia a estación TransMilenio (media, (desv. est.))	NA					3.2 (1.1)		2.6 (0.8)		0.001					
Gasto promedio diario en transporte (x1,000 COP)	495	5.2(8.3)	486	5.3(6.9)	1	399	4.2(3.8)	465	5.5(11.7)	0	626	1.8(3.4)	659	1.7(3.5)	0.606
Satisfacción transporte público (1: No satisfecho - 10: Totalmente satisfecho)	1031	4.4(2.6)	1019	4.2(2.5)	0	825	5.4(2.6)	854	4.4(2.5)	0.001	694	6.0(2.5)	725	5.5(2.4)	<0.001
Proporción que indica no tener gastos en transporte	9.0%		7.9%			9.5%		11.9%			45.8%		47.0%		
Satisfacción transporte público (excluye no indican gasto en transporte)	403	6.4(8.8)	406	6.3(7.1)	1	329	5.1(3.6)	366	6.9(12.8)	0	308	3.6(4.1)	318	3.5(4.4)	0.691

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la inauguración de TransMiCable (T1), el 75.8% de los encuestados reportó haber usado el servicio al menos una vez, mientras que esta alternativa capturó el 11.9% de los viajes al trabajo o estudio, convirtiéndose en uno de los principales modos de transporte usados en la zona. Respecto a las otras alternativas, las distribuciones modales se mantuvieron similares. Se encontró que los nuevos viajes que se hacen en el cable son realizados principalmente por usuarios que previamente usaban buses, aunque también se observaron cambios en los modos de transporte privado. Es de notar que durante la pandemia generada por el COVID-19 (T2), el reparto modal se mantiene. En T2 también se observa un incremento de viajes en modos activos (caminata y bicicleta), el cual se atribuye a un cambio de comportamiento de los usuarios por efecto de la pandemia. Por un lado, la evidencia sugiere que los usuarios tienden a evitar aglomeraciones y espacios cerrados, prefiriendo desplazarse al aire libre. A pesar de esto, los encuestados perciben una menor probabilidad de contagio en TransMiCable respecto a los servicios de transporte público en general (ver Figura 4), haciendo referencia principalmente a buses. Además, debido a las restricciones de movilidad, es posible que los destinos y motivos de viaje hayan cambiado y muchas actividades que se desarrollaban en otras zonas de la ciudad se hayan desplazado al barrio de residencia y áreas cercanas al hogar de los habitantes.

Figura 4. Percepción de contagio servicios de transporte público en Ciudad Bolívar (T2)

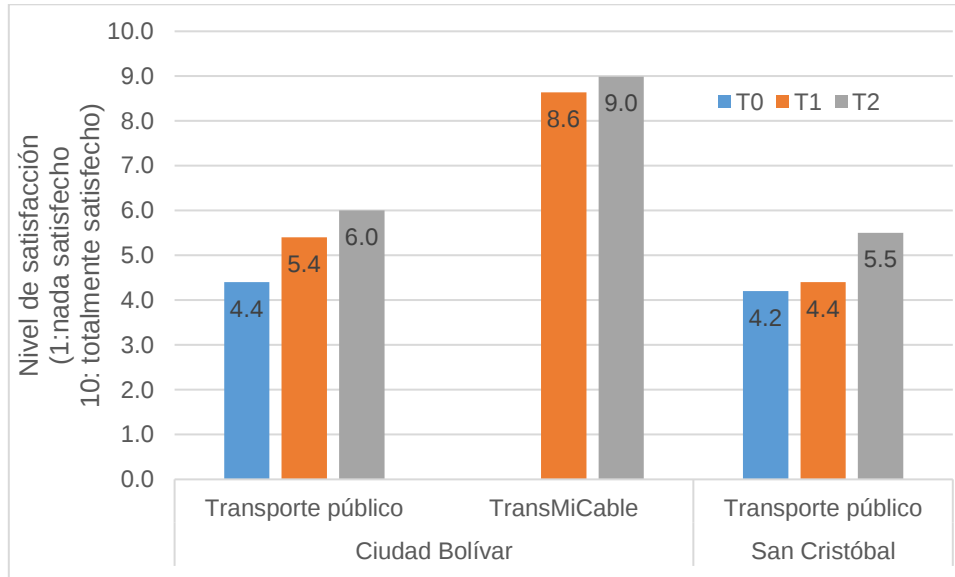


Fuente: Elaboración propia.

La implementación del proyecto TransMiCable también parece tener un impacto significativo en la satisfacción general con el transporte público. Como se observa en la Figura 5, la satisfacción promedio con el transporte público aumentó cerca de un 23% (4.4 a 5.4 en una escala entre 1 y 10) luego de la inauguración del cable, mientras que en el grupo de control en San Cristóbal no hubo cambios en este aspecto. Sin embargo, a pesar de la mejora, los niveles de satisfacción con el transporte público del barrio siguen siendo relativamente bajos. En contraste, los niveles de satisfacción con el servicio prestado por el

cable tienen puntajes altos, donde en T1 alcanzó un valor promedio de 8.6 y en T2 de 9.0. Esto sugiere que los habitantes de la zona se encuentran muy satisfechos por el servicio ofrecido por el TransMiCable.

Figura 5. Satisfacción con el transporte público



Fuente: Elaboración propia.

Modelo de disposición de uso y elección de TransMiCable

A partir de las encuestas de PD recolectadas en T0, se estimó un modelo de elección discreta tipo logit mixto, el cual incluye un componente de error que captura la correlación entre las observaciones repetidas de cada individuo. Luego de la depuración y procesamiento de los datos, la muestra de PD usada para estimar los modelos consistió en 343 individuos y 3,087 pseudo-observaciones.

La Tabla 4 presenta los resultados del modelo de elección estimado. Cabe destacar que este modelo solo incluye el efecto de los atributos de tiempo y costo incluidos en el experimento de elección más una constante de cada alternativa. La utilidad de la alternativa *modo típico* se normalizó igual a 0 por motivos de identificación, mientras que la utilidad de la alternativa *TransMiCable* es igual a la combinación de la constante, el ahorro en el tiempo, el tiempo de espera y caminata extra, el ahorro en el costo y un término de error aleatorio, por sus respectivos coeficientes o parámetros estimados. De esta manera, el modelo presentado asume homogeneidad en los gustos de los individuos, por lo cual no se establecen interacciones de los atributos según características socioeconómicas. Se propone un modelo de esta naturaleza para facilitar su implementación en proyectos similares.

Tabla 4. Resultados modelo de elección TransMiCable

Atributo / parámetro		Coef.	t-test	Rob. t-test	
Constante específica	Modo típico	0	-	-	
	TransMiCable	4.53	7.23	7.11	***
Ahorro tiempo de viaje		0.42	4.24	3.92	***
Tiempo espera extra		-1.51	-3.75	-4.23	***
Tiempo caminata extra		-0.62	-1.26	-1.20	
Ahorro en costo		1.11	7.97	5.67	***
Des. Est. efeto panel		-3.94	-10.79	-10.08	***
Rho ²			0.617		
Log-verosimilitud			-812.58		

Niveles de significancia estadística: (***) 99%, (**) 95%, (*) 90%

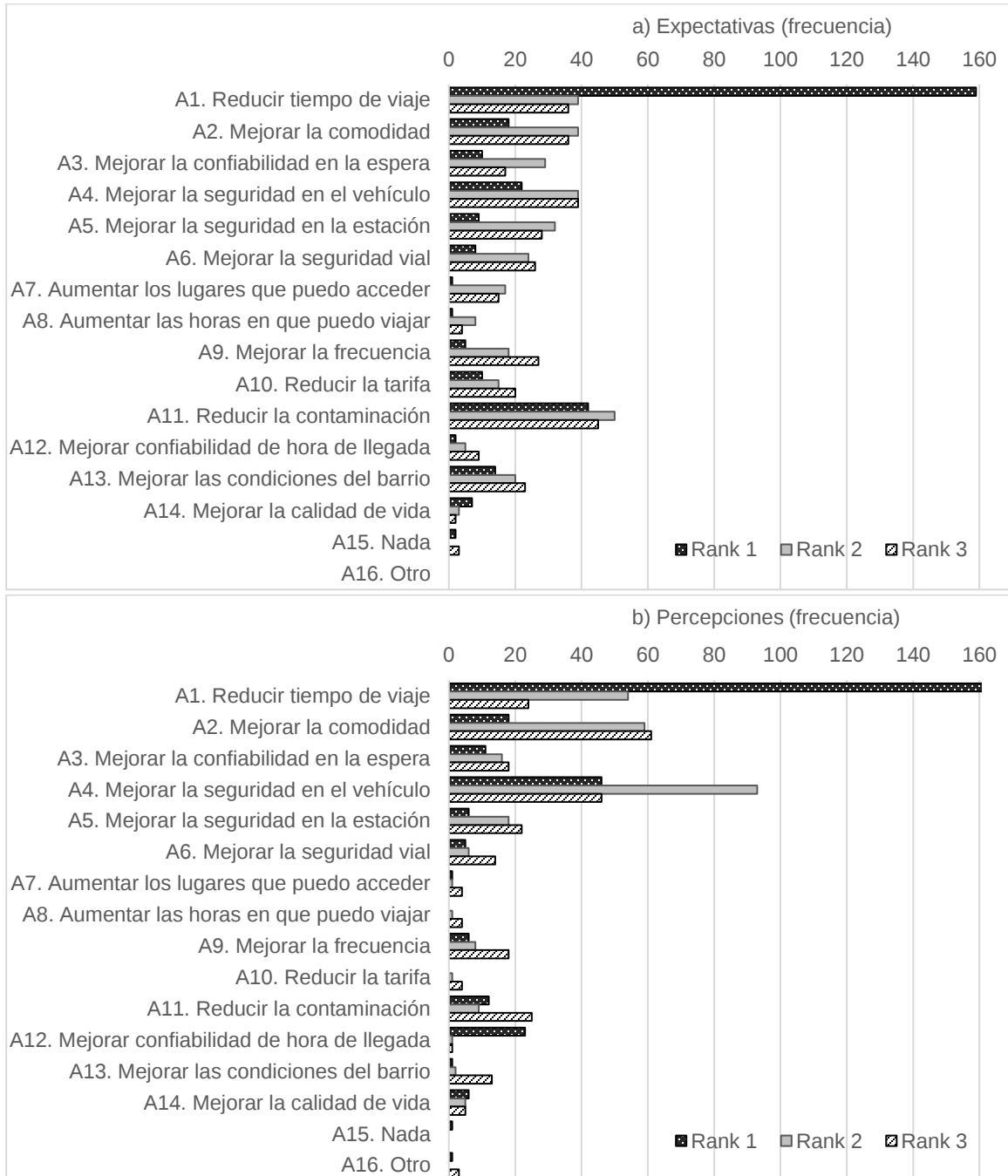
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del coeficiente de la constante sugieren que la alternativa TransMiCable es preferida por encima del *modo típico* si todos los demás atributos se mantienen constantes. Esto era de esperarse, ya que en el 79% de las 3,087 situaciones de elección modeladas TransMiCable fue la alternativa escogida por los encuestados. Respecto a los otros atributos, están de acuerdo con teorías microeconómicas y de comportamiento, ya que la probabilidad de usar TransMiCable aumenta con los ahorros de tiempo de viaje y costo que esta alternativa pueda generar, mientras que disminuye al aumentar el tiempo de caminata y el tiempo de espera adicional. Por otra parte, la desviación estándar del término de error es significativa (por encima del 99.9% de confianza estadística), lo cual confirma que las observaciones de un mismo individuo se encuentran correlacionadas.

Análisis de expectativas y percepciones

La Figura 6 incluye los resultados de la encuesta de ranking de los atributos que más se esperaba mejoraran antes de la inauguración de TransMiCable en T0 (expectativas) versus aquellos que los individuos reportan más mejoraron en T1 luego de su implementación. Cabe recordar que los encuestados debían ranquear los tres principales atributos en cada caso. Se observa que las expectativas son dominadas principalmente por reducciones en los tiempos de viaje, seguido de mejoras en los niveles de contaminación, comodidad, seguridad y comodidad en los tiempos de espera.

Con esta información se estimaron dos tipos de modelos. Primero, uno agregado para comparar las expectativas y percepciones generales sin incluir covariantes, es decir, incluyendo solo constantes específicas en las funciones de utilidad y asumiendo homogeneidad en las preferencias. El segundo grupo considera interacciones de la constante con el género, ingreso, ocupación y uso de TransMiCable (ver Tabla 5).

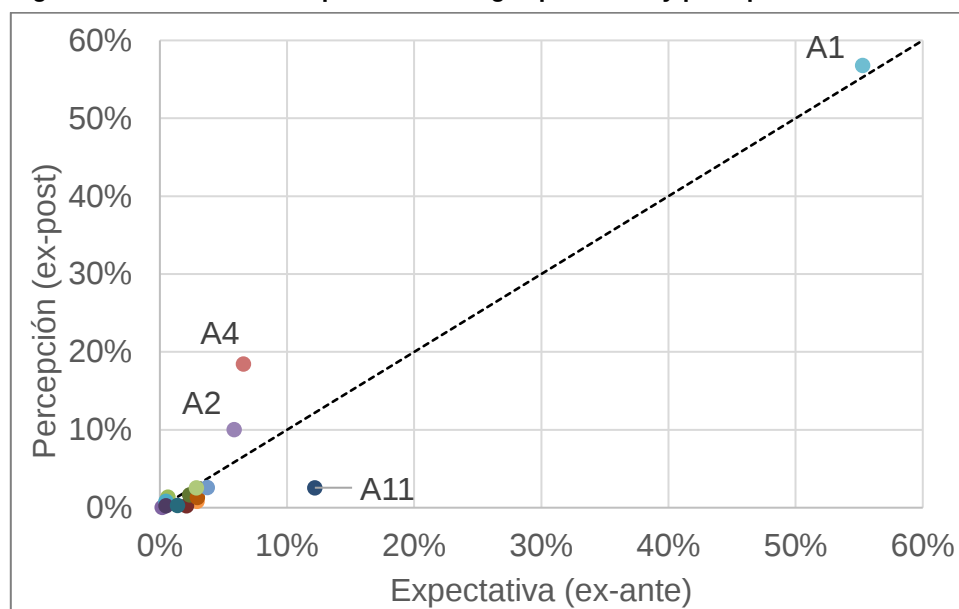
Figura 6. Frecuencia de respuestas ranking expectativas y percepciones

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 7 presenta el cambio en las probabilidades de las expectativas y las percepciones siguiendo los resultados del primer grupo de modelos que asume homogeneidad en las preferencias de los individuos. La función de utilidad de las alternativas de este modelo solo incluye la constante específica, por lo cual se puede hablar de preferencias, expectativas y percepciones promedio de los individuos incluidos en la muestra, sin considerar diferencias

por atributos sociodemográficos. Los atributos que se encuentran por encima de la recta de pendiente unitaria, tales como reducción en el tiempo de viaje (A1), mejora en la comodidad (A2) y mejora en la seguridad en el vehículo (A4) superaron las expectativas, mientras que las que se encuentren debajo como mejoras en la contaminación (A11) no cumplieron las expectativas en promedio. Respecto al resto de atributos, se observa que éstos generaron pocas expectativas entre los habitantes de la zona, mientras que luego de la inauguración tampoco generaron una percepción de beneficio entre los encuestados. Esto quiere decir que las expectativas y beneficios se concentran en los atributos A1, A2, A4 y A11.

Figura 7. Frecuencia de respuestas ranking expectativas y percepciones



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, la Tabla 5 incluye los resultados del modelo con interacciones socioeconómicas. Dado que el parámetro de desviación estándar del componente de error asociado al efecto panel es significativo, se deduce que las observaciones repetidas de los individuos se encuentran correlacionadas. Ahorros en tiempo de viaje (A1), comodidad (A2) y seguridad en el vehículo (A4) son los atributos con mayor expectativa. En la mayoría de los casos, TransMiCable logra cumplir las expectativas de los usuarios, con excepción de reducciones en los niveles de contaminación (A11). Este resultado da algunas luces sobre los procesos de comunicación de beneficios del proyecto, dado que era probable que el cable no tendría un impacto determinante en los niveles de contaminación del aire, debido a su pequeña escala en comparación con las fuentes de emisiones de la ciudad. Un programa de comunicación adecuado podría haber informado a la comunidad sobre los impactos reales del proyecto, de modo que no se generaran expectativas que superan la capacidad de acción del proyecto.

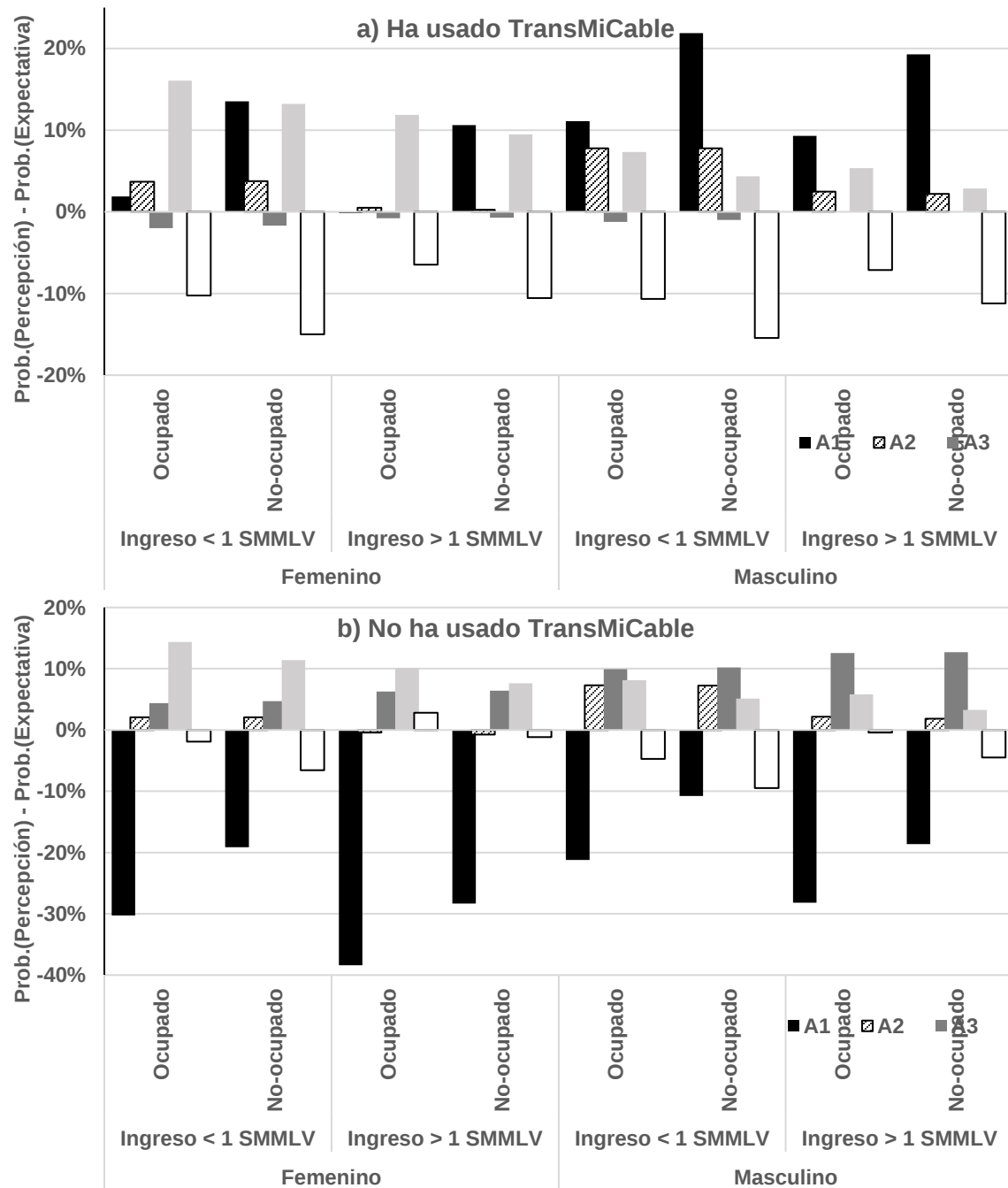
Tabla 5. Resultados modelo expectativas y percepciones con variaciones en las preferencias

Parámetro	Atributo	Expectativa		Percepción	
		Coefficiente	t-test	Coefficiente	t-test
Constante	A1. Reducir tiempo de viaje	4.483	8.56	3.952	5.41
	A2. Mejorar la comodidad	2.038	4.85	2.236	2.86
	A3. Mejorar la confiabilidad en la espera	1.277	2.94	3.038	5.34
	A4. Mejorar la seguridad en el vehículo	2.391	5.63	2.654	3.87
	A5. Mejorar la seguridad en la estación	1.583	3.71	-0.034	-0.03
	A6. Mejorar la seguridad vial	1.493	2.79	1.714	3.36
	A7. Aumentar los lugares que puedo acceder	0.606	1.28	0.205	0.33
	A8. Aumentar las horas en que puedo viajar	0.000	-	0.000	-
	A9. Mejorar la frecuencia	1.146	2.61	1.951	3.87
	A10. Reducir la tarifa	1.501	4.05	-0.008	-0.01
	A11. Reducir la contaminación	2.980	6.82	2.407	4.84
	A12. Mejorar confiabilidad de hora de arribo	1.940	3.86	1.561	2.75
	A13. Mejorar las condiciones del barrio	-0.936	-1.34	1.251	2.35
	A14. Mejorar la calidad de vida	-1.006	-1.78	-1.622	-1.47
	A15. Nada	-1.675	-1.57	1.735	3.39
	A16. Otro	-	-	-0.236	-0.34
Interacción sexo femenino	A1. Reducir tiempo de viaje	-	-	-0.635	-2.06
	A2. Mejorar la comodidad	-	-	-0.834	-2.80
	A3. Mejorar la confiabilidad en la espera	-	-	-0.904	-2.32
	A6. Mejorar la seguridad vial	-0.602	-1.60	-	-
Interacción ingreso del hogar menor a un salario mínimo	A1. Reducir tiempo de viaje	-0.528	-1.92	-	-
	A2. Mejorar la comodidad	-	-	0.837	3.06
	A4. Mejorar la seguridad en el vehículo	-	-	0.462	1.84
	A12. Mejorar confiabilidad de hora de arribo	-1.049	-2.74	-	-
	A13. Mejorar las condiciones del barrio	-	-	-0.859	-1.47
	A15. Nada	2.495	2.33	-	-
Interacción ocupados (trabajan o estudian)	A1. Reducir tiempo de viaje	1.129	2.95	-	-
	A2. Mejorar la comodidad	0.901	2.21	-	-
	A3. Mejorar la confiabilidad en la espera	0.994	2.21	-	-
	A4. Mejorar la seguridad en el vehículo	0.505	1.28	-	-
	A5. Mejorar la seguridad en la estación	0.909	2.13	0.621	1.60
	A6. Mejorar la seguridad vial	1.315	2.83	-	-
	A7. Aumentar los lugares que puedo acceder	0.885	1.72	-	-
	A9. Mejorar la frecuencia	0.840	1.81	-	-
	A11. Reducir la contaminación	0.575	1.51	-	-
	A12. Mejorar confiabilidad de hora de llegada	0.772	1.67	-	-
	A13. Mejorar las condiciones del barrio	1.560	2.02	-	-
Interacción ha usado el cable	A1. Reducir tiempo de viaje	-	-	2.571	4.70
	A2. Mejorar la comodidad	-	-	1.919	3.19
	A4. Mejorar la seguridad en el vehículo	-	-	1.826	3.44
	A5. Mejorar la seguridad en la estación	-	-	2.205	2.01
	Término error efector panel (desviación estándar)	1.407	6.78	1.013	4.08
Log-Verosimilitud		-2110.5		-1440.9	
Rho ²		0.172		0.353	

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el uso del cable es uno de los factores que más incide en las percepciones, siendo que las personas que han usado el cable al menos una vez reportan mayores beneficios en tiempo de viaje y comodidad. Sumado a esto, las personas ocupadas, es decir, que trabajan o estudian, tienen mayores expectativas frente al proyecto.

Figura 8. Diferencia en las probabilidades de expectativas y percepciones por segmentos de usuario



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del modelo con interacciones también se pueden observar de manera gráfica en la Figura 8, donde se presenta la diferencia en las probabilidades entre percepciones y expectativas por segmentos de población y uso del cable. En caso de que esta diferencia sea positiva, sugiere que las percepciones luego de la inauguración del cable supera las expectativas previas. En caso de que la resta sea negativa, el atributo no cumple la expectativa del segmento correspondiente. Hay grandes diferencias entre

personas que no han usado (no-usuarios) y aquellos que sí lo han hecho al menos una vez (usuarios). Aquellos que no han hecho uso del servicio perciben menos beneficios en términos de ahorros en tiempo de viaje, mientras que las percepciones en términos de comodidad y confiabilidad en el tiempo de espera son similares.

Los resultados de la investigación de expectativas y percepciones fueron publicados como artículo científico llamado “User expectations and perceptions towards new public transport infrastructure: evaluating a cable car in Bogotá”¹ publicado en enero de 2022 en la revista *Transportation* (Guzman et al., 2022).

3.1.4 Conclusiones

La implementación de TransMiCable tuvo un impacto positivo significativo en los indicadores de movilidad de los habitantes de la zona de influencia. Por un lado, se encontraron reducciones de tiempo de viaje significativas, mientras que la satisfacción con el servicio del cable es alta, lo que se traduce en un aumento en la satisfacción general con el transporte público. Por otra parte, el nuevo servicio de cable logra atraer parte de la demanda que previamente se movilizaba en buses, aunque también atrae a usuarios de otros modos. Estos resultados se traducen en una alta disposición a usar el cable por parte de los individuos analizados. Sin embargo, a pesar de las mejoras generadas por el proyecto, las condiciones de transporte y accesibilidad siguen siendo bajas en comparación con el resto de la ciudad. Aunque TransMiCable es un paso importante en el cierre de brechas de movilidad y accesibilidad, se requieren esfuerzos adicionales como mejorar la conexión del barrio con las estaciones del cable y mejorar el nivel de servicio de los buses que conectan con el resto de la ciudad, especialmente con los centros de desarrollo y empleo.

Los resultados del ejercicio de expectativas, sugieren que la reducción del tiempo de viaje es el atributo que genera mayor expectativa en los habitantes de la zona de influencia de TransMiCable y el proyecto logra cumplir esta expectativa, así como con la comodidad y seguridad. Además, se encontró que las expectativas de las personas varían de acuerdo con características socioeconómicas, principalmente con su ocupación. El uso del cable es el factor que explica en mayor medida estas diferencias. El estudio de expectativas y percepciones provee información respecto a las percepciones de los ciudadanos frente inversiones de transporte público en contextos de alta vulnerabilidad social en América Latina. Los resultados son relevantes para el desarrollo de procesos de planificación integrados, y para el diseño, priorización y operación de sistemas de transporte público que solucionen las necesidades y requerimientos de los potenciales usuarios.

¹ Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-021-10260-x>

3.2 USO DEL TIEMPO

La evidencia muestra que el análisis de los ahorros en tiempo de viaje resulta adecuado para proyectos que benefician a grupos amplios de población en comparación a aquellos que sirven a los grupos excluidos y desfavorecidos (Martens & di Ciommo, 2017). El ahorro de tiempo de viaje podría emplearse en actividades más placenteras, como ocio o descanso, mejorando el bienestar. El objetivo de esta investigación es entender el impacto de una intervención de transporte en el uso del tiempo, por medio de la estimación de modelos discreto-continuos (Bhat, 2005).

3.2.1 Métodos

La base de datos incluye 391 personas que reportaron diarios de actividades. El seguimiento incluyó 191 personas. El procesamiento de los datos se ejecutó en seis etapas: digitalización, normalización de la información, corrección, eliminación, clasificación de actividades y consolidación de la base de datos. En primer lugar, se digitalizaron los diarios y se consolidaron en una sola tabla de cada actividad reportada, especificando el número de identificadores tanto del individuo como del diario de actividades. En segundo lugar, se analizó la información para normalizar las actividades notificadas usando una la categorización menos específica. La tercera etapa consistió en corregir la información en las que los individuos reportaban de forma errónea la hora de inicio o finalización, considerando el diario reportado para el día. El error más común encontrado durante esta etapa consistió en no reportar la hora en formato militar, es decir, 24 horas. Tras el proceso, se realizó una revisión de los datos para eliminar la información incompleta e incoherente, como la falta de información sobre la duración o el descriptor de la actividad. La digitalización, normalización, corrección y eliminación de los datos fueron tareas que se realizaron en meses.

En la quinta etapa, se clasificaron las actividades teniendo en cuenta lo reportado por cada individuo y las categorías que previamente han sido usadas en la literatura. El proceso de clasificación requirió que durante la normalización se identificaran los tipos de actividades reportados. Finalmente se clasificaron las actividades en 9 categorías, siguiendo la literatura de categorización de actividades con respecto al propósito (Bhat & Misra, 1999) y la ubicación (Calastri et al., 2017). Las actividades se denominaron trabajo, estudio, estar en casa, viajar, ocio, diligencias (acceder a servicios médicos, bancarios o de compra de víveres), ejercicio, llevar o recoger cosas/personas, y otros. Se incluyó la última categoría para completar las 24 horas que debían reportar los diarios de actividades. Esta última categoría también se usó para clasificar las actividades que no entrasen en las demás categorías previamente definidas. Se realizó esta categorización específica dada la heterogeneidad en las respuestas obtenidas por parte de los encuestados. Esta categorización de actividades (Tabla 6) se usó para modelar el uso del tiempo considerando las actividades del hogar como línea base para entender la asignación del tiempo.

Tabla 6. Frecuencia de actividades categorizadas

	Línea base		Seguimiento	
Observaciones	489		543	
Actividad	Veces elegida	Duración media(h)	Veces elegida	Duración media(h)
Dejar/llevar a alguien	17	1.24	49	1.02
Diligencias	189	2.44	203	2.17
Ejercicio	118	2.37	32	1.93
Ocio	104	1.95	89	3.24
Estudio	10	3.21	19	2.88
Viaje	319	2.39	448	2.45
Trabajo	168	6.24	194	7.24
Estar en casa	301	15.58	310	15.41

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los datos se exportaron a una tabla en la que cada fila es un diario de actividad con su identificador y cada columna representaba la categoría de actividad considerada. Para analizar el uso del tiempo antes y después del proyecto, la base de datos se limitó a considerar exclusivamente a los encuestados que participaron en ambas etapas. Tras el procesamiento de los datos, la muestra final utilizada para este estudio consideró 489 observaciones durante la línea de base y 627 durante el seguimiento. Las observaciones fueron reportadas por 112 individuos que proporcionaron información válida en ambas etapas de sus diarios de actividades. La muestra utilizada en este análisis es equilibrada (Tillé, 2011) lo que puede suponer limitaciones para su descripción, pero es suficiente para la modelización econométrica (Bhaduri et al., 2020). La Tabla 7 presenta las características sociodemográficas de la muestra, incluyendo las proporciones de género y edad.

Tabla 7. Descripción de la muestra para el análisis de usos del tiempo

Factor sociodemográfico	Rangos	Frecuencia de la muestra	Proporción de la muestra	Proporción en el censo
Sexo	Masculino	35	31%	49,5%
	Femenino	77	69%	50,5%
Edad	18 - 26	13	12%	NA
	27 - 59	69	62%	NA
	>= 60	30	27%	NA

Fuente: Elaboración propia.

Para analizar el uso del tiempo, se estimaron modelos múltiples discreto-continuo de valor extremo (MDCEV) considerando las actividades categorizadas (Bhat, 2005). Estos modelos permiten capturar la multiplicidad de alternativas simultáneamente, cuando las alternativas no se sustituyen entre sí perfectamente (Calastri et al., 2017). Además, el modelo permite analizar las elecciones desde las decisiones discretas y de consumo continuo.

Este modelo se basa en la teoría de maximización de la utilidad aleatoria y tiene una forma de utilidad aditiva. Su característica específica de utilidad permite captar el consumo de un bien sin que ninguno de los otros se vea afectado y, por tanto, garantiza una disminución

marginal (Calastri et al., 2017). Esta disminución marginal es inversamente proporcional al consumo de una de las alternativas posibles. Este efecto se traduce en un comportamiento de saciedad ante la alternativa seleccionada (Bhat, 2008). La forma matemática de la utilidad se presenta en la Ecuación (3) donde se supone una proporción de utilidad observada independiente y utilidades marginales positivas.

$$U(x) = \sum_{k=1}^K \frac{\gamma_k}{\alpha_k} \psi_k \left(\left(\frac{x_k}{\gamma_k} + 1 \right)^{\alpha_k} - 1 \right) \quad (3)$$

Donde, ψ_k es la línea base de la utilidad marginal, γ_k es el parámetro de traslación de la saciedad y α_k es el parámetro inverso de saciedad. $U(x)$ es una función cuasi-cóncava, creciente y continuamente diferenciable para calcular la utilidad de consumir x_k veces el bien k . ψ_k se define como la línea de base de la utilidad marginal en el punto de consumo cero del bien k . Una mayor utilidad de la línea de base, está relacionada con la probabilidad de elegir una actividad. γ_k y α_k son parámetros que afectan la saciedad de consumir el bien k y deben estimarse por separado, lo que dificulta la estimación del modelo en general. En la literatura se encontró que generalmente se usan perfiles específicos donde se define cuál de los parámetros de saciedad se estimará. La saciedad está relacionada con el consumo continuo del bien k , donde en la medida que la saciedad aumenta el consumo del bien también.

Para este estudio se estimaron dos modelos múltiples discreto-continuo de valor extremo (MDCEV) para representar el uso del tiempo considerando las actividades categorizadas (Bhat, 2005, 2008). El primer modelo corresponde a la línea base, mientras que el segundo representa el escenario seis meses después de la implementación del proyecto. En la estimación de los modelos, se incluyó la influencia de variables sociodemográficas por medio de variaciones sistemáticas en los componentes discreto y continuo del modelo.

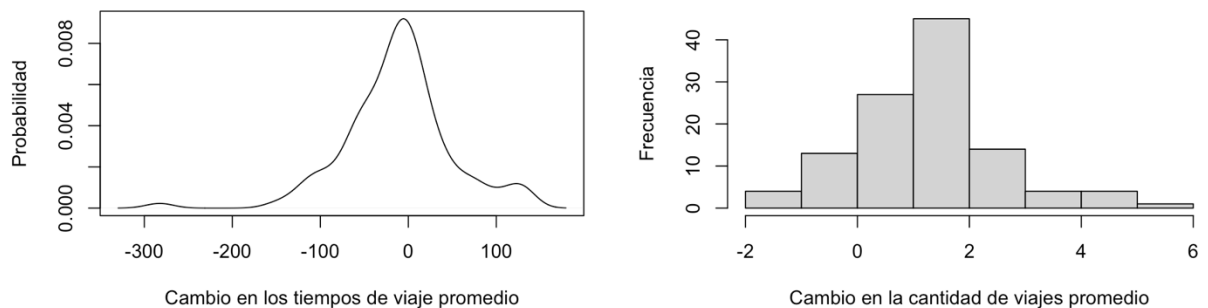
Las variables sociodemográficas se consideraron en el componente discreto del modelo, afectando la utilidad marginal base ψ_k de cada alternativa por medio de variables que representaban el sexo, el rango de edad, el uso regular del cable y el cambio en la actividad principal. Los rangos de edad se definieron considerando diferentes grupos: joven (18 a 26 años), adulto (27 a 59 años) y adulto mayor (60 o más). Los usuarios regulares del cable fueron aquellos que reportaron un uso frecuente, definido como una variable indicativa donde 1 indica el uso regular del teleférico y 0 indica otros modos para viajes regulares. Los cambios en la actividad principal se consideraron también mediante una variable indicativa (1: cambio de actividad, 0: otro caso). Tras considerar la influencia de las variables sociodemográficas sobre cada una de las alternativas se realizó un proceso exploratorio para utilizar exclusivamente las interacciones estadísticamente significativas en la estimación final del modelo.

Al igual que en el componente discreto, las variables sociodemográficas se consideraron dentro del componente continuo, utilizando el mismo proceso exploratorio. Las variables sociodemográficas influyen en el componente continuo del modelo al afectar a los parámetros de traslación γ_k considerando $\gamma_k = \exp(\gamma_{bk} + \lambda_k w_k)$, donde, γ_{bk} es el parámetro base y w_k representa el vector de características sociodemográficas. Tras la estimación del modelo, las variables sociodemográficas que resultaron afectar de forma estadísticamente significativa son el rango de edad, el sexo y el cambio en la actividad principal. Estos efectos se consideraron, así como las variables ficticias que afectan a los componentes continuos del modelo.

3.2.2 Resultados

Un análisis descriptivo del tiempo de viaje permitió identificar una disminución en el tiempo promedio de viaje, además de un aumento en la frecuencia de los viajes, tal como se observa en la Figura 9. Con la modelación de la muestra, se identificó en qué se usa el tiempo de viaje que se está ahorrando debido al proyecto. Esto se logró por medio de un análisis general orientado a identificar en que elige usar el tiempo la población objetivo y la duración que se le destina a cada actividad una vez ha sido elegida.

Figura 9. Cambios en los viajes diarios promedio



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 8, los resultados del componente discreto muestran que el proyecto impactó la probabilidad de realizar las actividades descritas. El proyecto aumentó la probabilidad para los individuos de la muestra de dedicar tiempo a trabajar, estudiar, llevar o recoger y viajar. Por el contrario, el ejercicio físico, las diligencias y las actividades de ocio muestran una reducción en la probabilidad de ser realizadas.

Tabla 8. Resultados del componente discreto

	Línea base		Seguimiento	
	Estimado	Rob T-stad	Estimado	Rob T-stad
δ Estar en casa	0	Fijo	0	Fijo
δ Estar en casa – Usuario regular del teleférico	-	-	-1.01	-2.66
δ Diligencias	-0.67	-3.82	-0.44	-2.5
δ Diligencias – Usuario regular del teleférico	-	-	-1.09	-2.39
δ Ejercicio	-0.88	-3.12	-1.74	-5.37
δ Ejercicio – Adulto	-	-	-1.76	-3.36
δ Ejercicio – Joven adulto	-	-	-2.64	-2.49
δ Ejercicio – Mujer	-0.63	-2.03	-	-
δ Educación	-3.88	-7.2	-4.47	-9.7
δ Educación – Joven adulto	-	-	2.94	4.53
δ Llevar o recoger	-3.34	-9.63	-2.3	-8.69
δ Ocio	-1.38	-7.38	-1.54	-6.85
δ Ocio – Usuarios regulares del teleférico	-	-	-0,6	-1.4
δ Trabajo	-0.48	-1.77	-1.98	-3.76
δ Trabajo – Adulto	-	-	1.96	3.45
δ Trabajo – Joven adulto	-	-	1.54	2.3
δ Trabajo – Mujer	-0.57	-1.75	-0.81	-2.1
δ Trabajo – Cambio en actividad principal	-	-	0.66	1.85
δ Viajar	0.34	6.08	0.99	5.61
δ Otro	-0.7	-3.1	-0.25	-1.08
σ	0	Fijo	0	Fijo

Fuente: Elaboración propia.

Antes de que el cable estuviese en operación, las mujeres presentaban menor probabilidad de involucrarse en actividades de trabajo y ejercicio que los hombres. Las diferencias de sexo se redujeron una vez el cable entró en funcionamiento. Actualmente, las mujeres tienen mayor probabilidad de involucrarse en actividades de trabajo, ejercicio y ocio. Por otro lado, el uso regular del cable influyó en la probabilidad de realizar las actividades categorizadas. Con el cable en operación, los usuarios regulares aumentaron la probabilidad de realizar actividades de trabajo remunerado, estudio y ocio respecto a los demás individuos de la muestra. Además, este grupo específico muestra una menor probabilidad de involucrarse en actividades de ejercicio en comparación a la situación sin proyecto.

Al comparar los resultados de los parámetros de traslación en ambos modelos, línea base y seguimiento, se encontraron variaciones en la duración de las actividades. Como se muestra en la Tabla 9, los parámetros de traslación base sugieren un aumento de la saciedad en relación con las actividades estar en casa, diligencias, trabajo, ejercicio y ocio, lo que representa una mayor duración de estas actividades cuando son elegidas. En contraste, se encontró una reducción en su duración para las actividades de viajar, estudiar y llevar o recoger.

Tabla 9. Resultados del componente continuo

	Línea base		Seguimiento	
	Estimado	Rob T-stad	Estimado	Rob T-stad
α base	0	Fijo	0	Fijo
γ Estar en casa	5.476	6.153	7.503	4.55
γ Diligencias	0.581	4.698	0.264	6.256
γ Diligencias – Adulto	-0.199	-1.484	-	-
γ Diligencias – Joven adulto	-0.43	-2.75	-	-
γ Ejercicio	0.848	6.315	0.638	4.593
γ Ejercicio – Adulto	-0.465	-2.906		
γ Educación	0.334	104.818	1.998	5.384
γ Educación – Mujer	-	-	-1.606	-3.655
γ Educación – Adulto	2.829	62.303	-	-
γ Educación – Joven adulto	0.757	29.28	-	-
γ Llevar o recoger	0.327	3.035	0.149	3.253
γ Ocio	0.569	3.857	0.524	4.539
γ Ocio – Mujer	-0.29	-1.832	-	-
γ Ocio – cambio en actividad principal	-	-	0.621	1.986
γ Trabajo	1.558	4.284	1.48	3.185
γ Trabajo – Mujer	-	-	1.083	1.717
γ Viajar	0.178	4.405	0.113	4.943
γ Viajar – cambio en la actividad principal	-	-	0.046	1.474
γ Viajar – Adulto	0.085	1.752	-	-
γ Otro	71.499	0.94	8.423	4.282

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos, las brechas de género relacionadas con el tiempo que se le dedica a las actividades se eliminaron tras la implementación del proyecto. Durante la línea base, las mujeres dedicaban menos tiempo a las actividades de ocio que los hombres. Actualmente, ambos géneros dedican la misma cantidad de tiempo a actividades de ocio. Luego de la implementación del proyecto las mujeres dedican más tiempo a trabajar que los hombres. En cambio, antes del proyecto trabajaban la misma cantidad de tiempo. Aunque el tiempo dedicado a los estudios ha aumentado para ambos géneros, las mujeres pasan ahora menos tiempo estudiando que los hombres.

3.2.3 Conclusiones

Este análisis fue de gran importancia para comprender y comparar el uso del tiempo antes y después de la implementación del proyecto. Además, al considerar las variaciones sociodemográficas sobre los componentes discretos y continuos del modelo, se pudo identificar el comportamiento específico de determinados grupos. Los resultados muestran que, tras la implementación del proyecto, las mujeres dedican más tiempo a estudiar y trabajar, así como a ejercitarse y a actividades de ocio. El cable y su renovación urbana tuvieron una influencia positiva en la comunidad, ya que se cerraron las brechas de género

en el uso del tiempo de los residentes de la zona. Por otra parte, los usuarios regulares del cable participaron en mayor medida de actividades como trabajo, estudio y ocio que los no usuarios.

A partir de los resultados, se identificó que TransMiCable permitió mejorar la conexión de los residentes de la zona con la ciudad. Los individuos de la población objetivo del proyecto reportaron que ahora viajan con mayor frecuencia, aunque por un menor tiempo. Además, los residentes ahora se dedican más a actividades productivas como trabajo y estudio. El ahorro de tiempo de viaje permitió dedicar más tiempo a actividades que contribuyen al bienestar pasando más tiempo de ocio y ejercicio. La transformación urbana y el cable proporcionaron un mayor acceso a los servicios de salud, bancarios y la compra de víveres, ya que ahora dedican más tiempo a estas actividades de diligencias que antes. Los residentes realizan ahora más actividades que implican desplazamientos como llevar o recoger personas o cosas.

Este estudio tiene limitaciones relacionadas con el tamaño de la muestra, la toma de datos y el tiempo que se consideró para los datos de seguimiento. No se consiguió que el tamaño de la muestra fuera estadísticamente representativa debido a la dificultad para recoger los datos de los diarios de actividades. Esto podría solucionarse proporcionando a los encuestados una tecnología fácil de usar, lo que facilitaría el proceso de reporte. Otra opción para obtener una muestra representativa es ofrecer incentivos monetarios a los encuestados por cada diario de actividades completado. La metodología utilizada para recoger los diarios de actividades orientó las respuestas a informar principalmente de las actividades que requieren viajar, por lo que los individuos declararon en menor medida las actividades en el hogar. Además, dado que se considera un seguimiento de seis meses después de la ejecución del proyecto, es posible que los efectos del proyecto puedan variar a largo plazo.

3.3 ACTIVIDAD FÍSICA



La evidencia sugiere que intervenciones urbanas como los parques están asociadas con incrementos en la actividad física durante el tiempo libre (Ferdinand et al., 2012; Sarmiento et al., 2020) las intervenciones en transporte público pueden contribuir a incrementar la actividad física en el dominio de transporte (Hirsch et al., 2018). Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han realizado en Europa y Norte América. La evidencia acerca de la relación entre las intervenciones de transporte público y la actividad física es limitada en Latinoamérica.

Este experimento natural ofrece una oportunidad única para evaluar el efecto del TransMiCable sobre comportamientos saludables como la actividad física en comunidades en situación de vulnerabilidad. En esta sección se presenta un análisis del impacto que tuvo la implementación de este cable aéreo y la transformación urbana en el Parque Illimani en los niveles de actividad física. Además, se analizan los cambios que surgieron durante la crisis generada por la pandemia de COVID-19. Estos resultados tienen el potencial de guiar políticas integrales a nivel local y regional que promuevan oportunidades para el mantenimiento de los niveles de transporte activo y aumentar la actividad física durante el tiempo de ocio.

3.3.1 Objetivos

Se busca evaluar el impacto de la implementación del TransMiCable en los niveles de actividad física entre los adultos residentes en la zona de influencia en Ciudad Bolívar y describir el cambio en la ocupación y los niveles de actividad física en el parque Illimani después de su renovación en el contexto de la intervención.

3.3.2 Métodos

La actividad física se midió a nivel individual entre los adultos del estudio y también a nivel contextual en el parque Illimani, el cual fue renovado en el contexto de la implementación del TransMiCable. Esto permitió realizar un análisis de los efectos que tuvo este proyecto de transporte y transformación urbana integral sobre la actividad física en distintas escalas y diferentes poblaciones.

Actividad física a nivel individual

La actividad física a nivel individual se midió a través de dos métodos: el formato largo del cuestionario Internacional de Actividad física (IPAQ-L) y la acelerometría. Ambas metodologías se aplicaron en todas las mediciones del estudio, es decir, durante T0, T1 y T2.

Cuestionario IPAQ-Formato largo

A todos los adultos incluidos en el estudio se les aplicó el IPAQ-L dentro de la encuesta de hogares. El IPAQ-L incluye los dominios de actividad física durante el transporte y el tiempo libre y ha sido validado en Colombia a través de acelerometría (Hallal et al., 2010). A partir de los datos de IPAQ-L, se creó una variable binaria para indicar si las recomendaciones de actividad física de la Organización Mundial de la Salud (OMS) fueron cumplidas (sí o no) en cada uno de los dominios. Se consideró que los participantes cumplían las recomendaciones de la OMS si realizaban al menos 15-300 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada, al menos 75-100 minutos de actividad física de intensidad intensa o una combinación equivalente de actividad física moderada-vigorosa por semana.

Acelerometría

La actividad física también se midió de manera objetiva en una submuestra de adultos con acelerómetros AntiGraph wGT3X-BT, GT3X o GT3X+. Específicamente, los acelerómetros se colocaron en la cintura sobre la línea axilar media derecha de los participantes y se les pidió utilizarlos durante las horas de vigilia por al menos siete días consecutivos. Los acelerómetros se inicializaron para recopilar datos en 60 epochs. Para la validación del tiempo de uso del acelerómetro se utilizó el software R y se requirieron mínimo tres días entre semana y un día de fin de semana con al menos 8 horas de tiempo de uso de cada día para considerar válidos los datos recopilados. Se utilizaron los puntos de corte de Freedson para adultos para clasificar los datos de actividad física según su intensidad (Salvo et al., 2017).

Análisis estadístico

En primer lugar, se calcularon estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, frecuencia absoluta y relativa) para los desenlaces de actividad física a nivel individual. En segundo lugar, se compararon los cambios en los niveles de actividad física en cada medición (T0, T1 y T2) utilizando pruebas Mann-Whitney o Chi cuadrado dependiendo de

la naturaleza y distribución de la variable. Estos análisis se realizaron en el software R y STATA V17.

Actividad física en el parque Illimani

Se utilizó la metodología SOPARC (en inglés, System for Observing Play and Recreation in Communities) para las mediciones en los parques. Este método se basa en observaciones sistemáticas realizadas de izquierda a derecha con un contador mecánico para registrar la actividad física y los datos de ocupación de las áreas seleccionadas del parque (áreas objetivo). Esta herramienta se ha utilizado en América Latina y es confiable, válida y fácil de usar para cuantificar el uso de parques y la actividad física basada en parques (McKenzie et al., 2006).

El parque Illimani se dividió en zonas y áreas objetivo que incluían canchas, campos, pistas para caminar/correr, áreas de ejercicio, áreas de juego y áreas abiertas. Se creó un mapa para cada zona del parque, delineando áreas objetivo que fueron evaluadas y codificadas según el tipo de área, la presencia de estructuras para la práctica de actividad física (líneas, porterías de fútbol, etc.) y el tipo de superficie (césped, concreto, etc.). En el área de intervención, el parque Illimani tuvo 7 zonas subdivididas en 43 áreas objetivo (Figura 10).

Figura 10. Zonas del parque Illimani evaluadas en el estudio



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se realizaron observaciones de las áreas objetivo durante siete días (entre semana y fines de semana) por la mañana (9:00 a 12:00 h) y por la tarde (13:00 a 16:00 h). Estas observaciones se realizaron en septiembre y octubre de 2018 (T0, antes de la renovación del parque), 2019 (T1, durante la construcción del parque), 2020 (T2, durante la pandemia por COVID-19) y 2021 (T3, durante la reapertura). Los datos registrados en cada observación fueron el número de personas observadas en el área según el sexo

(femenino o masculino), grupo de edad (niño 0-12 años, adolescente 13-20 años, adulto 21-59 años o adulto mayor ≥ 60 años) y el nivel de actividad física. La actividad física se definió como sedentaria (acostado, sentado o de pie), moderada (p. ej., caminar despacio) y vigorosa (p. ej., caminar rápido, correr, clases de aeróbicos, bailar, jugar fútbol). Además, las siguientes condiciones de las áreas objetivo se evaluaron y calificaron como sí/no a través de las observaciones: accesibles, equipadas, supervisadas, con actividades organizadas, vacías.

Los datos fueron recolectados por dos observadores capacitados independientes bajo la supervisión de dos coordinadores de campo. Los observadores fueron capacitados por investigadores expertos en el uso de SOPARC, incluyendo componentes teóricos y prácticos. El componente teórico fue impartido por el experto durante un taller de 3 horas durante el cual los observadores se familiarizaron con el método SOPARC (definiciones operativas, notación de instrumentos, convenciones de codificación y categorización de los niveles de actividad física y grupos de edad por género). Además, también se dieron instrucciones para registrarse y completar el formulario SOPARC utilizando un contador mecánico. Los materiales de capacitación de SOPARC, disponibles en el sitio web de Active Living Research, se utilizaron para capacitar a los observadores. El componente práctico se realizó durante aproximadamente 12 horas en cada una de las mediciones comparando resultados entre observadores y recibiendo retroalimentación de los coordinadores. Para simular las condiciones reales de las observaciones y obtener un acuerdo mínimo para iniciar la recolección de datos, se seleccionaron 6 áreas objetivo (un sendero para caminar/correr, un área abierta, dos áreas de ejercicio y dos canchas para deportes) de un parque que no fue incluido en el estudio.

La calidad de la infraestructura del parque Illimani se evaluó con el instrumento *Physical Activity Resource Assessment* (PARA). Este instrumento califica las condiciones de los parques en seis dominios: (1) características de las áreas para la práctica de la actividad física (campos y canchas para deportes, áreas para hacer ejercicio, senderos para caminar, correr, patinar, patinaje, piscinas, áreas de juego); (2) comodidades (baños, bancos, vestuarios, iluminación, botes de basura, mesas de picnic); (3) Incivildades (limpieza, estética, seguridad, desechos de mascotas, basura, vidrios rotos, grafitis/etiquetado, vandalismo, pasto sin podar, basura); (4) Servicios (restaurantes, bibliotecas, material de actividad física, clases de actividad física); (5) Accesibilidad (parada de taxis y autobuses, aparcamiento, aparcamientos para bicicletas y carriles de bicicleta), y (6) Seguridad. Las características y servicios de los parques se clasificaron en cuatro categorías: "no presente" (código: 0), "pobre" (código: 1), "mediocre" (código: 2) y "bueno" (código: 3). Las incomodidades se clasificaron como "no presente" (código: 3), "poca presencia" (código: 2), "presencia media" (código: 1) o "muy presente" (código: 0). Los servicios y la accesibilidad se clasificaron como "ausencia" (código: 0) y "presencia" (código: 1). La puntuación de calidad se calculó como la suma de los elementos descritos anteriormente.

Análisis estadístico

Para describir las características de los parques y usuarios durante cada una de las mediciones, se utilizaron estadísticas descriptivas (distribución de frecuencias absolutas y relativas, media, desviación estándar y rango). Primero, se describieron las características de los parques y áreas objetivo (cantidad, tamaño y condiciones), así como el puntaje de calidad de los parques en cada una de las mediciones. Segundo, se describieron las características del usuario (sexo, grupo de edad y niveles de actividad física) utilizando la suma de los recuentos totales de usuarios en todas las observaciones de todas las áreas objetivo. Finalmente, se utilizaron pruebas Chi-cuadrado para examinar las diferencias en la ocupación y en la actividad física en cada una de las mediciones en el parque Illimani. Los análisis se realizaron con el software STATA V.17.

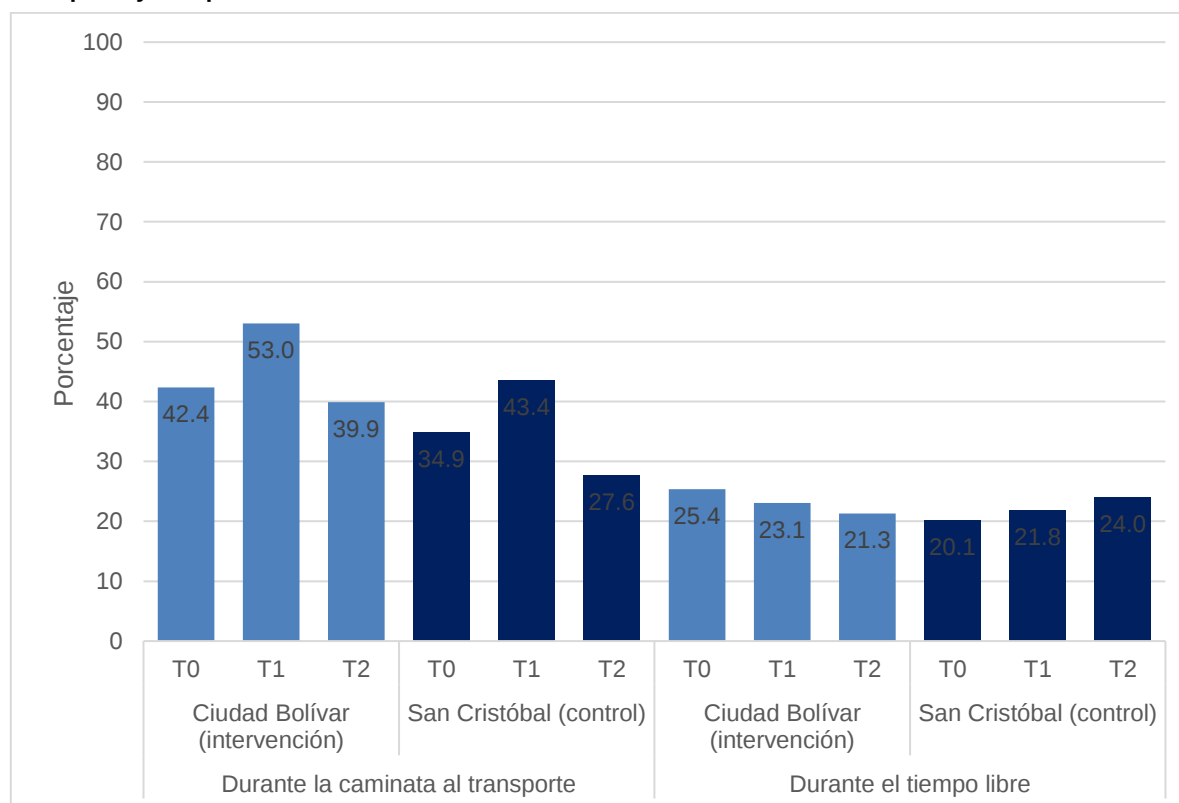
3.3.3 Resultados

Resultados a nivel individual

En Figura 11 se muestra el porcentaje de la población adulta del estudio que reportó cumplir con las recomendaciones de actividad física de la OMS en los dominios de transporte y tiempo libre. En el área de intervención, se encontró que antes de la inauguración de TransMiCable (T0), 42.4% de los adultos reportaron cumplir con las recomendaciones de actividad física sólo durante la caminata al transporte y 53.0% después de la implementación (T1) (incremento de 9.6 puntos porcentuales). En el área de control se observó un cambio similar en el cumplimiento de recomendaciones de actividad física durante el transporte desde T0 a T1. Sin embargo, durante la pandemia por COVID-19 (T2), tanto en el área de intervención como en el área de control se encontró una disminución de la caminata al transporte reportada con respecto a T1 (disminución de 13.1 puntos porcentuales en Ciudad Bolívar y 15.8 puntos porcentuales en San Cristóbal).

Por otro lado, sólo alrededor de un cuarto de los adultos en el área de intervención y un quinto en el área de control cumplían con las recomendaciones de actividad física de la Organización Mundial de la Salud durante el tiempo libre antes de la implementación de TransMiCable (T0). Estos niveles de actividad física se mantuvieron sin cambios significativos durante T1 y T2 (Figura 11).

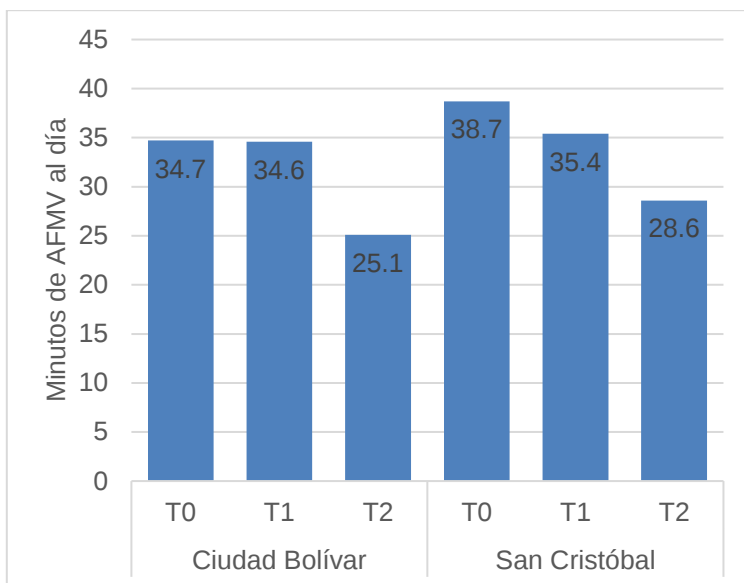
Figura 11. Cumplimiento de recomendaciones de actividad física de la OMS durante los dominios de transporte y tiempo libre



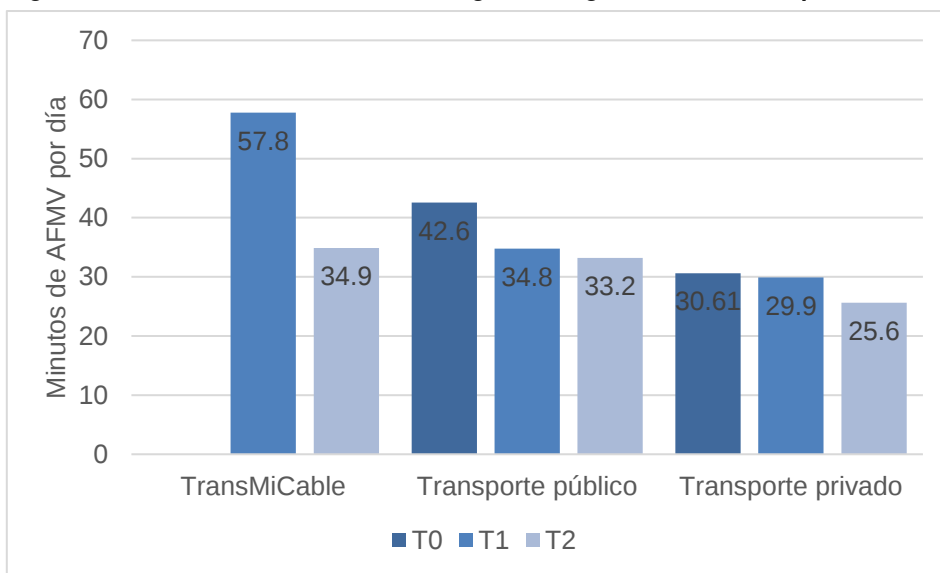
Fuente: Elaboración propia.

En los datos recolectados por medio de acelerometría se encontró que los adultos en el área de intervención realizaban alrededor de 34 minutos al día de actividad física de intensidad moderada a vigorosa antes (T0) y después (T1) de la implementación del TransMiCable. En el área de control tampoco se encontraron cambios en los niveles de actividad física moderada a vigorosa desde T0 hasta T1. Durante la crisis generada por la pandemia de COVID-19 (T2), se evidenció una disminución en los niveles de actividad física moderada a vigorosa tanto en el área de intervención (de 34.6 minutos diarios en T1 a 25.1 minutos diarios en T2) como en el área de control (de 35.4 minutos diarios en T1 a 28.6 minutos diarios en T2) de similar magnitud (Figura 12).

También es importante resaltar que, entre los participantes del área de intervención, los nuevos usuarios de TransMiCable y los usuarios de transporte público tenían un nivel más alto actividad física moderada a vigorosa al día en comparación con los usuarios de transporte privado en las tres mediciones del estudio (Figura 13).

Figura 12. Niveles de actividad física moderada a vigorosa en el área de tratamiento y control

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Actividad física moderada a vigorosa según modo de transporte en Ciudad Bolívar

Fuente: Elaboración propia.

Resultados a nivel del parque Illimani

En la Tabla 10 se presentan las características y condiciones del parque Illimani en cada una de las mediciones. En general, durante T0 y T1 se evaluaron 22 áreas objetivo en el parque Illimani con un área total de 16,000 m². Para las mediciones T2 y T3, se evaluaron en total 43 áreas objetivo dado que el parque fue ampliado durante su renovación a 35,650

m². Las áreas objetivo estaban conformadas principalmente zonas de deporte y zonas de juegos infantiles. A excepción de la medición T1, cuando el parque aún estaba en construcción, durante las demás mediciones, las áreas objetivo eran en su mayoría accesibles, utilizables y equipadas. Sin embargo, sólo alrededor del 18% estaban supervisadas en T0 y T1 y sólo el 2% estaban supervisadas en T2 (durante la pandemia por COVID-19). Por otro lado, se observa que en T0 el puntaje de calidad del parque Illimani era de 10, se mantuvo similar durante T1, luego se triplicó durante T2 hasta 33 puntos y disminuyó durante T3 a 26 puntos.

Tabla 10. Características y condiciones de las áreas objetivo del parque Illimani de Ciudad Bolívar (2018-2021)

Variable	T0 (2018)	T1 (2019)	T2 (2020)	T3 (2021)
Área del parque (m²)	16,000	16,000	35,650	35,650
Características de las áreas objetivo				
Número	22	22	43	43
Tamaño promedio (m ²) ± SD	284.7± 419	284.7± 419	189.4±311	189.4±311
Tamaño mínimo-máximo (m2)	2.3 - 1127.4	2.3 - 1127.4	1.6-1127.4	1.6-1127.4
Tipo de área (%)				
Área de deporte	22.7	22.7	20.9	20.9
Área de juegos infantiles	54.5	54.5	48.8	48.8
Área abierta	13.6	13.6	7.0	7.0
Pista para caminar/correr	4.5	4.5	4.7	4.7
Área de ejercicios de fuerza / estiramiento	4.5	4.5	18.6	18.6
Condiciones (%)				
Accesible	81.5	13.3	97.0	97.3
Utilizable	99.7	31.8	99.9	97.6
Equipado	52.9	100.0	69.3	67.9
Supervisado	18.2	19.8	2.6	42.3
Organizado	9.7	11.4	0.0	5.6
Vacío	37.0	78.6	52.6	0.1
Puntaje de calidad del parque				
Características de las áreas para actividad física	8	5	20	18
Comodidades	9	13	13	13
Incivildades	12	11	0	10
Servicios	2	3	0	3
Accesibilidad	3	2	0	1
Seguridad	0	0	0	1
Puntaje total (características+comodidades-incivildades+accesibilidad+seguridad)	10	12	33	26

En la Tabla 11 se presentan las características sociodemográficas y los niveles de actividad física observados entre los usuarios del parque Illimani. Durante las cuatro mediciones se observaron en total 4,670 personas usando el parque. En general, en todas las mediciones los hombres y los niños y adolescentes fueron los principales usuarios del parque.

Tabla 11. Características sociodemográficas y niveles de actividad física de los usuarios del parque Illimani

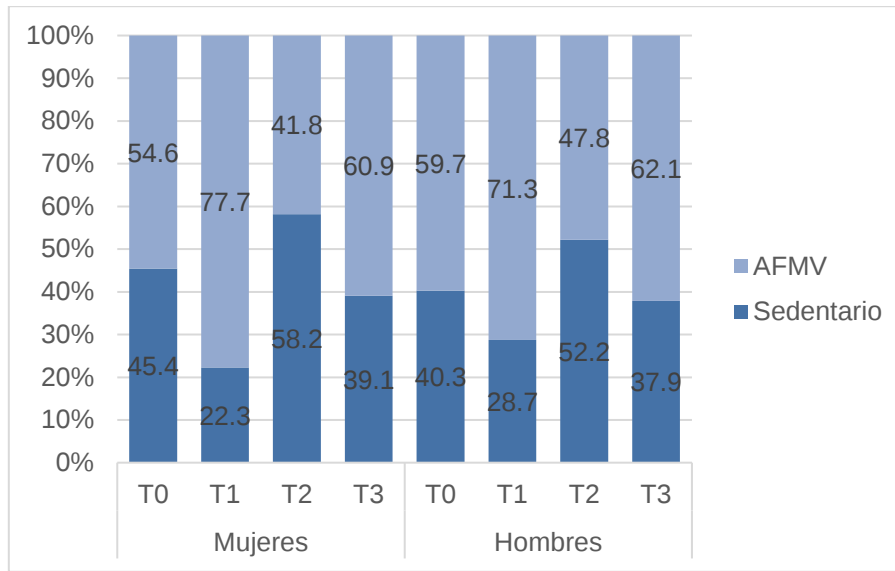
Variable	T0 (2018)		T1 (2019)		T2 (2020)		T3 (2021)		Cambio T0 a T1	Cambio T0 a T2	Cambio T0 vs. T3
	N	%	N	%	N	%	N	%	p*	p*	p*
Usuarios	1035		869		1567		1199		-	-	-
Sexo											
Mujer	377	36.4	190	21.9	705	45.0	427	35.6	<0.001	<0.001	0.690
Hombre	658	63.6	679	78.1	862	55.0	772	64.4			
Grupo etario											
Niños	529	51.1	450	51.8	753	48.1	586	48.9	0.770	0.127	0.292
Adolescentes	199	19.2	192	22.1	206	13.1	220	18.3	0.123	<0.001	0.596
Adultos	286	27.6	211	24.3	557	35.5	382	31.9	0.097	<0.001	0.030
Adultos mayores	21	2.0	16	1.8	51	3.3	11	0.9	0.768	0.062	0.028
Niveles de actividad física											
Total											
Sedentario	403	42.2	228	27.2	826	55.0	427	38.3	<0.001	<0.001	0.074
AFMV	552	57.8	609	72.8	676	45.0	687	61.7			
Mujeres											
Sedentario	162	45.4	43	22.3	404	58.2	159	39.1	<0.001	<0.001	0.078
AFMV	195	54.6	150	77.7	290	41.8	248	60.9			
Hombres											
Sedentario	241	40.3	185	28.7	422	52.2	268	37.9	<0.001	<0.001	0.377
AFMV	357	59.7	459	71.3	386	47.8	439	62.1			

AFMV: actividad física moderada o vigorosa

*Prueba Chi²

En la Tabla 11 y la Figura 14 se presentan los niveles de actividad física observados en las mediciones realizadas en el parque. En general, se encontró que desde T0 (antes de la renovación del parque) hasta T1 (durante la renovación), la actividad física moderada a vigorosa observada entre los usuarios del parque aumentó 23.1 puntos porcentuales entre las mujeres y 11.6 puntos porcentuales entre los hombres.

Durante la crisis por la pandemia de COVID19 (T2), los niveles de actividad física observados disminuyeron entre los usuarios del parque Illimani. Luego, durante la reactivación económica en el año 2021 (T3), se observó que aumentaron los niveles de actividad física a un valor similar al de T0 (Figura 14).

Figura 14. Actividad física observada en el parque Illimaní

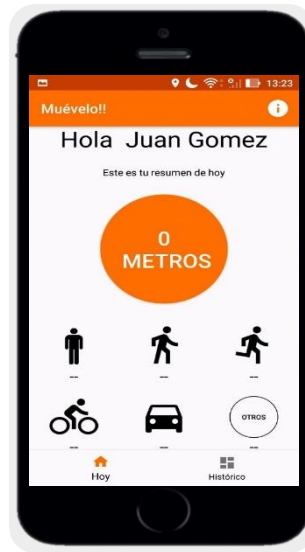
Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Conclusiones

Los resultados sugieren que una intervención en transporte público integral tiene el potencial de mantener altos niveles de cumplimiento de recomendaciones de actividad física durante el dominio de transporte en una comunidad autoconstruida y de bajos ingresos. Esto puede deberse a que en estas comunidades la decisión de transportarse caminando no es una opción sino una necesidad debido a la limitada accesibilidad al transporte y las inequidades socioeconómicas (Rivas & Serebrisky, 2021). Además, los resultados evidencian que una transformación integral en parques públicos ofrece una gran oportunidad de generar espacios para la recreación y la actividad física, especialmente para niños y adolescentes. Por otro lado, durante la crisis generada por la pandemia por COVID-19, se evidenció una disminución en los niveles de actividad física tanto en las mediciones a nivel individual como en las mediciones en el parque Illimaní, probablemente debido a los cambios en las restricciones y medidas de aislamiento obligatorio implementadas por el gobierno nacional y local.

Estos resultados resaltan el llamado urgente a los planificadores urbanos y tomadores de decisión sobre la importancia de priorizar el diseño e implementación de intervenciones urbanas integrales con el potencial de mantener altos niveles de transporte activo mientras promueven espacios para la actividad física en el tiempo libre. Para lograrlo, es necesario que estas intervenciones tengan en cuenta desde el diseño y la implementación las voces de la comunidad y los posibles efectos de la intervención sobre los determinantes de la salud y los comportamientos saludables. Además, es necesario priorizar programas de actividad física, mantenimiento y supervisión en los parques para seguir potenciando un incremento en los niveles de actividad física.

3.4 APLICACIÓN MUÉVELO



Los cuestionarios se han utilizado ampliamente como fuente de información para medir la actividad física. Sin embargo, estos pueden subestimar el tiempo sedentario y sobreestimar la actividad física moderada a vigorosa (Ahmad et al., 2018; Ogonowska-Slodownik et al., 2021; Prince et al., 2020). Para medirla de forma más objetiva, estudios recientes han usado acelerómetros, en combinación con GPS, diarios de viaje o aplicaciones móviles que capturan la localización GPS (Maddison & Ni Mhurchu, 2009). En comunidades vulnerables (como la población de estudio de este proyecto) el uso de aparatos externos con GPS puede reducir el porcentaje de participantes que aceptan su uso, debido a las percepciones negativas de seguridad, reduciendo el tamaño de la muestra. Por otro lado, el desarrollo de aplicaciones móviles que capturan ubicaciones ha mejorado la detección objetiva de dominios de actividad, las cuales se han utilizado en diferentes estudios de actividad física. Es por esto que se decidió desarrollar la aplicación móvil Muévelo para entender los patrones de movimiento y el uso de dominios de actividad en el estudio.

3.4.1 Objetivos

Desarrollar una aplicación móvil para evaluar la actividad física en actividades de movilidad y dominios de actividad. Con esta aplicación se podrán medir y describir los patrones de movilidad de los participantes para los datos de seguimiento del proyecto en términos de descripciones de trayectorias y actividad física. También será posible detectar la actividad física dentro de diferentes dominios de los participantes para los datos de seguimiento del proyecto.

3.4.2 Métodos

Considerando los desafíos de usar dispositivos externos en poblaciones vulnerables, se desarrolló la aplicación Muévelo. Ésta fue desarrollada con el lenguaje de programación Kotlin para dispositivos móviles Android, con un lenguaje de código abierto (open-source)

y, permitiendo un soporte completo bajo los servicios Android y Google. La aplicación utiliza un algoritmo de búsqueda adaptativa de ubicación GPS (Bolbol et al., 2012) en los servicios de recopilación de datos para reducir el consumo de batería. Este algoritmo aumenta el tiempo de la búsqueda GPS cuando la ubicación tiene una variación de menos de 10 m entre búsquedas. El uso del algoritmo reduce el uso de la batería del celular sin interferir con la recolección de datos.

Para la detección de actividades de movimiento, descritas como tipo de movimiento que realizaba el participante y los diferentes dominios de actividad, se utilizó la API Activity Recognition (AR) (Google developers, s. f.) desarrollada por Google INC. La API AR detecta "caminar", "correr", "en bicicleta", "vehículo motorizado" y "estático" como tipos de movimiento. Todas las ubicaciones se guardan localmente en la memoria del teléfono celular y solo se cargan en el servidor cuando hay una conexión WiFi disponible. Cada ubicación tiene la hora, latitud, longitud y tipo de movimiento.

La recopilación y preparación de datos consta de varios pasos. En primer lugar, los datos recopilados con la aplicación Muévelo se almacenan en servidores privados. En segundo lugar, después de recopilar los datos durante 15 días, se descargan los registros de los participantes y se limpian los datos recolectados y se transforman en formato "Storytelling", agrupando por actividad y día. Al mismo tiempo, los datos de acelerometría se recopilan durante 7 días y se almacenan en un servidor fuera de línea. En tercer lugar, se unen los datos de la aplicación con los datos de acelerometría a través de marcas de tiempo inicial y final, donde se registra un conteo de minutos por intensidad de actividad física. En cuarto lugar, se detectan viajes con el uso de tipos de movimiento y triangulación GPS. Los datos de GPS también se combinan con archivos de forma de los principales dominios de actividad de los lugares de la ciudad, como parques, paradas de transporte, instalaciones de salud, centros educativos y hogares.

Muévelo se instaló en los teléfonos celulares de 470 participantes del estudio en T1 y en 447 participantes en T2. Para cada participante, se revisaron los datos de acelerometría y se armonizaron aquellos válidos. Los datos armonizados se usaron para evaluar el uso de dominios de actividad física y actividad física durante movimientos (en trayectos de viaje). Los dominios de actividad física se detectaron utilizando ShapeFiles para parques, paradas de SITP y TransMilenio, centros de salud y hogares de los participantes.

Se evaluó la actividad física y la distribución del tiempo diario en los tres dominios principales de actividad: "Ocio", "Transporte" y "Hogar". Para "Ocio", utilizando todos los registros detectados en parques, centros de salud y centros educativos. Para "Hogar", se utilizaron todos los registros detectados en la ubicación del hogar de cada participante, según la encuesta. Para "Transporte", se utilizaron todos los registros detectados en una parada de transporte, así como las actividades de movimiento clasificadas como "caminar", "correr" o "bicicleta".

Para cada dominio de actividad, se estimó la cantidad de veces por día de detección de cada dominio de actividad, el tiempo por día en cada dominio de actividad, los minutos totales de actividad física de moderada a vigorosa por día y el porcentaje de minutos sobre el total. tiempo dedicado por día por dominio. Adicionalmente, se evaluaron los patrones de movilidad diarios y las trayectorias de desplazamiento de los participantes. Los principales indicadores de patrones de movilidad son el número de viajes por día, el tiempo de viaje por día y por viaje, la distancia recorrida por día y por viaje, la actividad física total en los desplazamientos por día y por viaje, y el porcentaje de minutos de cada intensidad de actividad física sobre todo el tiempo de viaje por día y por viaje. Se compararon las diferencias en los principales indicadores del dominio de actividad con pruebas t, considerando el sexo.

3.4.3 Resultados

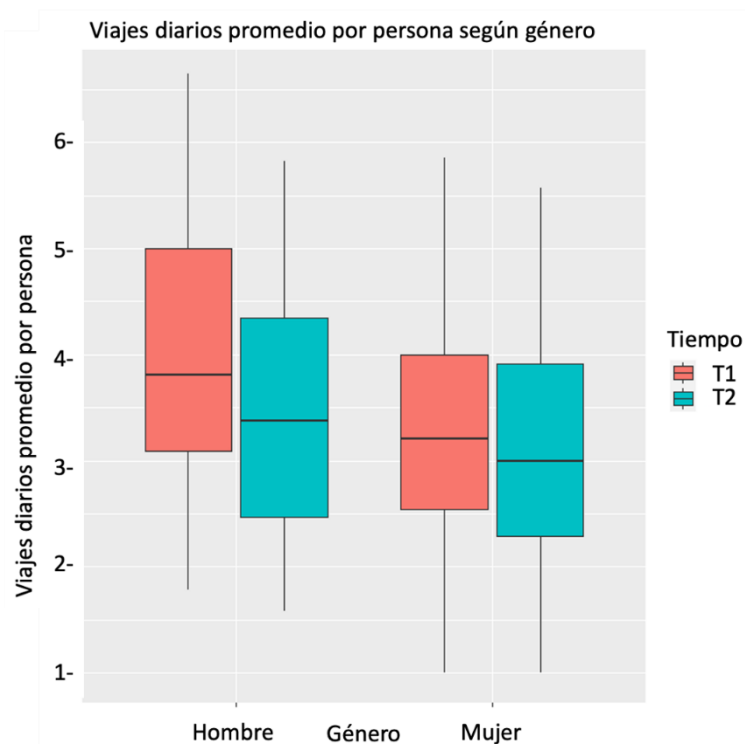
De los 470 participantes en T1 y 447 en T2, 211 y 113, respectivamente, tuvieron información válida de Muévelo y acelerometría. La **Tabla 12** describe los indicadores principales de viaje y actividad física en transporte para los participantes que tienen acelerometría y Muévelo, así como los indicadores principales de uso de dominios de actividad.

En términos de características de viaje, los participantes en T1 y T2 no tuvieron diferencias estadísticas en el número de viajes promedio por día, tiempo de viaje y distancia promedio de viaje. Aun así, se encontró una diferencia estadística entre la actividad física realizada durante el transporte en T1 contra T2, sugiriendo que en T2 los viajes se realizaron principalmente en transporte activo.

Cuando se analizó el número promedio de viajes por día con respecto al sexo, se encontró que, aunque las mujeres hacen 20% menos viajes que los hombres, no existe diferencia estadística entre las dos medias. La Figura 15 muestra la dispersión del número de viajes promedio por día para hombres y mujeres en las dos tomas de datos.

En términos de dominios de actividad física, entre T1 y T2 se detectó una disminución de 300 minutos en promedio por día en el dominio de hogar. Aun así, este sigue siendo el dominio con mayor incidencia en los dos tiempos y con mayor número de minutos de AFMV con un promedio de 19,8 minutos para T1 y 14,5 para T2. Adicionalmente, en el enlace <https://tesis-muevelo.herokuapp.com> se encuentra una herramienta de visualización de los datos más relevantes recolectados por la aplicación Muévelo para el proyecto.

Figura 15. Distribución de número de viajes promedio por día



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Estadísticas principales de viajes para participantes con acelerometría y Muévelo

	Ciudad Bolívar (N = 118)				San Cristóbal (N=206)			
	T1 (N = 70)		T2 (N = 48)		T1 (N = 141)		T2 (N = 65)	
	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E
Número promedio de viajes por día	3,5	(1,2)	3,3	(1,3)	3,7	(1,3)	3,1	(1,2)
Tiempo promedio de viaje (min)	26,3	(10,9)	27,1	(18,4)	27,5	(11,7)	26,9	(15,1)
Distancia promedio de viaje (metros)	3578,8	(2583,7)	3658,3	(6599,5)	3395,1	(2888,9)	3429,1	(4415,2)
AFMV promedio por viaje (min)	5,3	(5,99)	4,3	(9,03)	4,5	(4,68)	3,8	(4,44)
Tiempo de dominio hogar por día (minutos)	974,9	(1820,5)	557,1	(726,8)	783,5	(1463,1)	447,7	(691,5)
Tiempo de dominio ocio por día (minutos)	11,1	(34,2)	5,6	(17,4)	8,9	(27,5)	6,8	(21,1)
Tiempo de dominio transporte por día (minutos)	21,2	(61,6)	73,4	(322,8)	25,7	(74,6)	88,9	(340,6)

Fuente: Elaboración propia.

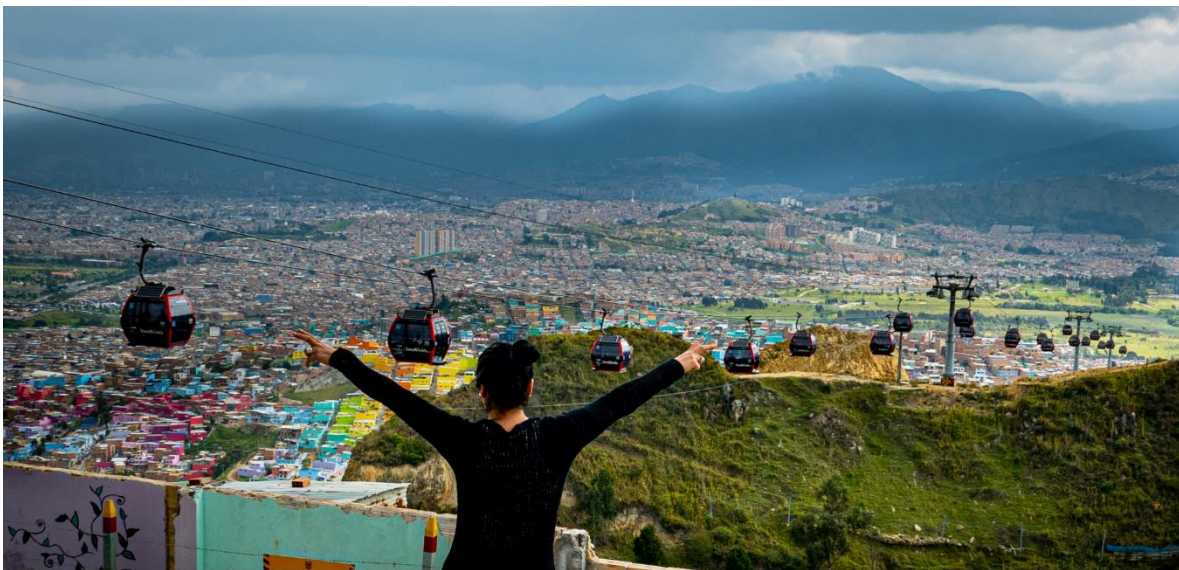
3.4.4 Conclusiones

El uso de una aplicación móvil para recopilar información GPS en estudios de experimentos naturales, aumenta la tasa de participantes que aceptan el uso de dispositivos en el estudio y los usan correctamente y la cantidad de datos recopilados. Cuando estas aplicaciones móviles se utilizan al mismo tiempo que los acelerómetros, se pueden evaluar los lugares de actividad (AP), los patrones de movilidad y las mediciones de trayectorias de desplazamiento.

La aplicación Muévelo se diseñó teniendo en cuenta las necesidades de los investigadores y los requerimientos de los participantes. El uso de la búsqueda GPS adaptativa, la compatibilidad con una amplia gama de versiones de Android, el uso de WiFi para cargar datos y el tamaño de archivo pequeño crearon una nueva aplicación móvil que se puede usar en varios experimentos naturales. A medida que la aplicación móvil recopila información sin procesar, las bases de datos se pueden transformar para evaluar diferentes medidas, como patrones de movilidad específicos, trayectorias de transporte, tiempo dedicado a los diferentes tipos de movimiento, número de viajes por día y AP, entre otros.

La segunda toma de datos mostró un cambio en el uso de los dominios de actividad, en donde se redujo el tiempo en el hogar y en ocio, y se aumentó el tiempo en el dominio de transporte. Este aumento puede deberse a que alrededor de los paraderos de transporte público se genera actividad económica al aire libre. Así mismo, el T2 se aumentó la actividad física realizada durante el viaje, lo cual está relacionado con un aumento en el uso de modos de transporte activo.

3.5 CALIDAD DE VIDA



La calidad de vida relacionada a la salud es una categoría analítica utilizada por diferentes disciplinas para entender cómo los individuos valoran su bienestar (Hidalgo & Huizenga,

2013; The Gondola Project, 2020). La calidad de vida aborda diferentes aspectos de su bienestar físico, psicológico, social y recientemente ecológico (Harper & Orley, 1996; Hidalgo & Huizenga, 2013; Liu, 1975) con el fin último de proporcionar información a los tomadores de decisión y replantear los debates públicos en torno a la salud urbana y las condiciones de vida (The Gondola Project, 2020).

La calidad de vida se ha vinculado teórica y empíricamente con las transformaciones urbanas y de transporte, concretamente en los asentamientos autoconstruidos (Lee & Sener, 2016). Esto se ha evidenciado en investigaciones realizadas en Alemania y Chile, donde se demuestra que las transformaciones urbanas pueden mejorar la calidad de vida de forma directa o indirecta (Banzhaf et al., 2018; Kindler et al., 2018). La investigación y la práctica recientes en materia de transporte con orientación social reconocen que, además de proporcionar infraestructuras y servicios adecuados, es esencial evaluar las funciones sociales del transporte. En esta línea, las medidas de satisfacción con la vida y calidad de vida han cobrado relevancia para que las políticas públicas las utilicen como indicadores de progreso. Dado que la satisfacción con la vida se reconoce como un objetivo político en sí mismo (Diener et al., 2015), cada vez es más necesario centrarse en comprender las experiencias de bienestar de la movilidad (De Vos et al., 2013) y en los estudios de transformaciones urbanas. El objetivo final de la política social de transporte debe ser la mejora del bienestar de la población, donde la planificación urbana y el medio ambiente contribuyen a la satisfacción con la vida y la calidad de vida (Panagopoulos et al., 2016).

Si bien las innovaciones en materia de transporte en los asentamientos urbanos del Sur Global han sido destacadas como un progreso positivo en la literatura de planificación urbana y de transporte, dichas intervenciones no han sido evaluadas en cuanto a sus efectos sobre la calidad de vida. La investigación en este ámbito es limitada en el contexto de países en desarrollo, con limitados estudios que asocian las definiciones de bienestar y calidad de vida con el transporte (Anand et al., 2005; Chatterjee et al., 2019; Reardon et al., 2019), y una investigación aún más escasa que examina los vínculos entre el transporte y el bienestar en las comunidades socialmente desfavorecidas (Oviedo & Sabogal, 2020). Adicionalmente, los estudios acerca de los cables aéreos, que evalúan los cambios en la calidad de vida son limitados (Milan & Creutzig, 2017). Por lo tanto, es necesario comprender las implicaciones de las percepciones y las medidas objetivas sobre la calidad de vida debido a los nuevos proyectos de transporte público especialmente en América Latina y Colombia.

3.5.1 Objetivos

Evaluar el efecto de la implementación del sistema TransMiCable en los niveles de calidad de vida en la zona de influencia, encontrando los lazos de asociación entre satisfacción con la vida y movilidad, percepción del barrio y capital social.

3.5.2 Métodos

La calidad de vida se midió utilizando el instrumento breve de la Organización Mundial de la Salud (WHOQOL) (Harper & Orley, 1996) en individuos de los grupos de intervención y de control. El WHOQOL es un instrumento de 26 ítems que consta de cuatro dominios: salud física (7 ítems), salud psicológica (6 ítems), relaciones sociales (3 ítems) y salud ambiental (8 ítems). Este instrumento también contiene ítems de calidad de vida y salud general. Cada ítem individual del WHOQOL se puntúa de 1 a 5 en una escala de respuesta, que se estipula como una escala ordinal de cinco puntos. Las puntuaciones se transforman linealmente en una escala de 0 a 100 (Harper & Orley, 1996; Skevington & Tucker, 1999). El dominio de la salud física incluye ítems sobre movilidad, actividades diarias, capacidad funcional, energía, dolor y sueño. Las medidas del dominio psicológico incluyen la imagen de sí mismo, los pensamientos negativos, las actitudes positivas, la autoestima, la mentalidad, la capacidad de aprendizaje, la concentración y la memoria, la religión y el estado mental. El dominio de las relaciones sociales contiene preguntas sobre las relaciones personales, el apoyo social y la vida sexual. El dominio de salud ambiental abarca cuestiones relacionadas con los recursos financieros, la seguridad, los servicios sanitarios y sociales, el entorno físico en el que se vive, las oportunidades de adquirir nuevas habilidades y conocimientos, el ocio, el entorno general (ruido, contaminación atmosférica, etc.) y el transporte. El WHOQOL ha sido utilizado previamente en las Américas (Harper & Orley, 1996) y ha sido validado en la población colombiana (Cardona-Arias et al., 2015). Se recolectó una medición de referencia (T0) en adultos de febrero a noviembre de 2018, antes de la implementación de TransMiCable, y se recolectó una medición de seguimiento (T1) en adultos después de la apertura de TransMiCable, de julio de 2019 a marzo de 2020.

Para evaluar el efecto de la implementación del TransMiCable sobre la calidad de vida, inicialmente se calculó el cambio entre T0, T1 y T2 de los promedios del puntaje de los dominios del WHOQOL para el grupo de intervención y para el grupo de control. Posteriormente se evaluó la diferencia entre los cambios de los puntajes de calidad comparando los cambios en el puntaje WHOQOL del grupo de intervención frente a los cambios en el puntaje WHOQOL del grupo de control. Para esta última comparación se ajustaron modelos de regresión logística multinivel con intersecciones aleatorias para el individuo, ajustados por la edad, el sexo, la ocupación, el estado civil, la educación, y la distancia al transporte. Los modelos incluyeron los efectos principales de tiempo (T0/T1) y localidad (intervención/control), así como una interacción de tiempo por localidad. Todos los análisis se realizaron con el software STATA V.17 y RStudio. Se consideró un $\alpha = 0.05$ para determinar la significación estadística.

Finalmente, se tomaron como variables independientes variables de percepción, sociodemográficas e información de viajes. Para evaluar la asociación entre satisfacción con la vida y movilidad, percepción del barrio y capital social se realizó un análisis factorial confirmatorio y un modelo de ecuaciones estructurales.

3.5.3 Resultados

La calidad de vida mostró un aumento en T1 respecto a T0 para el grupo de la intervención en los dominios de calidad de vida general, salud general, salud psicológica, relaciones sociales, y salud ambiental. Este aumento fue mayor en el grupo de intervención para todos los dominios excepto para la salud física y las relaciones sociales, los cuales presentaron mayor aumento en el grupo de control (Tabla 13).

La calidad de vida relacionada con la salud de las mujeres aumentó después de la implementación de TransMiCable. Sin embargo, disminuyó durante la pandemia por COVID-19. El puntaje antes de la implementación de TransMiCable y durante la pandemia son similares. En los hombres de Ciudad Bolívar no se presentó un cambio en el puntaje de calidad de vida relacionada con la salud.

Al estratificar los puntajes y cambios de WHOQOL por sexo, se identificó que el aumento de la calidad de vida y salud generales de las mujeres del grupo de intervención fue estadísticamente significativo mientras que en las mujeres del grupo de control no lo fue. En cuanto a los hombres, en ninguno de los grupos de intervención o control presentaron un cambio estadísticamente significativo en su salud global, mientras que las mujeres sí (Tabla 13).

Tabla 13. Puntuaciones de calidad de vida durante T0, T1 y T2

	Tratamiento (n=694)			Control (n=725)		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Dominios HRQoL	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)
HRQoL general	54.43 (24.53)	61.23 (25.05)	56.81 (25.89)	55.03 (20.70)	57.87 (23.90)	57.51 (24.52)
Salud general	55.33 (25.66)	59.51 (26.75)	57.24 (26.23)	56.17 (23.71)	56.83 (26.63)	57.17 (25.72)
Salud física	66.63 (17.33)	65.73 (17.76)	61.25 (17.25)	64.74 (14.46)	67.38 (16.62)	65.29 (17.48)
Salud psicológica	65.12 (16.89)	70.26 (16.87)	63.00 (17.04)	63.02 (13.56)	67.08 (14.85)	64.75 (15.83)
Relaciones sociales	57.20 (20.54)	57.31 (20.54)	51.87 (19.89)	53.63 (15.92)	57.55 (16.42)	52.73 (17.28)
Salud ambiental	51.88 (14.17)	56.21 (14.92)	50.78 (13.02)	51.32 (11.61)	55.28 (12.06)	54.13 (12.82)
Mujeres						
HRQoL general	52.66 (24.33)	60.40 (24.82)	55.17 (25.78)	54.03 (19.81)	55.58 (22.47)	55.64 (24.21)
Salud general	50.76 (24.21)	56.26 (26.84)	54.03 (25.96)	53.26 (23.91)	52.43 (25.56)	53.31 (24.69)
Salud física	64.02 (16.98)	63.41 (17.56)	58.91 (16.34)	62.42 (14.26)	64.34 (16.38)	62.62 (17.23)
Salud psicológica	62.26 (16.61)	68.47 (16.94)	61.23 (16.40)	61.16 (13.33)	64.49 (14.09)	62.17 (15.42)
Relaciones sociales	55.19 (20.51)	55.46 (21.06)	50.87 (19.79)	52.35 (15.81)	55.23 (15.26)	50.51 (16.01)
Salud ambiental	50.71 (13.83)	55.02 (14.32)	49.59 (12.51)	50.08 (11.58)	53.67 (11.40)	52.71 (12.46)
Hombres						

HRQoL	57.87	62.87	60.00	56.68	61.54	60.62
general	(24.61)	(25.46)	(25.86)	(22.04)	(25.72)	(24.75)
Salud	64.25	65.85	63.51	60.98	64.10	63.55
general	(26.13)	(25.45)	(25.65)	(24.31)	(26.82)	(26.16)
Salud física	71.73	70.26	65.82	68.58	72.42	69.71
	(16.89)	(17.32)	(18.07)	(14.00)	(15.78)	(17.03)
Salud	70.71	73.75	66.47	66.10	71.36	69.02
psicológica	(16.05)	(16.21)	(17.76)	(13.41)	(15.11)	(15.60)
Relaciones	61.13	60.92	53.83	55.74	61.38	56.41
sociales	(20.09)	(18.99)	(19.98)	(15.92)	(17.56)	(18.68)
Salud	54.16	58.51	53.11	53.40	57.93	56.47
ambiental	(14.58)	(15.81)	(13.71)	(11.38)	(12.65)	(13.09)

Abreviaciones: HRQoL: Calidad de vida relacionada a la salud; DE: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

Al contrastar los cambios identificados en el grupo de tratamiento frente al grupo de control, se identificó que estos cambios fueron mayores, es decir que presentaron un mayor aumento para el grupo de intervención para los dominios de calidad de vida general, salud general en las mujeres y salud psicológica en las mujeres (Tabla 14). En contraste, presentaron un mayor aumento en el grupo de control que en el de intervención para los dominios de salud física en los hombres y relaciones sociales en los hombres (Tabla 14).

Tabla 14. Resultados del modelo de regresión lineal multinivel sobre el cambio en los puntajes de calidad de vida entre el grupo de intervención y control, ajustados por covariables

	Modelo 1: Cambio T0-T1		Modelo 2: Cambio T0-T2		Modelo 3: Cambio T1-T2	
Dominios HRQoL	Coef.	valor-p	Coef.	valor-p	Coef.	valor-p
HRQoL general	3.95	0.008	-0.14	0.926	-4.09	0.007
Salud general	3.57	0.015	0.95	0.520	-2.62	0.079
Salud física	-3.55	<0.001	-5.90	<0.001	-2.09	0.001
Salud psicológica	1.10	0.222	-3.85	<0.001	-4.95	<0.001
Relaciones sociales	-3.80	0.001	-4.39	<0.001	-0.60	0.608
Salud ambiental	0.35	0.652	-3.92	<0.001	-4.27	<0.001
Mujeres						
HRQoL general	6.09	0.001	0.85	0.647	-5.24	0.005
Salud general	6.40	0.001	3.27	0.076	-3.12	0.095
Salud física	-2.54	0.029	-5.26	<0.001	-2.72	0.021
Salud psicológica	2.90	0.011	-2.05	0.079	-4.96	<0.001
Relaciones sociales	-2.58	0.078	-2.41	0.111	0.17	0.904
Salud ambiental	0.68	0.478	-3.79	<0.001	-4.47	<0.001
Hombres						
HRQoL general	0.15	0.955	-1.81	0.470	-1.96	0.440
Salud general	-1.52	0.524	-3.31	0.177	-1.79	0.468
Salud física	-5.32	<0.001	-7.05	<0.001	-1.73	0.254
Salud psicológica	-2.22	0.117	-7.15	<0.001	-4.94	0.001
Relaciones sociales	-5.86	0.002	-7.98	<0.001	-2.12	0.289
Salud Ambiental	-0.18	0.893	-4.13	0.003	-3.95	0.006

Abreviaciones: HRQoL: Calidad de vida relacionada a la salud; Coef: Coeficiente de regresión

a. Modelos de regresión lineal multinivel con interceptos aleatorios para el individuo, ajustados por la edad, el sexo, la ocupación, el estado civil, la educación, la distancia al transporte.

Fuente: Elaboración propia.

Las intervenciones de TransMiCable tuvieron cambios positivos en la satisfacción con la experiencia en el sistema del transporte y las mejoras del barrio (Tabla 15). Las mejoras en el bienestar subjetivo a través de TransMiCable se debió más a los cambios de percepción que los cambios en los indicadores de movilidad. La participación en actividades de ocio tuvo el mayor efecto en bienestar subjetivo, mientras que el tiempo de viaje y la asequibilidad tuvieron los efectos más bajos en el bienestar subjetivo. La percepción de seguridad tuvo el más alto efecto indirecto en el bienestar subjetivo. La evaluación de las transformaciones urbanas asociadas a la implementación de nuevos sistemas de transporte debe considerar las percepciones individuales adicional a las medidas objetivas, debido a que ayuda a capturar mejor los impactos reales.

Tabla 15. Efectos de las variables evaluadas sobre el bienestar subjetivo

Variable	T0		T1	
	Estimador	z	Estimador	z
Atributos objetivos relacionados con la movilidad				
Participación en actividades de ocio	0.30	13.11	0.27	10.39
Tiempo de viaje	-0.04	-3.93	-0.02	-2.84
Asequibilidad	0.00*	-0.68*	-0.01	-1.69
Atributos percibidos				
Seguridad	0.10	7.01	0.11	6.27
Infraestructura	0.05	4.98	0.04	4.08
Satisfacción con un dominio				
Satisfacción con el vecindario	0.15	5.30	0.18	5.43
Satisfacción con el transporte	0.13	4.23	0.10	3.34
Capital social				
Confianza institucional	0.03	3.79	0.03	2.95
Confianza interpersonal	0.01*	1.13*	0.03	2.94

3.5.4 Conclusiones

Los resultados muestran que las transformaciones urbanas de transporte pueden significar una mejora para la calidad de vida de los habitantes del área de influencia. Específicamente, el TransMiCable se asoció con una mejora en la calidad de vida general, en la salud general y salud psicológica de las mujeres. Durante la pandemia por COVID-19, se observó que los puntajes de calidad de vida regresaron al nivel de la medición de línea de base, pero sin ser inferiores a estos puntajes iniciales.

3.6 BIENESTAR SUBJETIVO

Un número limitado de estudios empíricos ha explorado las relaciones entre los viajes, las percepciones del entorno y la satisfacción con la vida. En las zonas de situación de vulnerabilidad surgen interesantes interrogantes sobre los determinantes de la satisfacción con la vida, definida como la percepción que tienen los individuos de su propia vida en términos afectivos y cognitivos. Este enfoque representa qué tan bien va la vida de la población: una alta satisfacción con la vida significa que las personas se sienten bien, tienen emociones agradables y están satisfechas con su vida (Diener, 2000). Las percepciones de las personas en situación de vulnerabilidad y exclusión sobre este tema podrían diferir de lo que dice la literatura actual. Comprender esto puede ayudar a informar las políticas destinadas a mejorar el bienestar individual. Sin embargo, los determinantes de la satisfacción con la vida dependen del contexto, porque las necesidades de cada comunidad varían según sus condiciones socioculturales. La satisfacción con la vida o el bienestar subjetivo (SWB por sus siglas en inglés), medido con indicadores percibidos y objetivos, se puede utilizar para la evaluación de políticas en muchos dominios, como la salud pública, los servicios sociales, las instalaciones recreativas, el medio ambiente o el transporte (Mouratidis, 2017). En el campo del transporte, Delbosc, (2012) destaca que los indicadores objetivos de los sistemas de transporte se estudian con más frecuencia que los impactos sociales y las percepciones de la infraestructura de transporte. Si bien los indicadores objetivos brindan información reveladora, las medidas de percepción y el bienestar pueden complementar la perspectiva tradicional y ayudar a los formuladores de políticas a tomar mejores decisiones (Nahmias–Biran & Shiftan, 2016).

3.6.1 Objetivos

Como complemento a la sección anterior, aquí se adapta el modelo de Campbell (1976) para investigar las influencias de las percepciones del barrio, la experiencia de viaje y la participación en actividades de ocio en el SWB. El modelo de Campbell presenta la asociación entre variables objetivas, variables de percepción y de satisfacción con el SWB. Basado en este modelo, el marco propuesto identifica tres dominios principales para comprender y explicar el SWB: medidas de movilidad, percepciones del entorno construido y capital social. Este enfoque permite complementar la evaluación tradicional de proyectos mediante la identificación de variables percibidas y observadas que explican la satisfacción con la vida. Los resultados brindan información sobre proyectos integrales de transporte público en un contexto de vulnerabilidad social que podrían extrapolarse a otras ciudades en desarrollo.

3.6.2 Métodos

Para estimar los determinantes del SWB, se tomaron como punto de partida las preguntas de la encuesta relacionadas con la definición de satisfacción con el transporte y con el vecindario, la confianza institucional e interpersonal, la infraestructura y la seguridad. Adicionalmente, se incluyeron preguntas asociadas a la movilidad como el tiempo de viaje al trabajo, la asequibilidad y la participación en actividades de ocio.

Se desarrollaron seis hipótesis (Hx) que buscan comprender la relación entre diferentes dominios del SWB en ambos grupos antes y después de implementar TransMiCable tomando como base el modelo de Campbell (Campbell et al., 1976).

- Efectos de atributos objetivos, atributos percibidos, satisfacción y capital social en el SWB:

H1: Los atributos objetivos relacionados con la movilidad, como el tiempo de viaje, la asequibilidad del viaje y la participación en actividades de ocio, influyen en el SWB.

H2: Las percepciones de seguridad e infraestructura influyen en SWB.

H3: El transporte y la satisfacción con el barrio influyen en el SWB.

H4: Los dominios del capital social influyen en el SWB.

- Efectos de las características individuales y las transformaciones urbanas sobre la satisfacción con un dominio, capital social y el SWB:

H5: Las variables de satisfacción, el capital social y el SWB varían según las características sociodemográficas.

H6: La transformación urbana de TransMiCable tuvo impacto en las variables satisfacción, capital social y el SWB.

En primer lugar, se realizó un análisis factorial confirmatorio (AFC) para confirmar la construcción de 7 variables latentes (satisfacción con la vida, satisfacción con el barrio y con el transporte, seguridad, infraestructura, confianza interpersonal y confianza institucional). Después de eso, se desarrolló un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) para identificar las asociaciones entre los atributos objetivos y percibidos. Utilizando el SEM, se identificaron los efectos directos, indirectos y totales de las variables independientes sobre la variable dependiente (SWB). Se estimaron todos los modelos con el paquete *lavaan* en R (Rossee, 2012),

Los análisis se realizaron probando las diferentes asociaciones entre las variables para encontrar el modelo que mejor representa los efectos significativos en el SWB (hipótesis H1 a H4). Los modelos se estimaron para las muestras de referencia (T0) y de seguimiento (T1) por separado. Este procedimiento permitió identificar los efectos directos, indirectos y totales de cada indicador y sus efectos en el SWB.

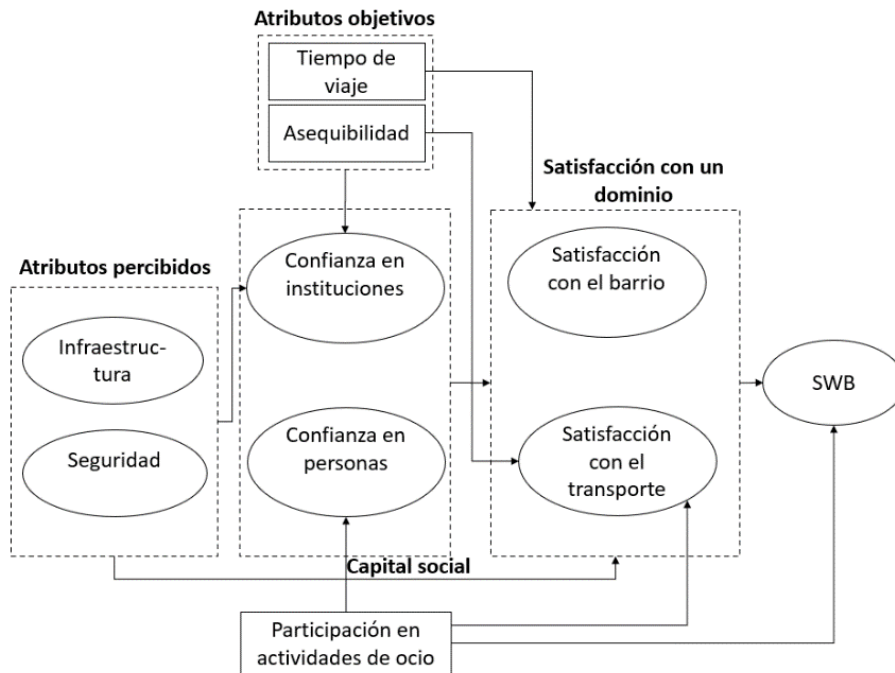
Las hipótesis H5 y H6 se probaron utilizando el enfoque *Structural Equation Multiple Cause Multiple Indicator* (SEM-MIMIC) (Allen & Farber, 2020). Se incluyeron variables categóricas para representar categorías sociodemográficas y si el individuo pertenece al grupo de tratamiento y se relacionaron con cada variable latente. Este procedimiento permite probar cómo diferentes grupos perciben los constructos latentes (Allen et al., 2018). Se contrastaron los efectos totales en T0 y T1 para identificar cómo cambian las percepciones

y los indicadores de movilidad después de la implementación de TransMiCable. El uso de atributos objetivos y percibidos brinda la oportunidad de identificar los efectos de los atributos observables en los procesos cognitivos de las personas, que no se pueden considerar sin el uso de variables latentes (Vij & Walker, 2016).

3.6.3 Resultados

Los resultados del modelo AFC confirman que las variables latentes se pueden inferir lógicamente a partir de los indicadores observados. Los índices de ajuste para los modelos de referencia (T0) y de seguimiento (T1) sugieren un buen ajuste. Después de varias iteraciones, se seleccionó el modelo SEM que permitió probar las hipótesis y presentó la mayor cantidad de parámetros significativos. Los modelos finales presentan una adecuada bondad de ajuste según los umbrales establecidos en la literatura (Schreiber et al., 2010). La Figura 16 muestra el del modelo SEM, donde los rectángulos representan las variables observadas mientras que las elipses se refieren a las variables latentes.

Figura 16. Diagrama de modelo estructural



Fuente: Elaboración propia a partir de Campbell et al. (1976).

Los resultados del SEM validan las primeras cuatro hipótesis para ambos períodos. Confirman que las variables objetivas relacionadas con la movilidad, las percepciones de seguridad e infraestructura, el transporte y la satisfacción del barrio y el capital social influyen en el SWB de las personas de bajos ingresos. La participación en actividades de ocio es la variable que mayor efecto tiene sobre el SWB de la muestra para ambos periodos. En cuanto mayor es la posibilidad de participar en actividades de ocio, mayor es el SWB de las personas de bajos ingresos. Por el contrario, un aumento en los tiempos de viaje o enfrentar más barreras de asequibilidad del transporte para realizar actividades obligatorias

se asocia con una disminución en SWB. Las variables de satisfacción median la relación entre las restantes variables del modelo (es decir, atributos objetivos relacionados con la movilidad, atributos percibidos y capital social) con SWB. Además, los resultados sugieren que cuanto mayor es la confianza institucional en las organizaciones del área, mayor es el SWB. En la misma línea, cuanto mayor es la red de apoyo social, lo que se traduce en más personas y grupos en los que el individuo puede confiar, mayor es el SWB.

Tomando como punto de partida la estructura del modelo SEM y agregando variables categóricas en cada variable latente, se utilizó el enfoque SEM-MIMIC. Las variables categóricas representan las características sociodemográficas y si el encuestado vive en el área de tratamiento. Casi todos los efectos de las características socioeconómicas en las variables latentes del modelo fueron significativamente diferentes de cero. Lo anterior sugiere que las variables de satisfacción, capital social y SWB varían entre la población. Los principales impulsores de estas variaciones son el estado civil, el nivel educativo, la ocupación, la edad, el sexo y los ingresos. Los resultados mostraron que, al comparar T1 y T0, las personas del grupo de tratamiento están más satisfechas con los servicios de transporte que las personas del grupo de control, lo que sugiere que la transformación urbana de TransMiCable aumentó la satisfacción con el transporte de la comunidad beneficiaria. La transformación urbana también parece mejorar la satisfacción del vecindario en el grupo de tratamiento. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre la satisfacción del vecindario de los encuestados del grupo tratamiento y control en T1. En cuanto al capital social, TransMiCable también tuvo un impacto positivo. Aunque la confianza institucional de los habitantes de Ciudad Bolívar siguió siendo menor, la dimensión del capital social mejoró. La confianza interpersonal mostró una mejora drástica. En T1, la confianza en las redes de apoyo social se hizo mayor en Ciudad Bolívar, ya que antes (en T0), el nivel de esta dimensión del capital social era menor para Ciudad Bolívar. Lo anterior sugiere que la transformación urbana permitió incrementar las interacciones sociales en el área de influencia del proyecto.

3.6.4 Conclusiones

El desarrollo de este análisis permitió identificar los efectos de los determinantes del SWB en zonas periféricas. De acuerdo con los resultados, la participación en actividades de ocio tuvo los efectos mayores en SWB, mientras que el tiempo de viaje y la asequibilidad tuvieron los efectos más bajos en SWB. La satisfacción con el barrio y el transporte son determinantes importantes de SWB y median el efecto del capital social. La percepción de seguridad tuvo un mayor efecto indirecto en SWB, más que la infraestructura, la confianza interpersonal y la confianza institucional. Aunque la confianza institucional tuvo efectos más bajos en SWB que las otras variables, parece ser una medida importante porque está influenciada por la infraestructura, la inseguridad, el tiempo de viaje y la asequibilidad.

A través del enfoque adoptado, se identificaron los efectos de una intervención como TransMiCable en algunas percepciones y patrones de movilidad. Se demostró que la mejora en SWB a través de la intervención de TransMiCable fue impulsada por cambios de

percepción más que por los indicadores de movilidad. Esto sugiere que incluir las percepciones en las evaluaciones de infraestructura podría ser una perspectiva importante para identificar los impactos reales más allá de los indicadores cuantitativos tradicionales. Sin embargo, cuando se utilizan las percepciones, es necesario controlar por heterogeneidad. Se considera que el marco propuesto podría aplicarse para complementar otras evaluaciones de diferentes tipos de infraestructura e intervenciones en el entorno construido dirigidas a mejorar el SWB de las personas.

Desde una perspectiva metodológica, la comparación de los cambios de efectos totales entre el grupo de tratamiento y el de control puede mostrar los efectos directos e indirectos en el SWB, por lo que puede mejorar después de una intervención como TransMiCable. Al centrar el análisis en una intervención a gran escala a nivel de barrio, es posible separar algunos de los efectos, aunque limitados dado el marco temporal, de las inversiones en infraestructura de transporte público en variables que no se consideraban previamente como resultados sociales explícitos del proyecto. La metodología ilustra el potencial significativo de los modelos SEM-MIMIC para evaluar una intervención, que es otra contribución importante de esta investigación.

3.7 CAPITAL SOCIAL

Las intervenciones en materia de transporte en América Latina están a la vanguardia de los cambios económicos, sociales y medioambientales con el potencial de mitigar la desigualdad, la exclusión social y transformar la forma urbana (Azolin et al., 2020). Es posible que, en este caso de estudio, el capital social sea un factor clave para abordar los problemas relacionados con la exclusión social (Schwanen et al., 2015). Además, las mejoras en las opciones de transporte pueden influir en el capital social y mejorar potencialmente el bienestar de las comunidades (Andriani & Christoforou, 2016).

3.7.1 Objetivos

En esta sección se busca evaluar los efectos del capital social en la disposición a usar TransMiCable, identificando los atributos de los individuos que determinan las diferencias en los niveles de capital social. Para entender el capital social en la zona, se utilizaron modelos de clases latentes.

3.7.2 Métodos

La metodología de análisis de capital social se divide en dos frentes principales. En primer lugar, el capital social es analizado como una variable de stock o puntaje, en la cual se implementan métodos de variables latentes y modelación discreta para evaluar sus determinantes y el efecto que esta tiene en la disposición a usar TransMiCable. En segundo lugar, el capital social es analizado como una variable multidimensional de diversos tipos, por lo cual se asumen que hay diferentes tipos de capital social, por lo cual un individuo puede pertenecer a distintas *clases*. Ambos análisis son complementarios y permiten evaluar el capital social de distintas perspectivas comunes en la literatura.

Disposición a usar TransMiCable

El enfoque metodológico propuesto se basa en la estimación de modelos de elección discreta en los cuales el capital social entra como una variable latente en la función de utilidad de la alternativa TransMiCable. Esta formulación es conocida en la literatura como modelación híbrida. Los modelos de elección discreta se fundamentan en la teoría de utilidad aleatoria, la cual teoriza que, en un contexto de mercado determinado, los consumidores toman las decisiones económicas que maximizan su beneficio o utilidad, sujeto a las restricciones legales, financieras y físicas que haya lugar (Ortúzar & Willumsen, 2011). Estos beneficios se asocian con el concepto teórico de utilidad percibida por el individuo i , la cual representa la atractividad de las alternativas j disponibles en una situación de elección q . La utilidad U percibida se compone de una parte medible V conocida como utilidad sistemática y un error aleatorio ε asociado con el componente de la utilidad que no es observado por el modelador (ver Ecuación (4)). En el caso que el componente de error se asuma independiente e idénticamente distribuido tipo Gumbel, se incorpore la variable latente η y esta se mida por medio de un modelo de ecuaciones estructurales tipo múltiples indicadores múltiples causas (MIMIC), la probabilidad condicionada y de escoger la alternativa dada su utilidad sistemática está dada por la integral de la Ecuación (5), la cual es calculada por medio de métodos de máxima verosimilitud simulada.

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

$$\Pr(y_{ij}|V_{ij}) = \int_{\eta_{ipj}} \Pr(y_{ij}|X_{ij}, \eta_{ipj}, \beta_{ij}, \theta_{ipj}) f(G_{ipj}|\eta_{ipj}, \gamma_{ipj}) g(\eta_{ipj}|S_{ipj}, \alpha_{ipj}) d\eta_{ipj} \quad (5)$$

De acuerdo con la metodología presentada, la utilidad sistemática que define la probabilidad de usar TransMiCable (TMC) está dada por la Ecuación (6), donde se consideran los atributos ahorros en tiempo de viaje (TT), tiempo de espera adicional (WTT), tiempo de caminata adicional (WKT), ahorros en los costos (C) y capital social (SC). El proceso de elección incluido en las preferencias declaradas incluye la alternativa TransMiCable versus el modo típico usado antes de que éste se encontrara disponible, por lo que la utilidad sistemática de este último se normalizó en cero. De esta manera, la estructura del modelo híbrido según esta formulación se presenta en la Figura 17, el cual se calibró a partir de los datos de la encuesta a hogares y preferencias declaradas de transporte recolectadas en Ciudad Bolívar durante T0.

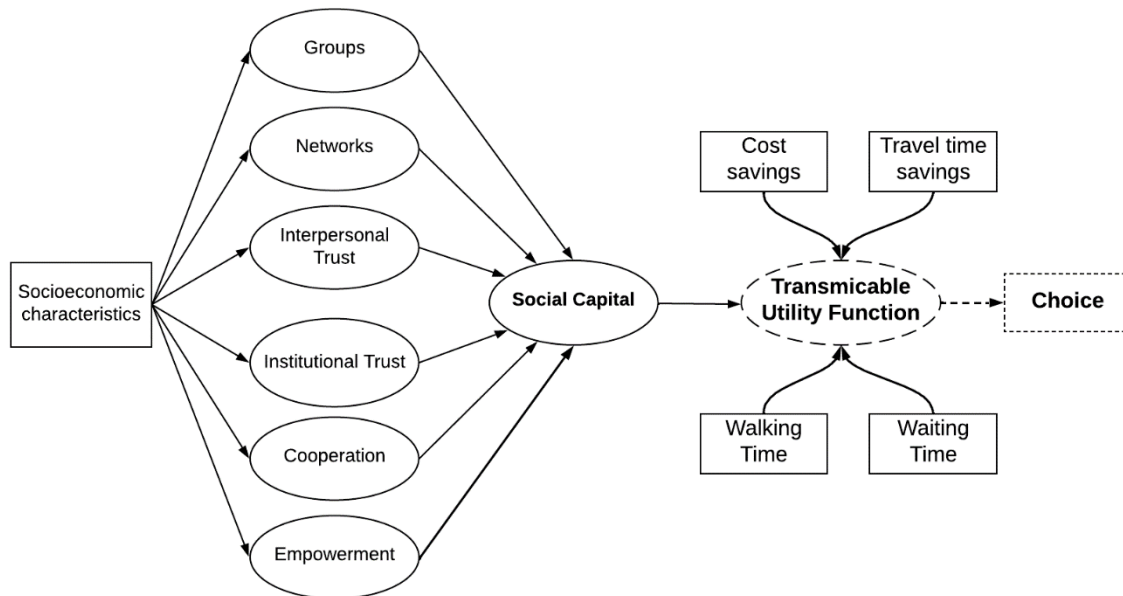
$$U_{TMC} = ASC_{TMC} + \theta_{SC} * SC + \beta_{TT} * TT + \beta_{WTT} * WTT + \beta_{WKT} * WKT + \beta_C * C \quad (6)$$

La variable latente de capital social se midió usando un modelo MIMIC a partir de seis dimensiones que miden diferentes dominios del capital social. Cada una de las dimensiones corresponde a una variable latente de primer orden, las cuales forman la variable latente de segundo orden denominada capital social. A su vez, cada una de las dimensiones mide una serie de indicadores (ecuaciones de medición) obtenidos del cuestionario general, mientras

que es explicada por características del individuo (ecuaciones estructurales). Las seis dimensiones de capital social consideradas se explican a continuación.

1. Grupos: Hace referencia a la pertenencia o asociación de grupos cívicos.
2. Redes: Mide la disponibilidad de redes y conexiones sociales que pueden ayudar al individuo en caso de un evento inesperado.
3. Confianza interpersonal: Mide la extensión de las conexiones sociales en las cuales el individuo puede recibir ayuda en caso de una emergencia.
4. Confianza institucional: Mide el nivel de confianza en el gobierno y entidades cívicas.
5. Cooperación: Hace referencia a la percepción de los encuestado hacia el nivel de cooperación para mejorar las condiciones y resolver problemas comunales.
6. Empoderamiento: Es el grado de cooperación, autonomía y movilización conjunto para lidiar con problemas y circunstancias especiales en la comunidad.

Figura 17. Estructura modelo de disposición a usar TransMiCable según capital social



Fuente: Elaboración propia.

Efecto de la implementación del TransMiCable

Las preguntas de capital social en el cuestionario se definieron con base en tres fuentes diferentes: el Banco Mundial (Grootaert et al., 2004), la encuesta CAF del Banco de Desarrollo de América Latina (Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), s. f.) y la Encuesta Multipropósito del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística

(DANE), 2017). A partir de las preguntas, se construyeron seis dimensiones: capital social estructural y relacional, confianza horizontal y vertical, y capital social de enlace por cooperación o empoderamiento.

El capital social estructural describe si un individuo es miembro de un grupo u organización que pretende realizar cambios en su comunidad. El capital social relacional se refiere al grado en que un individuo es capaz de establecer una conexión para obtener resultados sociales o económicos de sus familiares, amigos o vecinos, organizaciones sociales y entidades estatales. La confianza horizontal se refiere al grado en el que un individuo es capaz de pedir soporte social o económico a su círculo más cercano frente a una situación inesperada. La confianza vertical se refiere al grado en que los individuos manifiestan su confianza en instituciones como la iglesia, la policía y el gobierno. El capital social de enlace por cooperación se refiere a la capacidad percibida de un miembro de la comunidad para actuar colectivamente y perseguir un cambio en su entorno o sistema de transporte. El capital social de enlace por empoderamiento se refiere al grado percibido en que los gobiernos o las autoridades locales escuchan a una comunidad que persigue un cambio en su entorno o sistema de transporte.

Con estas variables, se construyeron variables latentes utilizando Análisis de Transiciones Latentes (LTA por sus siglas en inglés). Para estimar el número óptimo de clases se estimaron el Criterio de Información Bayesiano (BIC por sus siglas en inglés) y la entropía en un rango de 2 a 6 clases. Se seleccionó el número de clases que maximizara la entropía y minimizara el BIC. Este procedimiento se aplicó para la muestra en línea de base (T0) y en seguimiento (T1), teniendo como referencia la muestra completa a T1. Con esto, se obtuvieron clases para T0 y para T1. Para evaluar el efecto del cable en el Capital Social, se realizaron regresiones simples ajustadas. Se realizaron regresiones lineales para estimar el efecto en todas las transiciones entre clases.

3.7.3 Resultados

La Tabla 16 y Tabla 17 incluyen los resultados de la estimación del modelo híbrido. Se omiten los resultados de las ecuaciones de medición. Sin embargo, cabe mencionar que todos los parámetros asociados a estos fueron significativos con el 95% de confianza, con signo correcto e indicadores de bondad de ajuste adecuados.

Respecto a los determinantes del capital social en el área de influencia, se encontró que la edad, el nivel educativo y el tiempo de residencia en el barrio, son los principales atributos que capturan las diferencias en los niveles de capital social. En particular, individuos con estudios de educación superior, mayores de 41 años, mujeres y con más de 8 años en el barrio presentan mayores niveles de capital social. No se encontró una asociación determinante entre nivel de ingresos, ocupación y disponibilidad de vehículo con el capital social, lo cual se puede deber a la uniformidad de la muestra en estos aspectos (ver Tabla 16).

Por otra parte, se encontró que los individuos que habitan en las zonas altas de Ciudad Bolívar tienden a tener un mayor grado del dominio empoderamiento, aunque las condiciones económicas y de accesibilidad son menores. Esta situación se puede relacionar con el sentido de comunidad y cooperación que se desarrolló en las zonas más alejadas, en donde se encontró que la participación cívica y el liderazgo comunitario fueron primordiales para la implementación del proyecto TransMiCable.

En la Tabla 17 se encuentran los resultados del componente de elección, donde se observa que la probabilidad de usar TransMiCable disminuye con el tiempo de espera y caminata, mientras que aumenta con los ahorros en tiempos y ahorros en costos. Sin embargo, el resultado más relevante es que el parámetro de capital social es positivo y estadísticamente significativo, lo cual sugiere que los individuos con mayor capital social están más dispuestos a usar el nuevo servicio. Esto se puede explicar por el hecho que mayores niveles de capital social se asocia con un sentido de comunidad más fuerte, lo cual se puede traducir en mayor apropiación y uso de la nueva infraestructura. Visto de otra manera, el resultado sugiere que invertir en aumentar el capital social de la población también puede traer beneficios en términos de demanda y uso del cable.

Tabla 16. Resultados ecuaciones estructurales y determinantes capital social

Dominio	Atributo	Coeficiente	t-test	Pr(> t)
Grupos	Tiempo en vivienda menos a 8 años	-0.39	-4.84	<0.01
	Propietario de vivienda	0.28	4.31	<0.01
	Estudios de educación superior	0.35	4.57	<0.01
Redes	Sexo femenino	0.19	2.23	0.03
	Edad 18-28	-0.56	-5.30	<0.01
	Edad 28-41	-0.38	-3.48	<0.01
Confianza interpersonal	Sexo femenino	0.36	2.91	<0.01
	Estudios de educación superior	0.47	2.92	<0.01
	No trabaja ni estudia	-0.36	-2.92	<0.01
	Dispone de moto en el hogar	0.20	1.28	0.20
Confianza institucional	Tamaño del hogar menor a 4 habitantes	0.18	2.89	<0.01
	Edad 18-28	-0.65	-6.99	<0.01
	Edad 28-41	-0.69	-7.37	<0.01
	Edad 41-58	-0.45	-5.40	<0.01
Cooperación	Sexo femenino	0.15	1.73	0.08
	Edad 18-28	-0.29	-2.79	0.01
	Divorciado, separado o viudo	-0.15	-1.69	0.09
Empoderamiento	Sexo femenino	-0.33	-3.02	<0.01
	Edad 41-58	0.34	2.89	<0.01
	Habita en zona cercana a Portal Tunal	-0.58	-5.67	<0.01
Capital social	Grupos	12.18	2.28	0.02
	Redes	6.67	2.30	0.02
	Confianza interpersonal	2.23	1.99	0.05
	Confianza institucional	12.43	2.28	0.02
	Cooperación	7.53	2.27	0.02
	Empoderamiento	4.92	2.22	0.03

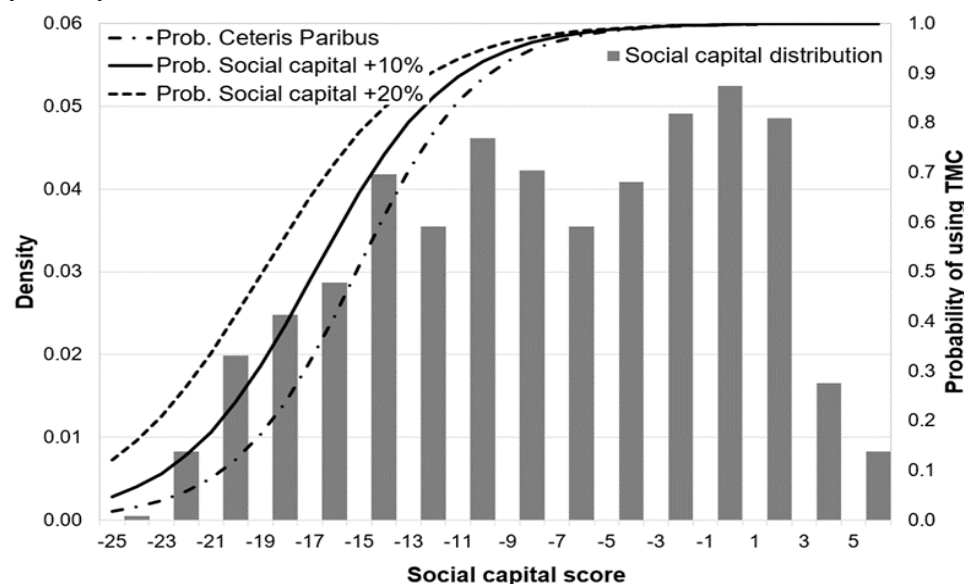
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Resultados modelo de elección y efecto de capital social en la disposición a usar TransMiCable

Parámetro	Descripción atributo	Coficiente	t-test	Pr(> t)
ASC_{TMC}	Constante TransMiCable	6.15	7.08	0.00
θ_{SC}	Capital social	0.41	2.25	0.02
β_{TT}	Ahorros tiempos de viaje	0.39	4.08	0.00
β_{WTT}	Tiempo de espera	-1.39	-3.61	0.00
β_{WTT}	Tiempo de caminata (acceso)	-0.59	-1.24	0.22
β_c	Ahorros en costos	1.03	7.66	0.00
Log-Likelihood (modelo híbrido completo)		-31,734.6		
Log-Likelihood (componente de elección)		-842.0		
Rho ² (componente de elección)		0.603		

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 18 se observa la distribución de los puntajes de capital social como variable latente y la probabilidad de usar TransMiCable en el escenario donde los tiempos y costos son iguales al modo típico (escenario *ceteribus paribus*). Aumentar el capital social en un 10% generaría un aumento en la demanda del cable de un 3.9%. Ahora bien, considerando los resultados del componente de variables latentes, la manera más fácil de aumentar el capital social consiste en la inversión en grupos y en la mejora de la confianza institucional.

Figura 18. Distribución del puntaje del capital social y probabilidad de uso de TransMiCable (*ceteribus paribus*)

Fuente: Elaboración propia.

El efecto de la implementación del TransMiCable en el capital social depende del número de clases latentes estimadas para cada constructo de capital social, las cuales oscilaron entre 2 y 6. El número de clases fue determinado por el modelo que maximizaba la entropía (91.2%) y minimizaba el BIC (81,864.7). El valor óptimo de las métricas sugirió seleccionar tres clases. La primera clase se caracteriza por una mayor tendencia a establecer conexiones personales y evitar conectarse con organizaciones gubernamentales, una

menor tendencia a participar en grupos y una menor tendencia a confiar en los vecinos, pero una mayor tendencia a confiar en la familia (capital social arraigado a la familia). Esta clase representa el 50.9% de la muestra (N = 856) en T0 y el 55.1% (N = 925) en T1. La segunda clase se caracteriza por una menor tendencia a establecer conexiones personales, una menor tendencia a participar en grupos, una menor tendencia a confiar en la familia, pero una mayor tendencia a confiar en amigos o vecinos (capital social arraigado a la comunidad). Esta clase representa el 38,8% de la muestra (N = 652) en T0 y el 34.8% (N = 585) en T1. La tercera clase se caracteriza por una mayor tendencia a establecer conexiones con entidades estatales, una alta tendencia a participar en grupos u organizaciones, una baja tendencia a confiar en la familia, los amigos o los vecinos, y una alta tendencia a confiar en el gobierno y a desconfiar de la policía (capital social arraigado a organizaciones). Esta clase representa el 10,2% de la muestra (N = 171) en T0 y el 10,0% (N = 169) en T1.

Las transiciones de T0 a T1 se realizaron mayoritariamente de las clases 3 y 2 a la clase 1. De T0 a T1, el 52.3% de los individuos que pertenecían a la primera clase permanecen en la misma y los demás pasan a la clase dos (11.2%) y a la clase tres (36.4%). En la segunda clase, sólo el 33.4% de los individuos permanecen en la misma clase y los demás pasan a la clase uno (57.4%) y a la clase tres (9.2%). Por último, el 7.6% de los individuos que fueron asignados a la tercera clase permanecen en la misma y los demás pasan a la clase uno (60,2%) y a la clase dos (32,2%).

Para estimar el efecto del TransMiCable en las transiciones entre clases, se corrieron modelos logísticos simples entre las submuestras de cada clase. Se crearon variables dicotómicas (1 o 0) para representar para una misma clase todas las transiciones a las otras clases y la misma clase (Tabla 18).

Tabla 18. Odds ratio de los estimadores del efecto del TransMiCable en las transiciones entre clase entre t0 y t1

	Capital social arraigado a la familia	Capital social arraigado a la comunidad	Capital social arraigado a organizaciones
Capital social arraigado a la familia	-0.93 [-1.22;-0.64]	1.16 [0.85;1.48]	-0.24 [-0.77;0.25]
Capital social arraigado a la comunidad	-1.32 [-1.65;-0.99]	1.59 [1.24;1.94]	-0.51 [-1.03;0.01]
Capital social arraigado a organizaciones	-0.75 [-1.39;-0.12]	1.81 [1.07;2.63]	-1.14 [-1.97;-0.38]

Entre paréntesis se encuentra el intervalo de confianza del 95%.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se muestra que la mayoría de los *odds ratios* son significativos. Entre estos resultados destaca la transición para mantener en la clase de capital social arraigado a la comunidad (1.59), donde es más probable mantenerse en esa clase en Ciudad Bolívar vs San Cristóbal. De igual manera, toda la columna asociada a esta clase muestra *odds ratio*

positivos, lo que sugiere que el TransMiCable tuvo un efecto en que las personas transiten hacia clases asociadas con mayor capital social construido desde la comunidad.

3.7.4 Conclusiones

Los resultados muestran que las transformaciones urbanas de transporte como el TransMiCable pueden significar una mejora en la construcción de capital social colectivo en las comunidades frente a capital sociales individuales/familiares u organizacionales. Específicamente, el TransMiCable se asoció con una mayor prevalencia de pertenencia a la clase de capital social arraigado a la comunidad.

Respecto al análisis de disposición a usar TransMiCable según los niveles de capital social, las principales conclusiones se pueden resumir en tres puntos. Primero, mayores niveles de capital social se asocian con una mayor disposición a usar TransMiCable. Esto soporta la hipótesis que las interacciones sociales, influencia social y percepciones pueden ayudar a entender las complejas relaciones que definen el comportamiento económico de individuos. Segundo, las diferencias en los niveles de capital social entre los individuos estudiados se explican principalmente por atributos socioeconómicos, principalmente edad, nivel educativo, propiedad de la vivienda y tiempo viviendo en el barrio. Tercero, la inclusión de la variable latente capital social mejora las capacidades y bondad de ajuste del modelo de elección, permitiendo evaluar las relaciones cognitivas que soportan la elección, y las cuales son difíciles de identificar con otras formulaciones. Dado esto, el capital social es una variable que podría determinar la demanda de nueva infraestructura de transporte y los impactos de proyectos de inversión en transporte y transformaciones urbanas en el capital social pueden ser uno de los principales beneficios sociales, por lo que se recomienda sea considerada en procesos de evaluación.

3.8 CALIDAD DEL AIRE



La exposición constante a altos niveles de contaminación del aire, como los que se alcanzan con frecuencia en las áreas urbanas de América Latina, afecta negativamente la salud de la población. Estos efectos incluyen un aumento en la mortalidad total o por causa específica (C. A. I. Pope et al., 2009), una disminución en la esperanza de vida (Gulliver & Briggs, 2004) e impactos durante el embarazo o en los primeros años de vida (Korten et al., 2017). Al evaluar la contaminación del aire en entornos urbanos, el análisis de los microambientes en el transporte es de particular interés, pues sus emisiones implican una exposición constante a altas concentraciones de contaminantes (Morales Betancourt et al., 2019) la movilidad diaria tiene una contribución importante en la exposición personal y la dosis inhalada diaria de contaminantes del aire. Por ejemplo, en Bogotá, un viaje de ida y vuelta en TransMilenio, puede representar el 60% de la dosis diaria de $PM_{2.5}$ y el 79% de la dosis diaria de hollín o Carbón Negro (eBC) (Morales Betancourt et al., 2019).

3.8.1 Objetivos

Estimar la exposición personal de los viajeros a los contaminantes del aire ($PM_{2.5}$, eBC, CO) en microambientes de transporte antes y después de la implementación de TransMiCable. A partir de esto, también se busca estimar la dosis inhalada diaria del viajero para viajes obligatorios antes y después de la implementación de TransMiCable, utilizando un modelo de simulación de eventos discretos.

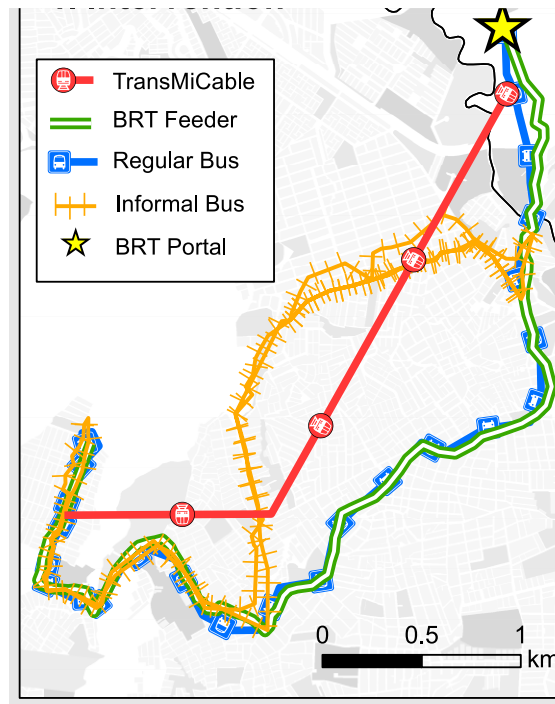
3.8.2 Métodos

Para estimar la exposición personal a contaminantes del aire, se recopilieron datos de exposición personal a contaminantes del aire ($PM_{2.5}$, eBC, CO) en diferentes microambientes de transporte. Así mismo, se usaron estimaciones de datos secundarios y bases de datos secundarias para estimar la dosis inhalada promedio por microambiente por minuto de exposición. Finalmente, se utilizó esta información junto con la Encuesta de Movilidad de Bogotá (SDM de Bogotá, 2020) para estimar la dosis inhalada promedio por viaje mediante un modelo de simulación de Monte Carlo.

Recolección de datos

Para evaluar la exposición personal y estimar la dosis inhalada media por microambiente, se recolectaron datos de concentración de $PM_{2.5}$, eBC y CO utilizando dispositivos portátiles en seis microambientes de transporte: (1) buses TransMilenio, (2) buses alimentadores, (3) buses regulares, (4) transporte informal, (5) peatones y (6) TransMiCable. Adicionalmente, se midió la actividad física objetiva con sensores de acelerometría y sistema de posicionamiento global (GPS). Se realizaron dos mediciones en microambientes. La primera (antes de la implementación de TransMiCable) entre agosto y octubre de 2018. La segunda medición se realizó un año después de la inauguración de TransMiCable, entre agosto y noviembre de 2019.

Se midió la contaminación del aire a bordo de los vehículos informales, alimentadores de TransMilenio y buses regulares, dentro de las cabinas de TransMiCable y en el área de espera de las estaciones de TransMilenio como parte de los recorridos a pie. Las rutas específicas de cada modo de transporte considerado se muestran en la Figura 19. La unidad de análisis corresponde a cada microambiente de transporte. Se realizó un viaje en cada dirección en cada muestreo en los microambientes de transporte. En cada día de muestreo, se recopiló información durante un período de incrementos de muestreo de 2 a 3 horas, generalmente completando dos viajes por día de muestreo. Los datos se recolectaron durante las horas pico y fuera de las horas pico. En total se realizaron 99 viajes antes y 112 viajes después de la implementación de TransMiCable. Se realizaron 32 viajes en buses alimentadores, 16 en buses regulares, 11 en vehículos de transporte informal y 40 viajes a pie antes del cable. Se realizaron 25 viajes en buses alimentadores, 12 en buses regulares, 10 en vehículos de transporte informal y 49 viajes a pie en las mismas rutas que durante para el periodo de seguimiento. Adicionalmente, se realizaron 16 mediciones de viaje dentro de las cabinas una vez que el cable estuvo disponible.

Figura 19. Rutas recorridas para el análisis de calidad del aire

Fuente: Elaboración propia.

Para medir la exposición personal a $PM_{2.5}$, se utilizó un sensor fotométrico de material particulado (DustTrak modelos 8520 y 8530, TSI Inc. MN, EE. UU.) que determina $PM_{2.5}$ de forma continua, con un tiempo de registro de 1 segundo. Además, se utilizaron dos muestreadores gravimétricos aleatorios de $PM_{2.5}$ (Personal Environmental Monitors (PEM)) (SKC Inc. PA, EE. UU.) en algunos días de muestreo para tener un método independiente para determinar el $PM_{2.5}$. La bomba PEM se ajustó a 4 LPM para lograr el flujo requerido para un diámetro de corte de $2,5 \mu m$ a través de la etapa de impactación. Se utilizaron etalómetros portátiles (AE51, MicroAeth, CA, EE. UU.) para medir la exposición personal a eBC. Este dispositivo infiere la concentración de eBC a partir de mediciones de la tasa de cambio en la absorción de luz infrarroja debido a la recolección continua de depósitos de aerosol en una tira de filtro. El instrumento se operó a un flujo de 150 ml min^{-1} con datos registrados a intervalos de 10 segundos. Finalmente, se utilizó un sensor de celda electroquímica para medir la exposición personal al CO (DeltaOhm, sonda SICRAM P37AB1347).

Todos los dispositivos se llevaron en una maleta durante todas las mediciones. Las entradas de muestreo para los dispositivos se ubicaron en la zona de respiración de los individuos. La resolución temporal de los instrumentos de lectura directa se fijó en 10 segundos. Para dar cuenta de las variaciones de fondo de un día a otro en los niveles de contaminación del aire ambiental, se utilizaron datos por hora de la red de monitoreo de la calidad del aire de Bogotá para las fechas y horas específicas de los muestreos.

Adicionalmente, se usaron acelerómetros (Actigraph GT3X+, Ft. Walton, FL.) colocados en la cadera para medir los niveles de actividad física simultáneamente con los datos de concentración de contaminantes del aire. El GT3X+ mide la aceleración en tres ejes a una frecuencia de 30Hz, medidas correlacionadas con las Unidades de equivalencia metabólica (MET) y la tasa de ventilación (Kawahara et al., 2011). Todas las variables medidas se sincronizaron en una base de tiempo de 10 segundos. La geolocalización, la elevación y la velocidad en cada toma se rastrearon con un GPS y se registraron cada segundo. Por último, se llevó un registro detallado de campo sobre los eventos durante cada viaje. Los datos registrados incluyeron el momento de abordar o desembarcar un modo de transporte determinado, el momento preciso de los segmentos de caminata y situaciones específicas como rebasar un vehículo de alta emisión y otras situaciones notables.

Análisis de la exposición personal a contaminantes del aire

Los datos de exposición a la contaminación del aire se analizaron junto con el GPS y el registro de campo, de modo que los datos de concentración pudieran analizarse en el contexto del momento de los eventos y la ubicación espacial de las mediciones. Las series de concentración-tiempo de los dispositivos de muestreo se sincronizaron mediante un análisis de correlación de rezago para garantizar que todas las señales de los instrumentos fuesen simultáneas. Los datos de BC se corrigieron para tener en cuenta un efecto de carga conocido causado por la acumulación de partículas ópticamente absorbentes en el filtro MicroAeth. A medida que aumenta la carga del filtro, se reduce la sensibilidad de MicroAeth. Para corregir este efecto, se usó el método de corrección de carga de Virkkula (Virkkula et al., 2007):

$$BC_c = BC_{nc} \times (1 + k \text{ ATN}) \quad (7)$$

donde BC_c es la concentración de carbono corregida, BC_{nc} es la concentración no corregida, ATN es la atenuación del filtro y k es el factor de corrección de carga. Este factor de corrección se obtiene después de realizar mediciones simultáneas con dos dispositivos AE51 que funcionan a diferentes caudales. Se hace el supuesto de que ambos dispositivos pierden sensibilidad y se aplica un método de mínimos cuadrados a los datos con la ecuación 7. El k óptimo encontrado para nuestros datos es 0.005.

Dosis inhalada por unidad de tiempo para cada microambiente de transporte

Se midió la dosis inhalada por minuto de cada contaminante del aire ($PM_{2.5}$, eBC y CO) y para cada microambiente (TransMilenio, bus alimentador, bus regular, transporte informal, peatón y TransMiCable). Para la estimación, se utilizaron los datos de concentración de exposición personal medidos para cada microambiente de transporte, $C_i^j [\mu g \text{ m}^{-3}]$ y la tasa de inhalación estimada $IR_i [\text{m}^{-3} \text{ min}^{-1}]$ asociada con el nivel de actividad detectado con los acelerómetros. La dosis inhalada estimada por unidad de tiempo del contaminante j en el microambiente i , $D_i^j [\mu g \text{ min}^{-1}] = C_i^j \cdot IR_i$. Para el BRT se derivó $D_{BRT}^j [\mu g \text{ min}^{-1}]$ usando

la concentración de exposición personal a $PM_{2.5}$, eBC y CO, así como datos IR medidos para el sistema BRT en otro estudio (Morales Betancourt et al., 2019). Aunque los datos de exposición en TransMilenio son para 2017, los autobuses del sistema permanecieron sin cambios hasta 2020 cuando se llevó a cabo un proceso de renovación de la flota, lo que redujo sustancialmente las concentraciones de contaminantes del aire dentro de los autobuses y estaciones (Morales Betancourt et al., 2022).

Se usó la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney para evaluar las diferencias en la concentración media entre modos. Así mismo, se evaluó la diferencia mediana entre el inicio y el seguimiento para cada modo de transporte determinado. Se realizó el análisis en el software R versión 4.1.2 (R Core Team, 2019).

Modelo de simulación de Monte Carlo

Se desarrolló un modelo de simulación de Monte Carlo con el que se generaron tiempos de viaje sintéticos para estimar la dosis inhalada media por viaje multimodal obligatorio, incorporando información sobre los patrones de viaje de la población a través de la encuesta de hogares y la Encuesta de Movilidad de 2019 (SDM de Bogotá, 2020), y calculando la dosis inhalada media estimada por microambiente como parámetros. Los viajes obligatorios son aquellos viajes regulares desde (hacia) el trabajo o el estudio.

Un viaje multimodal generalmente combina diferentes modos como etapas del viaje (por ejemplo, primero, a pie; luego, en autobús). Se simularon viajes utilizando la encuesta de hogares realizada antes y después de la implementación de TransMiCable. Nuestra población objetivo estuvo compuesta por los habitantes de los barrios aledaños a las estaciones de TransMiCable que utilizan uno o más de los microambientes evaluados como modos de sus viajes (19.836 viajes en la línea de base y 31.730 en el seguimiento). Para simular la dosis inhalada promedio para cada viaje multimodal k para cada contaminante del aire j : D_k^j se utilizaron los siguientes parámetros:

- Dosis inhalada por minuto D_i^j para contaminante j para cada microambiente i
- Secuencia de microambientes (modos de transporte) i para cada viaje multimodal k
- Tiempo de exposición en cada modo de transporte i para cada viaje multimodal k
- Distribución de uso de cada viaje multimodal k en la población de estudio

La secuencia de microambientes para cada viaje multimodal, tiempo en cada modo y distribución de uso de cada viaje se estimaron por medio de la encuesta del proyecto y de la Encuesta de Movilidad de 2019 (SDM, 2020).

Con la encuesta de movilidad se encontraron los posibles viajes multimodales de la población de estudio, el porcentaje de viajeros por cada viaje multimodal y el tiempo total de viaje. Dado que la encuesta de movilidad no contiene tiempo de viaje por cada modo, el tiempo en cada modo se estimó a partir de la encuesta de este estudio, usando estimaciones de densidad de kernel. Luego de estimar estos tiempos, se usó la prueba no

paramétrica Wilcoxon-Mann-Whitney para verificar la consistencia de las estimaciones de tiempos totales de viaje entre los estimados por la encuesta de movilidad y los estimados por este estudio. Para este caso, solo se incluyeron viajes de dos y tres etapas, donde cada etapa representa el uso de un modo de transporte específico.

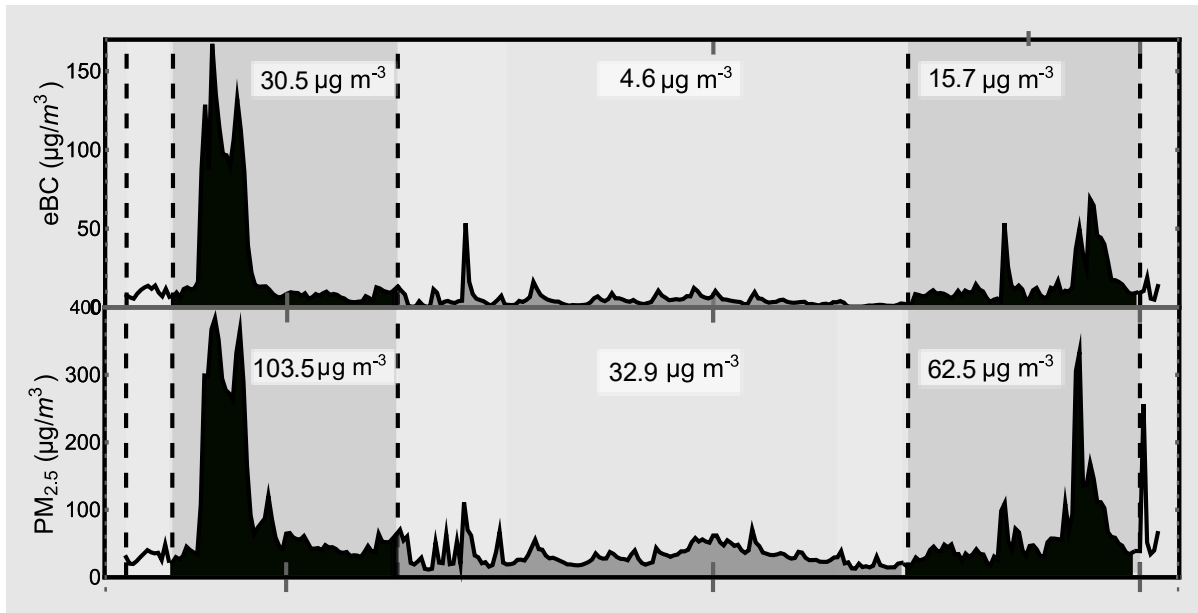
El modelo consta de varios pasos. Primero, se estimó el número de viajes por día por viaje multimodal y las distribuciones de tiempo de viaje para cada modo de cada viaje. Segundo, el modelo genera la primera réplica, que representa un día típico. El modelo crea N viajeros como viajes por día para cada réplica y les asigna un viaje multimodal, que representa los viajes por día estimados a partir de la Encuesta de Movilidad de Hogares. El viajero pasa a través de cada modo de transporte de la secuencia, registrando el tiempo de viaje empleado en cada modo. Luego, el modelo calcula para cada viajero la dosis inhalada agregada para el viaje para cada contaminante del aire. El número de viajeros por viaje multimodal es representativo de la población objeto de estudio. En tercer lugar, después de que el último viajero termina el viaje, el modelo estima las dosis inhaladas medias por contaminante por viaje multimodal. Por último, el modelo crea una nueva réplica y estima las dosis inhaladas medias para esa réplica. El modelo de simulación realiza varias réplicas para garantizar un intervalo de confianza del 95%. Después de estimar la dosis inhalada media por viaje multimodal para cada réplica, el modelo estima una dosis inhalada media por viaje multimodal por contaminante atmosférico con los resultados de todas las réplicas y estima los intervalos de confianza. El modelo se diseñó y desarrolló en el software R versión 4.1.2 (R Core Team, 2019).

Para estimar la dosis inhalada media de $PM_{2.5}$, eBC y cambios de CO, se comparó la dosis inhalada estimada para viajes multimodales de dos y tres etapas antes y después de la implementación del TransMiCable. También se compararon los viajes en la línea de base que contienen "Bus" o "Alimentador" como primera etapa con aquellos en el seguimiento que tienen "TransMiCable" como primera etapa y mantienen las otras etapas como en la línea de base. Se usaron pruebas t para cada comparación, para establecer si las diferencias en la dosis inhalada del viaje medio son significativas.

3.8.3 Resultados

La concentración de $PM_{2.5}$ y eBC a menudo estaban fuertemente correlacionadas, lo que sugiere un origen común para estos contaminantes, muy probablemente relacionado con el tráfico. Adicionalmente, las observaciones muestran que las concentraciones dentro de los modos motorizados suelen ser más altas que en el exterior. Esto se puede ver en la Figura 20, como un rápido aumento en la concentración de $PM_{2.5}$ y eBC cuando se aborda un bus alimentador de TransMilenio, probablemente debido a las bajas tasas de intercambio de aire fresco dentro de las cabinas de los buses. Por el contrario, al caminar al aire libre, la exposición suele ser menor debido a la rápida dispersión de las columnas de contaminantes, incluso cuando se encuentra junto a carreteras muy transitadas.

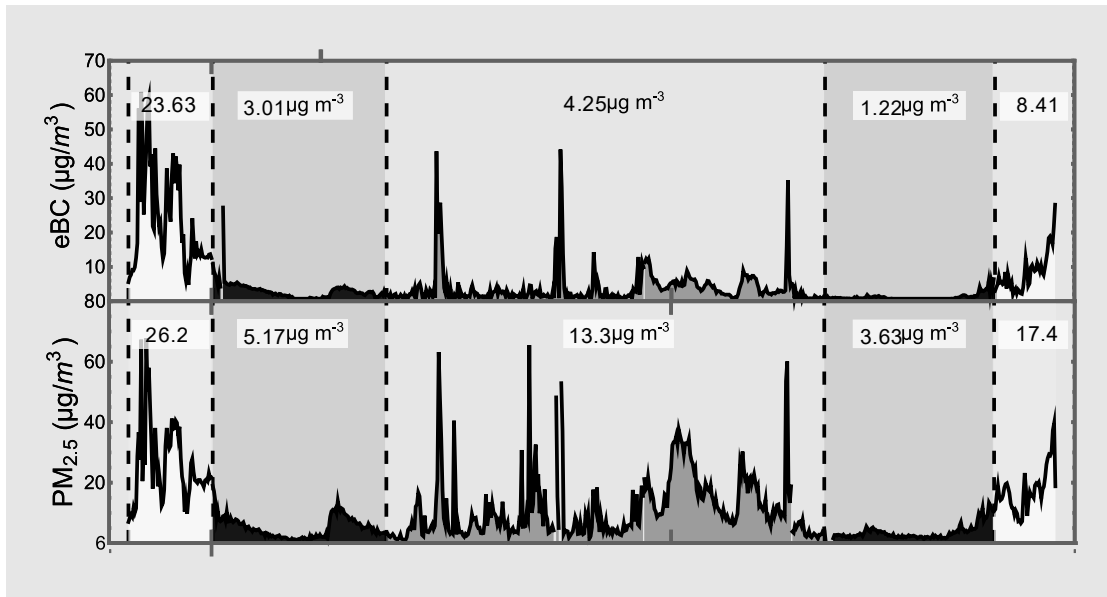
Figura 20. Serie de tiempo de una sesión de medición de exposición a contaminantes del aire realizada en Ciudad Bolívar



Fuente: Elaboración propia.

Durante el seguimiento, una vez que se inauguró el TransMiCable, se encontró que la exposición a eBC, $\text{PM}_{2.5}$ y CO medida para TransMiCable fue más baja que la de cualquier otro modo considerado, con una media de 5.2 $\mu\text{g m}^{-3}$ de eBC y 32.6 $\mu\text{g m}^{-3}$ de $\text{PM}_{2.5}$ dentro de las cabinas del TransMiCable. Las concentraciones dentro del TransMiCable fueron significativamente diferentes que las de todos los demás modos, incluido el modo peatonal. La Figura 21 muestra una serie de tiempo de datos de monitoreo cuando se muestrea TransMiCable. Allí se muestran los momentos dentro de las cabinas del TransMiCable, que tienen niveles bajos de contaminantes del aire y exhiben variaciones más bajas. El análisis detallado de las mediciones muestra que los aumentos en las concentraciones de contaminantes del aire en la cabina se deben a la proximidad de las estaciones intermedias de TransMiCable, donde las puertas correderas laterales de la cabina se abren, permitiendo la entrada de aire exterior.

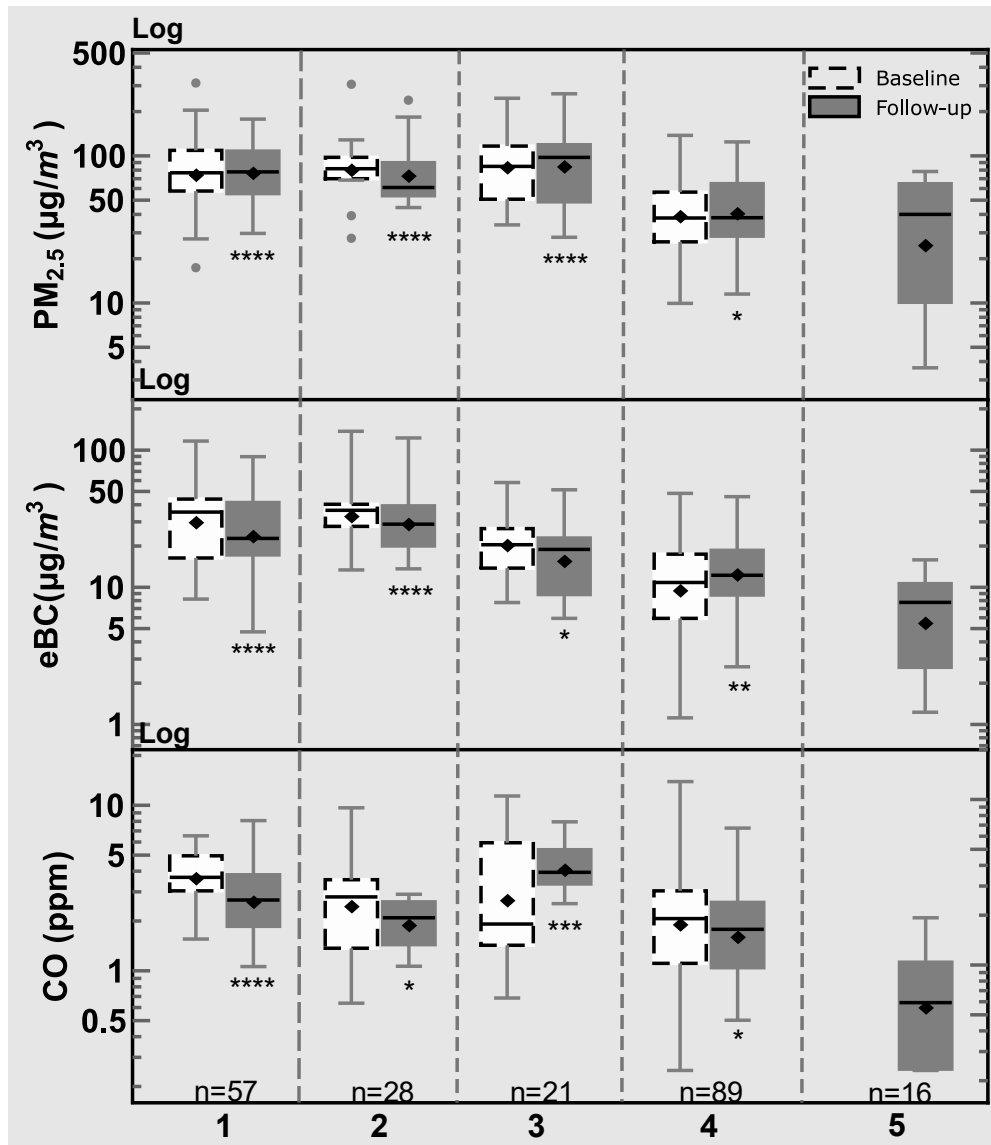
Figura 21. Serie de tiempo de una sesión de medición de exposición a contaminantes del aire en el TransMiCable



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 22 sintetiza las concentraciones observadas para las 211 mediciones de microambientes monitoreadas. Se encontraron altas concentraciones de exposición en modos motorizados como buses alimentadores, buses regulares y vehículos informales. La concentración media de PM_{2.5} dentro de los buses fue de $87.0 \mu\text{g m}^{-3}$ entre la línea de base y el seguimiento, y la eBC de $28.2 \mu\text{g m}^{-3}$ para cualquier tipo de bus. En ambas campañas de muestreo, se encontró que los dos subsistemas de buses analizados, el alimentador y los buses regulares, tenían concentraciones similares de PM_{2.5}, con medianas estadísticamente iguales. La concentración de eBC entre los modos muestra una mayor variabilidad y los vehículos de transporte informal tienen el eBC más bajo entre los modos motorizados, probablemente debido al uso de motores alimentados con GNC reacondicionados, que se espera que produzcan poco hollín. Estas concentraciones son consistentes con lo observado en otros estudios en la ciudad, que reportaron concentraciones medianas de PM_{2.5} dentro de los buses entre 79.3 y $92.9 \mu\text{g m}^{-3}$, así como concentraciones de eBC entre 55 y $74 \mu\text{g m}^{-3}$ (Morales Betancourt et al., 2017).

En comparación con los buses alimentadores, las concentraciones medias de PM_{2.5} y eBC de TransMiCable en la cabina fueron $30 \mu\text{g m}^{-3}$ y $12 \mu\text{g m}^{-3}$ más bajas, respectivamente. En promedio, las concentraciones medidas dentro de las cabinas del teleférico son ligeramente más bajas que las concentraciones del entorno. La exposición de los peatones fue la más baja entre los modos disponibles antes de la implementación del TransMiCable, durante la línea de base. La exposición más baja para los peatones se ha observado en otros estudios, probablemente debido a la mejor ventilación en comparación con las cabinas cerradas de otros modos de transporte, como se sugiere en la Figura 20.

Figura 22. Concentración de exposición para PM_{2.5}, eBC y CO en cada modo de transporte

(1) Alimentador de TransMilenio, (2) Bus regular, (3) transporte informal, (4) peatones y (5) TransMiCable, para ambos momentos de recolección de datos (línea base y seguimiento). El marcador de diamante es la concentración media para cada categoría; la línea es la mediana. Se realizó una prueba no paramétrica de diferencia de medias de Mann Whitney. La prueba compara TransMiCable con cada uno de los modos de transporte solo en el seguimiento. $P \leq 0,05$, $**P \leq 0,01$, $***P \leq 0,001$, $****P \leq 0,0001$

Fuente: Elaboración propia.

Se observaron diferencias estadísticas significativas en todos los modos ($P < 0.05$) excepto para el alimentador y los buses regulares. Esta diferencia es consistente con el hecho de que ambos servicios de buses funcionan con diésel y cubren rutas similares. Para el análisis de dosis inhalada por viaje multimodal se seleccionaron los siguientes viajes multimodales para la línea de base "Alimentador - Bus", "Alimentador-TransMilenio", "Bus- TransMilenio", "Informal - Bus" y "Alimentador - TransMilenio - Bus"; y los siguientes viajes multimodales

para seguimiento: “Alimentador – Bus”, “Alimentador - TransMilenio”, “Cable - Bus”, “Cable - TransMilenio”, “Cable - TransMilenio - Caminata”, “Cable - TransMilenio - Bus”.

Para el análisis estadístico, se compararon los viajes multimodales “Alimentador– Bus”, “Alimentador - TransMilenio” y “Alimentador - TransMilenio - Bus” de la medición en línea de base con “Cable - Bus”, “Cable - TransMilenio” y “Cable - TransMilenio - Bus” en el seguimiento, respectivamente. Además, los viajes multimodales “Bus - TransMilenio”, “Informal – Bus” y “Cable - TransMilenio - Caminata” se evaluaron en una de las dos campañas. Sin embargo, sus resultados se utilizaron únicamente en las comparaciones de dos y tres etapas debido a la falta de información. La Tabla 19 resume las estimaciones de la dosis inhalada potencial (media y cuantiles) para cada viaje multimodal, así como los viajes de dos y tres etapas en general. La Figura 23 resume las estimaciones de dosis inhalada por viaje (media y cuantiles) para PM_{2.5}, eBC y CO para cada viaje multimodal que puede ser reemplazado con el TransMiCable antes y después de la implementación de TransMiCable.

El viaje de dos etapas “Alimentador-Bus” tiene la dosis inhalada por viaje más baja (PM_{2.5}: 103.7 $\mu\text{g}/\text{viaje}$; eBC: 54.3 $\mu\text{g}/\text{viaje}$; CO: 4.6 mg/viaje) entre todos los viajes multimodales de la línea de base. Asimismo, el viaje multimodal de dos etapas “Cable-Bus” tiene la menor dosis inhalada por viaje (PM_{2.5}: 77,3 $\mu\text{g}/\text{viaje}$; CO: 40,7 $\mu\text{g}/\text{viaje}$; eBC: 3,6 mg/viaje) entre todos los viajes multimodales de línea de base y seguimiento.

Al analizar los viajes por el número de etapas en la línea de base, la dosis inhalada estimada de PM_{2.5} en viajes de dos etapas es significativamente menor que en viajes de tres etapas (148.4 $\mu\text{g}/\text{viaje}$ frente a 197.0 $\mu\text{g}/\text{viaje}$). Asimismo, la dosis inhalada de eBC estimada es significativamente mayor para viajes de tres etapas que para viajes de dos etapas (96.4 $\mu\text{g}/\text{viaje}$ vs. 68.4 $\mu\text{g}/\text{viaje}$). Al analizar en el seguimiento, los viajes en dos etapas tienen una dosis inhalada media más pequeña que los viajes en tres etapas en todos los contaminantes evaluados (PM_{2.5}: 114.0 $\mu\text{g}/\text{viaje}$ frente a 143.6 $\mu\text{g}/\text{viaje}$; eBC: 57.3 $\mu\text{g}/\text{viaje}$ frente a 69.1 $\mu\text{g}/\text{viaje}$; CO: 4.5 mg/viaje frente a 5.2 mg/viaje).

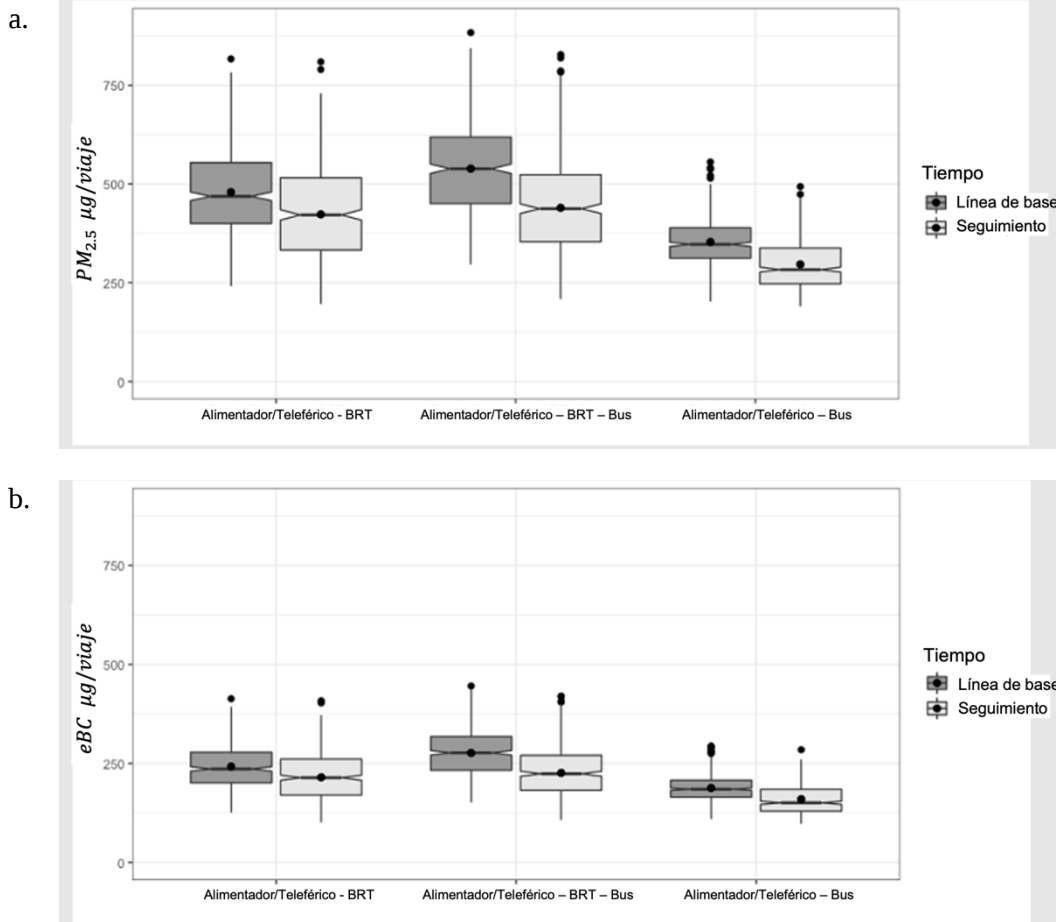
Tabla 19. Dosis inhalada promedio por viaje multimodal

Tipo de viaje multimodal	Dosis inhalada por viaje											
	PM _{2.5} (µg/viaje)				eBC (µg/viaje)				CO (mg/viaje)			
	Línea de base		Seguimiento		Línea de base		Seguimiento		Línea de base		Seguimiento	
	Promedio	Mediana (Q ₁ -Q ₃)	Promedio	Mediana (Q ₁ -Q ₃)	Promedio	Mediana (Q ₁ -Q ₃)	Promedio	Mediana (Q ₁ -Q ₃)	Promedio	Mediana (Q ₁ -Q ₃)	Promedio	Mediana (Q ₁ -Q ₃)
Alimentador – BRT	166.1	166.7 (163 - 175)	153.1	157.6 (149 - 158)	81.0	80.8 (79 - 85)	74.5	76.8 (72 - 77)	6.3	6.3 (6.1 - 6.5)	5.8	5.9 (5.7 - 6.0)
Alimentador - BRT - Bus	201	202.2 (198 - 203)	-	-	100.7	101.6 (100 - 102)	-	-	8.2	8.3 (7.8 - 8.3)	-	-
Alimentador – Bus	103.7	104.7 (102 - 105)	89.9	91.0 (88 - 95)	54.3	54.7 (53 - 55)	47.2	48.1 (46 - 50)	4.6	4.7 (4.6 - 4.7)	4.1	4.3 (4.0 - 4.4)
Cable – BRT	-	-	141.8	140.3 (134 - 144)	-	-	68.7	68.7 (65 - 70)	-	-	5.1	5.0 (4.8 - 5.1)
Cable - BRT - Bus	-	-	144.2	147.4 (139 - 148)	-	-	71.4	72.6 (68 - 73)	-	-	5.2	5.3 (5.0 - 5.4)
Cable – Bus	-	-	77.3	76.7 (72 - 79)	-	-	40.7	40.3 (37 - 42)	-	-	3.6	3.5 (3.3 - 3.7)
Viajes de dos etapas	148.4	144.9 (112 - 180)	114.0	117.3 (83 - 148)	68.4	65.2 (55 - 90)	57.3	60.1 (43 - 72)	6.1	6.1 (5.2 - 7.1)	4.5	4.7 (3.8 - 5.5)
Viajes de tres etapas	197.0	189.5 (187 - 201)	143.6	145.7 (138 - 148)	96.4	93.7 (90 - 101)	69.1	70.1 (68 - 73)	7.6	7.5 (7.3 - 8.2)	5.2	5.3 (5.0 - 5.4)

Fuente: Elaboración propia.

Por último, como se muestra en la Figura 23, los viajes que incluyen “cable” presentan una dosis inhalada media por viaje significativamente menor en $PM_{2.5}$ y eBC, en comparación con el viaje multimodal comparable con “alimentador” como primera etapa.

Figura 23. Dosis inhalada estimada por viaje multimodal al inicio y seguimiento



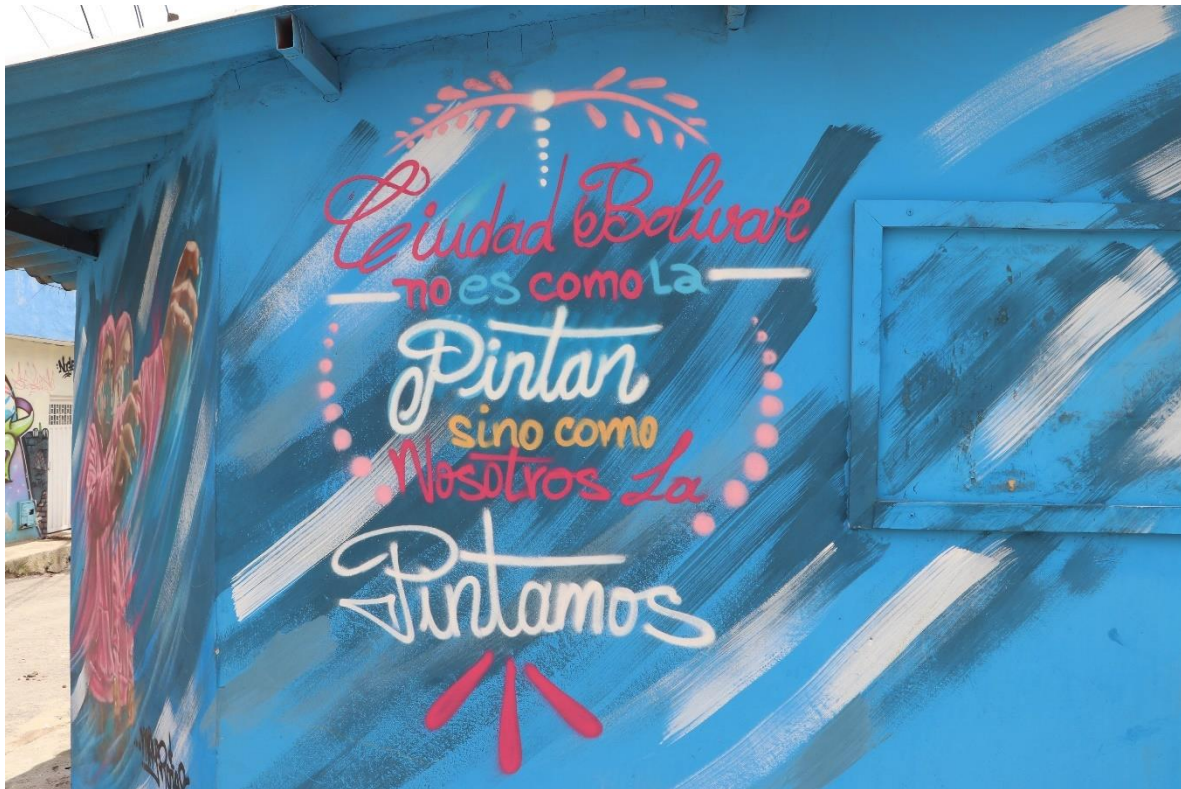
Fuente: Elaboración propia.

3.8.4 Conclusiones

Los resultados muestran que las innovaciones en el transporte urbano, como TransMiCable, pueden reducir la exposición de los viajeros a los contaminantes del aire relacionados con el tráfico. Específicamente, se encontró que el cable es el modo de transporte con la exposición personal más baja a $PM_{2.5}$ y eBC. La concentración dentro de las cabinas del cable es incluso menor que para los peatones, pues la mayoría de los estudios han demostrado una mayor concentración dentro de las cabinas de los modos de transporte. Las concentraciones medias de $PM_{2.5}$ y eBC dentro de las cabinas fueron un 62% y un 82% más bajas que las encontradas en los buses, respectivamente (bus alimentador o buses regulares). Además, los usuarios del cable experimentaron concentraciones de $PM_{2.5}$ y eBC 3.1 y 4.2 veces menores, respectivamente, en comparación con los usuarios del transporte informal. Además, los peatones tienen la segunda exposición más baja.

TransMiCable redujo los tiempos de viaje al trabajo, recorriendo 3.34 km en solo 13 a 17 minutos, la mitad del tiempo que se emplea cuando se recorre la misma distancia utilizando otros modos de transporte. Esta reducción en los tiempos de viaje y las concentraciones de exposición mucho más bajas, dan como resultado una disminución en la dosis inhalada. El impacto del cable en la dosis inhalada fue más importante cuando se analizó el cable como sustituto del alimentador. La disminución de la dosis inhalada experimentada por los viajeros en viajes multimodales “Alimentador - Bus” que reemplazó la primera etapa de bus por el cable, fue de $26.4 \mu\text{g}/\text{viaje}$ y $13\text{g}.6 \mu\text{g}/\text{viaje}$ menor para $\text{PM}_{2.5}$ y eBC, respectivamente. Estas reducciones en la dosis inhalada son relevantes considerando que están impulsadas principalmente por un cambio en la elección del modo de transporte. La disminución de la dosis inhalada de $\text{PM}_{2.5}$ es aproximadamente el 12 % de la dosis estimada para una persona expuesta durante 24 horas a las concentraciones diarias de $\text{PM}_{2.5}$ recomendadas por la OMS ($227 \mu\text{g}/\text{viaje}$ (Morales Betancourt et al., 2019)).

3.9 SEGURIDAD Y VICTIMIZACIÓN



El crimen y la violencia constituyen una problemática en América Latina. La tasa mundial de homicidios es de 6 por cada 100,000 habitantes, mientras que en América Latina esta tasa se encuentra entre 23 y 25 homicidios por cada 100,000 habitantes (Vilalta et al., 2016). En Colombia, durante la década de los 80, el narcotráfico provocó un aumento en los homicidios (Gaviria Uribe, 2010). Aunque éstos han disminuido con el tiempo, la tasa en Colombia durante la primera década de este siglo fue de 35 homicidios por cada 100,000

habitantes (Gaviria Uribe, 2010). Bogotá fue la segunda ciudad del país con más homicidios y la primera con más violencia interpersonal en el año 2019 (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2019). Uno de los sectores donde se concentra la mayor parte de la delincuencia violenta es Ciudad Bolívar. Entre enero y junio de 2019, este sector representó el 17,3% de los homicidios en la ciudad (Alcaldía de Bogotá, 2019).

Los niveles más altos de delincuencia violenta no sólo afectan a variables macroeconómicas como el Producto Interno Bruto y la tasa de desempleo, sino que también afectan a variables microeconómicas como el consumo y el bienestar. Por ejemplo, si una persona vive en una zona con mayores niveles de delincuencia violenta puede crear una percepción de inseguridad y miedo al crimen. Debido al miedo a la delincuencia estas personas tienden a cambiar sus comportamientos para evitar la victimización. Esto a su vez supone, en algunos casos, una reducción de la salud, el bienestar y la calidad de vida (Dolan & Peasgood, 2007).

Existen teorías que relacionan la delincuencia y la infraestructura urbana. Una de ellas es la teoría de las ventanas rotas. Esta teoría explica que la capacidad de una comunidad para tolerar el desorden está relacionada con las características físicas del barrio y establece los niveles de criminalidad (Corman & Mocan, 2002; Restrepo Lalinde, 2011). Por ejemplo, un barrio con calles sucias y edificios deshabitados con "ventanas rotas" es más probable que sea una comunidad sin sentido del orden social, por lo que podría tener altos niveles de delincuencia (Corman & Mocan, 2002).

Esta asociación entre la delincuencia y la infraestructura urbana también se ha evaluado en Colombia con el caso del cable aéreo de Medellín. Este proyecto se construyó para mejorar el acceso del transporte público de las poblaciones marginales que viven en los límites de la ciudad con regulares condiciones socioeconómicas (Restrepo Lalinde, 2011). Se encontró que los barrios cercanos al cable tuvieron una reducción significativa de delitos en comparación con los barrios sin acceso, específicamente en las tasas de homicidios (Cerdá et al., 2012). Además, en los barrios con acceso al cable, el retraso en los años de educación se redujo considerablemente y la tasa de empleo mejoró (Restrepo Lalinde, 2011).

Teniendo en cuenta lo anterior, en esta sección se presenta un análisis del impacto que tuvo la implementación del TransMiCable y la transformación urbana integral en la zona del cable en Ciudad Bolívar sobre la victimización y la seguridad.

3.9.1 Objetivos

Evaluar el efecto de la implementación del TransMiCable y la transformación urbana asociada a la percepción de seguridad y victimización en la zona de influencia del cable aéreo.

3.9.2 Métodos

Se midieron dos desenlaces: (1) la percepción de inseguridad y (2) la victimización. Los datos utilizados provienen de las encuestas para hogares realizadas a todos los adultos incluidos en el estudio en la zona de tratamiento y en la zona de control. La primera variable de resultado se recogió a partir de la siguiente pregunta de la encuesta: ¿Percibe la inseguridad como un problema en el barrio donde se encuentra su casa? Sí o No. La segunda variable de resultado se recogió a partir de la siguiente pregunta: ¿Fue usted o su familia víctima de un robo o hurto? Sí o No. Para la línea de base (T0) esta pregunta se hizo para un periodo del último año y para los seguimientos T1 y T2 se hizo para el periodo de los últimos seis meses (dada la distancia temporal entre las mediciones).

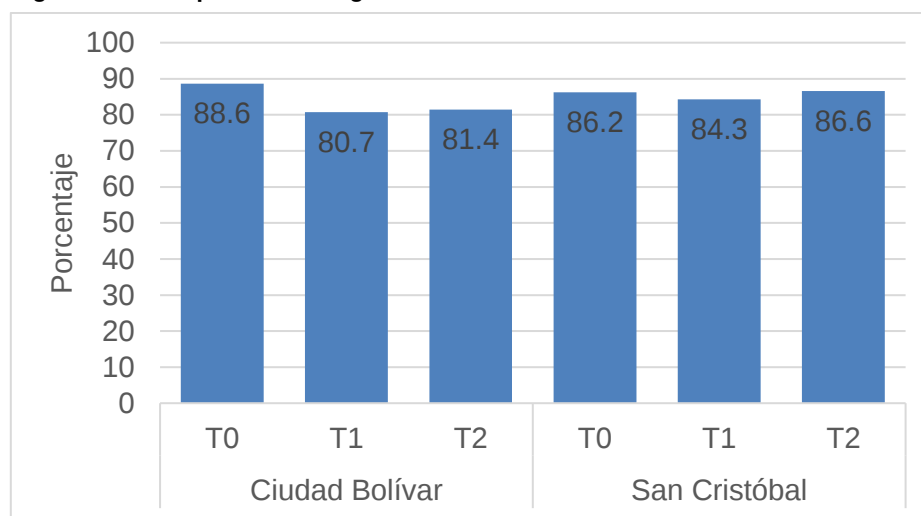
Para el análisis, primero se calcularon estadísticas descriptivas (frecuencias absolutas y relativas) con el fin de caracterizar la percepción de inseguridad y la victimización en cada una de las áreas del estudio. Segundo, se realizaron pruebas Chi cuadrado para analizar los cambios en estos desenlaces a través del tiempo. Los análisis se llevaron a cabo en el software Stata V.17.

3.9.3 Resultados

Percepción de inseguridad en el barrio

Antes de la inauguración del TransMiCable (T0), el 88.6% de los hogares encuestados en Ciudad Bolívar percibían la inseguridad como un problema en el barrio. Después de la implementación del TransMiCable (T1) este porcentaje disminuyó al 80.7% (disminución de 7.9 puntos porcentuales, valor $p < 0.001$) y se mantuvo sin cambios significativos durante la pandemia por COVID-19 (aumento de 0.7 puntos porcentuales, valor $p = 0.732$). En cambio, en San Cristóbal no hubo cambios significativos en la percepción de inseguridad durante las diferentes mediciones (Figura 24).

Figura 24. Percepción de inseguridad en el barrio

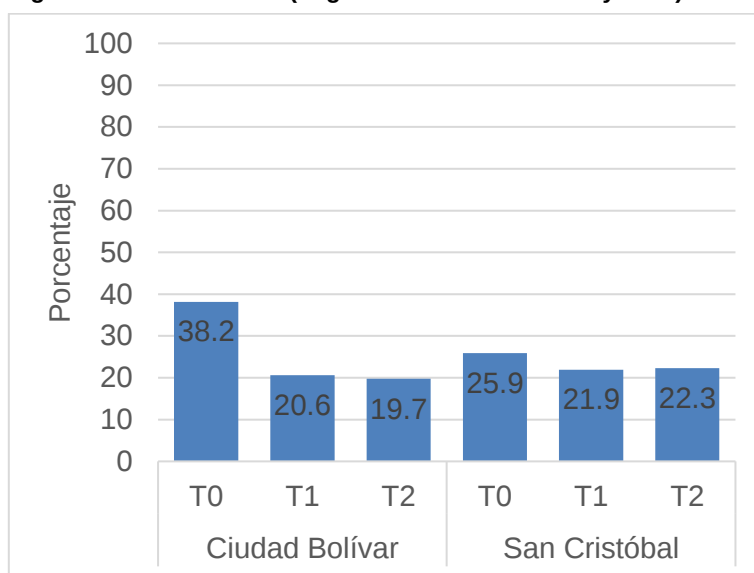


Fuente: Elaboración propia.

Victimización

Antes de la inauguración del TransMiCable (T0), el 38.2% de los hogares encuestados en Ciudad Bolívar reportaron haber sido víctimas de hurto y robo. Después de la implementación del TransMiCable (T1) este porcentaje disminuyó al 20.6% (disminución de 17.6 puntos porcentuales, valor $p < 0.001$) y se mantuvo sin cambios significativos durante la pandemia por COVID-19 (disminución de 0.9 puntos porcentuales, valor $p = 0.688$) (Figura 25). En cambio, en San Cristóbal no hubo cambios significativos en la proporción de hogares víctimas de hurto y robo durante las diferentes mediciones.

Figura 25. Victimización (hogares víctimas de hurto y robo)



Fuente: Elaboración propia.

3.9.4 Conclusiones

Los resultados evidencian que la percepción de inseguridad y la victimización disminuyó en el área de influencia del TransMiCable después de su implementación y que no hubo cambios significativos durante la pandemia por COVID-19. Esta mejora podría afectar positiva e indirectamente la calidad de vida de las personas en el área de influencia. Sin embargo, los valores de percepción de inseguridad y victimización siguen siendo muy altos. Por lo tanto, seguir diseñando políticas públicas para mejorar la victimización y la percepción de inseguridad ayudará a maximizar el bienestar generado por proyectos públicos en estas comunidades.

3.10 PREFERENCIAS DE LOCALIZACIÓN



Desde el punto de vista del transporte y la planeación urbana, el estudio y evaluación de las externalidades generadas por inversiones en estos rubros es materia de investigación por la relevancia de sus implicaciones ambientales, económicas y sociales. El particular, el fenómeno de elección de localización de la vivienda hace referencia al proceso de conocer los atributos que las personas prefieren para escoger la localización de su vivienda. Estos procesos ser influenciados por diversos escenarios, como por ejemplo por la implementación de proyectos de transporte público, donde se mejora la accesibilidad y por ende el valor del suelo de una zona residencial. Ante la valorización del suelo, los residentes pueden experimentar ciertas restricciones e incentivos que afectan su disposición a mantener su residencia. Debido a una menor capacidad de pago, estas restricciones tienen un mayor impacto en segmentos de población de menor ingreso, por lo cual sus implicaciones pueden plantear serios problemas de equidad (Padeiro, 2019). Sin embargo, estos procesos han sido poco abordados, especialmente en ciudades en países en desarrollo.

De acuerdo con lo anterior, esta sección tiene por objeto evaluar posibles procesos de gentrificación que pueda generar la implementación de una nueva línea de teleférico, denominada TransMiCable, en Bogotá. El estudio se propone analizar la disposición a mudarse de los habitantes de la zona de influencia del cable debido a su implementación en escenarios de valorización de su vivienda.

Se busca analizar las decisiones de localización de los habitantes del área de influencia de TransMiCable, a partir de lo cual se pretenden evaluar las preferencias de localización residencial de los habitantes del área de estudio luego de la inauguración de TransMiCable.

Con el fin de evaluar la disposición a mudarse de los residentes del área de influencia de TransMiCable se estiman modelos de elección discreta (ver Ortúzar & Willumsen, 2011) calibrados a partir de encuestas de preferencias declaradas recolectadas luego de la inauguración del cable en 2019 y 2020. La muestra (n=303) incluye adultos viviendo a menos de 800 m de una de las estaciones. Cada encuestado se enfrentó a 6 situaciones de elección en las cuales debía indicar si decide no mudarse, o si se muda, indicar si lo hace a una de las 5 zonas que conforman el área de influencia (ver Figura 26), o si decide hacerlo por fuera de estas zonas. De esta manera, se obtuvieron 1,814 pseudo-observaciones.

Cada una de las alternativas se caracteriza por cuatro atributos: valor de la casa/valor del arriendo según los residentes sean propietarios o arrendatarios, distancia de caminata a TransMiCable (menos de 5 minutos, más de 10 minutos, más de 20 minutos), disponibilidad de alimentador u otro medio de transporte (sí/no y disponibilidad de estación de policía a 10 minutos caminando (sí o no). Respecto a las cinco zonas que conforman el área de influencia, la zona 1 corresponde a aquella que queda más cerca de la base de la ladera

donde se ubica al cable y que tiene las mejores condiciones de accesibilidad, mientras que la zona 5, conocida como Mirador del Paraíso, es aquella más alejada y donde está la estación final del cable.

3.10.3 Resultados

La Tabla 20 incluye los resultados de la estimación del modelo de disposición a mudarse a partir del cual se establecen las preferencias de localización de los habitantes incluidos en la submuestra aleatoria de preferencias declaradas en T1 y T2, luego de la inauguración del cable.

Tabla 20. Resultados modelo de elección de localización

Atributo		Coficiente	t-test	p-value
Constante específica	No se muda	0.00	-	-
	Zona 1	-3.39	-4.26	<0.01***
	Zona 2	-4.37	-6.03	<0.01***
	Zona 3	-5.15	-6.24	<0.01***
	Zona 4	-5.91	-7.06	<0.01***
	Zona 5	-6.79	-6.63	<0.01***
	Zona 6	-8.77	-7.07	<0.01***
Ahorro costo	Arriendo	0.80	3.27	<0.01***
	Propietario	-0.88	-1.86	0.07*
Tiempo de caminata al cable	Menos de 5 minutos	0.00	-	-
	Entre 5 y 10 minutos	-0.69	-2.63	0.01**
	Más de 10 minutos	-0.75	-3.03	<0.01***
Disponibilidad alimentadores SITP		0.13	0.71	0.31
Disponibilidad de CAI		0.80	3.83	<0.01***
Sexo femenino	No se muda	0.26	0.45	0.36
	Zona 6	-0.22	-0.30	0.38
No ocupados	No se muda	0.98	1.87	0.07*
	Zona 6	3.04	4.33	<0.01***
Más de 10 años en el barrio	No se muda	0.48	0.89	0.27
	Zona 6	0.71	0.93	0.26
Desv. Est. término de error panel		2.89	11.97	<0.01***
Log-Verosimilitud		-850.49		
Rho ²		0.654		

Niveles de significancia estadística: (***) 99%, (**) 95%, (*) 90%

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, el modelo presenta unos índices de bondad de ajuste aceptables de acuerdo con los indicadores de verosimilitud. En particular, el índice Rho² sugiere que el ajuste del modelo propuesto es relativamente mejor al modelo que solo incluye la constante, lo cual indica que las interacciones por características sociodemográficas logran capturar parte de las preferencias de los encuestados. Sumado a esto, la desviación estándar del término de error incluido para capturar el efecto panel de los datos es estadísticamente significativo al 99%, lo cual indica que las observaciones de un mismo individuo están correlacionadas. Dicho de otra forma, en el ejercicio de preferencias declaradas los individuos tienden a seleccionar alternativas que tienen características en común en cada una de las situaciones de elección, especialmente desde el punto de vista de la zona de ubicación.

Por otra parte, considerando que se tomó como base la alternativa no mudarse y el signo negativo de las constantes de las alternativas de mudarse (zonas 1 a 6), se infiere que si todos los demás atributos se mantienen iguales entre las diferentes alternativas (escenario *ceteris paribus*) hay una mayor preferencia por parte de los encuestados de quedarse en el lugar de residencia actual y no mudarse. Sumado a esto, hay diferencias en las preferencias entre arrendatarios y propietarios respecto al costo de las alternativas de vivienda. El signo positivo del parámetro de ahorro en el costo de los arrendatarios, sugiere que éstos valoran más los ahorros en el valor de arrendamiento de las alternativas disponibles. Dicho de otra manera, en caso de mudarse, los arrendatarios prefieren ubicarse en viviendas con un menor valor de arriendo. Por el contrario, los propietarios parecen preferir mudarse a zonas de mayor valor y con mejores condiciones.

Es de especial interés los resultados de distancia al cable y disponibilidad de alimentadores de SITP de las alternativas de vivienda. Por un lado, las preferencias estimadas en los modelos sugieren que la disposición de mudarse a una vivienda determinada disminuye con la distancia al cable, es decir, los encuestados prefieren mudarse a viviendas cercanas a las estaciones de TransMiCable. Este resultado en las preferencias es consistente ya que es estadísticamente significativo al 95% de confianza. Por otro lado, aunque el parámetro de disponibilidad de alimentadores de SITP es positivo, indicando que las viviendas con disponibilidad de este servicio cercano son preferidas, el parámetro es poco significativo, lo que significa que su varianza es grande respecto a la media y no se pueden sacar conclusiones definitivamente en este aspecto porque la preferencia varía entre individuos.

Respecto a la disponibilidad de una estación de policía a menos de 10 minutos de las alternativas de vivienda, se tiene que el parámetro estimado es positivo y estadísticamente significativo al 99% de confianza, lo que indica que hay una clara preferencia en caso de mudarse a preferir alternativas cercanas a estos servicios policiales, lo que se puede asociar a un mayor sentido de seguridad. Para terminar, hay ciertas diferencias en las preferencias entre segmentos de población. En particular, la más relevante consiste en el hecho de que en caso de mudarse, las personas no ocupadas, es decir, quienes no trabajan o estudian, prefieren mudarse a la Zona 6, alejados del cable y que se caracteriza por ser la zona más económica, pero con peores condiciones de accesibilidad a servicios y oportunidades. Este resultado es congruente si se considera que los individuos no ocupados tienen mayores restricciones de presupuestos que generan que busquen alternativas de vivienda lo más económica posibles.

3.10.4 Conclusiones

Los resultados de la modelación sugieren que la disposición a mudarse de los residentes de la zona de influencia de TransMiCable es baja, a partir de lo cual se puede inferir que el riesgo de observar procesos de gentrificación en el corto plazo es bajo. Sin embargo, la disposición a mudarse puede aumentar con el incremento en los valores del suelo que se puedan generar a partir de los desarrollos de transporte y entorno urbano que se desarrollen alrededor de TransMiCable. Las condiciones socioeconómicas de la zona y un posible

beneficio económico que se pueda obtener de una transacción de la vivienda pueden condicionar las probabilidades de mudarse de la zona. De hecho, en caso de mudarse se prefieren las zonas más bajas y cercanas al Portal el Tunal, las cuales tienen mejores condiciones de accesibilidad e infraestructura.

Por otra parte, la disponibilidad de servicios en las alternativas de vivienda juega un papel fundamental en la decisión de mudarse. Por un lado, las viviendas cercanas a TransMiCable son preferidas, lo cual indica que el servicio es valorado positivamente por los encuestados. Además, viviendas cercanas a estaciones de policía también son preferidas, lo cual se puede deber a una mayor percepción de seguridad y prestación de servicios ciudadanos. Por el contrario, la disponibilidad de servicios de alimentación del SITP tiene un papel poco relevante. Esto se puede deber al hecho que la satisfacción con el SITP es baja, en comparación con la satisfacción con TransMiCable. En esta línea, se encontraron diferencias en las preferencias entre arrendatarios y propietarios. Aunque la disposición a mudarse es baja en ambos segmentos, en caso de mudarse, los propietarios prefieren vender su actual residencia para comprar vivienda en zonas más caras con mejores condiciones de infraestructura y accesibilidad, lo cual se puede atribuir a sentimientos de superación y mejora en las condiciones de vida o a una búsqueda de mayor estatus social. Por el contrario, los arrendatarios prefieren zonas donde el arriendo sea más barato.

Estos resultados sugieren que el riesgo de observar procesos de gentrificación en el corto plazo es bajo. Sin embargo, se debe considerar que estos procesos pueden tomar más tiempo. Dado lo anterior, etapas posteriores de la investigación proponen el análisis de datos longitudinales que permitan evaluar el cambio en las preferencias en periodos de tiempo más largos. Además, en el presente ejercicio solo se evalúa la disposición de los habitantes actuales de mudarse de la zona de estudio. Esto es solo una parte de los procesos de gentrificación, ya que para que éstos ocurran, no solo se requiere que los habitantes de la zona decidan salir, sino que también otros decidan ocupar estos espacios.

3.11 LA PANDEMIA POR COVID-19



La crisis causada por la pandemia de COVID-19 ha generado un gran impacto socioeconómico en la región de América Latina y el Caribe, incluso mayor al de otras regiones en desarrollo (International Monetary Fund, 2020). Además, este impacto ha sido asimétrico, afectando particularmente a las comunidades en situación de mayor vulnerabilidad (Guzman et al., 2021). El alto nivel de informalidad laboral (cerca al 60%) es uno de los factores que hace que el impacto social sea dramático en la región (OECD, 2020).

La pandemia por COVID-19 también aumentó los desafíos e inequidades en Ciudad Bolívar. Las cuarentenas y aislamientos obligatorios sumado al cierre de negocios no esenciales en la ciudad de Bogotá afectaron a muchos trabajadores y sus familias (Guevara-Aladino et al., 2022). Los habitantes de Ciudad Bolívar que sufrían hambre, angustia y falta de empleo, colgaron trapos rojos en sus ventanas, puertas y techos, pidiendo ayuda. Los trapos rojos eran un símbolo del aumento de las desigualdades en la zona durante la pandemia (Guevara-Aladino et al., 2022). El gobierno implementó programas de entrega de ayuda monetaria a las comunidades para mitigar estos efectos de la pandemia. Por ejemplo, el programa “Bogotá solidaria” entregó un Ingreso Mínimo Garantizado a un total de 1,844,863 hogares pobres y vulnerables de la ciudad entre 2020 y 2021. Específicamente, en Ciudad Bolívar se entregaron en total 137,372 millones de pesos en ayudas monetarias a familias de la comunidad (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, 2020).

En esta sección se describe brevemente cuáles fueron los aspectos que más afectaron a los hogares encuestados en la zona de influencia del TransMiCable durante la pandemia por COVID-19 en el año 2021.

3.11.1 Métodos

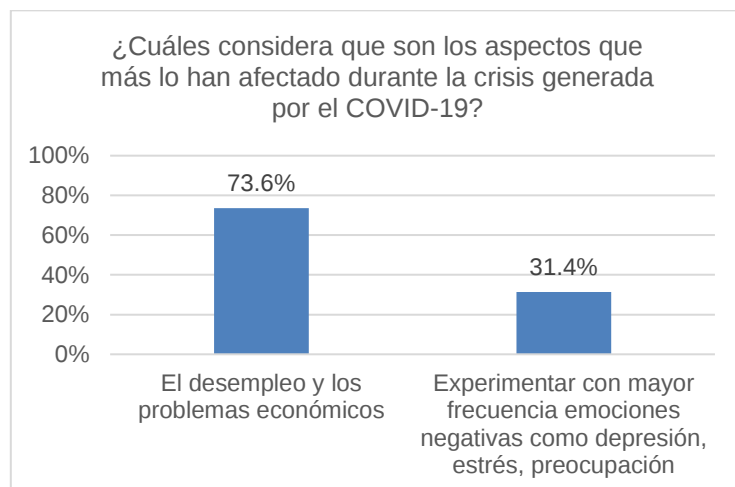
En este caso, se analizó la información de las encuestas de los 694 hogares de la zona de influencia del TransMiCable que completaron el seguimiento (T2). Las variables analizadas fueron las siguientes:

- Cambio en la situación económica del hogar durante la pandemia. Esta variable se analizó utilizando la siguiente pregunta: Comparando la situación económica de su hogar con la de antes de la cuarentena del 2020, ¿usted diría que ahora es mejor, igual o peor?
- Aspectos que más afectaron al hogar durante la pandemia. Esta variable se analizó a partir de esta pregunta de selección múltiple: ¿Cuáles considera que son los aspectos que más lo han afectado durante la crisis generada por el COVID-19?: A. Pérdida de vidas, B. Situación económica, C. Restricciones y el encierro, D. Experimentar con mayor frecuencia emociones negativas como depresión, estrés, preocupación, E. Malas relaciones familiares, F. Lograr un balance entre el trabajo doméstico y el trabajo profesional, G. La gestión del gobierno.
- Seguridad alimentaria durante la pandemia: Esta variable se analizó a partir de esta pregunta: Durante la pandemia por COVID-19, por falta de dinero u otros recursos: ¿alguna vez usted se preocupó porque los alimentos se acabaran en su hogar? Sí o No.

Para cada una de las variables mencionadas se calcularon estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, frecuencia absoluta y frecuencia relativa) utilizando el software estadístico Stata V.16.

3.11.2 Resultados

El 43.7% (303/694) de los adultos encuestados reportó que la situación económica de su hogar empeoró al iniciar la cuarentena por la pandemia de COVID-19 en el año 2020. Además, las personas encuestadas identificaron que los aspectos que más los afectaron durante la crisis generada por la COVID-19 incluían los problemas económicos y el desempleo (73.6%) y el aumento en la frecuencia de síntomas de depresión y ansiedad (31.4%) (Figura 27).

Figura 27. Aspectos que más afectaron a los habitantes durante la pandemia por COVID-19

Fuente: Elaboración propia.

También se encontró que más del 70% de los participantes encuestados en la zona de influencia del TransMiCable se encontraban en situación de inseguridad alimentaria durante la pandemia por COVID-19 por falta de dinero u otros recursos (Tabla 21). Casi la mitad de los encuestados reportó que dejaron de tener una alimentación saludable y variada durante la pandemia (Tabla 21).

Tabla 21. Inseguridad alimentaria durante la pandemia por COVID-19

Durante la pandemia por COVID-19, por falta de dinero u otros recursos:	Sí		No	
	N	%	N	%
¿alguna vez usted se preocupó porque los alimentos se acabaran en su hogar?	516	74.4	178	25.7
¿alguna vez en su hogar se quedaron sin alimentos?	163	23.5	531	76.5
¿alguna vez en su hogar dejaron de tener una alimentación saludable?	300	43.2	396	56.8
¿alguna vez usted o algún adulto en su hogar tuvo una alimentación basada en poca variedad de alimentos?	315	45.4	379	54.6

3.11.3 Conclusiones

Los problemas económicos, la inseguridad alimentaria y los síntomas de depresión y ansiedad fueron los aspectos que más les afectaron a los hogares de la zona de influencia del TransMiCable durante la pandemia por COVID-19 (Anexo 2). Estos datos permiten entender algunos de los resultados obtenidos durante la medición T2 en otras dimensiones. Por ejemplo, la disminución en la actividad física y la calidad de vida relacionada con la salud pudo estar influenciada en alto grado por el aumento en las inequidades que se exacerbaron durante la pandemia por COVID-19 en esta comunidad. Por lo tanto, es importante diseñar e implementar otras intervenciones urbanas para mitigar estas problemáticas, como los programas de actividad física y los programas de reactivación económica.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE DATOS CUALITATIVOS

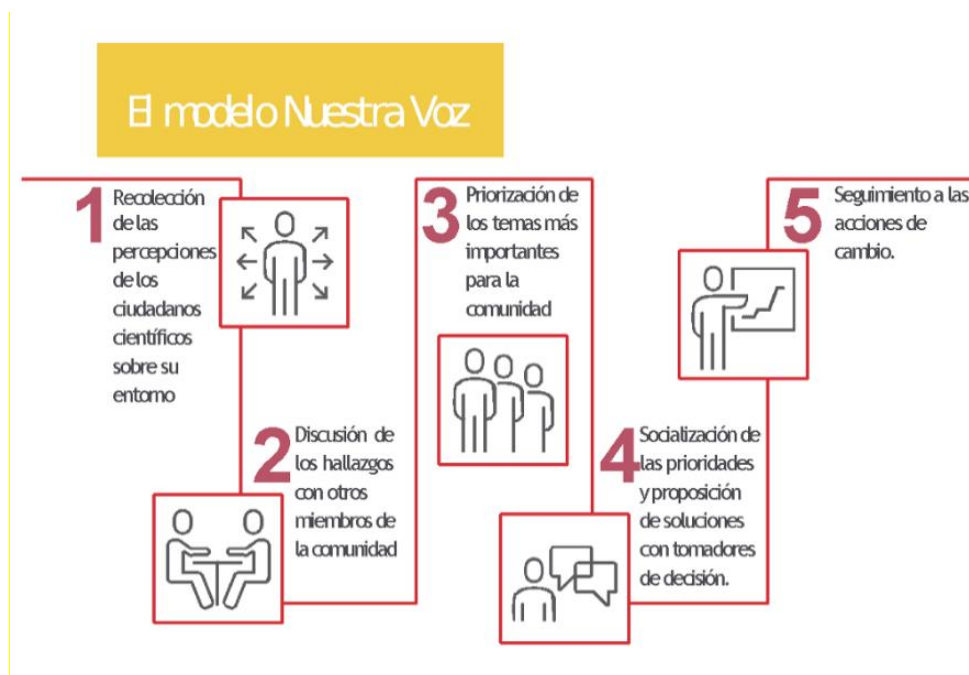
4.1 NUESTRA VOZ



Tomando como punto de partida la Ciencia Ciudadana, este método está compuesto por el desarrollo cuatro fases: 1) Recorridos en los cuales los ciudadanos científicos utilizan la aplicación móvil Stanford Healthy Neighborhood Discovery Tool para capturar fotografías y descripciones de audio de aspectos relevantes en su entorno; 2) Reuniones comunitarias con el fin de discutir los hallazgos recolectados y definir aspectos prioritarios a mejorar; 3) Socialización con tomadores de decisión para identificar posibles soluciones y promover el empoderamiento de la comunidad; y 4) Seguimiento de la implementación de cambios locales (Figura 28). El método Nuestra Voz también formó parte de un amplio proceso de participación intersectorial que incluyó diferentes actividades de divulgación:

- Entrevistas semi-estructuradas con líderes y lideresas comunitarias de Ciudad Bolívar en noviembre de 2017
- Taller de construcción de modelos en grupo para la co-creación del marco conceptual del estudio en junio de 2018.

Figura 28. Fases del modelo Nuestra Voz



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Objetivo

Implementar el modelo Nuestra Voz con el fin de identificar barreras y facilitadores que afectan la salud y la calidad de vida de la población a estudio antes y después de la implementación del TransMiCable.

4.1.2 Métodos

Recorridos de los científicos ciudadanos

Durante las mediciones de línea de base (T0) entre marzo y noviembre de 2018, 24 residentes en la zona de tratamiento (n=11) y de control (n=13) realizaron los recorridos. En las mediciones del primer seguimiento (T1), de noviembre de 2019 a enero de 2020, 30 residentes de la zona de tratamiento (n=14) y control (n=16). Un total de 14 científicos ciudadanos también habían formado parte de la muestra de referencia (tratamiento n=6 control n=8) realizaron los recorridos. El equipo de investigación capacitó a los residentes para que participaran como ciudadanos científicos y recogieran los datos utilizando la Herramienta de Descubrimiento Stanford Healthy Neighborhood Discovery Tool en teléfonos móviles suministrados por el estudio. Así, los ciudadanos científicos recorrieron sus barrios y capturaron fotografías y descripciones de audio/texto sobre los facilitadores y las barreras que afectan la salud y la calidad de vida en sus entornos.

Reunión comunitaria con ciudadanos científicos

Entre noviembre y diciembre de 2018 (T0) se facilitó una reunión comunitaria presencial en las zonas de tratamiento y de control. Entre febrero y agosto de 2020 (T2) se realizó una reunión comunitaria presencial con el grupo de tratamiento y una reunión comunitaria virtual con el grupo de control. Durante estas reuniones, los ciudadanos científicos revisaron los datos recogidos en los recorridos discutiendo los hallazgos y llegaron a un consenso sobre los facilitadores y barreras más relevantes en sus barrios. Esta información fue organizada por temas por los ciudadanos científicos con la mediación de los facilitadores del equipo de investigación.

Socialización con tomadores de decisión

En septiembre de 2020, se realizó una reunión comunitaria virtual con 13 tomadores de decisión relevantes miembros y representantes de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, TransMilenio, TransMiCable, el Instituto Distrital de Recreación y Deportes de Bogotá y el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y cinco ciudadanos científicos de las zonas de intervención y control que habían participado en las reuniones comunitarias. Los participantes de la reunión recibieron una cartilla de difusión de resultado las principales conclusiones del estudio y también se mostró un vídeo sobre el impacto percibido del TransMiCable en la voz de líderes comunitarios que también participaron como ciudadanos científicos.

Seguimiento a las acciones de cambio

En octubre de 2020 se realizó una entrevista a profundidad con el gerente de TransMiCable. En diciembre de 2020, se realizó un evento virtual¹ con un panel de expertos que incluía a representantes de la Secretaría de Distrital de Movilidad de Bogotá, la Secretaría Distrital de la Mujer de Bogotá, el gerente de TransMilenio y la Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos de la Secretaría de Distrital Planeación de Bogotá para presentar los principales hallazgos de la evaluación del estudio y documentar nuevas recomendaciones y comentarios. Entre mayo y junio de 2021, se implementaron dos entrevistas en profundidad con el director de extensión comunitaria del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) para evaluar el compromiso intersectorial del proyecto.

Análisis

Para el análisis de los datos, cinco investigadores (con formación en ciencias sociales y salud pública) analizaron temáticamente toda la información recolectada en los recorridos según los temas discutidos por los ciudadanos científicos en las reuniones comunitarias. En un primer momento, los ciudadanos científicos revisaron sus hallazgos en las reuniones comunitarias. En segundo lugar, los investigadores revisaron sus notas de campo de las reuniones comunitarias. Cada investigador preparó una lista de categorías temáticas

¹ Disponible en: <https://cods.uniandes.edu.co/transmicable-transformaciones-urbanas-estudio-universida-andes/>

potenciales para analizar los datos recogidos en la medición de línea de base y el primer seguimiento. En tercer lugar, toda la información recolectada con la Herramienta de Descubrimiento se codificó en matrices de Excel según los temas consolidados. En cuarto lugar, se analizaron los datos mediante un enfoque de análisis de contenido para caracterizar los temas. En quinto lugar, siguiendo el enfoque de teoría fundamentada, los temas se clasificaron por frecuencia. Por último, todos los temas se debatieron y se consolidaron en cinco reuniones con los expertos del equipo de investigación en transporte, calidad del aire, delincuencia, calidad de vida y actividad física; lo anterior como parte de la estrategia de triangulación de la información.

4.1.3 Resultados

Recorridos Nuestra Voz

El 55% de las científicas ciudadanas fueron mujeres (N=29) con una edad media de 50,1 años (DE=14,6) y el 40% eran líderes y lideresas comunitarias que participaban activamente en las juntas de acción comunal de los sus barrios. Los científicos ciudadanos documentaron un total de 600 fotografías y 920 narraciones de audio que informaban sobre los facilitadores y barreras para la salud y la calidad de vida en su barrio (Tabla 22).

Hallazgos del grupo tratamiento

Durante la línea de base, los tres temas más relevantes para los científicos ciudadanos fueron las redes comunitarias y el estado de los parques como facilitadores y la inseguridad como barrera. En la medición de seguimiento (T1), los temas principales fueron la satisfacción con el barrio y el acceso y la calidad del TransMiCable como facilitadores y la calidad de vías y andenes como barreras.

Después de la implementación del TransMiCable, se documentaron temas emergentes e influyeron en los temas prioritarios de la reunión comunitaria. Tras la transformación urbana, la satisfacción del vecindario surgió como el principal facilitador mientras que la preocupación por la inseguridad pasó del primer al noveno lugar entre las prioridades de los científicos ciudadanos. Otro tema emergente relacionado con el TransMiCable, fue la reducción del tiempo de viaje. La disponibilidad de parques fue un facilitador, pero la inseguridad y el consumo de drogas en los parques fueron documentados como barreras para su disfrute. Además, el mal estado de las calles, la mala gestión de la basura, la calidad de las viviendas y los servicios públicos limitados se destacaron tanto en la línea de base como en el de seguimiento como barreras persistentes.

Hallazgos del grupo control

En la línea de base, las tres barreras principales fueron la calidad y el uso de las vías y andenes, la disponibilidad de transporte y la gestión de la basura. En el periodo de seguimiento, la calidad de las vías y andenes fue el subtema más mencionado, principalmente como barrera. Los únicos cambios entre la línea de base y el seguimiento incluyeron la calidad del parque como un facilitador relevante. Además, dos temas

emergentes que se percibieron como barreras en el seguimiento fueron el uso del espacio público y las redes comunitarias.

Tabla 22. Barreras y facilitadores de la habitabilidad del barrio identificados por los científicos ciudadanos clasificados por frecuencia total comparando la línea de base y el seguimiento, y resultados de las reuniones con las partes interesadas

Temas	Tratamiento Ciudad Bolívar		Control San Cristóbal		Fotografías de d ciudadanos científicos del grupo intervención durante T1	Transcripciones de audio	Posibles soluciones
	T0	T1	T0	T1			
Seguridad	1	↓ to 8	6	↑ to 5		"La seguridad ha mejorado. Se siente seguro en las cabinas. Pero cuando al salir, la historia es diferente. Así que tenemos que seguir mejorando "	Para mitigar los problemas de seguridad relacionados con las actividades ilícitas en los espacios públicos, los científicos ciudadanos propusieron implementar programas deportivos y recreativos en los parques para mujeres, ancianos y niños:
Uso de sustancias psicoactivas	5	≥10	8	≥10		"En cuanto a la seguridad dentro de las cabinas, ha mejorado mucho; uno se siente muy seguro, está sentado, tranquilo. Este sistema tiene muchos medios de seguridad: cámara interna, cada estación tiene agentes de policía, y hay aplicaciones donde se informa de cualquier incidente"	"A la comunidad le gusta mucho el baile, el aeróbic, el entrenamiento funcional, como los que hacía el IDRD. Lo que pasa es que ahora todo eso está bloqueado. Igual, hay que tratar de recuperar esos espacios porque (...)usted sabe que no toda la gente es buena, pero si algunos cuidan esos espacios, (...), entonces los que están actuando ilegalmente se van" Ciudadano Científico.

Espacio público	<u>9</u>	≥10	<u>4</u>	4		<i>"Las viviendas no son buenas, las construimos con lo que tenemos disponible. Hay una necesidad de mejorar la infraestructura o los subsidios porque las casas están incompletas, y la gente tiene que vivir ahí."</i>	Para promover el uso de los espacios y parques públicos a la vez que se incrementan los niveles de actividad física, los representantes del IDRD y los científicos ciudadanos propusieron grupos de senderismo, clases de baile y talleres del distrito para instruir en el uso de las nuevas instalaciones del parque, como las mesas de ajedrez:
Parques	<u>3</u>	↓ to 6	≥10	<u>↑ to 2</u>		<i>"Yo digo que la persona que pintó el parque lo puso muy bien... el barrio se ha embellecido"</i>	
Vías y andenes	6	↑ to 3	1	1		<i>"Tomé esta foto para mostrar que el parque necesita ser mejorado para que los niños puedan venir a jugar porque está sin palos, ya no tiene color"</i>	<i>"Creo que necesitamos instructores porque, por ejemplo, tenemos mesas de ajedrez pero no sabemos jugar. También necesitamos aeróbicos. Casi en todas las áreas deportivas de necesitamos orientación". Ciudadano científico</i>
Satisfacción con el barrio	≥10	<u>↑ to 1</u>	≥10	≥10		<i>"Aquí vemos una organización comunitaria que está celebrando el día de la comunidad, es una fiesta donde se hacen concursos, sorteos y la gente se divierte un rato."</i>	Científicos ciudadanos y responsables políticos, se comprometieron a crear espacios de trabajo regulares para comunicar y priorizar las preocupaciones locales::



Así es, ojalá hubiera más"

"Este es un proyecto de gran satisfacción para las comunidades y su calidad de vida. Quiero felicitarlos (al grupo de control) por este proyecto que está comenzando -o por el que están luchando- en San Cristóbal. Les digo algo: no se rindan, sigan adelante porque serán muy felices" Ciudadano científico

Redes
comunitarias 2 ↓ to 10 - 9 ↑ to 7



"Desde el año pasado hasta aquí, el número de habitantes ha aumentado, hay más casas. Ha habido mejoras. Estamos más unidos desde que TransMiCable llegó aquí. La gente se ha animado a comprar y venir a vivir aquí. TransMiCable ha sido un buen impulso para que la gente de nuestro barrio se sienta feliz, y nuestra comunidad crece cada día. Pero, ¿por qué TransMiCable ayuda a que la gente venga más? Porque es más rápido, la gente ya no teme venir aquí, llegar tarde al trabajo o llegar pronto a casa. Gracias a TransMiCable, ahorran aproximadamente 50 minutos en comparación con los autobuses que utilizábamos ante" "Esta es la ruta de la esperanza que hizo un embellecimiento en el entorno..."

"Este escenario es significativo. Propongo que se realicen (...) mesas de trabajo conjuntas, pero antes, los líderes comunitarios que son voceros de grandes colectivos sociales (...) inviten a los que están aquí (las instituciones) para que conozcamos sus realidades y podamos priorizar aspectos desde una perspectiva más integral" Responsable político del Ministerio de Salud

"TransMiCable es, sin duda, una experiencia gratificante y muy enriquecedora para la ciudad que, por supuesto, debemos aprovechar. (...) Entre otras cosas que uno puede y debe mencionar, hay dos claves del éxito. La primera es la articulación de las instituciones, no vista antes en otros proyectos, que permitió que nos vieran a los ciudadanos de otra manera y que la ciudad reconociera a Ciudad Bolívar de otra forma. La segunda es que la articulación no hubiera funcionado si los ciudadanos no hubieran estado allí desde el principio. (...) Los líderes sociales desde el principio participaron activamente, asistieron permanentemente a todas las reuniones y evaluaron y valoraron lo que hicimos. (...) Es de ellos, este proyecto es de ellos, y es un ejemplo a seguir". Responsable político del Instituto de Planificación Urbana de Bogotá

Opciones de transporte	≥10+	≥10	2	↓ to 6		"Esta foto es una de mis favoritas porque muestra el tiempo que mi esposa ahorra en ir desde la estación hasta aquí. Ahorra 50 minutos en comparación con el autobús que tomaba antes del cable. Eso es lo mejor, que le queda tiempo para compartir con la familia y conmigo. Estar juntos, hacer lo que se hace en casa, eso no tiene precio" " TransMiCable nos proporciona un servicio excelente porque en las cabinas cada uno puede sentarse cómodamente en su propio asiento sin riesgo de ser robado "	""Hemos hecho este proyecto desde el punto de vista social porque el componente de transporte es bastante sencillo. El funcionamiento de un cable es bastante sencillo. ¿Qué ha mejorado en términos de movilidad? ¿Qué ha contribuido al éxito de este proyecto? El acceso a la estación (...), la reducción de la evasión de billetes, (...) la integración tarifaria (...). Así que no cambiaría nada de esta intervención social. En cambio, miraría cómo se puede replicar en otros proyectos de transporte que no son necesariamente cables." Responsable de política de TransMilenio
TransMiCable	≥10	↑ to 2	≥10	≥10			
Tiempo de viaje	≥10	↑ to 4	≥10	≥10			
Servicios públicos	≥10	↑ to 7	≥10	9		" Esta es una zona muy empinada y a veces la gente tiene que salir con baldes a buscar agua. No tenemos alumbrado público, ni agua potable, ni alcantarillado, por lo que sería bueno solucionar estos problemas "	It was proposed to build a medium- and long-term health promoting program in the intervention and control areas to address health related issues to help prevent non-communicable diseases according to local prevalence rates:
Acceso a atención en salud	10	≥10	≥10	10			

Acceso a servicios de alimentación ≥10 ≥10 5 **8**

Acceso a educación 7 ≥10 7 ≥10



"TransMiCable es fundamental porque por aquí todo estaba totalmente abandonado por las autoridades. Pero ahora se ve otra realidad, y es muy bonito tener una mejor calidad de vida "

Manejo de basuras **4** ↓ to **5** **3** **3**

Temas percibidos principalmente como barreras se encuentran en negrilla los facilitadores se encuentran subrayados.

"≥10" Los temas que ocupan la posición 10 en adelante no se presentan

"↑ to" or "↓ to" expresan el cambio en de posición de los temas durante T1 comparación a la posición en T0.

Fuente: Elaboración propia.

Compromiso de científicos ciudadanos y tomadores de decisión

De acuerdo con la trayectoria de gestión comunitaria y liderazgo en la zona control y zona de tratamiento, las reuniones comunitarias sirvieron como una oportunidad para contribuir al proceso de defensa para mejorar servicios y las oportunidades en ambas zonas. Los ciudadanos científicos presentaron la calidad de las vías y andenes como el problema crítico más común en ambas localidades. Durante las reuniones, los tomadores de decisión reconocieron otras barreras persistentes, por ejemplo, la gestión de la basura, el acceso a los servicios públicos, la seguridad y la disponibilidad de transporte (Tabla 22). Además, se destacó la importancia de continuar la transformación urbana mediante la intervención integral del transporte.

Los ciudadanos científicos propusieron iniciativas con los representantes del Instituto Distrital de Recreación y Deportes para seguir promoviendo la actividad física para los niños, los ancianos y las mujeres, como clases de baile y grupos de senderismo. Un representante del Ministerio de Salud sugirió la construcción de un programa de salud impulsado por la comunidad a medio y largo plazo para promover un estilo de vida saludable y la seguridad alimentaria.

Compromiso de científicos ciudadanos y tomadores de decisión

Tras las acciones posteriores a las reuniones comunitarias, los ciudadanos científicos y los tomadores de decisión reportaron vínculos de colaboración y grupos de trabajo entre los líderes comunitarios e instituciones. Los ciudadanos científicos destacaron la colaboración emergente y el intercambio de experiencias entre los líderes comunitarios de la zona control e intervención. Específicamente, los ciudadanos científicos de la zona de intervención recomendaron a los líderes del grupo control que establecieran canales de comunicación institucionales eficaces para la implantación del próximo cable aéreo en su localidad.

Los tomadores de decisión destacaron que el TransMiCable fue el resultado de los esfuerzos institucionales gubernamentales por desarrollar una intervención basada en el compromiso cívico y en grupos de trabajo intersectoriales. Los tomadores de decisión coincidieron en que el TransMiCable fue posible gracias a la participación activa y persistente de la comunidad, que permitió superar los cambios y retos a través de diferentes alcaldías. Además, los tomadores de decisión evidenciaron beneficios del TransMiCable en componentes económicos, sociales y medioambientales, y reconocieron las múltiples dimensiones de la salud en las que podía incidir la intervención. Diversas partes interesadas destacaron que TransMiCable es un ejemplo de una transformación urbana integral basada en el compromiso comunitario. El proyecto se implementó para garantizar la equidad, la inclusión y la participación de la comunidad en los proyectos de transformación urbana. Esta política aporta novedosos procesos de colaboración para la transformación de la ciudad promoviendo la habitabilidad, la calidad de vida, la sostenibilidad, el fortalecimiento del tejido social, el aumento del espacio público, el transporte y la infraestructura vial. En general, se destacó el TransMiCable como un ejemplo del transporte como medio de desarrollo urbano inclusivo e integral.

Se destacó la importancia de este estudio para ser incorporado en la práctica de toma de decisiones de política pública. También se reconoció que los aspectos documentados por los ciudadanos científicos son esenciales para reconocer los posibles efectos de las intervenciones urbanas: 1) el representante del operador del TransMiCable destacó la importancia de recoger datos desde una perspectiva de salud pública; 2) la representante de la Secretaría de la Mujer mencionó su interés en los datos relacionados con el transporte centrados en las mujeres y la posibilidad de comprender la experiencia diferencial de género en el transporte público; 3) la Secretaría de Movilidad expresó su interés en continuar las actividades de recolección de datos para evidenciar el impacto de las intervenciones de transporte en el acceso al empleo.

4.1.4 Conclusiones

La ciencia ciudadana, al involucrar a los miembros de la comunidad y a los tomadores de decisión, contribuyó a una mejor comprensión de los facilitadores y las barreras más destacados que afectan salud y la calidad de vida de la población estudio. Por un lado, se documentaron aspectos positivos como la calidad y el uso de los espacios públicos y los parques, las redes comunitarias, la disponibilidad del transporte y la mejora de la seguridad. Por otro lado, se identificaron barreras relacionadas a la mala calidad de las vías y andenes, la gestión de la basura, el acceso a los servicios públicos, la inseguridad en los parques y el transporte. Las voces de diversos sectores se reunieron en un diálogo, dando lugar a una traducción viable y precisa del conocimiento local para comunicar a los tomadores de decisión y contribuir a la producción de conocimiento colectivo. La colaboración entre diferentes sectores tiene el potencial de brindar soluciones orientadas a las necesidades de las comunidades para construir ciudades más saludables y habitables, especialmente para las poblaciones en situación de vulnerabilidad.

El método Nuestra Voz ha sido implementado por diversos ciudadanos científicos en países de altos y medios ingresos para impulsar acciones de cambio que promuevan entornos más saludables. Este estudio implementó este método por primera vez para realizar una evaluación de la transformación urbana y el transporte. Este estudio se suma a la producción de conocimiento que comprende la salud tanto en el entorno físico como las relaciones sociales. La ciencia ciudadana tiene el potencial de abordar necesidades locales, desarrollar indicadores contextualmente pertinentes e involucrar a las comunidades en el proceso de evaluación de políticas de planificación urbana.

4.2 MAPEO DE EFECTOS EN CASCADA



En concordancia con los principios de la Ciencia Ciudadana, el mapeo de efectos en cascada es una metodología cualitativa participativa para evaluar efectos esperados e inesperados de intervenciones o programas (Chazdon et al., 2017). El mapeo de efectos en cascada se fundamenta en cuatro elementos: indagación apreciativa, enfoque participativo, entrevistas y reflexión interactiva (Chazdon et al., 2017). A través de estos procesos, la metodología permite una evaluación exhaustiva a nivel individual, comunitario y político que busca generar reflexiones apreciativas sobre los cambios experimentados. A través de la cual se pretende propiciar un espacio para documentar, visualizar y celebrar colectivamente los impactos del programa o la intervención.

4.2.1 Objetivos

Documentar efectos esperados e inesperados de la implementación del TransMiCable.

4.2.2 Métodos

Tras las actividades de recolección del método Nuestra Voz, se implementó la metodología de efectos en cascada para continuar documentando y mapeando los efectos de la implementación del TransMiCable. Se realizó una sesión de la metodología en febrero de 2020 con nueve científicos ciudadanos de la zona de intervención, que ya habían participado en el método Nuestra Voz. Los participantes se dividieron en parejas y se entrevistaron mutuamente utilizando un cuestionario que diseñado por el equipo de investigación para indagar sobre sus percepciones. Seguido a esto, cada uno de los participantes comunicó al grupo la información compartida durante sus entrevistas. Un investigador hizo preguntas para profundizar cada una de las intervenciones de los participantes, y un digitador tomó nota de cada intervención en el programa XMIND 2019.

Los participantes visualizaron las notas tomadas y organizaron colectivamente sus percepciones por temas dando forma al mapa. La sesión de fue grabada y posteriormente transcrita.

Después de la sesión, utilizando un enfoque de teoría fundamentada y análisis de contenido, dos investigadores revisaron el mapa en XMIND, reagrupando temas y subtemas utilizando las categorías de los hallazgos del método Nuestra Voz. Finalmente, el contenido del mapa se exportó a Excel para ser codificado independientemente por los dos investigadores, posteriormente se realizó una validación de la codificación entre los investigadores para obtener un recuento final de las frecuencias de cada subtema.

4.2.3 Resultados

Los participantes fueron líderes y lideresas comunitarias (33% mujeres) de diferentes barrios del área de influencia de TransMiCable, quienes identificaron efectos de la intervención en tres temas principales: capital social, movilidad y seguridad.

Entre los efectos relacionados con el capital social, los participantes destacaron que perciben que Ciudad Bolívar ya no es una zona aislada, lo que contribuye a transformar el estigma social que ha marcado la localidad. Los participantes expresaron que el TransMiCable ha fomentado la sensación de orgullo por su barrio, además de atraer personas de otras zonas de la ciudad, contribuyendo a una nueva percepción sobre la zona y ampliando las redes comunitarias. En cuanto a la movilidad, los participantes destacaron la disminución del tiempo de viaje y el aumento del tiempo libre. Además, afirmaron que la intervención tuvo resultados tanto positivos como negativos en cuanto a la experiencia general del transporte. Dentro del TransMiCable percibieron mejoras en la cultura cívica. Sin embargo, se mencionó como aspectos negativos el costo de la tarifa, la ocupación y la falta de orientaciones en el portal de TransMilenio que conecta con el TransMiCable. Además, destacaron que más allá de mejorar la disponibilidad del transporte, se requiere una intervención urbana para proporcionar servicios públicos a toda la comunidad.

4.2.4 Conclusiones

El uso del enfoque participativo de la metodología mapeo de efectos en cascada permitió comprender mejor los resultados de TransMiCable. La evaluación de estos resultados contribuye a la producción de conocimiento situado, a través de las percepciones de la comunidad, que puede ser útil para continuar garantizando que el enfoque de la transformación urbana y del transporte en curso en Bogotá se alinee con los intereses y necesidades de las comunidades. La metodología contribuyó a la comprensión compleja de la intervención y destacó un efecto relevante, aunque inesperado: la transformación del estigma social del barrio. El enfoque participativo destaca la necesidad de continuar realizando esfuerzos en conjunto con las comunidades para transformar los entornos para que sean más sanos, equitativos y habitables.

4.3 MANZANA DEL CUIDADO DE CIUDAD BOLÍVAR



El trabajo de cuidado no remunerado refiere a las actividades de mantenimiento del hogar (por ejemplo, cocinar y limpiar) y cuidado a personas que requieren ser asistidas (adultos mayores, niños y niñas, personas en situación de discapacidad, entre otros). La feminización de estas labores genera altísimos costos para las cuidadoras, como limitantes en el uso de su tiempo, su participación laboral y su proyecto de vida (Moreno-Salamanca, 2018). En Bogotá hay una mayor concentración de cuidadoras de tiempo completo viviendo en los estratos más bajos; concretamente, el 75% de las cuidadoras de tiempo completo viven en estrato 2 y 3 y dedican aproximadamente en promedio 11.7 horas diarias a labores de cuidado no remunerado (Caracterización Cuantitativa y Cualitativa de Las Cuidadoras En Bogotá, 2021). Del total de las mujeres encuestadas por este estudio en Ciudad Bolívar durante la pandemia por COVID-19 el 48.8% reportó realizar actividades domésticas o de cuidado no remunerado como actividad principal.

La planificación urbana puede ser un instrumento para reproducir o mitigar las inequidades de género en las ciudades. En este contexto el Sistema Distrital de Cuidado liderado por la Secretaría Distrital de la Mujer busca reconocer, reducir y redistribuir la labor del trabajo de cuidado no remunerado (Secretaría Distrital de la Mujer, 2021). Con este propósito se ha implementado el programa *Manzanas del Cuidado* como un espacio dispuesto para ofrecer servicios como:

- Oferta de formación y capacitación para cuidadoras
- Actividades de respiro y bienestar (actividad física y atención psicosocial) para cuidadoras.

- Cuidado a personas que requieren ser asistidas para liberar el tiempo de las cuidadoras
- Estrategias pedagógicas y cambio cultural para la ciudadanía en general.

Actualmente se encuentran nueve Manzanas del Cuidado en el Centro de Bogotá, Usaquén, Kennedy, Los Mártires, Usme, San Cristóbal, Bosa, Engativá y Ciudad Bolívar. La primera Manzana del Cuidado fue inaugurada en octubre del 2020 en Ciudad Bolívar en la oficina de servicios al ciudadano (SuperCADE Manitas), incluida en la transformación urbana integral del TransMiCable.

4.3.1 Objetivos

Caracterizar la manzana del cuidado de Ciudad Bolívar documentando las percepciones de las cuidadoras sobre el programa e identificando los facilitadores y barreras para el acceso a la Manzana del Cuidado.

4.3.2 Métodos

Tomando como punto de partida el componente cualitativo de la evaluación del TransMiCable, la propuesta de caracterización de la Manzana del Cuidado se plantea desde la aproximación participativa adaptando la metodología de mapeo de efectos en cascada y replicado el método Nuestra Voz (ver Anexo 13).

Grupo focal exploratorio de percepciones sobre la Manzana del Cuidado

En septiembre del 2021 se desarrolló el grupo focal con cuidadoras de la localidad de Ciudad Bolívar que tuvo como objetivo documentar beneficios y oportunidades de mejora de la Manzana del Cuidado. La herramienta se co-creó en un trabajo colaborativo entre el grupo de investigación Epiandes y la Secretaría Distrital de Mujer de Bogotá. Durante 4 sesiones de trabajo, se desarrolló un instrumento inspirado en la metodología de efectos en cascada (Chazdon et al., 2017), que mantuvo los principios de enfoque participativo, pensamiento irradiante y reflexiones grupales e interactivas. El grupo focal tuvo una duración aproximada de tres horas y fue grabado y transcrito tras el previo consentimiento de las participantes. Específicamente la metodología se desarrolló en tres pasos:

1. Mesas temáticas rotativas: en grupos de 3-4 personas, las asistentes rotaron por 5 mesas temáticas dirigidas por una anfitriona del equipo de investigación, tres de estos fueron dirigidos por integrantes del equipo de investigación y dos por personal de la Secretaría Distrital de la Mujer. Las preguntas realizadas en las mesas se formularon para identificar las percepciones y experiencias de las mujeres cuidadoras en la Manzana del Cuidado de Ciudad Bolívar.
2. Mapeo de percepciones: al finalizar las mesas rotativas, el grupo completo se reunió y cada anfitriona de mesa reportó el resumen de temas emergentes de su mesa. En simultáneo una digitadora documentó las temáticas en un mapa de ideas (a través del programa Xmind). De esta manera el grupo visualizó gráficamente las reflexiones realizadas durante la sesión.

3. Validación de temas: al organizar los comentarios de las mesas en el mapa, se revisó colectivamente con las participantes de la sesión y se agrupó la información por temas en el mapa. Finalmente, el mapa fue validado por las participantes del grupo focal, realizando los ajustes pertinentes con base a sus comentarios.

Después de la sesión, dos investigadoras revisaron el mapa en XMIND para completar el contenido con las transcripciones de la sesión, reagrupando temas y subtemas. Finalmente, el contenido del mapa se exportó a Excel para ser codificado independientemente por las investigadoras, partiendo del marco Multi-Nivel basado en el modelo socioecológico de Bronfenbrenne (Sallis et al., 2006). Posteriormente se realizó una validación de la codificación entre las investigadoras para obtener un recuento final de las frecuencias de cada subtema.

Nuestra Voz con cuidadoras

Tras recolectar la información del grupo focal exploratorio, se identificaron aspectos a profundizar que dieron paso a la implementación de método Nuestra Voz con cuidadoras, el cual consiste en el desarrollo cuatro fases: 1) Recorridos en los cuales los científicos ciudadanos utilizan la aplicación móvil Stanford Healthy Neighborhood Discovery Tool para capturar fotografías y descripciones de audio de aspectos relevantes en su entorno local; 2) Reuniones comunitarias con el fin de discutir los hallazgos recolectados y definir aspectos prioritarios a mejorar; 3) Socialización con tomadores de decisión para identificar posibles soluciones y promover el empoderamiento de la comunidad; y 4) Seguimiento de la implementación de cambios locales. En este caso, se utilizó este método con el fin identificar aspectos y características del entorno que facilitan u obstaculizan el acceso al programa. Específicamente se propuso: 1. Entrenar a las mujeres cuidadoras como ciudadanas científicas. 2. Documentar facilitadores y barreras del trayecto del hogar de las participantes al programa. 3. Generar diálogos entre científicas ciudadanas y tomadores de decisión para mejorar el acceso al programa. 4. Nutrir el entusiasmo de las partes interesadas para continuar mejorando la manzana del cuidado.

Recorridos de los científicos ciudadanos

Durante junio y julio de 2022, 21 mujeres cuidadoras beneficiarias (n=16) y no beneficiarias de la Manzana del Cuidado (n=5) realizaron los recorridos desde sus hogares hasta el programa. Igualmente se realizó el recorrido de vuelta desde la Manzana del Cuidado hasta su lugar de destino. El equipo de investigación capacitó a las cuidadoras para que participaran como ciudadanas científicas y recogieran los datos utilizando la Herramienta de Descubrimiento Stanford Healthy Neighborhood Discovery Tool en teléfonos móviles suministrados por el estudio. De tal manera las ciudadanas científicas realizaron sus recorridos habituales (hora usual y sus acompañantes) en el modo de transporte de su uso regular (caminando, en alimentador, transporte informal o TransMiCable) y capturaron fotografías y descripciones de audio/texto sobre los facilitadores y las barreras que influyen el acceso a la Manzana del Cuidado.

Reunión comunitaria ciudadanas científicas

En julio de 2022 se facilitó una reunión comunitaria presencial en la Manzana del Cuidado con el fin de que las ciudadanas científicas revisaran los datos recogidos en los recorridos discutiendo los hallazgos. Veinte cuidadoras participaron en la sesión, se organizaron en tres grupos de trabajo, cada uno acompañado por una facilitadora integrante del grupo de investigación. En uno de los grupos se introdujo la visualización de los datos por medio de gafas de realidad virtual Oculus, donde cada participante exponía los aspectos más relevantes mientras que otra participante visualizaba el punto en el cual se tomó la foto. La información discutida en cada grupo fue organizada por temas por las ciudadanas científicas y se llegó a un consenso sobre los facilitadores y barreras. Al finalizar la sesión, los resultados de cada grupo de trabajo fueron socializados al grupo en general.

Socialización con tomadores de decisión

Esta fase se encuentra en proceso de planeación. Se busca facilitar el dialogo entre tomadores de decisión y ciudadanas científicas para mostrar los hallazgos empleando gafas de realidad virtual con el fin de discutir las soluciones viables y promover mejoras en el entorno.

Seguimiento a las acciones de cambio

Al completar toda la metodología se realizará un seguimiento a las entidades competentes para evidenciar la implementación de cambios locales. En un primer momento, las ciudadanas científicas revisaron sus hallazgos en la reunión comunitaria, proponiendo temas y categorías analíticas. La información recolectada con la herramienta de descubrimiento fue organizada en una matriz de Excel. Tres investigadores independientemente revisaron la información para proponer temas emergentes de los recorridos complementando las categorías propuestas por las ciudadanas científicas en la reunión comunitaria. Durante una sesión de trabajo las investigadoras llegaron a un consenso sobre las categorías. Actualmente la información se encuentra en proceso de codificación para ser clasificaron por frecuencia de las categorías.

4.3.3 Resultados

Las participantes fueron 22 cuidadoras entre los 39 y los 59 años que habían terminado secundaria y que en promedio dedican 9 horas diarias al trabajo de cuidado con dos personas a su cargo; quienes expusieron sus percepciones en tres temas principales: beneficios y efectos inesperados, barreras y expectativas y sugerencias (ver Figura 29).

Los principales beneficios reportados por las participantes del grupo focal están relacionados con la diversidad en la oferta de servicios que encuentran en el espacio de la Manzana del Cuidado. Las participantes mencionaron que dentro del mismo espacio pueden encontrar servicios de formación, respiro, pago de servicios públicos, registraduría, salud, SISBEN y supermercados. Manifestaron que esto facilita su labor como cuidadoras al reducir su tiempo de desplazamiento en estas actividades. Destacaron que la oferta de

servicios de cuidado para los niños y niñas, que permite que tengan mayor facilidad para usar los servicios para cuidadoras y genera una sensación de tranquilidad.

“Aquí me estoy capacitando, tengo la oportunidad de tener un tiempo muy cerca en mi casa donde yo puedo venir, hacer mis diligencias...para mí este punto ha sido clave para pagar mis servicios, para venir a buscar prácticamente todo lo que necesito.” (Participante grupo focal)

“También para mis hijos porque mientras los cuidan en el espacio de ellos yo puedo estar más tranquila por estar con mis tareas, concentrarme.” (Participante grupo focal)

Las principales barreras mencionadas están relacionadas a obstáculos para la asistencia a los servicios de la manzana. Las participantes reportaron que las extensas jornadas de trabajo de cuidado, mencionando en particular una alta demanda de cuidado directo. Además, las participantes refieren las responsabilidades económicas en el hogar como un obstáculo para la participación en la oferta del programa, realizar actividades de trabajo remunerado, mayormente informal, impiden su asistencia. Expresaron el alto costo al asistir, ya que para esto deben dejar de trabajar, lo cual implica una pérdida de ingresos para el hogar.

“La dificultad para asistir continuamente es la falta de recursos económicos. Yo me la paso empacando unas bolsas y si no empaco un día es pérdida para mí porque no trabajo”. (Participante grupo focal)

“Un obstáculo es el tiempo. Ser cuidador de los niños sin la remuneración es difícil...Para venir me tocó dejar haciendo más temprano lo que tenía que dejar mientras voy y vuelvo.” (Participante grupo focal)

Además, mencionaron una falta de apoyo por parte de sus parejas para asistir. Las participantes manifestaron los celos de sus parejas como un obstáculo para la asistencia. Lo anterior es un reflejo de las normas sociales y violencia de género existentes en la localidad. También reportaron la falta de motivación para asistir por parte de algunas cuidadoras de la localidad.

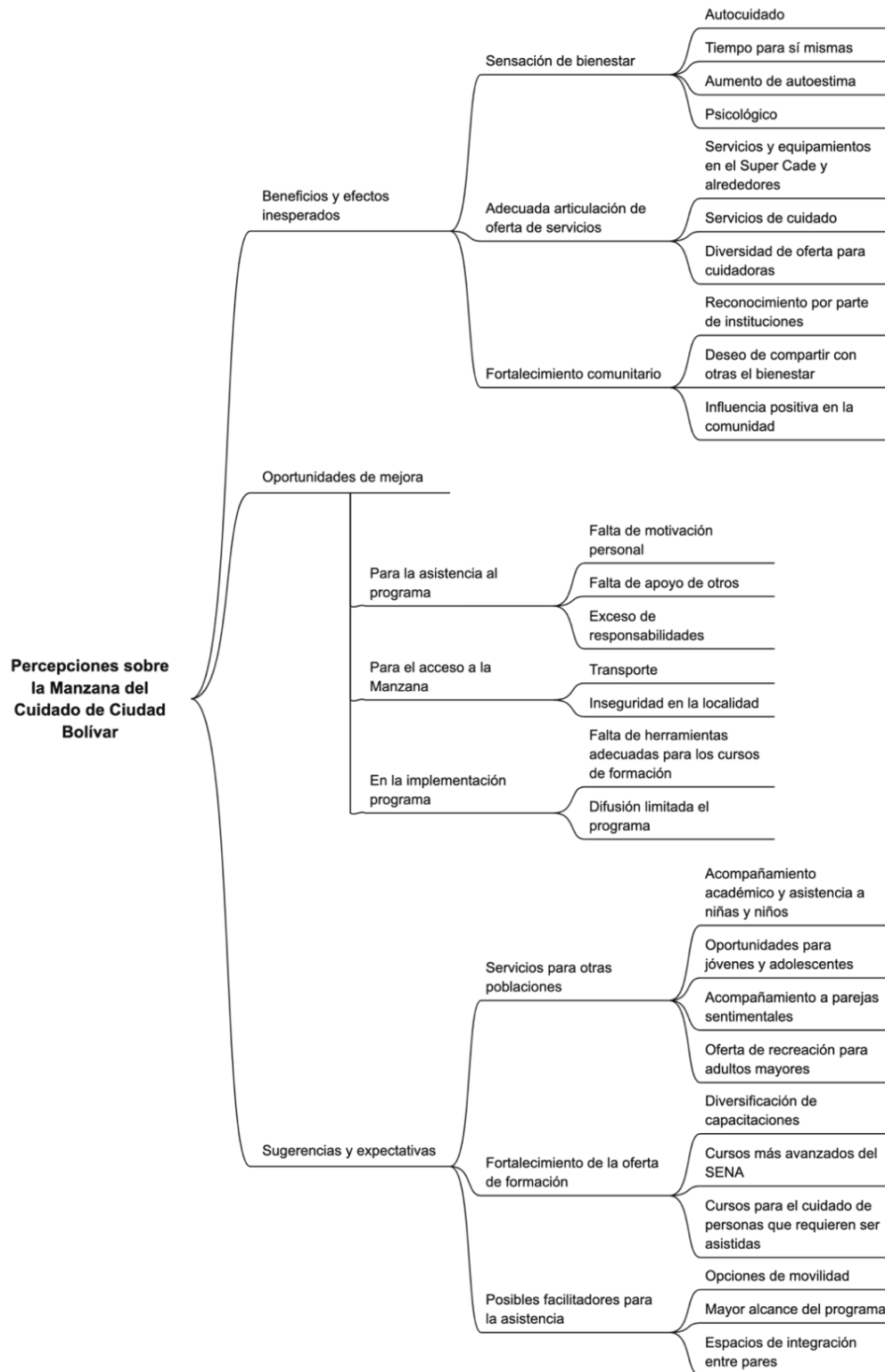
“Muchas veces creería que los esposos como que no les dan permiso porque la verdad así es mi esposo...A veces los esposos son muy celosos y muchas veces no saben entenderlo a uno muy bien. A ellos no les gusta que uno salga, que uno estudie, que uno progrese con algo diferente...” (Participante grupo focal).

La principal sugerencia de las participantes del grupo focal fue el fortalecimiento de la oferta de formación. En particular, sugirieron aumentar la oferta de: 1) cursos avanzados del SE en especial de ofimática; 2) cursos para el desarrollo de emprendimientos, en especial de productos alimenticios; 3) cursos de máquina plana; 4) cursos de fortalecimiento de sus habilidades productivas, en especial en el cultivo de alimentos o en el proceso de docencia

para capacitar a otras cuidadoras; 5) cursos para mejorar su habilidades como cuidadoras, específicamente para aquellas cuidadoras de ¡personas en situación de discapacidad.

“Pues queremos un SENA más avanzado todas...Todos anhelamos mejorar lo del SENA, que lo de sistemas sea algo más avanzado porque lo que nos dieron fue como lo básico...Queremos que nos den un SENA de sistemas más avanzado para poder ejercer nosotras más a fondo ¿cierto?...” (Participante grupo focal).

Figura 29. Mapa de resultados del grupo focal Mapeo de diagnóstico colectivo de la Manzana del Cuidado de Ciudad Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Nuestra voz

Los resultados principales continúan en proceso de análisis. A continuación, se realiza un resumen de resultados preliminares del método Nuestra Voz con cuidadoras.

Recorridos de los científicos ciudadanos

El facilitador más mencionado durante los recorridos fue el programa en sí mismo. Las participantes mencionan una motivación para asistir a los servicios ofrecidos en la Manzana del Cuidado (formación y capacitación, actividad física y servicios de cuidado), que se encuentra vinculada al buen acompañamiento de las facilitadoras del programa y la sensación de bienestar percibido.

“Aquí ya llegamos a Manitas. El programa ha sido una cosa fabulosa para mí, en enriquecimiento, en todos los sentidos de la palabra. Yo nunca había estudiado y me siento aquí super, con cosas que uno nunca había visto. Y, pues, para los muchachos también ha sido enriquecedor porque tienen su profesora capacitada para discapacidad entonces ha sido muy enriquecedor también para ellos. Y les da uno un respiro uno a ellos porque desde las 8 a las 11 que no estoy con ellos, estoy en el proyecto del cuidado. Ha sido muy bonito este programa, Dios quiera que lo sigan aprobando y no lo cierren porque yo sé que, así como a mí, habrán muchas personas que lo necesitan. Gracias.” (Ciudadana Científica)

Las opciones de transporte (acceso al transporte público, el TransMiCable y el transporte informal) se mencionan como el segundo facilitador esencial para el acceso al programa. No obstante, el costo del transporte y la ocupación de los vehículos son barreras persistentes.

En tercer lugar, las participantes reportaron las vías y los andenes como infraestructura pertinente para el recorrido peatonal. Sin embargo, esta misma categoría fue la barrera más mencionada, refiriéndose a la falta de andenes adecuados, especialmente para las personas que reciben cuidados (personas en situación de discapacidad, adultos mayores y niños y niñas). Las ciudadanas científicas reportan una dificultad generalizada en la movilidad peatonal debido a las lluvias refiriéndose a riesgo de accidentes y caídas, además de la falta de mantenimiento, pavimentación limitada e invasión de andenes.

“Estas foticos son tomadas para que se den cuenta las dificultades para bajar un coche, para bajar una silla de ruedas es peor porque es muy angosta, porque es destapada. Llevar cargada la persona, o dejar el coche arriba, bajar el niño, después bajar al coche. Igual toca con la persona de discapacidad, bajar la persona, dejar la silla, teniendo en cuenta que tiene probabilidades que se la roben a uno.” (Ciudadana Científica)

La segunda barrera más mencionada refiere a la inseguridad tanto en el recorrido en transporte como en el trayecto peatonal. Específicamente las participantes reportan los robos y el consumo y expendio de sustancias psicoactivas como obstáculos para el acceso

al programa. Finalmente, como tercera barrera más mencionada, las participantes mencionaron el alto riesgo de siniestralidad vial como consecuencia de la falta de vías y andenes, la falta de señalización, reductores de velocidad y la imprudencia de algunos conductores.

Reunión comunitaria ciudadanas científicas

La reunión comunitaria se realizó en dos horas y media, en la cual las ciudadanas científicas revisaron colectivamente los datos recogidos. En congruencia con los datos recorridos mediante los recorridos, las ciudadanas científicas acordaron que los aspectos a priorizar son la inseguridad, la falta de vías y andenes y la seguridad vial. Como aspectos emergentes a priorizar se destacaron las opciones de transporte y la falta de difusión del programa.

Como posibles soluciones a la inseguridad, las participantes propusieron generar rutas compartidas peatonales entre pares para caminar en grupos, aumentar las cámaras de seguridad y mejorar la presencia de la policía con más rondas y un CAI de 24 horas. En cuanto a las opciones de transporte, se propone que el programa brinde un vehículo para la ruta de las cuidadoras, un subsidio de transporte para las usuarias regulares del programa y alimentadores gratuitos hasta las estaciones de TransMiCable. Para mitigar las barreras de movilidad peatonal se proponen obras para infraestructura de vías y andenes, mantenimiento de las calles y multas para quienes invaden los andenes con basuras y escombros. Para garantizar la seguridad vial, las ciudadanas científicas mencionaron implementar reductores de velocidad y ciclorrutas con acompañamiento de auxiliar de seguridad vial. Finalmente, para dar más alcance al programa las participantes proponen el voz a voz entre cuidadoras, estrategias con las juntas acción comunal y garantizar la continuidad del programa.

4.3.4 Conclusiones

Durante la pandemia por COVID-19, la crisis económica tuvo un efecto acentuado en las mujeres, se registró un aumento en los delitos contra la mujer y se produjo un incremento en las labores de cuidado no remuneradas asumidas históricamente por las mujeres. Hasta el momento se ha evidenciado que articular servicios y equipamientos puede generar una red urbana que contribuya a mitigar inequidades de género, especialmente dado el incremento en brechas de este tipo durante la pandemia por COVID-19. Las participantes reportaron beneficios relacionados a un incremento en su sensación de bienestar. No obstante, se encuentran barreras recurrentes para el acceso al programa relacionadas con los roles de género y contexto de social y urbano de Ciudad Bolívar como exceso de responsabilidades y las limitantes en movilidad de la zona.

El grupo focal de diagnóstico colectivo facilitó la colaboración intersectorial. Documentar las percepciones de mujeres cuidadoras sobre el programa tiene el potencial de informar a las tomadoras de decisión para mejorar la oferta de servicios y celebrar los efectos positivos del programa. El método Nuestra Voz empleado en el marco de la Manzana del Cuidado

permite generar evidencia para futuras estrategias que busquen optimizar el acceso al programa. Ambos instrumentos, demuestran su pertinencia para evaluar estrategias innovadoras en fases tempranas de implementación, además ponen como punto central la voz y las percepciones de las cuidadoras, lo que permite generar evidencia de relevancia contextual y propicia el empoderamiento para el mejoramiento de las comunidades.

5. CONCLUSIONES FINALES

La evaluación de TransMiCable y su transformación urbana demostró la importancia del transporte público como determinante social de la salud y la importancia de la actividad física y calidad de vida para construir ciudades más sostenibles. La implementación de TransMiCable ha disminuido los tiempos de viaje de los residentes, incrementado su tiempo libre, incrementado su satisfacción con el barrio, reduciendo la dosis inhalada de contaminantes, incrementado los lugares de encuentro, la socialización, la actividad física en los parques y la disminución de la victimización.

De esta manera, proveer soluciones de transporte sostenible es una forma de mejorar múltiples aspectos de la calidad de vida, muestra la disposición del gobierno de atender a la población desde diversos frentes y ayuda a disminuir las inequidades sociales. Por lo tanto, documentar de los efectos intencionados y no intencionados de las intervenciones desde su evaluación es crítico para mejorar los abordajes, redireccionar los esfuerzos y mejorar los proyectos de transporte y transformación urbana. Los beneficios de las intervenciones urbanas están vinculados a cambios simultáneos. Los efectos de TransMiCable se deben a la combinación de la planeación urbana, mejoras de accesibilidad y la participación de la comunidad. De hecho, promover la apropiación de la comunidad a los programas e infraestructuras mejora la participación de las comunidades (tomadores de decisión, academia) en la conceptualización, diseño, planeación e implementación. La participación de líderes y lideresas garantiza que las transformaciones urbanas integrales respondan a las necesidades locales. De hecho el contexto, la confianza en las instituciones y la cooperación de la comunidad influyen cómo esta recibe y se apropia de la intervención.

La conectividad entre modos de transporte puede mejorar la experiencia de viaje y puede llevar a mejores desenlaces en sostenibilidad, inclusión y salud. La evaluación del cable en el proyecto provee una oportunidad única para evaluar la relación entre transporte sostenible y salud en Latinoamérica. Además, esta evaluación resaltó la importancia de la perspectiva de género y la participación comunitaria desde la conceptualización del proyecto. Ya que la articulación de programas, servicios y equipamientos es una oportunidad para generar una red urbana cotidiana que disminuya las inequidades de género, lo que cobra especial relevancia dado el incremento en brechas de género durante la pandemia por COVID-19.

Aunque los efectos positivos de las intervenciones urbanas integradas tienen el potencial de influir en los determinantes sociales de la salud, éstos pueden tardar en ser observables. Por lo tanto, es importante seguir documentando y evaluando los efectos de TransMiCable sobre la salud y las desigualdades sociales y si estos efectos se mantienen a mediano y largo plazo. Los esfuerzos conjuntos entre academia, comunidad residente e instituciones públicas tienen el potencial de lograr transformaciones pertinentes, efectivas y sostenibles. Los resultados de este proyecto ya fueron presentados al público en general. En el siguiente link se puede consultar toda la información relacionada con dicho evento:

<https://sur.uniandes.edu.co/events/196-presentacion-de-resultados-de-la-evaluacion-de-impacto-de-transmicable-proyecto-simulador-de-ocupacion>

FINANCIAMIENTO

Este proyecto ha sido posible gracias al apoyo de financiación de múltiples entidades. El grupo de investigación agradece el financiamiento de la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá (www.sdp.gov.co) a través del convenio 369 de 2018; el proyecto Salud Urbana en América Latina (SALURBAL)/Urban Health in Latin America que fue financiado por el Wellcome Trust [205177/Z/16/Z] (www.lacurbanhealth.org); el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (www.minciencias.gov.co) mediante el contrato 424-2020, una beca conjunta entre la Universidad de Los Andes y la Universidad del Norte (Beca 2018).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de los Andes (Acta N° 806 – 2017), al igual que sus modificaciones (Acta N° 977 -2019, Acta N° 984 – 2019, Acta N° 994 – 2019, Acta N° 1565 – 2022, Acta N° 1571 – 2022, Acta N° 1588 – 2022). De acuerdo a la normatividad vigente en Colombia (Resolución 008430 de 1993 y Resolución 2378 de 2008), el estudio se clasificó como Investigación sin Riesgo.

Los participantes dieron su previo consentimiento informado por escrito para participar en el estudio. De parte del proyecto recibieron un incentivo consistente en una bolsa de mano y una tarjeta regalo redimible por 3 USD; adicionalmente, los participantes que completaron con éxito el uso del acelerómetro para medir la actividad física participaron en un sorteo de una tarjeta regalo de 150 USD al final de cada medición. Los mismos incentivos se utilizaron en todas las mediciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los estudiantes que han hecho posible el mantenimiento del estudio a través de los años, especialmente a Lina Gómez, Catalina Téllez, David Suarez, Santiago Tejada y Camila Saravia por sus contribuciones en los análisis. A los coinvestigadores que con sus aportes han nutrido la rigurosidad del estudio. A Paola Martínez, Karen Fajardo, Natalia Merchán, Dolly Martínez, Patricia Vásquez y Etelvina Mahecha por su valioso aporte durante la recolección de los datos. Además, a los líderes y lideresas de las comunidades que han posibilitado el trabajo de campo y a las comunidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal que amablemente han abierto sus puertas para llevar a cabo el estudio. Finalmente, se agradece a todas las entidades gubernamentales locales y tomadores de decisión que han estado en disposición de colaborar en la investigación.

REFERENCIAS

- Ahmad, M. H., Salleh, R., Mohamad Nor, N. S., Baharuddin, A., Rodzlan Hasani, W. S., Omar, A., Jamil, A. T., Appukutty, M., Wan Muda, W. A. M., & Aris, T. (2018). Comparison between self-reported physical activity (IPAQ-SF) and pedometer among overweight and obese women in the MyBFF@home study. *BMC Women's Health*, 18(1), 85–90. <https://doi.org/10.1186/S12905-018-0599-8/TABLES/3>
- Alcaldía de Bogotá. (2019). *Informe de Empalme*. <https://www.gobiernobogota.gov.co/transparencia/planeacion/informes-empalme>
- Allen, J., & Farber, S. (2020). Planning transport for social inclusion: An accessibility-activity participation approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 78, 102212. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2019.102212>
- Allen, J., Muñoz, J. C., & Ortúzar, J. de D. (2018). Modelling service-specific and global transit satisfaction under travel and user heterogeneity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 509–528. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2018.05.009>
- Anand, P., Hunter, G., & Smith, R. (2005). Capabilities and Well-Being: Evidence Based on the Sen–Nussbaum Approach to Welfare. *Social Indicators Research* 2005 74:1, 74(1), 9–55. <https://doi.org/10.1007/S11205-005-6518-Z>
- Andriani, L., & Christoforou, A. (2016). Social Capital: A Roadmap of Theoretical and Empirical Contributions and Limitations. *Journal of Economic Issues*, 50(1), 4–22. <https://doi.org/10.1080/00213624.2016.1147296>
- Azolin, L. G., Rodrigues da Silva, A. N., & Pinto, N. (2020). Incorporating public transport in a methodology for assessing resilience in urban mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 85(June), 102386. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102386>
- Banco de Desarrollo de America Latina (CAF). (s. f.). *Encuesta CAF*. Recuperado 20 de diciembre de 2017, a partir de <https://www.caf.com/es/temas/i/investigacion-para-el-desarrollo/encuesta-caf-investigacion/encuesta-caf/>
- Banzhaf, E., Reyes-Paecke, S. M., & de la Barrera, F. (2018). What really matters in green infrastructure for urban quality of life? Santiago de Chile as a Showcase City. En S. Kabisch, F. Koch, E. Gawel, A. Haase, S. Knapp, K. Krellenberg, & A. Zehnsdorf (Eds.), *Urban transformations: Sustainable urban development through resource efficiency, quality of life and resilience* (pp. 281–300). Springer International Publishing.

- Bea, D. C. (2016). Transport Engineering and Reduction in Crime: The Medellín Case. *Transportation Research Procedia*, 18, 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.012>
- Bhat, C. R. (2005). A multiple discrete–continuous extreme value model: formulation and application to discretionary time-use decisions. *Transportation Research Part B: Methodological*, 39(8), 679–707. <https://doi.org/10.1016/J.TRB.2004.08.003>
- Bhat, C. R. (2008). The multiple discrete-continuous extreme value (MDCEV) model: Role of utility function parameters, identification considerations, and model extensions. *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(3), 274–303. <https://doi.org/10.1016/J.TRB.2007.06.002>
- Bhat, C. R., & Misra, R. (1999). Discretionary activity time allocation of individuals between in-home and out-of-home and between weekdays and weekends. *Transportation* 1999 26:2, 26(2), 193–229. <https://doi.org/10.1023/A:1005192230485>
- Bocarejo, J. P., Portilla, I. J., Velásquez, J. M., Cruz, M. N., Peña, A., & Oviedo, D. R. (2014). An innovative transit system and its impact on low income users: The case of the Metrocable in Medellín. *Journal of Transport Geography*, 39, 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.018>
- Bolbol, A., Cheng, T., Tsapakis, I., & Haworth, J. (2012). Inferring hybrid transportation modes from sparse GPS data using a moving window SVM classification. *Computers, Environment and Urban Systems*, 36(6), 526–537. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2012.06.001>
- Buman, M. P., Winter, S. J., Baker, C., Hekler, E. B., Otten, J. J., & King, A. C. (2012). Neighborhood Eating and Activity Advocacy Teams (NEAAT): Engaging older adults in policy activities to improve food and physical environments. *Translational Behavioral Medicine*, 2(2), 249–253. <https://doi.org/10.1007/s13142-011-0100-9>
- Calastri, C., Hess, S., Daly, A., & Carrasco, J. A. (2017). Does the social context help with understanding and predicting the choice of activity type and duration? An application of the Multiple Discrete-Continuous Nested Extreme Value model to activity diary data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 104, 1–20. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2017.07.003>
- Campbell, A., Converse, P., & Rodgers, W. (1976). *The quality of American life: Perceptions, evaluations, and satisfactions*. - PsycNET. Russell Sage Foundation. <https://psycnet.apa.org/record/1977-05650-000>
- Cardona-Arias, J. A., Ospina-Franco, L. C., & Elijadue-Alzamora, A. (2015). Validez discriminante, convergente/divergente, fiabilidad y consistencia interna, del

- whoqol-bref y el mossf-36 en adultos sanos de un municipio colombiano. *Rev Fac Nac Salud Pública*, 33(1), 50–57. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp>
- Cerdá, M., Morenoff, J. D., Hansen, B. B., Tessari Hicks, K. J., Duque, L. F., Restrepo, A., & Diez-Roux, A. v. (2012). Reducing violence by transforming neighborhoods: A natural experiment in Medellín, Colombia. *American Journal of Epidemiology*, 175(10), 1045–1053. <https://doi.org/10.1093/aje/kwr428>
- Chatterjee, K., Chng, S., Clark, B., Davis, A., de Vos, J., Ettema, D., Handy, S., Martin, A., & Reardon, L. (2019). Commuting and wellbeing: a critical overview of the literature with implications for policy and future research. *Https://Doi.Org/10.1080/01441647.2019.1649317*, 40(1), 5–34. <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1649317>
- Chazdon, S., Emery, M., Hansen, D., Higgins, L., & Sero, R. (2017). *A Field Guide to Ripple Effects Mapping*.
- Chowdhury, S., Hadas, Y., Gonzalez, V. A., & Schot, B. (2018). Public transport users' and policy makers' perceptions of integrated public transport systems. *Transport Policy*, 61(October 2017), 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.10.001>
- Corburn, J., Asari, M. R., Pérez Jamarillo, J., & Gaviria, A. (2020). The transformation of Medellín into a 'City for Life:' insights for healthy cities. *Cities and Health*, 4(1), 13–24. <https://doi.org/10.1080/23748834.2019.1592735>
- Corman, H., & Mocan, N. (2002). *Carrots, Sticks and Broken Windows*. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w9061/w9061.pdf
- de Vos, J., Schwanen, T., van Acker, V., & Witlox, F. (2013). Travel and Subjective Well-Being: A Focus on Findings, Methods and Future Research Needs. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/01441647.2013.815665*, 33(4), 421–442. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.815665>
- Delbosc, A. (2012). The role of well-being in transport policy. *Transport Policy*, 23, 25–33. <https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2012.06.005>
- Dell'Olio, L., Ibeas, A., & Cecin, P. (2011). The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 18(1), 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.08.005>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017). *Encuesta multipropósito. 2017*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/encuesta-multiproposito/encuesta-multiproposito-2017>

- Diener, E. (2000). Subjective well-being: The science of happiness and a proposal for a national index. *American Psychologist*, 55(1), 34–43. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.34>
- Diener, E., Oishi, S., & Lucas, R. E. (2015). National accounts of subjective well-being. *American Psychologist*, 70(3), 234–242. <https://doi.org/10.1037/A0038899>
- Dolan, P., & Peasgood, T. (2007). Estimating the Economic and Social Costs of the Fear of Crime. *The British Journal of Criminology*, 47(1), 121–132. <https://doi.org/10.1093/bjc/azl015>
- Ferdinand, A. O., Sen, B., Rahurkar, S., Engler, S., & Menachemi, N. (2012). The Relationship Between Built Environments and Physical Activity: A Systematic Review. *American Journal of Public Health*, 102(10), e7–e13. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300740>
- Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(5), 777–781.
- Garsous, G., Suárez-Alemán, A., & Serebrisky, T. (2019). Cable cars in urban transport: Travel time savings from La Paz-El Alto (Bolivia). *Transport Policy*, 75, 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.05.005>
- Gaviria Uribe, A. (2010). *Cambio social en Colombia durante la segunda mitad del siglo XX*. Universidad de los Andes.
- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A. L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J. F., Stevenson, M., & Owen, N. (2016). City planning and population health: a global challenge. *The Lancet*, 388(10062), 2912–2924. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)
- Gomez Perez, N., Benavides Acosta, O., & Robayo, Y. (2014). *Partir de lo que somos: Ciudad Bolívar, Tierra, Agua y Luchas*. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/convocatorias_cartillas_y_anexos/anexo_4_libro_apartir_de_lo_que_somos_-_ciudad_bolivar_tierra_agua_y_luchas.pdf
- González, S. A., Rubio, M. A., Triana, C. A., King, A. C., Banchoff, A. W., & Sarmiento, O. L. (2021). Building healthy schools through technology-enabled citizen science: The case of the our voice participatory action model in schools from Bogotá, Colombia. *Https://Doi.Org/10.1080/17441692.2020.1869285*, 17(3), 403–419. <https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1869285>
- Google Developers. (s. f.). *Activity Recognition API*. Recuperado 22 de julio de 2022, a partir de <https://developers.google.com/location-context/activity-recognition>

Google developers. (s. f.). *Activity Recognition API*.

Grootaert, C., Narayan, D., Woolcock, M., & Nyhan-Jones, V. (2004). Measuring Social Capital: An integrated questionnaire. En *World Bank Working Paper Series* (Nº 18).

Guevara, T., Sarmiento, O. L., Higuera, D., Useche, A. F., Rubio, M. A., Wilches-Mogollon, M. A., Martínez, P., Castaño, D., Méndez, D., Martínez, L., Martínez, E., Pinzón, J. D., Aguilar, A. F., Morales, R., Jimenez, L., Guzman, L. A., Arellana, J., Moncada, C., Abaunza, C., ... Hessel, F. (2020). *Urban transformations and health: Results from the TransMiCable evaluation*. <https://drexel.edu/lac/data-evidence/policy-evaluations/urban-transformations-health-the-case-of-transmicable-in-bogota/>

Guevara-Aladino, P., Baldovino-Chiquillo, L., Rubio, M. A., Slesinski, C., Levy, P., Flórez, D., Flórez, S., & Sarmiento, O. L. (2022). Winds of change: the case of TransMiCable, a community-engaged transport intervention improving equity and health in Bogotá, Colombia. *Cities & Health*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/23748834.2022.2038981>

Gulliver, J., & Briggs, D. J. (2004). Personal exposure to particulate air pollution in transport microenvironments. *Atmospheric Environment*, 38(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOENV.2003.09.036>

Guzman, L. A., Arellana, J., Oviedo, D., & Moncada Aristizábal, C. A. (2021). COVID-19, activity and mobility patterns in Bogotá. Are we ready for a ‘15-minute city’? *Travel Behaviour and Society*, 24, 245–256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.04.008>

Guzman, L. A., Cantillo-Garcia, V. A., Arellana, J., & Sarmiento, O. L. (2022). User expectations and perceptions towards new public transport infrastructure: evaluating a cable car in Bogotá. *Transportation*, 1–21. <https://doi.org/10.1007/S11116-021-10260-X/FIGURES/4>

Hallal, P., Gomez, L., Parra, D., Lobelo, F., Mosquera, J., Florindo, A. A., Reis, R., Pratt, M., & OL, S. (2010). Lessons learned after 10 years of IPAQ use in Brazil and Colombia. *J Phys Act Health*, 7(supp 2), 259–264.

Harper, A., & Orley, J. (1996). *Whoqol-Bref: Introduction , administration , scoring and generic version of the assessment* (World Health Organization, Ed.). <https://doi.org/10.1037/t01408-000>

Hidalgo, D., & Huizenga, C. (2013). Implementation of sustainable urban transport in Latin America. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.034>

Hirsch, J. A., DeVries, D. N., Brauer, M., Frank, L. D., & Winters, M. (2018). Impact of new rapid transit on physical activity: A meta-analysis. *Preventive Medicine Reports*, 10(January), 184–190. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.03.008>

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2019, diciembre). *Boletines Estadísticos Mensuales*. <https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/boletines-estadisticos-mensuales>

International Monetary Fund. (2020, octubre). *World Economic Outlook, April 2020: The Great Lockdown*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>

Kawahara, J., Tanaka, S., Tanaka, C., Aoki, Y., & Yonemoto, J. (2011). Science of the Total Environment Estimation of daily inhalation rate in preschool children using a tri-axial accelerometer: A pilot study ☆. *Science of the Total Environment*, 409(16), 3073–3077. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.006>

Kindler, A., Klimeczek, H.-J., & Franck, U. (2018). Socio-Spatial distribution of airborne outdoor exposures - An indicator for environmental quality, quality of life, and environmental justice: The case of Berlin. En S. Kabisch, F. Koch, E. Gawel, A. Haase, S. Knapp, K. Krellenberg, & A. Zehnsdorf (Eds.), *Urban transformations: Sustainable urban development through resource efficiency, quality of life and resilience* (pp. 257–280). Springer International Publishing.

King, A. C., Winter, S. J., Sheats, J. L., Rosas, L. G., Buman, M. P., Salvo, D., Rodriguez, N. M., Seguin, R. A., Moran, M., Garber, R., Broderick, B., Zieff, S. G., Sarmiento, O. L., Gonzalez, S. A., Banchoff, A., & Dommarco, J. R. (2016). Leveraging Citizen Science and Information Technology for Population Physical Activity Promotion. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine*, 1(4), 30–34. <https://doi.org/10.1249/TJX.0000000000000003>

Korten, I., Ramsey, K., & Latzin, P. (2017). Air pollution during pregnancy and lung development in the child. *Paediatric Respiratory Reviews*, 21, 38–46. <https://doi.org/10.1016/J.PRRV.2016.08.008>

Lee, R. J., & Sener, I. N. (2016). Transportation planning and quality of life: Where do they intersect? *Transport Policy*, 48, 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.004>

Liu, B. (1975). Quality of Life: Concept, Measure and Results. *American Journal of Economics and Sociology*, 34(1), 1–13. <https://doi.org/10.1111/j.1536-7150.2004.00271.x>

Luce, R. D. (1958). A Probabilistic Theory of Utility. *Econometrica*, 26(2), 193. <https://doi.org/10.2307/1907587>

- Ma, J., Dong, G., Chen, Y., & Zhang, W. (2018). Does satisfactory neighbourhood environment lead to a satisfying life? An investigation of the association between neighbourhood environment and life satisfaction in Beijing. *Cities*, 74, 229–239. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.12.008>
- Maddison, R., & Ni Mhurchu, C. (2009). Global positioning system: A new opportunity in physical activity measurement. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6, 73. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-73>
- Madrigal, A., & Sánchez, Y. (2012). Las memorias del conflicto armado y la violencia en Colombia: Ciudad Bolívar como referente de mantenimiento de memoria colectiva significativa en Bogotá. *Revista Ciudad Paz-Ando*, 5(2), 71–86. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/2422278X.5356>
- Martens, K., & di Ciommo, F. (2017). Travel time savings, accessibility gains and equity effects in cost–benefit analysis. *Https://Doi.Org/10.1080/01441647.2016.1276642*, 37(2), 152–169. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1276642>
- McKenzie, T. L., Cohen, D. A., Sehgal, A., Williamson, S., & Golinelli, D. (2006). System for Observing Play and Recreation in Communities (SOPARC): Reliability and Feasibility Measures. *Journal of Physical Activity & Health*, 3 Suppl 1, S208–S222.
- Milan, B. F., & Creutzig, F. (2017). Lifting peripheral fortunes: Upgrading transit improves spatial, income and gender equity in Medellin. *Cities*, 70, 122–134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.07.019>
- Morales Betancourt, R., Galvis, B., Balachandran, S., Ramos-Bonilla, J. P., Sarmiento, O. L., Gallo-Murcia, S. M., & Contreras, Y. (2017). Exposure to fine particulate, black carbon, and particle number concentration in transportation microenvironments. *Atmospheric Environment*, 157, 135–145. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.006>
- Morales Betancourt, R., Galvis, B., Rincón-Riveros, J. M., Rincón-Caro, M. A., Rodríguez-Valencia, A., & Sarmiento, O. L. (2019). Personal exposure to air pollutants in a Bus Rapid Transit System: Impact of fleet age and emission standard. *Atmospheric Environment*, 202(July 2018), 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.01.026>
- Morales Betancourt, R., Galvis, B., Mendez-Molano, D., Rincón-Riveros, J. M., Contreras, Y., Montejó, T. A., Rojas-Neisa, D. R., & Casas, O. (2022). Toward Cleaner Transport Alternatives: Reduction in Exposure to Air Pollutants in a Mass Public Transport. *Environmental Science & Technology*, acs.est.1c07004. <https://doi.org/10.1021/ACS.EST.1C07004>

- Moreno-Salamanca, N. (2018). La economía del cuidado: división social y sexual del trabajo no remunerado en Bogotá. *Revista Latinoamericana de Estudios de Familia*, 10, 51–77. <https://doi.org/10.17151/rlef.2018.10.1.5>
- Mouratidis, K. (2017). Rethinking how built environments influence subjective well-being: a new conceptual framework. *Https://Doi.Org/10.1080/17549175.2017.1310749*, 11(1), 24–40. <https://doi.org/10.1080/17549175.2017.1310749>
- Nahmias–Biran, B. hen, & Shiftan, Y. (2016). Towards a more equitable distribution of resources: Using activity-based models and subjective well-being measures in transport project evaluation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 672–684. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2016.10.010>
- OECD. (2020, diciembre 8). *COVID-19 in Latin America and the Caribbean: Regional socio-economic implications and policy priorities*.
- Ogonowska-Slodownik, A., Morgulec-Adamowicz, N., Geigle, P. R., Kalbarczyk, M., & Kosmol, A. (2021). Objective and Self-reported Assessment of Physical Activity of Women over 60 Years Old. *Ageing International*, 1–14. <https://doi.org/10.1007/S12126-021-09423-Z/FIGURES/1>
- ONU. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. www.cepal.org/es/suscripciones
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *In it Together: Why Less Inequality Benefits All* (OECD Publishing, Ed.). OECD. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264235120-en>
- Ortúzar, J. D., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport. En *Modelling Transport* (Fourth Edition). Wiley.
- Oviedo, D., & Sabogal, O. (2020). Unpacking the connections between transport and well-being in socially disadvantaged communities: Structural equations approach to low-income neighbourhoods in Nigeria. *Journal of Transport & Health*, 19, 100966. <https://doi.org/10.1016/J.JTH.2020.100966>
- Pajares Sánchez, L. (2020). Fundamentación feminista de la investigación participativa: Conocimiento, género y participación, o del diálogo necesario para la transformación. *Investigaciones Feministas*, 11(2), 297–306. <https://doi.org/10.5209/infe.65844>
- Panagopoulos, T., González Duque, J. A., & Bostenaru Dan, M. (2016). Urban planning with respect to environmental quality and human well-being. *Environmental Pollution*, 208, 137–144. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2015.07.038>

- Pope, C. A. I., Ezzati, M., & Dockery, D. W. (2009). Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States. *Https://Doi.Org/10.1056/NEJMsa0805646*, 360(4), 376–386. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa0805646>
- Pope, C. A., Thun, M. J., Namboodiri, M. M., Dockery, D. W., Evans, J. S., Speizer, F. E., & Heath, C. W. (1995). Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 151(3 Pt 1), 669–674. https://doi.org/10.1164/AJRCCM/151.3_PT_1.669
- Prince, S. A., Cardilli, L., Reed, J. L., Saunders, T. J., Kite, C., Douillette, K., Fournier, K., & Buckley, J. P. (2020). A comparison of self-reported and device measured sedentary behaviour in adults: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2020 17:1, 17(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/S12966-020-00938-3>
- R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org/index.html>
- Reardon, L., Mahoney, L., & Guo, W. (2019). Applying a subjective well-being lens to transport equity. *Measuring Transport Equity*, 205–215. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814818-1.00013-5>
- Restrepo Lalinde, T. (2011). *Impacto del Metro Cable y la intervención urbana en la Zona Nororiental de Medellín*. Uniandes. <http://hdl.handle.net/1992/11735>
- Rivas, M. E., & Serebrisky, T. (2021). The Role of Active Transport Modes in enhancing the mobility of low-income people in Latin America and the Caribbean. *Inter American Development Bank*, 1–38.
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48, 1–36. <https://doi.org/10.18637/JSS.V048.I02>
- Rubio, M. A., Triana, C., King, A. C., Rosas, L. G., Banchoff, A. W., Rubiano, O., Chrisinger, B. W., & Sarmiento, O. L. (2020). Engaging citizen scientists to build healthy park environments in Colombia. *Health Promotion International*, 1–12. <https://doi.org/10.1093/heapro/daaa031>
- Sallis, J. F., Cervero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K., & Kerr, J. (2006). An ecological approach to creating active living communities. *Annual Review of Public Health*, 27(1), 297–322. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102100>
- Salvo, D., Sarmiento, O. L., Reis, R. S., Hino, A. A. F., Bolivar, M. A., Lemoine, P. D., Gonçalves, P. B., & Pratt, M. (2017). Where Latin Americans are physically active, and why does it matter? Findings from the IPEN-adult study in Bogota, Colombia;

- Cuernavaca, Mexico; and Curitiba, Brazil. *Preventive Medicine*, 103, S27–S33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.09.007>
- Sarmiento, O. L., Higuera-Mendieta, D., Wilches-Mogollon, M. A., Guzman, L. A., Rodríguez, D. A., Morales, R., Méndez, D., Bedoya, C., Linares-Vásquez, M., Arévalo, M. I., Martínez-Herrera, E., Montes, F., Meisel, J. D., Useche, A. F., García, E., Triana, C. A., Medaglia, A. L., Hessel, P., Arellana, J., ... Diez Roux, A. v. (2020). Urban Transformations and Health: Methods for TrUST—a Natural Experiment Evaluating the Impacts of a Mass Transit Cable Car in Bogotá, Colombia. *Frontiers in Public Health*, 8(March). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00064>
- Sarmiento, O., Siri, J., Rodriguez, D., Higuera-Mendieta, D. R., Gonzalez, S., Montero, S., Barrientoss, T., Morales, R., Mora, R., Slesinski, C., & Diez-Roux, A. v. (2017). *Sustainable Transport and Urban Health: The lessons of Latin America*. <https://epiandes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/Policy-Brief-20170908.pdf>
- Schreiber, J. B., Stage, F. K., King, J., Nora, A., & Barlow, E. A. (2010). Reporting Structural Equation Modeling and Confirmatory Factor Analysis Results: A Review. *https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338*, 99(6), 323–338. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338>
- Schwanen, T., Lucas, K., Akyelken, N., Cisternas Solsona, D., Carrasco, J. A., & Neutens, T. (2015). Rethinking the links between social exclusion and transport disadvantage through the lens of social capital. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.02.012>
- Caracterización cuantitativa y cualitativa de las cuidadoras en Bogotá, 1 (2021). <https://cuidadoygenero.org/Caracterizacion-cuidadoras-bogota.pdf>
- Secretaría Distital de la Mujer. (2021). *Oferta de cuidado a cuidadoras*.
- Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. (2020). *Encuesta de movilidad 2019*. <https://www.simur.gov.co/encuestas-de-movilidad>
- Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá. (2020, marzo 26). *Bogotá Solidaria en Casa*. <https://www.sdp.gov.co/noticias/bogota-solidaria-casa-0>
- Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. (2020). *Documento de Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud para el Distrito Capital*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/as-is-distrital-bogota-2020.pdf>
- Skevington, S. M., & Tucker, C. (1999). Designing response scales for cross-cultural use in health care: data from the development of the UK WHOQOL. *The British*

Journal of Medical Psychology, 72 (Pt 1)(1), 51–61.
<https://doi.org/10.1348/000711299159817>

Stanford Medicine. (2019). *Our Voice: Citizen Science for Health Equity*.

The Gondola Project. (2020). *Creative Urban Projects. Ropeways Built with Transit Function and/or Built in Urban Area*.

Tillé, Y. (2011). Balanced Sampling. *International Encyclopedia of Statistical Science*, 81–82. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_130

Train, K. E. (2009). Discrete choice methods with simulation. En *Discrete Choice Methods with Simulation* (Second, Vol. 9780521816). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511753930>

Vij, A., & Walker, J. L. (2016). How, when and why integrated choice and latent variable models are latently useful. *Transportation Research Part B: Methodological*, 90, 192–217. <https://doi.org/10.1016/J.TRB.2016.04.021>

Vilalta, C. J., Castillo, J. G., & Torres, J. A. (2016). *Datos violentos en ciudades de América Latina*.

Villar-Urbe, J. R. (2019). Public transport modernization in the urban periphery: Is the end of informal transport? Case study: Overhead cable system “TransMiCable” in Ciudad Bolívar district, Bogotá - Colombia. *Revista Brasileira de Gestao Urbanaestao Urbana*, 13, 1–18. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.E20190367>

Virkkula, A., Mäkelä, T., Hillamo, R., Yli-Tuomi, T., Hirsikko, A., Hämeri, K., & Koponen, I. K. (2007). A Simple Procedure for Correcting Loading Effects of Aethalometer Data. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 57(10), 1214–1222. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.57.10.1214>

Washburn, L. T., Traywick, L. V., Thornton, L., Vincent, J., & Brown, T. (2018). Using Ripple Effects Mapping to Evaluate a Community-Based Health Program: Perspectives of Program Implementers. *Health Promotion Practice*, 1–10. <https://doi.org/10.1177/1524839918804506>

World Bank. (2017). *Innovation in the air: using cable cars for urban transport*. Transport for Development: Blog of the World Bank Group. <http://blogs.worldbank.org/transport/innovation-air-using-cable-cars-urban-transport>

DESCRIPCIÓN DE LOS ANEXOS

Anexo 1. Resumen de resultados 1

En este documento .pdf se presenta la cartilla de difusión de resultados de la medición T1 publicado en septiembre de 2020. En este documento .pdf se presenta la cartilla de difusión de resultados de la medición T1 publicado en septiembre de 2020. Este documento fue desarrollado por el grupo de investigación con el objetivo de mostrar la evaluación de las transformaciones observadas en múltiples dimensiones en el área de influencia del TransMiCable en Ciudad Bolívar, Bogotá.

Anexo 2. Resumen de resultados 2

En este documento .pdf se presenta la cartilla de difusión de resultados de la medición T2 publicado en agosto de 2022. Este documento fue desarrollado por el grupo de investigación con el objetivo de mostrar los resultados de evaluación de las transformaciones observadas en múltiples dimensiones durante la pandemia por COVID-19.

Anexo 3. Manual del encuestador

En este documento .pdf se presenta el manual para el encuestador. Este documento fue desarrollado por el grupo de investigación con el objetivo de explicar detalladamente los procedimientos correctos de aplicación de cada uno de los instrumentos de medición cuantitativos utilizados.

Anexo 4. Encuesta para hogares

En esta carpeta se encuentran los siguientes documentos sobre la encuesta para hogares del estudio:

- Cuestionario T0.pdf: Encuesta aplicada en la medición de línea de base T0
- Cuestionario T1.pdf: Encuesta aplicada en la medición de seguimiento T1
- Cuestionario T2.pdf: Encuesta aplicada en la medición de seguimiento T2
- Encuesta T0.csv: Base de datos de encuesta para hogares de T0
- Encuesta T1.csv: Base de datos de encuesta para hogares de T1
- Encuesta T2.csv: Base de datos de encuesta para hogares de T2
- Diccionario Encuesta Hogares.xlsx: Diccionario de variables de las bases de datos de la encuesta para hogares de T0, T1 y T2.
- Consentimiento informado.pdf: Formato de consentimiento informado diligenciado por los participantes.

Anexo 5. Acelerometría

En esta carpeta se encuentran los siguientes documentos sobre acelerometría:

- Acelerometría.csv: Base de datos de acelerometría de T0, T1 y T2 unida en formato largo.
- Diccionario Acelerometría.pdf: Diccionario de variables de las bases de datos de acelerometría de T0, T1 y T2.

Anexo 6. Muévelo

En esta carpeta se encuentran los siguientes documentos sobre Muévelo:

- Manual_instalación.pdf: Manual de instalación y configuración de la aplicación Muévelo
- T1.RData: Base de datos de viajes y lugares recogidos por medio de Muévelo para T1. La base esta em formato JSON
- T2.RData: Base de datos de viajes y lugares recogidos por medio de Muévelo para T2. La base esta em formato JSON

Anexo 7. Preferencias Declaradas

En esta carpeta se encuentran los siguientes documentos sobre las encuestas de Preferencias Declaradas del estudio:

- Formatos de encuestas de Preferencias declaradas de Gentrificación para Ciudad Bolívar
- Formato de encuesta de Preferencias Declaradas de Transporte para Ciudad Bolívar y San Cristóbal
- T0_Preferencias Declaradas: Base de datos de Preferencias declaradas de Gentrificación de Ciudad Bolívar
- T1_ preferencias Declaradas: Base de datos Preferencias Declaradas de Ciudad Bolívar
- T1_ Percepción Satisfacción: Base de datos Preferencias Declaradas de Ciudad Bolívar
- T2_Preferencias Declaradas: Base de datos de Preferencias Declaradas San Cristóbal
- T2_ preferencias Declaradas: Base de datos Preferencias Declaradas de Ciudad Bolívar
- Codebook PDs Ciudad Bolívar T2: Diccionario de variables de las bases de datos.
- Codebook PDs San Cristóbal T2: Diccionario de variables de las bases de datos.
- Scripts: formatos de modelación en R

Anexo 8. Diarios de viaje

En esta carpeta se encuentran los siguientes documentos sobre Diarios de Viaje del estudio:

- Formato de la encuesta: Diarios e Viaje
- T0_Diarios de Viaje: Bases diarios de Viaje
- T1_Diarios de Viaje: Bases diarios de Viaje
- T2_Diarios de Viaje: Bases diarios de Viaje

Anexo 9. SOPARC

En esta carpeta se encuentran los siguientes documentos sobre SOPARC del estudio:

- BD SOPARC_TRANSMICABLE_T0 - Base de datos SOPARC T0 excel
- BD SOPARC_TRANSMICABLE_T1 - Base de datos SOPARC T1 excel
- BD SOPARC_TRANSMICABLE_T2 - Base de datos SOPARC T2 excel
- Diccionario SOPARC T0 - Diccionario de variables para SOPARC en T0 excel
- Diccionario SOPARC T1 - Diccionario de variables para SOPARC en T1 excel
- Diccionario SOPARC T2 - Diccionario de variables para SOPARC en T2 excel

Anexo 10. Calidad del aire

En esta carpeta se encuentran los siguientes documentos sobre Calidad del Aire estudio:

- Dosis_T0.xls : Medición de exposicion recogida para T0
- Dosis_T1.xls : Medición de exposicion recogida para T1
- Manual de procedimiento manejo de dato calidad del aire.pdf
- Reporte de resultados preliminares de calidad del Aire.pdf

Anexo 11. Nuestra Voz

En esta carpeta se encuentran documentos de guía de cada uno de los pasos del método Nuestra Voz aplicados al caso concreto de la evaluación del TransMiCable:

- 01-Guía recorridos de ciudadanos científicos
- 02-Guía reunión comunitaria con ciudadanos científicos
- 03-Guía reunión comunitaria con tomadores de decisión y ciudadanos científicos

Anexo 12. Mapeo de Efectos en Cascada

En esta carpeta se encuentra un documento guía de la metodología Mapeo de Efectos en Cascada y el informe de la sistematización de la información documentada en el grupo focal:

- Guía de Mapeo de Efectos en Cascada
- Informe Mapeo de Efectos en Cascada

Anexo 13. Manzana del Cuidado

En esta carpeta se encuentra un documento de reporte de adaptación de la metodología Mapeo de Efectos y la guía de aplicación del método Nuestra Voz con cuidadoras:

- Reporte Mapeo de Diagnóstico Colectivo Manzana de cuidado Ciudad Bolívar
- Protocolo Nuestra Voz con cuidadoras

Anexo 14. Actas del comité de ética

En esta carpeta se encuentra los documentos que dan constancia de la aprobación del Comité de Ética de la Universidad de los Andes:

- Acta N° 806 – 2017
- Acta N° 977 – 2019
- Acta N° 984 – 2019
- Acta N° 994 – 2019
- Acta N° 1565 – 2022
- Acta N° 1571 – 2022
- Acta N° 1588 – 2022