

**ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL
DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS
INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ -
COLOMBIA.**

LUISA FERNANDA ROJAS PULIDO - 506277

JUAN CAMILO SEGURA - 506179

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ
2019**

**ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL
DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS
INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ -
COLOMBIA.**

**LUISA FERNANDA ROJAS PULIDO
JUAN CAMILO SEGURA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

**Director
YELINCA NALENA SALDEÑO MADERO
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ**

2019



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, 28 de octubre de 2019

CONTENIDO

CONTENIDO	13
TABLA DE ILUSTRACIONES	16
LISTA DE TABLAS.....	18
LISTA DE ANEXOS	19
GLOSARIO	20
RESUMEN	22
ABSTRACT	23
INTRODUCCIÓN	24
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	25
PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	29
Descripción del Problema.....	29
Formulación del Problema	30
OBJETIVOS	30
GENERAL.....	30
ESPECIFICOS	30
MARCO DE REFERENCIA.....	31
MARCO CONCEPTUAL	31
Espacio Público:.....	31
Movilidad Sostenible:.....	32
Tránsito	33
Intensidad	33
Densidad de tráfico	33
Inteligencia Vial	33

Consideraciones de Diseño de Andenes.....	33
POT	33
Normas de Señalización Vial	33
Andén:.....	34
Franja de Paisajismo y Mobiliario (FPM):	34
Franja de Circulación Peatonal (FCP):	34
Franja de Ciclorruta a nivel da Andén (FCA):	35
MARCO TEÓRICO.....	37
MARCO GEOGRÁFICO	49
MARCO LEGAL	49
ESTADO DEL ARTE.....	51
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN	51
El comportamiento de los Peatones en el Espacio Público.....	51
Independencia de movilidad urbana en adolescentes en la Ciudad de México. Miedos y falta de capacitación que limitan su autonomía.	52
Reseña sobre los diagramas de características de flujo peatonal.	53
INICIATIVAS EN BOGOTÁ.....	53
Bogotá Camina. Un homenaje a los peatones.....	53
Guía Práctica de la Movilidad Peatonal.	54
METODOLOGÍA	55
Fase de Argumentación Teórica:.....	56
Fase de Recolección de Datos:	56
Fase de Manejo de Resultados:	57
RESULTADOS	58

ESTUDIO DE INVENTARIOS.....	58
Estado Actual de la Infraestructura.....	63
ESTUDIO DE OBSERVACIÓN	69
VOLUMEN DE TRÁNSITO	74
CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS	87

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Intersección Doctores CDMX (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2015).....	25
Ilustración 2 Pirámide de Actores viales AMTM (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2015).....	27
Ilustración 3 Movilidad Urbana Sustentable (Ayuntamiento de Mérida, 2018)	32
Ilustración 4 Antes y Después de la Peatonalización del Time Square y el Herald Square (Bloomberg, 2010)	36
Ilustración 5 Posición de Aforadores (Mayor, 1988).....	41
Ilustración 6 Coeficientes de Expansión. Método Cal y Mayor (Mayor, 1988)	42
Ilustración 7 Tiempos de Cruce de Peatones según su edad y condición física. (Menéndez, 2002)	48
Ilustración 8 Zona de Estudio de Movilidad (Elaboración Propia).....	49
Ilustración 9. Dimensiones Mínimas para Andenes. Fuente: NTC4249	50
Ilustración 10 Diagramas de movilidad unidireccional y bidireccional de peatones (Lakshmi , Ramachandra, & Tiwari, 2016).....	53
Ilustración 11 Intersección Calle 47 y Carrera 13. Fuente Propia.....	58
Ilustración 12 Intersección Calle 47 y Avenida Caracas. Fuente Propia	60
Ilustración 13. Intersección Carrera 15 calle 47. Fuente Propia.....	62
Ilustración 14. Intersección Carrera 16 - Calle 46A. Fuente: Propia	63
Ilustración 15 Estado de Andenes Calle 47. Fuente Propia.....	64
Ilustración 16. Inventario de Obstáculos Calle 47 entre Av. Caracas y Cra 15. Fuente: Propia	65
Ilustración 17 Inventario de Obstáculos Calle 47 entre Av. Caracas y Cra 13. Fuente: Propia	65
Ilustración 18. Pregunta 1 encuesta de Percepción. Fuente: Google Forms.....	66
Ilustración 19. Pregunta 2 encuesta de Percepción. Fuente: Google Forms.....	66
Ilustración 20. Pregunta 3 encuesta de Percepción. Fuente: Google Forms.....	67

Ilustración 21. Pregunta 4 encuesta de Percepción. Fuente: Google Forms.....	67
Ilustración 22. Pregunta 5 encuesta de Percepción. Fuente: Google Forms.....	68
Ilustración 23. Pregunta 6 encuesta de Percepción. Fuente: Google Forms.....	68
Ilustración 24. Pregunta 6 encuesta de Percepción. Fuente: Google Forms.....	69
Ilustración 25. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Carrera 13. Fuente: Propia..	70
Ilustración 26. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Av. Caracas. Fuente: Propia	71
Ilustración 27. Problemática en Cruce de Av. Caracas. Fuente: Propia	72
Ilustración 28. Ilustración 25. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Carera 15B. Fuente: Propia.....	72
Ilustración 29. Ilustración 25. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Carera 16. Fuente: Propia.....	73
Ilustración 30. Vendedores informales sobre la Calle 47. Fuente: Propia.....	74
Ilustración 31. Sección Transversal a Nivel entre Estaciones sobre Av. Caracas (Alcaldía de Bogotá, 2019)	76
Ilustración 32. Diseño de Pilas en separador central Av. Caracas (Alcaldía de Bogotá, 2019)	79
Ilustración 33. Señalización Típica en Zona Escolar. (ANI, 2018)	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de Servicio de Andenes y Senderos Peatonales (Cerquera Escobar, 2007)	46
Tabla 2 Tiempos de semáforos en intersección Calle 47 - Cra 13. Elaboración propia.....	59
Tabla 3 Tiempos de semáforos en intersección Calle 47 - Av. Caracas. Elaboración propia	61
Tabla 4. Coeficientes de Expansión de Muestras (Mayor, 1988).....	75
Tabla 5. Resumen Tiempos semafóricos. Fuente: Propia.....	75
Tabla 6. Cruce Peatonal Diagonal en Sao Paulo. Brasil. Fuente: (Folha de Sao Paulo, 2016)	80

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta de Percepción de Movilidad Peatonal.

ANEXO 2. Aforos Peatonales.

ANEXO 3. Mapa de localización de la Zona de Estudio

GLOSARIO

- A. **Andén:** “Franja longitudinal de la vía urbana, destinada exclusivamente a la circulación de peatones, ubicada a los costados de esta.”¹
- Estos deben ser continuos y a nivel, sin generar obstáculos a las edificaciones cercanas y deben estar hecho en materiales de características antideslizantes en seco y mojado.
- B. **Accesibilidad:** Capacidad de desplazarse con facilidad y sin obstáculos físicos a un determinado lugar. Es decir, la posibilidad de tener acceso.
- C. **Actores de la Vía:** “Son actores de la vía, todas las personas que asumen un rol determinado, para hacer uso de las vías, con la finalidad de desplazarse entre un lugar y otro, por lo tanto, se consideran actores de tránsito y de la vía los peatones, los transeúntes, los pasajeros y conductores de vehículos automotores y no automotores, los motociclistas, los ciclistas, los acompañantes, los pasajeros, entre otros”²
- D. **Ancho mínimo libre Peatonal:** Anchura y altura mínimas de tránsito peatonal, libre de obstáculos de toda índole.
- E. **Bandas Indicadoras de paso peatonal en calzada:** Trazado normalizado de bandas reflectantes y antideslizantes, paralelas entre sí, pintadas directamente sobre el pavimento o asfalto que ocupan todo el ancho del paso peatonal en calzada.
- F. **Ciclo-ruta:** Calzada destinada de manera permanente a la circulación de bicicletas, ubicada en el andén, el separados o segregada de la vía vehicular. Debidamente señalizada y demarcada.
- G. **Espacio Público:** Lugar en el que cualquier ciudadano tiene derecho a circular. Espacio de propiedad y uso público.

¹ Alcaldía Mayor de Bogotá, S. t. (2005). Manual de planeacion y diseño para la administración del tránsito y transporte.

² Alcaldía Mayor de Bogotá, S. t. (2005). Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y transporte.

- H. **Encuesta de Movilidad:** Recopilación de información y datos sobre los hábitos de desplazamiento de los actores viales
- I. **Intermodalidad:** Transporte de personas y mercancías utilizando distintos modos de transporte de forma combinada. Un sistema de transporte debe ser intermodal y, por tanto, tener una rápida combinación entre los distintos medios públicos y privados.
- J. **Intersección Vial:** “Solución vial tanto a nivel como desnivel que busca racionalizar y articular correctamente los flujos vehiculares del sistema vial, con el fin de incrementar la capacidad vehicular, disminuir los tiempos de viaje y reducir la accidentalidad y la congestión vehicular.”³
- K. **Señalización Vial:** Conjunto de señales que ordenan la movilidad de los distintos sistemas de transporte y medios de desplazamiento.

Existen dos tipos de señalización:

- Horizontal y Vertical

- L. **Seguridad vial:** Acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento, disposiciones) y normas de conducta, bien sea como peatón, pasajero, o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo accidentes.⁴

³ Bogotá, S. d. (2018). Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana. Bogotá: Secretaria de Desarrollo Urbano.

⁴ Bloomberg, A. M. (2010). PlaNYC Progress Report 2010 . New York, E.U.A.

RESUMEN

Título: Estudio de movilidad peatonal: dinámicas del desplazamiento de estudiantes y empleados de la Universidad Católica de Colombia en las inmediaciones de la institución en Bogotá - Colombia.

Autores: Luisa Fernanda Rojas, Juan Camilo Segura

Ciudad: Bogotá, Colombia

Año: 2019

Siempre ha existido una estrecha relación entre las formas en que se planean los espacios urbanos y los esquemas de movilidad que se desarrollan alrededor de los mismos. La presencia de un centro educativo de alta concurrencia como la Universidad Católica de Colombia convierte a la calle 47 en un corredor peatonal de alta exigencia por el que a diario transitan más de diez mil personas entre estudiantes y residentes de la zona.

De acuerdo con lo anterior se plantea el estudio de las dinámicas comunes de los transeúntes con el fin de entender y proponer una planificación que permita un manejo de movilidad tanto peatonal como vehicular que signifique una mejora en la problemática que se expone. Además, todas las conclusiones aquí planteadas, se rigen bajo las teorías de estudio de peatones existentes y proponen cumplir con un mínimo de eficiencia necesaria para llevar a cabo una movilidad segura y que no represente ningún conflicto entre los diferentes actores viales.

Los conceptos de semáforos, perfiles viales, tiempos de cruce en distintas condiciones, niveles de servicio de corredores peatonales y aforos, entre otros, serán la base de la cual partir para determinar qué tan eficiente es la movilidad de los peatones a lo largo de la calle 47.

Palabras Clave: Peatón, Movilidad, Nivel de Servicio, Actores Viales.

ABSTRACT

Title: Pedestrian Mobility Study: Students and employees Displacement dynamics of The Catholic University of Colombia in the immediate surroundings of the institution in Bogotá - Colombia.

Authors: Luisa Fernanda Rojas, Juan Camilo Segura

City: Bogotá, Colombia

Year: 2019

There has always been a close relationship between the ways in which urban spaces are planned and the mobility schemes that develop around them. The presence of a high-attendance educational center such as the Catholic University of Colombia turns 47th Street into a high-demand pedestrian corridor through which more than ten thousand people travel daily among students and residents of the area.

In accordance with the above, the study of the common dynamics of passersby is proposed in order to understand and propose a planning that allows both pedestrian and vehicular mobility management that means an improvement in the problem that is exposed. In addition, all the conclusions presented here are governed by the theories of study of existing pedestrians and propose to comply with a minimum of efficiency necessary to carry out a safe mobility and that does not represent any conflict between the different road actors.

The concepts of traffic lights, road profiles, crossing times in different conditions, service levels of pedestrian corridors and gates, among others, will be the basis from which to start to determine how efficient the mobility of pedestrians is throughout the 47th Street between 15th and 13th streets.

Keywords: Pedestrian, Mobility, Service Level, Road Actors.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Católica de Colombia, fundada el primero de marzo de 1970, ha tenido un progresivo crecimiento, lo que la ha llevado a la creación de nuevos y mejores espacios para continuar formando profesionales. Hoy, la universidad cuenta con 4 sedes, El Claustro (Diagonal 46^a con Carrera 15), Las Torres (Av. Caracas con Calle 47), La Carrera 13 (Calle 47 con Carrera 13), y la recientemente construida Sede 4 (Carrera 13 con Calle 47), que constituyen un total de **70.762m²**.⁵ Resultando la calle 47 un eje articulador que las une y donde es predominante la movilización de estudiantes y empleados para el desplazamiento entre las mismas.

Paralelamente al crecimiento de la infraestructura, se encuentra el incremento de población estudiantil y del personal que labora, teniendo actualmente 9.762 estudiantes matriculados en pregrado, 1.644 estudiantes matriculados en posgrado y 600 profesores para un total de 12.006 personas en la universidad, que para las jornadas diurna y nocturna podrían significar por lo menos seis mil personas que se movilizarían entre las sedes durante los horarios de clase por los andenes de la calle 47 cuyo mayor ancho es de 1.80m en cercanía a la Av. Caracas. Al ser actores viales, todos los peatones deberían contar con una mínima educación vial, que se entienda como la adquisición de hábitos que permiten a un ciudadano acomodar su comportamiento a normas y principios del tránsito y la seguridad peatonal, como uno de sus objetivos.

Igualmente, la definición de educación vial forma parte de un mayor concepto que la abarca, es el concepto de educación social, que implica una educación para la ciudadanía responsable, que se concreta a partir de la creación de hábitos y actitudes de convivencia, cultura ciudadana, calidad de vida, respeto por el medio ambiente y, por supuesto, hábitos y conductas frente a la seguridad vial y peatonal. (Pico Merchán, et al., 2011). El desarrollo de esta investigación se hará a partir de un estudio de las condiciones de la infraestructura, de la

⁵ Universidad Católica de Colombia – Universidad en Cifras. [En línea] diciembre de 2017 [Citado el 21 de Febrero de 2019].

ubicación espacial de los entes generadores de viajes peatonales, del aforo de peatones que se desplazan en la zona, de la apropiación del espacio por parte de los ciudadanos y de las posibles soluciones a una situación de conflicto.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Jazmín Viramontes en *Seminario de Movilidad Peatonal: De la investigación a la Política Pública del 2015*, plantea la estrategia CAMINA que propone el ITDP⁶ y promueve la mejora de entornos peatonales para incentivar que más personas se movilicen a pie de forma eficaz y cómoda. Esta iniciativa, incluye dos temas relacionados con la infraestructura y la política pública que son evaluados en intersecciones, recorridos peatonales y tramos poligonales. Para ello, se han implementado pruebas piloto en las colonias Roma y Doctores en Ciudad de México que han arrojado como resultado el aumento de espacio peatonal, la mejora de la visibilidad del peatón, la reducción de la velocidad de los automóviles, y la disminución de accidentes entre otros. (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2015)

Ilustración 1 Intersección Doctores CDMX



Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2015

⁶ Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. (3 de junio de 2015). ITDP. Obtenido de Estrategia Camina: <http://mexico.itdp.org/noticias/plantean-facilmente-cruces-mas-seguros-en-la-doctores/>

En el *Seminario de Movilidad Peatonal: De la investigación a la Política Pública del 2015*, Ruth Pérez, funcionaria del CEMCA⁷ expone “cruzar la calle en ciudad de México” y habla que, el reglamento de tránsito de cualquier país estipula que el peatón tiene la prioridad sobre los demás modos de transporte, pero en la realidad es el gran olvidado de la vida urbana y, a su vez, el más vulnerable. Como algunos usuarios motorizados no cumplen la normatividad relacionada con la prioridad del peatón, cruzar la calle se vuelve uno de los mayores obstáculos para ellos. A partir de una serie de grabaciones y encuestas hechas a 1.000 peatones se busca reflexionar sobre la movilidad peatonal. (Cruzar la Calle en CDMX, 2016)

Carolina Rojas 2018, en el artículo *Una Ciudad sustentable es una Ciudad caminable* para la Revista Última Palabra, expone los retos que enfrentan las grandes ciudades con respecto al tema de gestión ambiental y, en afán de preservar los recursos naturales ante la enorme y cada vez más grande demanda, deben ser ciudades sustentables en un lapso de 11 años, es decir, al 2030. Según su ponencia, una ciudad sustentable es aquella que, apuesta por la diversidad de usos de suelo, pero principalmente es la que permite a sus habitantes realizar la mayor parte de sus actividades caminando, es decir, es una ciudad próxima. Además, explica que incentivar el uso del automóvil es distanciarse cada vez más del objetivo final; ya que, no hacer uso de transporte público debido a su congestión, y preferir usar vehículos privados llevando 5 personas que ocupan la mitad del espacio de un microbús que transporta 25, es aumentar la contaminación, lo que a su vez se traduce en desestimular el tránsito de peatones por mala calidad del aire. (Rojas, 2018)

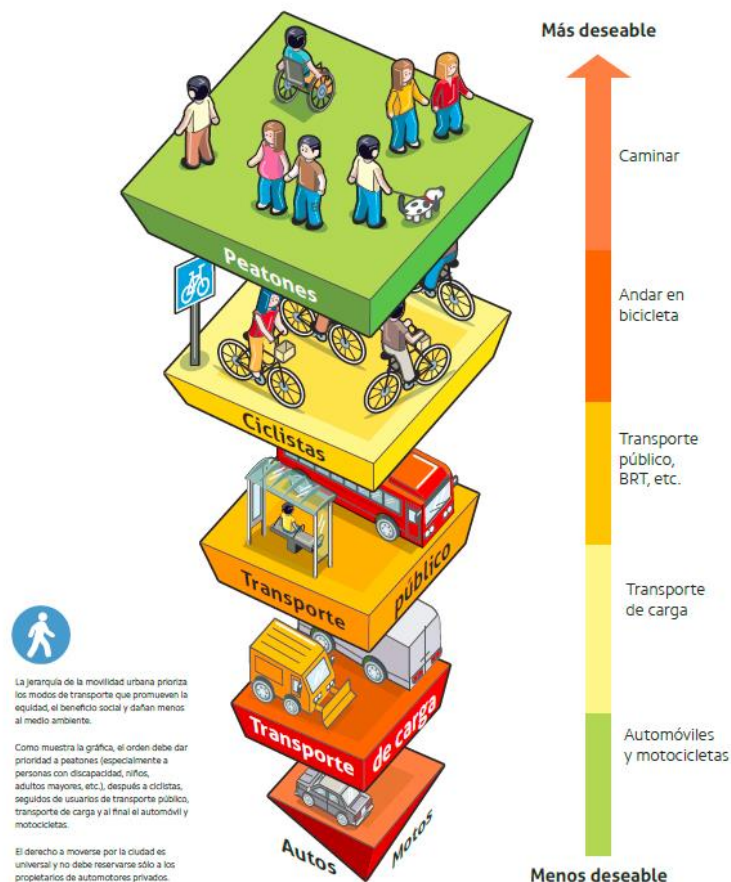
En lo que respecta a Bogotá, es interesante reflexionar el uso que le dan los automotores a gran parte de su suelo y a la poca gestión para el mejoramiento de la experiencia de caminar las calles de la ciudad. Para este caso, es evidente que los tiempos de traslado, la percepción de seguridad (tanto a nivel de relación con el espacio, como la seguridad ciudadana) y la

⁷ Independencia en Movilidad urbana en Adolescentes en la Ciudad de México. Miedos y Falta de Capacitación de limitan su autonomía., 1 (2014).

calidad del aire de la zona universitaria podrían optimizarse si se cerrara el paso vehicular para habilitar una zona más amplia para la movilidad de peatones.

Por ejemplo, la peatonalización de la carrera séptima ha tenido grandes ventajas en cuanto a la seguridad vial, ampliación del comercio y espacios culturales. Es válido aclarar que, con la peatonalización de esta vía se han tenido algunas desventajas como el comercio informal e ilegal. No obstante, la idea de mejorar los espacios públicos en beneficio de la movilidad de los peatones busca reafirmar la importancia del transeúnte con respecto a los vehículos automotores, como se evidencia en la siguiente pirámide de actores.

Ilustración 2 Pirámide de Actores viales AMTM



Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2015

Un estudio realizado en la localidad de Chapinero, barrio en el que se encuentra ubicada la zona de estudio, en cuanto a la percepción e interacción de los usuarios con el entorno físico, sus aspectos infraestructurales y espacios públicos, acorde a la forma en que se desplazan al lugar donde laboran, demuestra que, los peatones se sienten cómodos en su recorrido y el tiempo de traslado en un 38%, es excelente. Solamente el 62% de los transeúntes se siente seguro, pues en mayor proporción expresan inseguridad con un 43% por presencia de habitantes de la calle; en cuanto al estado del espacio público, en gran medida los peatones demuestran una percepción de limpieza regular, así como la estética de las fachadas pues solo el 29% de la muestra indica buen estado de estas. En cuanto al ruido, el 33% lo considera como muy malo, y el 25% como malo; además la contaminación del aire, el 38% la percibe como alta, y en correlación con la contaminación auditiva, las personas indican en un 38%, que la contaminación que más se presenta es la del aire, y el 30% la auditiva. Uno de los factores principales es la interacción con los demás agentes de transportes, pues el 62% indica que han sido agredidos por otros medios de transporte, de los cuales el 23% son taxis y el 21% las bicicletas. (Yelinca & Rosangela, 2018)

Actualmente en la ciudad de Bogotá se han realizado proyectos que permiten el desarrollo, potencian la seguridad vial y priorizan el peatón ante los demás agentes de tránsito, como es el caso de la reciente inauguración del cruce en X en la calle 53, entre carreras 17 y 24, la cual permite que los peatones crucen la calle sin tener que realizar grandes desplazamientos o pasar por al menos tres semáforos, esto a partir de la regulación del paso vehicular, en donde todos los semáforos se ponen en rojo y permiten el cruce en X para los peatones.

Por lo anterior, que se hace indispensable en cualquiera de los estudios descritos y en el estudio de movilidad a desarrollar, un reconocimiento de la zona, una formulación de planes que permitan enfatizar en el estudio del problema, por medio de la realización de encuestas y aforos para determinar si el diseño de la infraestructura soporta en la actualidad la capacidad de los usuarios y satisface la necesidad básica de estos, asimismo el análisis a partir de la observación donde se describan características del espacio público, detalle del tipo de usuario, entre otras.

PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Descripción del Problema

El crecimiento de la población estudiantil y de las personas que laboran en la Universidad Católica de Colombia, aunado al crecimiento de la planta física, ha generado unas dinámicas importantes de movilidad presentes en la zona cercana a la calle 47, siendo esta vía un eje articulador central en la institución. En horas pico hay un tráfico considerable de motocicletas, carros y peatones que terminan generando puntos de conflictos en diversas zonas:

- ✓ Estacionamiento de vehículos sobre la calle 47.
- ✓ Estacionamiento masivo de vehículos sobre la carrera 15.
- ✓ Disminución del espacio de tránsito de vehículos en la calle 47.
- ✓ Estudiantes y docentes conglomerados en los andenes.
- ✓ Estudiantes y docentes caminando sobre la calzada vehicular sin ninguna precaución.
- ✓ Deterioro paulatino de la vía por el alto tráfico vehicular.
- ✓ Presencia de vendedores ambulantes en los andenes de la calle 47 entre la Av. Caracas y la Carrera 13, lo que impide el libre tránsito de los peatones en el sector.
- ✓ Falta de señalización vertical y horizontal, entre otros.

La alta demanda de espacio se evidencia en las horas en las que la universidad está activa, a partir de un criterio cualitativo, se puede comprobar que la cantidad de personas que se movilizan, en determinadas franjas horarias, excede la capacidad del espacio destinado para este fin. Por lo anterior, se plantea estudiar dichas dinámicas de movimiento, con el fin de establecer mejoras relacionadas con el desplazamiento, la seguridad de los estudiantes y todos aquellos transeúntes que corren riesgos innecesarios, cruzan las calles de forma imprudente, vehículos que infringen las normas de tránsito y violentan los derechos de los transeúntes, entre otros.

Formulación del Problema

Como se expresó en la descripción, se estudian los diferentes aspectos que generan la situación que se pretende estudiar para entender la forma en que los riesgos, amenazas y conflictos pueden ser mitigados a partir de la formulación del problema.

Con base en esto, la pregunta central que se plantea es la siguiente: ¿Son aptas o mejorables las condiciones físicas del espacio público en las inmediaciones de la Universidad Católica de Colombia, para brindar seguridad y calidad en el desplazamiento de los peatones que conforman la población de la institución?

OBJETIVOS

GENERAL

Analizar las condiciones de movilidad peatonal e infraestructura con el fin de garantizar la calidad y seguridad en el desplazamiento en la Universidad Católica de Colombia.

ESPECIFICOS

- Examinar las condiciones físicas del espacio público y de la infraestructura usadas por el peatón para determinar su influencia en la seguridad y calidad del tránsito.
- Inspeccionar las condiciones de movilidad peatonal y vehicular para cuestionar la efectividad del actual uso del espacio público.
- Proponer soluciones a nivel de movilidad que permitan a los peatones un desplazamiento seguro y de calidad en el entorno universitario.

MARCO DE REFERENCIA

MARCO CONCEPTUAL

Para el estudio de movilidad peatonal, es necesario tener en cuenta diversas áreas que permitan contextualizar y analizar el problema en el tramo ya descrito, es decir, definir los aspectos necesarios en la estructuración de una solución a un conflicto de movilidad existente.

En cuanto a las constantes irrupciones a la normativa, estudios exponen que en menor proporción las infracciones de los peatones son accionadas por desconocimiento de la normativa (Albán Conto, 2005). Así pues, teniendo en cuenta el problema anteriormente descrito se definen conceptos como espacio público, movilidad, y la descripción de planes de desarrollo enfocados a la movilidad del peatón, y su relación con: disponibilidad, accesibilidad y calidad de diseño urbano, (Elisa Ravazzoli, 2017)

Espacio Público:

Definido como el conjunto de los componentes del entorno, en el cual se incluyen la infraestructura vial, inmuebles públicos (Bogotá A. M., 2004) y su relación con los usuarios (peatones y vehículos automotores); además, tiene como finalidad la satisfacción de la necesidad urbana colectiva.

En el marco del espacio público, es importante departir acerca de *movilidad urbana*, la cual va más allá de cuantificar el conjunto de desplazamientos que ocurren en un ambiente, pues también estudia y relaciona a los usuarios en su estado socioeconómico y espacial. (Balbo, Jordán, & Simioni, 2003). Asimismo, se referencia a *movilidad urbana sustentable*, como aquella que se caracteriza por priorizar la persona ante los demás elementos del tránsito, permitiendo que la infraestructura esté condicionada al beneficio y calidad de servicio prestada al usuario (Lupano & Ricardo, 2009), con características señaladas en la ilustración 3.

Ilustración 3 Movilidad Urbana Sustentable



Fuente: Ayuntamiento de Mérida, 2018

Asimismo, es pertinente mencionar las características de **movilidad sostenible**, expuestas en el *Plan Maestro de Movilidad* de la *Secretaría de Movilidad de Bogotá*, en el cual según el capítulo *movilidad y desarrollo sostenible*, se mencionan como particularidades: el aprovechamiento de recursos (renovables y no renovables), los planes de mejoramiento que sean amigables con el medio ambiente, la búsqueda de métodos que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de peatones basados en la salud humana, ecosistema y accesibilidad, para que cumplan el objetivo de suplir las necesidades básicas de los usuarios. Lo anterior a partir de las diversas planificaciones efectuadas por parte de los sistemas de movilidad y transporte, junto con la normativa, regulación y control de estos. (Transporte, 2017)

Movilidad Sostenible:

Aprovechamiento de recursos (renovables y no renovables), los planes de mejoramiento que sean amigables con el medio ambiente. La búsqueda de métodos que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de peatones basados en la salud humana, ecosistema y accesibilidad, para que cumplan el objetivo de suplir las necesidades básicas de los usuarios.

Tránsito

Es la cuantificación y clasificación realizada en un espacio público acerca de su infraestructura, tipo de transporte, y circulación de peatones teniendo en cuenta el modo, motivo y tiempo.

Intensidad

Número de vehículos o peatones que pasan a través de la zona determinada para su tránsito, los cuales concurren la vía y andenes. Es evaluada por una cantidad determina de tiempo. (Marta, 1999)

Densidad de tráfico

Número de vehículos existentes por longitud de vía. (Marta, 1999).

Inteligencia Vial

Es un concepto creado en Colombia para trabajar en el riesgo público y hacer a las personas consientes que con pequeños actos se logra la diferencia, adicionalmente una de las problemáticas que se encontraban en la mayoría de las ciudades colombianas era que siempre había excusas para infringir la norma tales como obedecer las señales de tránsito o las normas como tal que prohibían realizar una serie de acciones en las vías públicas. (Safe Mode, s.f.)

Consideraciones de Diseño de Andenes

Son las normas destinadas a especificar los parámetros para el diseño de andenes en vías urbanas.

POT

Es una herramienta de planeación para el desarrollo físico del territorio, y en nuestro caso del Distrito. Un POT se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.

Normas de Señalización Vial

Documentos destinados a la completa uniformidad de las señalizaciones implementadas en todas las vías del país.

Andén:

“Franja longitudinal de la vía urbana destinada exclusivamente a la circulación de peatones ubicada a los costados de esta” **Fuente especificada no válida.**

Franja de Paisajismo y Mobiliario (FPM):

Su función principal es contribuir a la calidad ambiental y segregar modos de circulación protegiendo principalmente al peatón. Allí se encuentran ubicadas la vegetación, señalización, rampas de acceso, vados peatonales, elementos complementarios de transporte y servicio público. **Fuente especificada no válida.**

Franja de Circulación Peatonal (FCP):

Zona principal de diseño en cualquier andén, es continua y libre de obstáculos, es decir, libre de postes y mobiliarios urbanos, sin cambios de nivel, interrupciones o escalones. La pendiente de diseño no debe superar el 2%, además se debe garantizar el ancho de la franja entre cambios de manzanas. **Fuente especificada no válida.**

Por otra parte, se resaltan los modelos de accesibilidad peatonal que existen para la evaluación de las áreas de servicio de equipamientos o servicios entorno al peatón, como lo es el caso del **Índice de accesibilidad peatonal a escala de Barrio (IAPEB)**, el cual evalúa a nivel de detalle todas las características propias de la infraestructura vial, pues esta es la más cercana al ser humano; además permite relacionar estas características con la atracción del ser humano a usar la infraestructura vial, así como su conformidad o comodidad al usarlas. También se establecen las zonas de red que están siendo irrumpidas y vulneradas. El IAPEB se compone de once variables, agrupadas en dos grandes grupos: cruces y aceras; en el primero se estudia todo lo referente a facilidad del cruce, señalización, dispositivos de control de tránsito, sección vialidad (capacidad del peatón para cruzar de un lado a otro) y en la segunda clasificación se estudia la estructura de red peatonal y la infraestructura de red peatonal. (Hernández Mercado, 2013)

Franja de Ciclorruta a nivel da Andén (FCA):

Carril de bicicletas dispuesto como franja funcional en el andén. Debe estar segregada de otros usuarios. Debe ser bidireccional de 3m de ancho en ambas direcciones **Fuente especificada no válida.**

Tránsito

Es la cuantificación y clasificación realizada en un espacio público acerca de su infraestructura, tipo de transporte, y circulación de peatones teniendo en cuenta el modo, motivo y tiempo (Balbo, Jordán, & Simioni, 2003). En cuanto a la caracterización del tránsito es necesario tener en cuenta los estudios del tráfico para los cuales se definen los siguientes conceptos:

Intensidad

Número de vehículos o peatones que pasan a través de la zona determinada para su tránsito, los cuales concurren la vía y andenes. Es evaluada por una cantidad determina de tiempo. (Marta, 1999)

Densidad del tráfico:

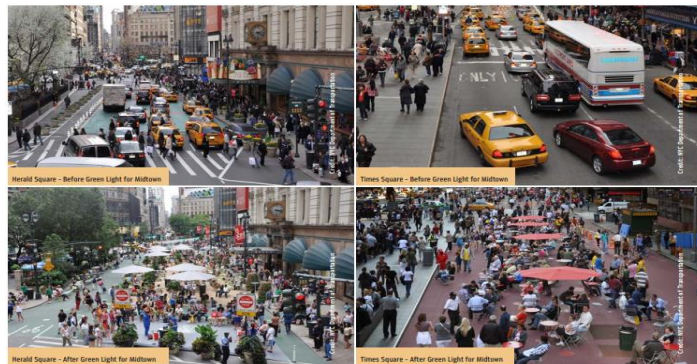
Número de vehículos existentes por longitud de vía. (Marta, 1999).

Por otra parte, se resaltan los modelos de accesibilidad peatonal que existen para la evaluación de las áreas de servicio de equipamientos o servicios entorno al peatón, como lo es el caso del **Índice de accesibilidad peatonal a escala de Barrio (IAPEB)**, el cual evalúa a nivel de detalle todas las características propias de la infraestructura vial, pues esta es la más cercana al ser humano; además permite relacionar estas características con la atracción del ser humano a usar la infraestructura vial, así como su conformidad o comodidad al usarlas. También se establecen las zonas de red que están siendo irrumpidas y vulneradas. El IAPEB se compone de once variables, agrupadas en dos grandes grupos: cruces y aceras; en el primero se estudia todo lo referente a facilidad del cruce, señalización, dispositivos de control de tránsito, sección vialidad (capacidad del peatón para cruzar de un lado a otro) y en

la segunda clasificación se estudia la estructura de red peatonal y la infraestructura de red peatonal. (Hernández Mercado, 2013)

En Nueva York, por ejemplo, se ha implementado desde el año 2006 el *PlaNYC*⁸ que ha traído consigo el cambio de uso de suelos en muchos sectores de la ciudad buscando el descongestionamiento de las vías, una mejor calidad del aire, lo que en gran medida hace de Nueva York un mejor lugar para todo tipo de personas; como por ejemplo, hacer de la ciudad un lugar más eficiente en transporte, más ‘amigable’ en temas de accesibilidad y en provisión de espacios públicos. Con base en esa idea, el PlaNYC se dividió en 3 áreas principales de las que se comenzó a desprender todo el trabajo para mejorar la calidad de vida al año 2030. Una de esas áreas es la de transporte y movilidad. Que en el reporte entregado por la alcaldía en 2010 describe como en Time Square y Herald Square se implementó el proyecto “Green Light for Midtown” que pretende reducir la congestión en el tráfico e incrementar los espacios peatonales en el centro de Manhattan. A través de esta iniciativa, la Avenida Broadway fue permanentemente cerrada entre las calles 47 y 42 correspondientes al Time Square, y las calles 35 y 33 en donde se encuentra el Herald Square. Esas vías cerradas se han convertido en espacios peatonales que promovieron el comercio, la seguridad de los peatones y la calidad del aire (Bloomberg, 2010).

Ilustración 4 Antes y Después de la Peatonalización del Time Square y el Herald Square (Bloomberg, 2010)



Fuente: Bloomberg, 2010

⁸ Bloomberg, A. M. (2010). *PlaNYC Progress Report 2010*. New York, E.U.A.

Por lo anterior y en desarrollo a la problemática, las consideraciones principales para la ejecución de una peatonalización, se explica a partir de dos fases. La primera fase consiste en “la eliminación del tráfico rodado”, implementando la separación total del tránsito peatonal (con una calzada exclusiva) y tránsito de automóviles, paso seguido puede ocurrir un permiso de tránsito en horarios establecidos para los vehículos (pueden ser los vehículos de transporte industrial o comercial). En la segunda fase se detallan los procesos de reestructuración, característica por los cambios en la infraestructura vial existente, un ejemplo común es la uniformidad en la altura de la calzada, y modificando en su totalidad las aceras de ambos costados que existían durante el tráfico vehicular. (GIL, 2015).

Enfatizando en el mejoramiento de la movilidad peatonal con base en lo expuesto por Elif Ebru Sisman en su libro de *Zonas peatonales* (Sisman, 2013), propone para el mejoramiento de la accesibilidad, comodidad y movilidad de un peatón:

- Amplitud del andén
- Velocidades más bajas y carriles más estrechos para el tránsito de vehículos automotores.
- Mejoramiento en la visibilidad de intersecciones.

MARCO TEÓRICO

Para el estudio de movilidad peatonal, es necesario tener en cuenta diversas áreas que permitan contextualizar y analizar el problema en el tramo ya descrito, es decir, definir los aspectos necesarios en la estructuración de una solución a un conflicto de movilidad existente. En cuanto a los parámetros directamente influyentes en el desarrollo del proyecto, es importante enfatizar en el concepto de accesibilidad, el cual es definido como la oportunidad o posibilidad de adquisición de un servicio o bien, que es buscado por cualquier individuo, así como la facilidad atribuida a esta búsqueda o acción. La accesibilidad señala como finalidad disminuir el tránsito de usuarios motorizados a partir de diversas estrategias que permitan en primer lugar, reducir los desplazamientos, es decir, generar la satisfacción de necesidades a partir del acercamiento a las grandes unidades de servicio, permitiendo que el desplazamiento a largas distancias pueda llevarse con provecho y agrado; por otro lado, se

establecen estrategias que gestionan condiciones favorables para los peatones y usuarios de bicicletas, en el cual se realice modificaciones en el entorno en el que transitan y el mejoramiento cultural de los desplazamientos para los usuarios. (Transporte, 2017)

En cuanto a los parámetros directamente influyentes en el desarrollo del proyecto, es importante enfatizar en el concepto de accesibilidad, el cual es definido como la oportunidad o posibilidad de adquisición de un servicio o bien, que es buscado por cualquier individuo, así como la facilidad atribuida a esta búsqueda o acción.

La accesibilidad señala como finalidad disminuir el tránsito de usuarios motorizados a partir de diversas estrategias que permitan en primer lugar, reducir los desplazamientos, es decir, generar la satisfacción de necesidades a partir del acercamiento a las grandes unidades de servicio, permitiendo que el desplazamiento a largas distancias pueda llevarse con provecho y agrado; por otro lado, se establecen estrategias que gestionan condiciones favorables para los peatones y usuarios de bicicletas, en el cual se realice modificaciones en el entorno en el que transitan y el mejoramiento cultural de los desplazamientos para los usuarios. (Transporte, 2017)

Por lo anterior, se enfatiza en los **patrones de volumen de tránsito**, en este caso se pueden detallar aquellos comportamientos que influyen en el volumen de tránsito al transcurrir el día, por ejemplo, el volumen tiende a aumentar en las horas de la mañana, medio día y al término de la jornada laboral; pues en estos momentos los peatones transcurren con prisa, usuarios de transporte público transcurren con premura, los conductores manejan con mayor velocidad, entre otros. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005).

El **volumen de tránsito** se considera variable, es preciso durante el periodo de aforo, es decir, para obtener resultados más satisfactorios es necesario preestablecer las condiciones y el tiempo de realización de aforos, buscando que se presente la mayor cantidad de tránsito. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005).

Patrones de volumen de tránsito: En este caso se pueden detallar aquellos comportamientos que influyen en el volumen de tránsito al transcurrir el día, es decir, el volumen tiende a aumentar en las horas de la mañana, medio día y al término de la jornada laboral; pues en

estos momentos los peatones transcurren con prisa, usuarios de transporte público transcurren con premura, los conductores manejan con mayor velocidad, entre otros. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005)

El volumen de tránsito se considera variable, es preciso durante el periodo de aforo, es decir, para obtener resultados más satisfactorios es necesario preestablecer las condiciones y el tiempo de realización de aforos, buscando que se presente la mayor cantidad de tránsito. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005)

En una zona específica el volumen de tránsito puede mantenerse durante determinada hora del día, a diferentes días de la semana, en esta parte es importante conocer la variación del volumen en las horas de máxima demanda, y flujos máximos para poder realizar la planificación de los controles del tráfico, (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005). De lo anterior para la determinación de la hora de máxima demanda se implementa el factor de la hora de máxima demanda FHMD, la cual viene dada por la siguiente expresión:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(qmáx.)}$$

VHMD: Volumen horario de máxima demanda.

q.máx.: Flujo máximo.

N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

(Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005)

Flujo peatonal: se definen aspectos que le permitan el tránsito al peatón por los accesos de la calle, es decir, la relación de velocidad a la cual transita, habilidad de cruzar grupos peatonales, y capacidad de respuesta ante cambios que se presenten en su tránsito. (Bogotá S. d., 2018)

Como aspecto importante en la evaluación de patrones de volumen de tránsito, se debe estudiar el **flujo peatonal**, en el que se definen aspectos que le posibiliten el tránsito al peatón por los accesos de la calle, como es la relación de velocidad a la cual transita, habilidad de cruzar grupos peatonales, y capacidad de respuesta ante cambios que se presenten en su tránsito. (Bogotá S. d., 2018). Así como enfatizar en el concepto de **movilidad peatonal**, la cual está enfocada en el estudio del tránsito a pie, siendo una parte importante del análisis de capacidad en vías y en el funcionamiento de los sistemas de transportes, además la ingeniería de tránsito plantea estudios del comportamiento en este tipo de movilidad, los cuales son: problemáticas entre vehículo y peatón, comprensión y obediencia a los sistemas de control de tránsito, y comportamiento demostrado por los actores de movilidad peatonal. (Transporte, 2017)

Espacio Físico Requerido: En su movilidad, los peatones ocupan espacios mínimos, aunque lleve consigo artículos

Cálculo de Volúmenes Peatonales:

En cuanto a la teoría aplicada en el análisis peatonal con base en el “Manual para los estudios de peatones”, se ha realizado el trabajo de campo correspondiente para estudiar el comportamiento y los volúmenes de movilidad peatonal en las inmediaciones de la Universidad.

La forma en que los peatones se mueven en los centros urbanos es masiva y por esto mismo se debe tener en cuenta al plantear y diseñar todo el ambiente por el que se desplazarán estos actores viales. El volumen registrado por medio de aforos presenta el volumen actual de la vía de estudio.

Para lograr el estudio de dicho volumen se explican una serie de condiciones que deben cumplirse para lograr el correcto conteo de los peatones que transitan por la zona objetivo. Dentro de dichas condiciones destaca la posición del observador:

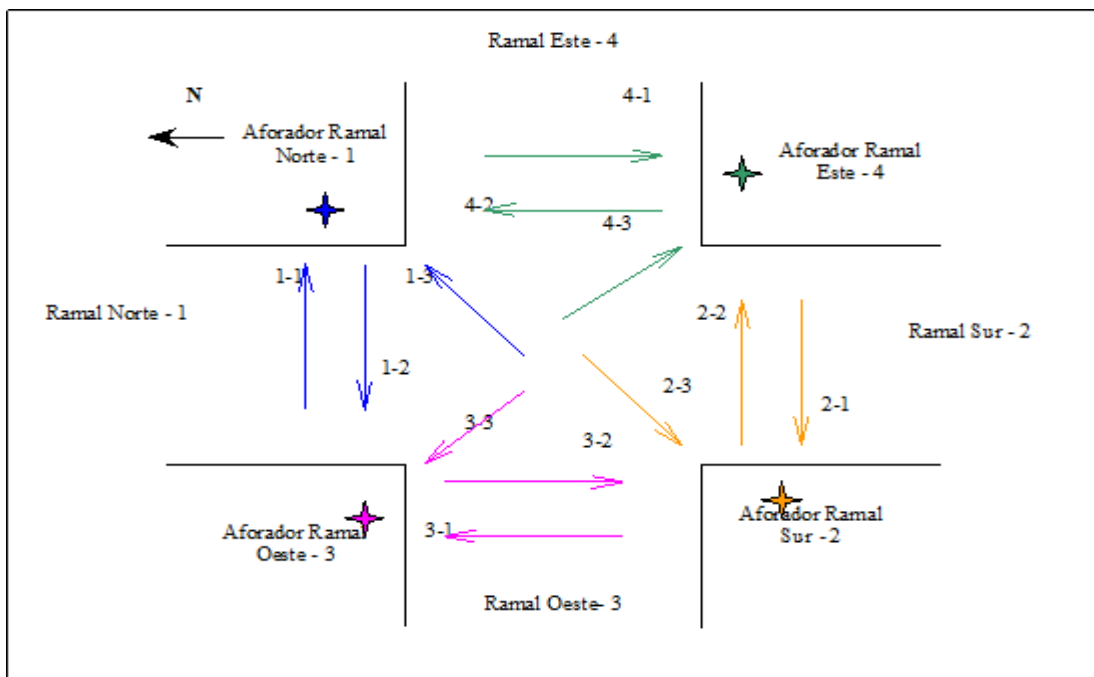
El libro explica que los aforadores se deben ubicar en un sitio desde el que vean claramente todos los peatones, en una posición bien alejada del borde de la calzada, tanto por precauciones de seguridad personal, como para no distraer a los conductores ni interferir el

flujo peatonal. El mejor sitio se obtiene buscando una ubicación por encima del nivel de la calle y libre de obstrucciones. Cuando hay varios observadores aforando en un mismo sitio, deben estar Inter visibles, manteniendo contacto visual entre ellos y deben poder comunicarse fácilmente para una mejor coordinación de las actividades y de los intervalos de tiempo.

Para la toma de la información, es importante identificar la intersección a aforar por parte de cada observador. Es recomendable que el aforador se ubique en una de las esquinas, mirando hacia el centro de la intersección, y localizando el ramal a su derecha.

“Una vez identificado el ramal a aforar se deben distinguir los diferentes movimientos realizados por los peatones que cruzan dicho ramal. Con el propósito de uniformizar la identificación de tales movimientos, se adopta un sistema de numeración que asigna el número uno (1) a aquellos peatones que se acercan hacia el observador, el número dos (2) a aquellos peatones que se alejan del observador y el número tres (3) a aquellos que eventualmente transiten por la diagonal en la intersección, acercándose al observador.” (Mayor, 1988)

Ilustración 5 Posición de Aforadores (Mayor, 1988)



Fuente: Mayor, C. y. (1988). *Manual para el Estudio de Peatones*. Bogotá.

A partir de investigaciones con un largo trayecto expuestas por Davis y Robertson en 1989. Es posible establecer el volumen horario peatonal tomando muestras en intervalos pequeños de tiempo y utilizando diferentes coeficientes de expansión según el periodo de aforo requerido. La cantidad de peatones que transita durante el intervalo de tiempo escogido es determinada en tramos en los cuales se realiza el aforo de medición.

En primer lugar, se debe seleccionar el periodo de tiempo en el que se efectúa el estudio, en el que para volúmenes horarios se recomienda seleccionar una hora para realizar el mismo. Paso seguido se debe seleccionar el intervalo de conteo, el cual se define como: 5,10, 15 o 30 minutos. En cuanto al modelo teórico implementado viene dado a continuación:

Ilustración 6 Coeficientes de Expansión. Método Cal y Mayor (Mayor, 1988)

Período de Conteo (horas)	Intervalo de conteo							
	5		10		15		30	
	a	b	a	b	a	b	a	b
1	19.9	0.786	9.8	0.847	5.8	0.900	2.4	0.963
2	43.0	0.769	20.9	0.823	14.7	0.824	6.1	0.892
3	60.2	0.785	32.2	0.818	17.4	0.884	9.5	0.890
4	62.4	0.811	44.9	0.762	27.1	0.809	15.6	0.813

Fuente: Mayor, C. y. (1988). *Manual para el Estudio de Peatones*. Bogotá.

Con base en la tabla anterior, se puede determinar los coeficientes del modelo de expansión mediante el periodo de conteo y el intervalo de conteo determinado para el estudio peatonal.

La expresión para realizar el procedimiento de expansión es la siguiente:

$$Volumen = a (Conteo)^b$$

Donde:

Volumen: Volumen estimado de peatones para el periodo de conteo

Conteo: Número de peatones obtenido en el aforo durante el intervalo de conteo determinado

a y b: Coeficientes del modelo de expansión

Luego de determinar el volumen peatonal existente es importante estudiar la capacidad de los andenes, esto mediante una contextualización del diseño de estos.

Teniendo conocimiento de la cantidad de gente que se moviliza en distintos periodos de tiempo por el tramo a evaluar, se lleva a cabo la implementación de cálculos para determinar el nivel de servicio del andén y el ancho total que debería tener.

Hacen parte del desarrollo de esta etapa, los conceptos teóricos de capacidad y niveles de servicio.

Capacidad: Es definida por el nivel de servicio determinado a partir los cálculos para establecer el nivel de servicio. (Cerquera Escobar, 2007)

Niveles de Servicio: Es el parámetro utilizado para estimar con qué nivel de calidad se transita por una estructura diseñada para fines peatonales. Cuantifica la calidad del servicio que perciben los usuarios. (Cerquera Escobar, 2007)

La calidad del servicio se clasifica por letras en la explicación del Highway Capacity Manual, HCM. Allí se encuentra información de tipo metodológica utilizada para este cálculo.

El HCM clasifica el nivel de servicio en A, B, C, D, E, y F, siendo A la clasificación que indica mejor calidad y F la que indica las condiciones de servicio menos favorables para los peatones.

El nivel de servicio A, se refiere a Infraestructura con capacidad de flujo libre, Y F se refiere a una infraestructura sin flujo o con flujo inestable. (Guillén Zambrano, 2014)

Nivel de Servicio A

Espacio peatonal $> 5.6\text{m}$; Volumen del flujo ≤ 16 peatones/min/m

Cuando un sendero peatonal o andén cumple con el nivel de servicio A, los actores se mueven de forma libre y sin interferencias generadas por otros actores viales. Se puede decir que caminan en la trayectoria que desean sin verse obligados a modificarla por la presencia de otros peatones. La velocidad de marcha es elegida a necesidad y no entra en conflicto con otros usuarios. (Cerquera Escobar, 2007)

Nivel de Servicio B

Espacio Peatonal entre 3.7m y 5.6m; Volumen de Flujo ≤ 23 peatones/min/m

Los peatones se pueden mover sin interferencias a flujo libre, con velocidades de marcha elegidas a voluntad y es poco probable que se presenten conflictos entre peatones. (Cerquera Escobar, 2007)

Nivel de Servicio C

Espacio Peatonal entre 2.2m y 3.7m; Volumen de Flujo ≤ 33 peatones/min/m

El espacio es el necesario para llevar a cabo una marcha con velocidades normales y en una dirección principal. Realizar movimientos en dirección contraria o cruces puede generar conflictos manejables. (Cerquera Escobar, 2007)

Nivel de servicio D

Espacio Peatonal entre 1.4m y 2.2m; Volumen de Flujo ≤ 49 peatones/min/m

No existe la posibilidad de transitar a flujo libre lo que significa que no es posible cambiar o establecer autónomamente la velocidad de cruce o realizar sobrepasos en cualquier momento. Realizar cambios de dirección o cruces son acciones con una alta probabilidad de generar conflicto. A pesar de mantener una fluidez aceptable en el flujo, se presentan niveles de fricción entre peatones que son altos. (Cerquera Escobar, 2007)

Nivel de Servicio E

Espacio Peatonal entre 0.75m y 1.4m Volumen de Flujo ≤ 75 peatones/min/m

Todos los peatones verán, en algún momento, restringida su movilidad y velocidad de marcha. Esto implica que deberán ajustar su paso al nivel más bajo. En este nivel de servicio el movimiento en una sola dirección será posible a un paso de arrastre de pies muy interrumpido. No hay espacio para la realización de sobrepasos, cambios de dirección o cruces. (Cerquera Escobar, 2007)

Nivel de Servicio F

Espacio peatonal ≤ 0.75 m

Toda idea de cambio de dirección, cambio de velocidad de marcha, sobrepasos y cruces, se encuentra completamente restringida. Hay una fricción y contacto constante con los demás usuarios del sendero. (Cerquera Escobar, 2007)

Cálculo del Nivel de Servicio

El cálculo se realiza a partir de la fórmula de Intensidad de flujo por ancho unitario:

$$I = \frac{Qp15}{AE * 15}$$

Donde:

- **I**= Intensidad Peatonal media calculada en un ancho efectivo. Expresada en Peatones/minuto/metro.
- **Qp15**= Conteo de peatones máximo obtenido de aforos periodos de 15 minutos.
- **AE**= Ancho Efectivo: Es el ancho de la infraestructura evaluada multiplicado por un factor de obstáculos.

Obteniendo el valor de intensidad. El paso siguiente es remitirse a la tabla de niveles de servicio de HMC y establecer cuál es el nivel de servicio correspondiente a la zona de estudio. (Guillén Zambrano, 2014)

Tabla 1 Niveles de Servicio de Andenes y Senderos Peatonales (Cerquera Escobar, 2007)

NIVELES DE SERVICIO PARA ANDENES Y SENDEROS PEATONALES				
NIVEL DE SERVICIO	ESPACIO (m ² /Peatón)	Volumen (Peatón/min/m)	VELOCIDAD (m/s)	v/c
A	> 5.6	< 16	> 1.30	< 0.21
B	> 3.7 - 5.6	> 16 - 23	> 1.27 - 1.30	> 0.21 - 0.31
C	> 2.2 - 3.7	> 23 - 33	> 1.22 - 1.27	> 0.31 - 0.44
D	> 1.4 - 2.2	> 33 - 49	> 1.14 - 1.22	> 0.44 - 0.65
E	> 0.75 - 1.4	> 49 - 75	> 0.75 - 1.14	> 0.65 - 1.00
F	< 0.75	Variable	< 0.75	Variable

Fuente: Cerquera Escobar, 2007

El valor de Intensidad se relaciona en la columna marcada de la Tabla 1. A partir de ahí se establece el nivel de servicio en el que está trabajando la infraestructura en cuestión.

Una vez determinado el nivel de servicio, es necesario determinar el ancho que, en teoría, debería tener el andén tomando como base el mayor valor de volumen del nivel de servicio que se desea cumplir.

Para determinar el valor del ancho del andén se recurre a la ecuación para el cálculo del nivel de servicio reemplazando los valores:

- **I**= El valor más alto de volumen en el Nivel de Servicio calculado anteriormente.
- **Qp15**= El número más crítico de peatones circulando en un periodo de 15 minutos por la zona de estudio
- **AE**= Es el valor que debe despejarse para determinar el ancho Útil que debería tener el andén para cumplir con el nivel de servicio buscado.

$$AE = \frac{Qp15}{I * 15}$$

Al valor determinado a partir de esta ecuación, es necesario sumarle el ancho de andén que ocupan los obstáculos para así obtener el ancho total del andén para operar en óptimas condiciones.

$$AT = AE + Ao$$

Donde:

- **AT**= Ancho Total del Andén
- **AE**= Área Efectiva o Útil despejada anteriormente
- **Ao**= Ancho del andén ocupado por los obstáculos

Así se habrá determinado el ancho que cumpliría eficientemente con el nivel de servicio esperado.

Tiempos de cruce ideales.

Otra de las teorías de análisis obligatorio en un estudio de eficiencia de la movilidad peatonal de un sitio determinado, es la cantidad de tiempo de la que se dispone para hacer un cruce seguro con el tiempo que brindan los semáforos peatonales. En el caso de este estudio, los semáforos del cruce de la calle 47 con carrera 13 y la calle 47 con avenida Caracas son los evaluados.

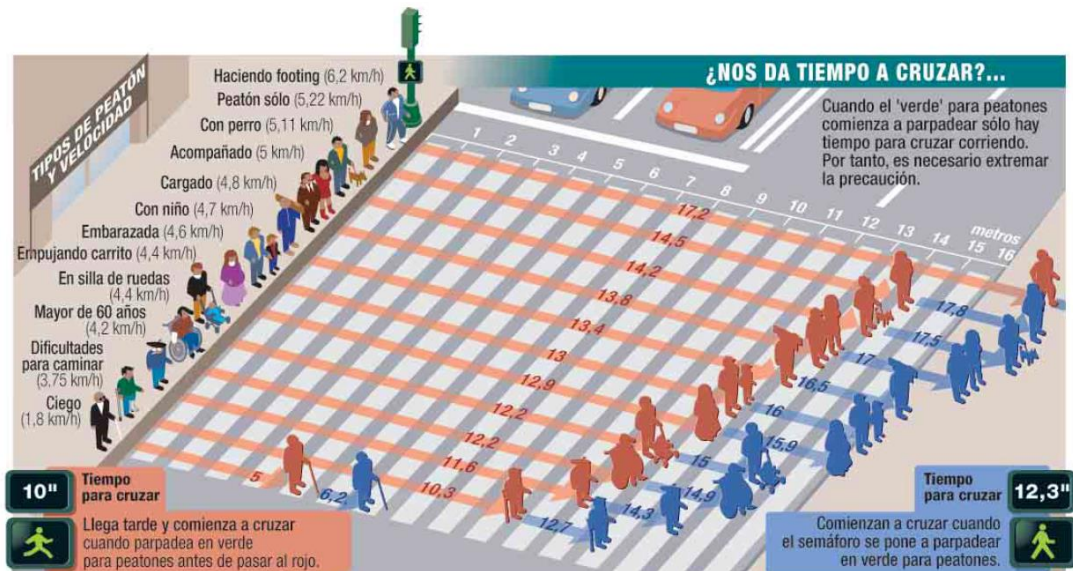
Para entender la eficiencia del cruce peatonal en cuanto al tiempo que tarda es necesario entender que las velocidades de un peatón no son constantes ya que tienden a variar de acuerdo con la actividad que esté desarrollando, su edad, o su condición física en caso de que exista alguna discapacidad.

Esto porque es de entender que la labor de la ingeniería es ofrecer soluciones que incluyan a todas las poblaciones para las que trabaja sin discriminar la eficiencia de sus capacidades motrices o de salud, ya que, la acelerada industrialización de la que la ingeniería civil es objeto y el acelerado proceso de repetición en la creación de espacios ha dejado de lado la importancia del estudio humano y de solidaridad que conlleva la implementación de facilidades para la movilidad peatonal en espacios de alto tráfico.

Una persona de edad avanzada, por ejemplo, tarda cuatro segundos más que un joven en cruzar una calle de 16m (Menéndez, 2002). Y el verdadero problema es que los tiempos semafóricos en Bogotá son diseñados para dar la prioridad a la movilidad vehicular, y es de éste punto del que hay que partir para entender por qué no funciona correctamente la dinámica de transito intermodal ya que no se respeta la pirámide de jerarquización ilustrada

anteriormente; lo que resulta en un peligro constante para los peatones ya que los deja en la mitad de la calzada cuando el tiempo acaba y esto deriva en un alto porcentaje de desobediencia que, a su vez, resulta en accidentes.

Ilustración 7 Tiempos de Cruce de Peatones según su edad y condición física.



Fuente: Menéndez, J. M. (2002). Semáforos con cuenta atrás. *Tráfico*, 19 - 21.

Puede entenderse entonces que el tiempo que un semáforo peatonal debería ser suficiente para que, eventualmente, una persona con discapacidad visual tenga la garantía de poder cruzarlo sin poner en peligro su vida.

Convirtiendo ésta en una constante de la que se debe partir para el establecimiento de los tiempos semafóricos a partir de despejar el tiempo de la fórmula básica de velocidad:

$$Velocidad = \frac{Distancia}{Tiempo}$$

Así:

$$Tiempo = \frac{Distancia (m)}{Velocidad (\frac{m}{s})}$$

MARCO GEOGRÁFICO

El estudio será evaluado en las inmediaciones de la Universidad Católica de Colombia de la ciudad de Bogotá en las localidades de Teusaquillo y Chapinero, asimismo, los estudios efectuados se realizarán en la calle 47 entre carreras 13 y 16 como se puede evidenciar en la ilustración.

Ilustración 8 Zona de Estudio de Movilidad



Fuente: Elaboración Propia

MARCO LEGAL

Si bien las normas de la ciudad de Bogotá han mejorado la importancia con la que se ve el peatón, es necesario aclarar que no son suficientes las leyes que rigen al actor vial más importante de la sociedad.

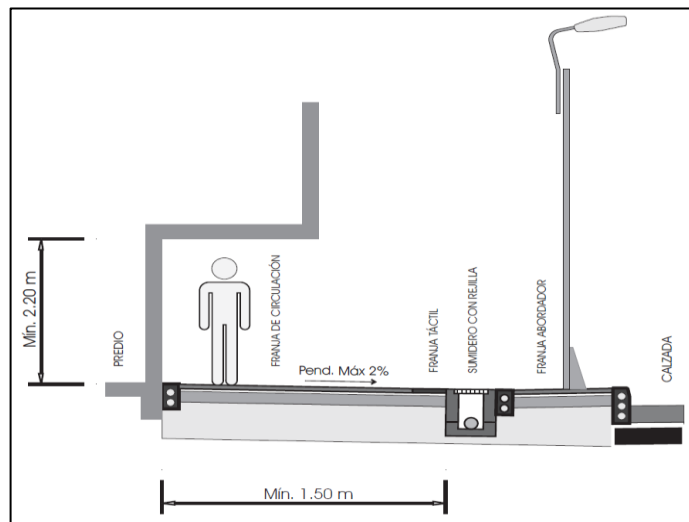
De la misma forma que los conductores de vehículos particulares y de servicio público deben cumplir con las leyes establecidas en su actuar sobre la vía pública, los peatones también son regidos por normas encaminadas a evitar accidentes de tránsito y sanciones económicas.

En el Código Nacional de Tránsito se establece que la circulación peatonal en la vía pública debe hacerse de manera que no obstaculice las áreas destinadas al tránsito de vehículos y que

al cruzar las vías debe hacerlo por los pasos destinados a ese fin. (legislativa, 2002). En cuanto al diseño de andenes e infraestructura dedicada a los peatones, Existen varias Normas técnicas colombianas utilizadas para ese fin:

- **Andenes – NTC 4279:** Establece los valores de dimensión mínima que debe tener un andén, las especificaciones características y de diseño que debe cumplir y se aplica a andenes, alamedas, plazas y plazoletas. (Bogotá S. d., 2018)

Ilustración 9. Dimensiones Mínimas para Andenes.



Fuente: NTC4249

Dimensiones

- ✓ Ancho Mínimo: 1.5m
- ✓ Posibilidad de Giro a 90°
- ✓ Pendiente Longitudinal Máxima: 12%
- ✓ Pendiente Transversal Máxima: 2%

ESTADO DEL ARTE

El estudio que se ha realizado con respecto a la congestión vial y su repercusión en la calidad de los espacios para peatones en la ciudad de Bogotá y sus principales corredores viales no ha sido muy amplio. Sin embargo, en la última década, debido al constante crecimiento del pensamiento ecológico, efectos en el ambiente por contaminación como el cambio climático y las distintas alertas ambientales presentadas, han generado también un cambio en la forma de pensar de los dirigentes que en su mayoría se orientan ahora por la calidad de los espacios públicos libres de polución y ruido de tráfico entre otros.

Por lo tanto, se han desarrollado documentos con el fin de mitigar este problema, aunque varios de esos proyectos no cuentan con adecuada ejecución ni suficiente divulgación para generar un cambio masivo en la forma de ver la movilidad.

La Secretaría Distrital de Movilidad dispone un banco de programas y proyectos, el cual, por medio de la presentación de una ficha característica, indica el estado en el que se encuentran las propuestas existentes en las que el objetivo sea mejorar la calidad de tránsito de peatones.

En el caso específico de los peatones, la secretaría apunta en primera instancia, a la concienciación de la ciudadanía por medio de iniciativas que buscan dar a conocer los beneficios del transporte en medios amigables con el ambiente.

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se relacionan trabajos investigativos que se han hecho en torno a la movilidad de los peatones en el mundo.

El comportamiento de los Peatones en el Espacio Público.

De acuerdo con María Carolina Albán “Los problemas de movilidad vial se han convertido en temas prioritarios en la agenda pública de las ciudades, y el caso Bogotá no es la excepción. Una aproximación desde las ciencias sociales indica la existencia de un problema generalizado de interacción en el que los agentes violan los códigos de conducta (normativos e informales) y contribuyen a generar situaciones caóticas, con resultados negativos sobre la calidad de la vida de los ciudadanos. Dentro de los actores involucrados, la situación de

vulnerabilidad y especificidad de los peatones los convierte en un grupo prioritario” (Albán Conto, 2005). El artículo está orientado al estudio del comportamiento de dichos actores y propone que los peatones tienden a orientar su comportamiento en concordancia con un “conjunto de referentes de naturaleza práctica”, lo que les permite movilizarse eficazmente por la ciudad, aunque no actúen en correspondencia con la normatividad que regula dichas conductas. Problema denominado en sociología como ANOMÍA⁹.

Independencia de movilidad urbana en adolescentes en la Ciudad de México. Miedos y falta de capacitación que limitan su autonomía.

En este estudio, Carmen Ramos Arena explica que “Los adolescentes de ciertos sectores de la sociedad mexicana, cuentan con una reducida o nula independencia de movilidad urbana. En un estudio exploratorio realizado, se encontró una limitada independencia de movilidad en especial en aquellos que asisten a escuelas privadas. Así como un gran miedo por salir a la calle, pero al mismo tiempo un gran anhelo por lograrlo. Se realizó una intervención educativa en la secundaria “El Roble”. Se analizó la realidad de los miedos que limitan esta independencia de movilidad, y la importancia de contar con la preparación adecuada para lograr tenerla” (independencia en Movilidad urbana en Adolescentes en la Ciudad de México. Miedos y Falta de Capacitación de limitan su autonomía., 2014).

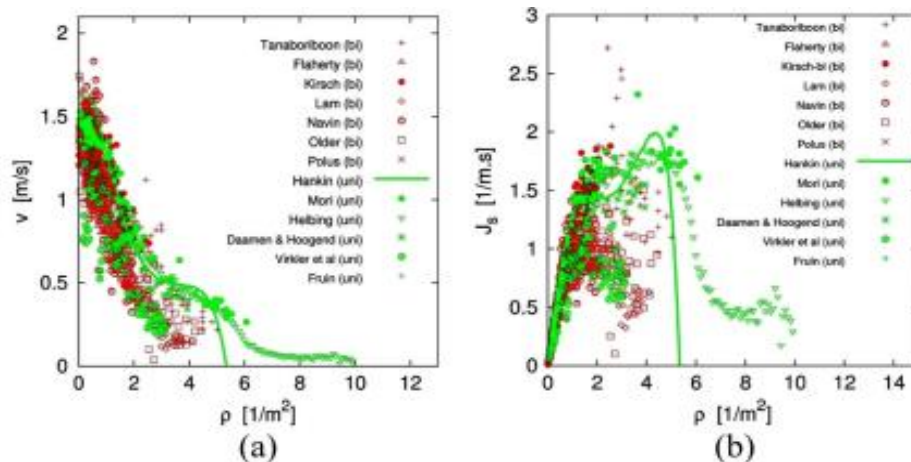
En este estudio se hace una aproximación al por qué de que los adolescentes prefieran usar medios de transporte en los que no son los principales actores, exactamente el transporte particular que genera congestión y contaminación, a partir de miedos que tienen que ver directamente con la seguridad de los peatones que es fácilmente vulnerable y que pocas veces cuenta con suficiente atención gubernamental.

⁹ Independencia en Movilidad urbana en Adolescentes en la Ciudad de México. Miedos y Falta de Capacitación de limitan su autonomía., 1 (2014).

Reseña sobre los diagramas de características de flujo peatonal.

Explica cómo se puede acceder a entender la complejidad que representa el hecho de que los peatones tengan libertad de movilidad en dos dimensiones por medio de diagramas que, al final, representan patrones que siguen los peatones al movilizarse. También hace una comparación entre dos grandes diferencias presentadas entre la movilidad vehicular y la peatonal. Una se refiere a la cuantificación de los estudios para cada caso, ya que la cantidad de peatones es mucho más difícil de estimar y contar que la cantidad de vehículos a la hora de hacer un estudio o aforo. La segunda referencia estudiada se refiere a la diferencia de velocidades que tiene cada peatón en su movimiento de acuerdo con sus necesidades y deseos, y es por esa razón que cada peatón describe un vector cuya dirección y velocidad aunada a las de los demás peatones identificados, sirven para hacer un diseño que cumpla con la cantidad de gente que transita por una determinada zona que se convertirá en un bulevar. (Lakshmi , Ramachandra, & Tiwari, 2016)

Ilustración 10 Diagramas de movilidad unidireccional y bidireccional de peatones



Fuente: Lakshmi , Ramachandra, & Tiwari, 2016

INICIATIVAS EN BOGOTÁ

Bogotá Camina. Un homenaje a los peatones.

El primero de febrero del año 2018, se realizó el día sin carro en la ciudad de Bogotá, en el mismo se llevó a cabo la iniciativa de Bogotá camina, en la que se hicieron varias actividades

en distintos puntos de la ciudad. Estas actividades tenían como propósito incentivar el uso de medios de transporte alternativo y a potenciar el cuidado por los peatones.

Se explicó como “el cruce de la calle 67 con carrera 7 serviría como ejemplo privilegia al peatón en la ciudad, es decir, aquel donde todos los autos se detienen al mismo tiempo y en todos los sentidos, para que los peatones crucen libremente por el espacio y tiempo que les corresponde, incluso de forma diagonal”. Algo que la secretaría espera poder implementar en tantos cruces como sea posible. (Movilidad., 2018)

Guía Práctica de la Movilidad Peatonal.

Así como con la creación de un manual para el buen ciclista en la ciudad de Bogotá. El Instituto de Desarrollo Urbano también publicó una guía para la buena práctica de movilidad de los actores viales conocidos como peatones. El objetivo de esta guía es facilitar el diseño de espacios para la movilidad peatonal, teniendo en cuenta la jerarquía, escala, elementos informativos, señalización, mobiliario urbano y de rasantes para la eliminación de barreras, teniendo en cuenta la versatilidad de factores y actores que tienen acceso al espacio público, con especial atención a los de movilidad reducida. (Bogotá S. d., 2018)

METODOLOGÍA

Uno de los referentes importantes en estudios de movilidad peatonal es una propuesta de la *Universidad Católica del Norte* de Antioquia, en donde hacen énfasis a una serie de etapas y acciones que permitirán la indagación de la situación al respecto. En tal sentido se pueden apreciar los siguientes estudios:

Estudio de inventarios: En esta etapa se realiza una distinción de las características físicas y señalización existente en la infraestructura peatonal, en donde se detallada las condiciones del entorno que favorezcan y perjudiquen el tránsito peatonal.

Volumen de tránsito peatonal: Durante el desarrollo de esta fase se pretende cuantificar la demanda de infraestructura peatonal. Lo anterior, basados en la variación y distribución, es decir, definiendo un espacio y tiempo.

Actualmente se presentan técnicas de conteo en los aforos peatonales mediante el uso de sensores, estos requieren de un software especializado lo cual lo hace costoso. Por el contrario, las técnicas de conteo manual resultan ser económicas y comunes, pues se puede hacer distinción de los atributos del peatón.

Estudios de observación: Permite detectar los comportamientos durante el tránsito peatonal, en el cual se especifican los conflictos presentados con los demás agentes de tránsito y su capacidad de respuesta ante factores externos que dificultan la caminata.

Además, se debe observar el sistema peatonal existente en cuanto a la estructura y agentes de tránsito que lo componen, de esta manera se hace la distinción de falencias en el sistema de tránsito y se define si el diseño existente soporta la capacidad actual del volumen de tránsito peatonal.

Por otra parte, se enumeran las **variables del flujo peatonal**, en las que se conocen dos tipos de infraestructura de tráfico peatonal, una de ellas el flujo continuo (aceras, vías, escaleras) y la otra, flujo discontinuo (pasos de cebra y cruces peatonales). Se tiene en consideración dos tipos de análisis que se puedan efectuar, pues varían por la consideración de variables, las cuales se clasifican en macroscópicas y microscópicas; la primera describe la corriente

del tránsito de manera general, allí se evalúa variables como velocidad de caminata, densidad y volumen peatonales; en cuanto a las variables microscópicas, se evalúan las condiciones que afectan el comportamiento de un peatón, así como la relación con los demás peatones. (Guío, 2009)

Fase de Argumentación Teórica:

En esta fase se realizó una revisión de los antecedentes y cambios que ha sufrido la infraestructura para peatones en las inmediaciones de la Universidad Católica de Colombia, además se estudiaron los planes de desarrollo a futuro establecidos en el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) e investigados en las entidades gubernamentales pertinentes.

Se estudiarán casos de movilidad similares respecto al objeto de estudio, en diferentes países que sirvan como referencia para proponer soluciones viables y que hayan funcionado en el pasado.

Fase de Recolección de Datos:

Durante esta fase se recurrió a métodos cuantitativos y cualitativos de recolección de datos que sirvieron como base para comenzar el estudio de las soluciones que se presentan de acuerdo con la problemática detectada en la zona. Entre las actividades se enumeran las siguientes:

- A partir de la inspección visual, identificar cuáles son las horas de máxima demanda por parte de los peatones, en las zonas destinadas para el desplazamiento de estos en las inmediaciones de la Institución.
- Una vez identificadas las franjas horarias y las zonas relevantes para el estudio (puntos de conflictos, pasos de cebra, aceras con alta afluencia de peatones, etc.), realizar aforos peatonales.
- Realizar un inventario de la señalización existente en las inmediaciones de la universidad.
- Realizar un inventario de la infraestructura semafórica y de los ciclos de estos, que puedan estar interviniendo en la situación de la posible problemática detectada.

- Realizar un inventario de las condiciones físicas en las que se encuentra la infraestructura vial existente en las inmediaciones de la universidad.
- Realizar encuestas a las personas pertenecientes a la Universidad Católica de Colombia, los comercios y las instituciones que entren en la zona de estudio. Con el fin de entender la percepción de los peatones con respecto a la problemática identificada.
- Con base en la argumentación teórica, plantear la solución más adaptable a la situación de la universidad.

Fase de Manejo de Resultados:

A partir de los resultados obtenidos, tanto de forma cuantitativa como cualitativa, presentar soluciones viables para llevar a cabo y de esta manera mejorar las condiciones de movilidad de los peatones que se desplazan por el sector.

RESULTADOS

ESTUDIO DE INVENTARIOS

Zona Calle 47 con carrera 13

Ilustración 11 Intersección Calle 47 y Carrera 13.



Fuente Propia

Observaciones:

- Un semáforo en sentido norte-sur ubicado en la esquina sur oriental de la intersección
- Un semáforo oriente-occidente en la esquina sur oriental de la intersección
- Franja para circulación de bicicletas en sentido norte-sur y sur-norte sobre la acera oriental
- Franja para circulación de peatones en todos los sentidos de la intersección, con ancho de andenes deficiente sobre la calle 47.
- Rampa de acceso al parqueadero de la Sede 4 de la Universidad.

- PARE para la franja de circulación de bicicletas sobre el costado oriental de la carrera 13
- No existe señalización vertical para peatones en la intersección
- No hay señalización horizontal sobre la carrera 13

Por otra parte, en cuanto a los factores inexistentes en la intersección se observa el deterioro de la señalización horizontal de la calle 47, la ausencia de franja para circulación peatonal en sentido oriente-occidente, falta de semáforo para bicicletas en sentido norte- sur y sur-norte, lo anterior ocasiona que el tránsito peatonal en el cruce se vea afectado y aumente la probabilidad de accidentes en esta parte de la intersección.

A lo largo del tramo en la calle 47 entre carreras 13 y av. Caracas, se observa señalización vertical de velocidad máxima permisible, señalización que indica el cruce de peatones, zona de no parqueo a ambos costados de la vía. Además de esto es de aclarar que los andenes y la vía no se encuentran en buen estado.

Duración tiempos de semáforos:

Tabla 2 Tiempos de semáforos en intersección Calle 47 - Cra 13.

Semáforos Vehiculares sobre Carrera 13	Semáforos Peatonales sobre Carrera 13
Semáforo en verde: 00'49"	Semáforo en verde: 01'07"
Semáforo en amarillo: 00' 03"	N/A
Semáforo en rojo: 1'07"	Semáforo en rojo: 00'49"

Fuente: Elaboración propia

Zona calle 47 con Av. Caracas

Ilustración 12 Intersección Calle 47 y Avenida Caracas.



Fuente Propia

Observaciones:

- Semáforos de cruce vehicular en sentido Oriente-Occidente sobre la esquina sur oriental de la intersección.
- Semáforos de cruce vehicular en sentido Norte-Sur sobre la esquina sur occidental de la intersección y sobre el separador central de la avenida caracas.
- Semáforos de cruces en sentido Sur-Norte sobre la esquina nororiental de la intersección y sobre el separador central de la avenida caracas.
- Señalización horizontal de cruce peatonal en el costado sur de la intersección sobre la Avenida caracas.
- Semáforos peatonales en el cruce oriente y el cruce sur de la intersección.
- Señalización horizontal de cruce peatonal en los dos puntos de la calle 47

- Rampas de acceso a los andenes con deterioro en todas las esquinas de la intersección.
 - Ausencia de semáforo para giro izquierdo sobre la calle 47 que genera conflicto con el cruce peatonal de la avenida caracas.

En esta intersección se observan ondulaciones de la capa asfáltica tanto en el carril mixto como en el carril de Transmilenio. Se encuentran en estado de deterioro las señalizaciones horizontales.

Duración tiempos de semáforos:

Tabla 3 Tiempos de semáforos en intersección Calle 47 - Av. Caracas.

Semáforos Vehiculares sobre Carrera 13	Semáforos Peatonales sobre Carrera 13
Semáforo en verde: 01'06"	Semáforo en verde: 00'34"
Semáforo en amarillo: 00' 03"	N/A
Semáforo en rojo: 00'34"	Semáforo en rojo: 01'06"

Fuente: Elaboración propia

Zona Calle 47 con Carrera 15B

Ilustración 13. Intersección Carrera 15 calle 47.



Fuente: Propia

Elementos presentes:

- Señalización escolar horizontal y vertical.
- Señalización vertical de velocidad máxima permisible
- PARE en sentido oriente occidente
- Ausencia de tachos que fueren la disminución de la velocidad.

En el tramo circundante de las inmediaciones de la Universidad Católica de Colombia se detalla la pérdida del espacio del andén por estacionamiento de motos y presencia de comerciantes informales que hacen mayor presencia en la jornada nocturna.

Zona Calle 46A con carrera 16

Ilustración 14. Intersección Carrera 16 - Calle 46A.



Fuente: Propia

Elementos presentes:

- Ciclorruta segregada sobre la calzada vehicular.
- PARE para vehículos que transitan en sentido occidente-oriente.
- Señal preventiva que da prioridad a la circulación de bicicletas.
- Señalización velocidad máxima permisible.
- Señalización horizontal con visible deterioro.
- Ausencia de señalización vertical y horizontal que alerte de zona escolar cercana.

Estado Actual de la Infraestructura.

En general, el estado actual de la infraestructura peatonal es bastante deficiente. Tal como se ha explicado en el marco teórico, los andenes deben garantizar la existencia de diferentes franjas que aseguren que el espacio para el tránsito peatonal sea exclusivo. Es decir, la franja del mobiliario, destinada a la ubicación de la señalización, rampas de acceso y demás ítems que signifiquen un obstáculo para el peatón, no existe a lo largo de los andenes de la calle

47. Hacen falta en muchas zonas la presencia de señalizaciones verticales y horizontales que alerten a vehículos de su presencia en una zona escolar.

La constante presencia de vehículos parqueados a un costado de la calle 47, no solo impide el libre tránsito de peatones, sino que oculta las señales existentes a los vehículos, que no disminuyen la velocidad al transitar por la zona.

No hay ninguna presencia de baldosines guía para las personas que tienen discapacidad visual ni rampas de acceso a los andenes entre las carreras 14 y 15. Los accesos a los parqueaderos (rampas) están dispuestos sobre la misma franja de circulación peatonal, lo que dificulta y pone en peligro la circulación de los estudiantes en estos puntos.

Aunado a esto, el estado de los andenes es de deterioro en varias zonas que presentan daños físicos desde hace bastante tiempo.

Ilustración 15 Estado de Andenes Calle 47.



Fuente: Propia

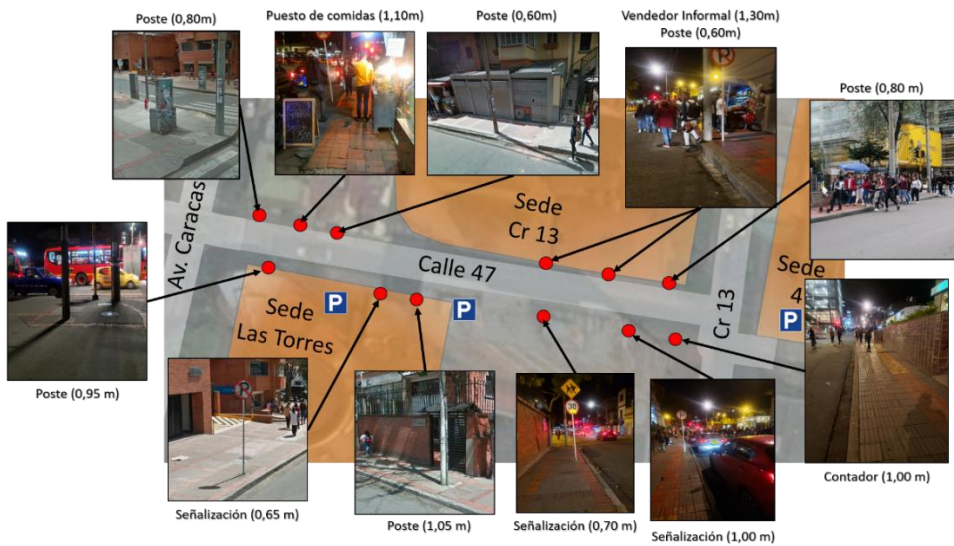
Como puede evidenciarse, la señalización y las rampas de acceso a parqueaderos de la zona, están todas sobre la única franja disponible para los peatones, que, por otra parte; perciben la calle 47 y sus movimientos entre las sedes de la universidad como peligrosos. A continuación, se presentan mapas en los que pueden ubicarse los obstáculos identificados al hacer el análisis de estado de infraestructura. De esos obstáculos se ha tomado la información más crítica con el fin de establecer el ancho ideal que deberían tener los andenes.

Ilustración 16. Inventario de Obstáculos Calle 47 entre Av. Caracas y Cra 15.



Fuente: Propia

Ilustración 17 Inventario de Obstáculos Calle 47 entre Av. Caracas y Cra 13.



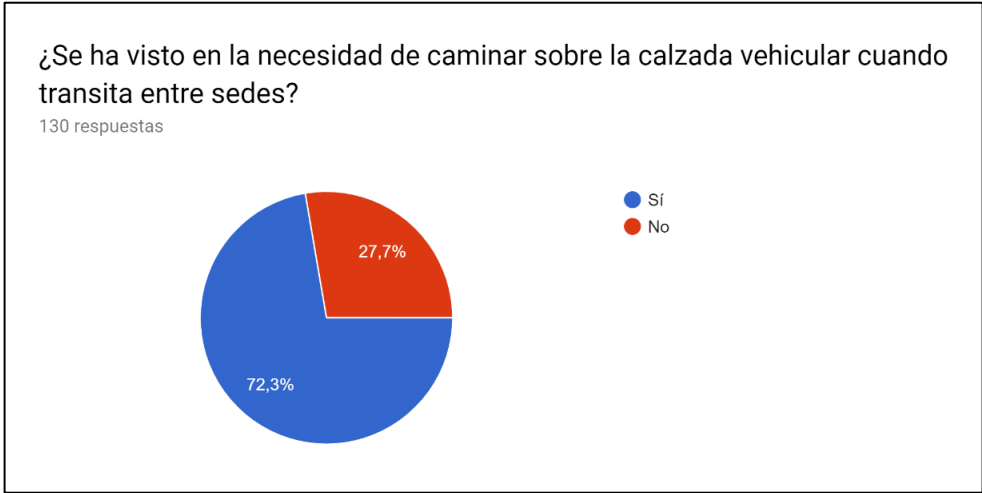
Fuente: Propia

Encuesta de Percepción.

Para conocer la percepción de la comunidad estudiantil se adelantó una encuesta virtual a la que toda la comunidad podía acceder (Anexo 1)

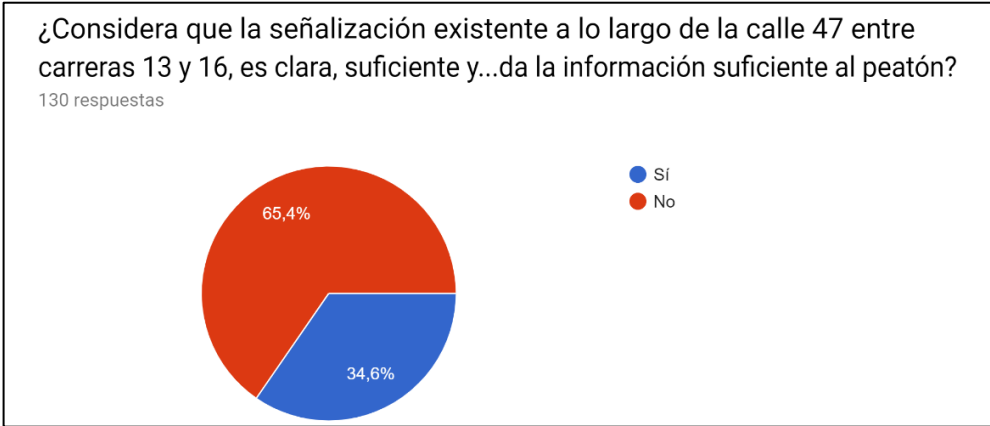
Las respuestas son expuestas a continuación para demostrar la percepción negativa de algunos de los estudiantes que respondieron a la encuesta. Esta se hizo con el fin exclusivo de conocer las sensaciones que genera la seguridad vial en los peatones que frecuentan la zona, y no pretende ser el centro de este estudio.

Ilustración 18. Pregunta 1 encuesta de Percepción.



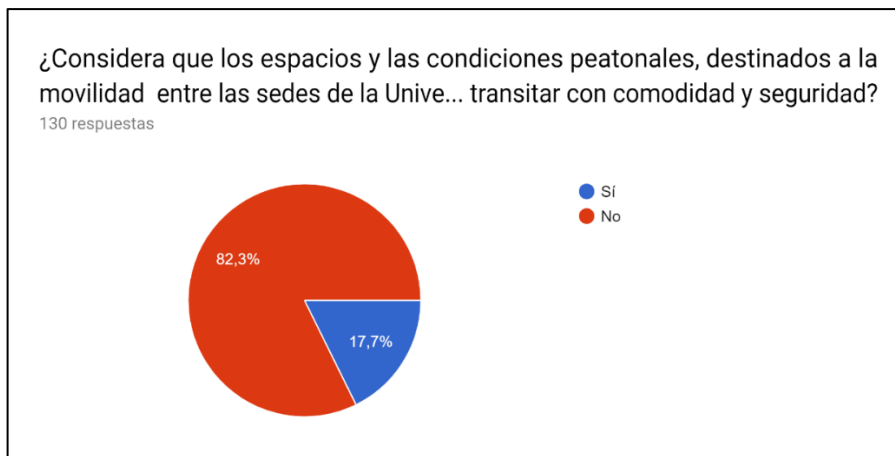
Fuente: Google Forms

Ilustración 19. Pregunta 2 encuesta de Percepción.



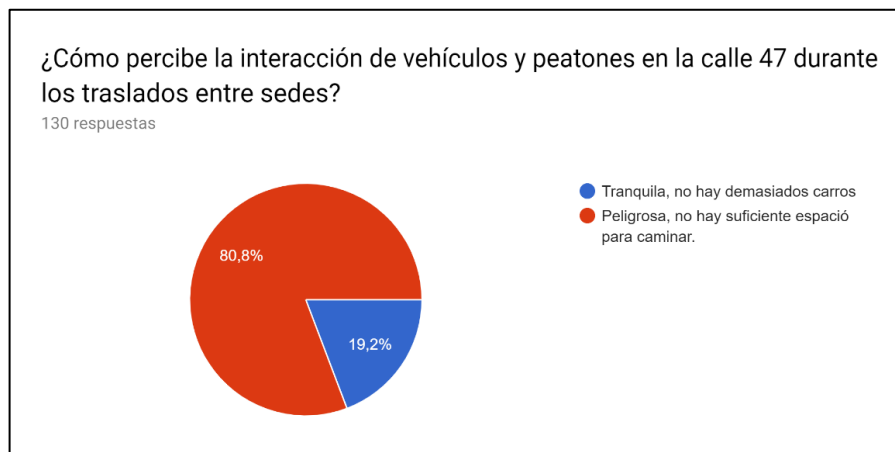
Fuente: Google Forms

Ilustración 20. Pregunta 3 encuesta de Percepción.



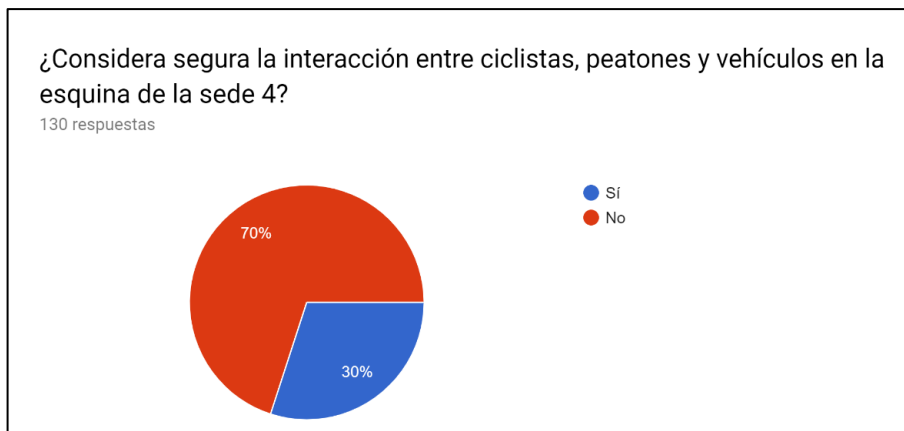
Fuente: Google Forms

Ilustración 21. Pregunta 4 encuesta de Percepción.



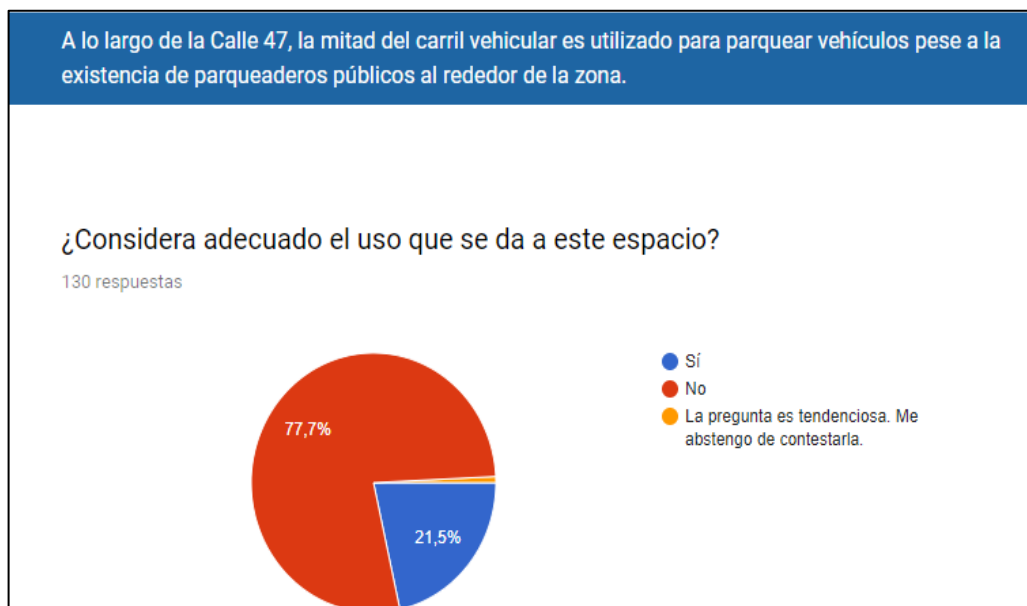
Fuente: Google Forms

Ilustración 22. Pregunta 5 encuesta de Percepción.



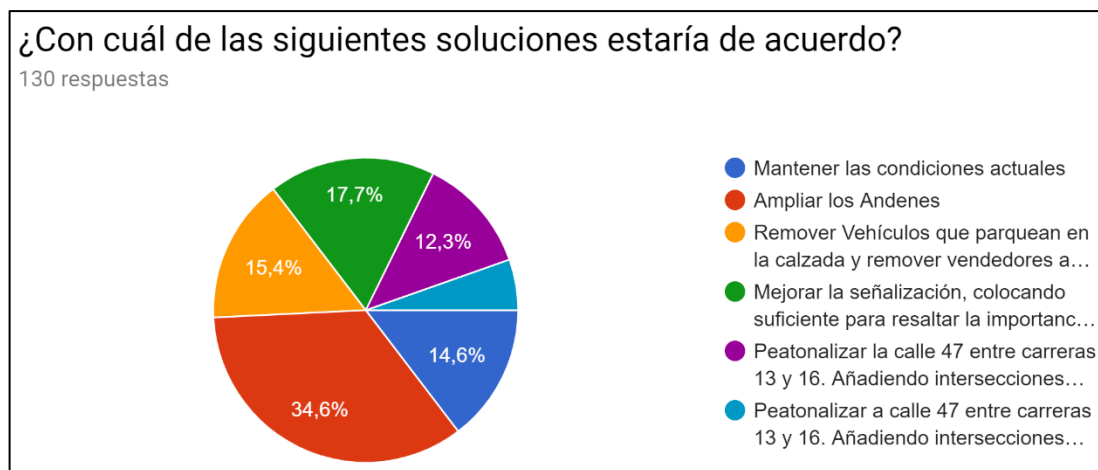
Fuente: Google Forms

Ilustración 23. Pregunta 6 encuesta de Percepción.



Fuente: Google Forms

Ilustración 24. Pregunta 6 encuesta de Percepción.



Fuente: Google Forms

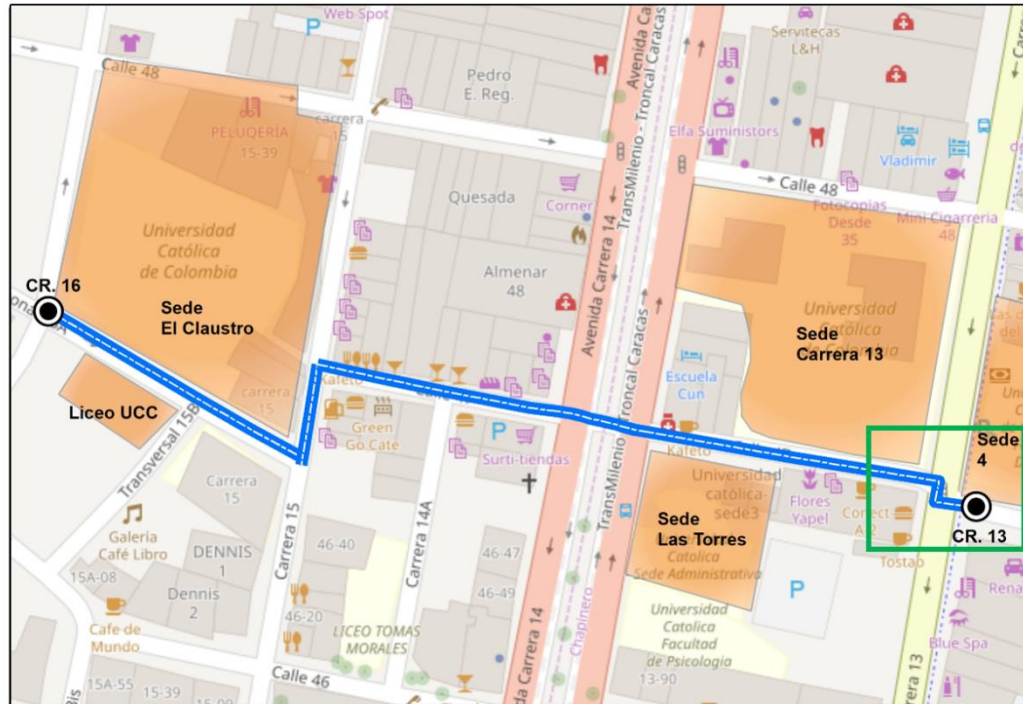
De los resultados observados en la encuesta hecha, es posible corroborar el malestar que genera la circulación de los estudiantes, el profesorado, y el personal administrativo entre las sedes de la universidad, se percibe una sensación general de inseguridad debido al poco espacio del que se dispone para el tránsito sobre las franjas destinadas a tal fin e incluso se proponen soluciones como la ampliación de los andenes, peatonalización total, o mejora de señalización en un espacio que, finalmente, se desperdicia por el parqueo ilegal de vehículos particulares.

ESTUDIO DE OBSERVACIÓN

Después de hacer el análisis de la infraestructura, se procedió a hacer el estudio de observación con el que se lograría discernir la clase y la cantidad de problemáticas que pudieran identificarse dando como resultado la identificación de varios puntos listados más adelante. Es de resaltar la notoria presencia de vendedores informales ocupando el espacio público a lo largo de toda la calle 47.

Zona Calle 47 con Carrera 13

Ilustración 25. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Carrera 13.



Fuente: Propia

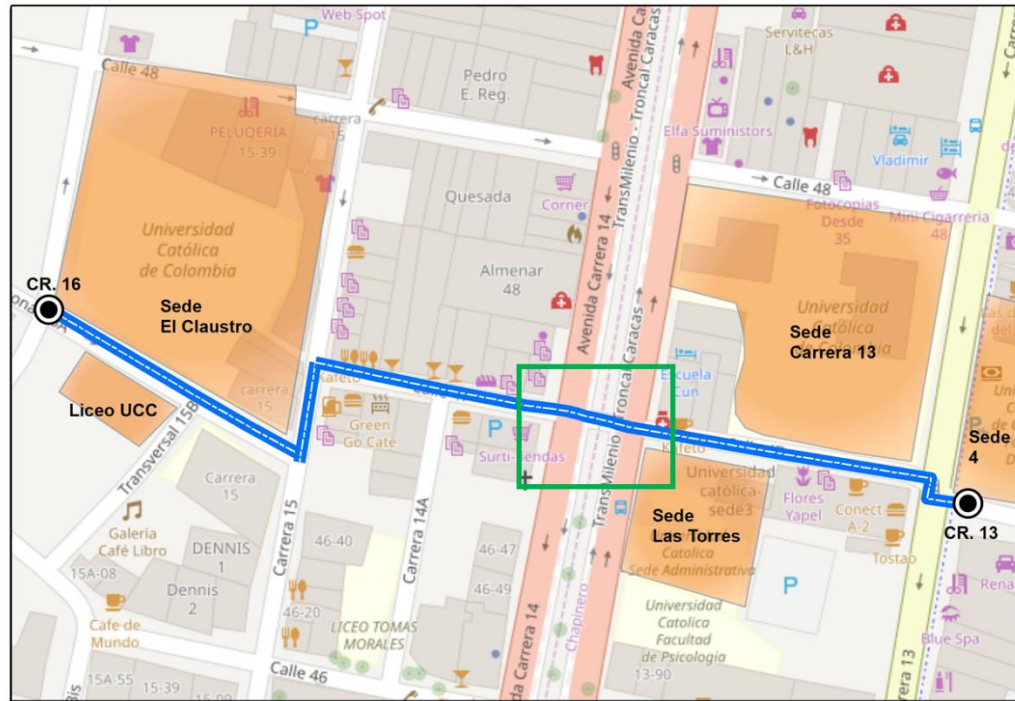
Existen problemáticas en el tránsito de peatones por los siguientes sucesos:

- Por falta de semaforización de bicicletas es irrupido el paso peatonal, lo cual puede generar accidentes en el paso peatonal
- Los peatones realizan el cruce en forma diagonal esto genera irrupciones en el tránsito vehicular.
- No hay franja de paso peatonal en el sentido oriente-occidente.
- Peatones cruzan la calle mientras los semáforos se encuentran en rojo.
- A lo largo del tramo de la calle 47 entre carreras 13 y av. Caracas, los andenes en horas pico colapsan y las personas se ven en la obligación de irrupir el tránsito vehicular.

- Vehículos estacionan al costado de la vía en el tramo de la calle 47 entre carreras 13 y av. Caracas.

Zona calle 47 con Av. Caracas

Ilustración 26. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Av. Caracas.

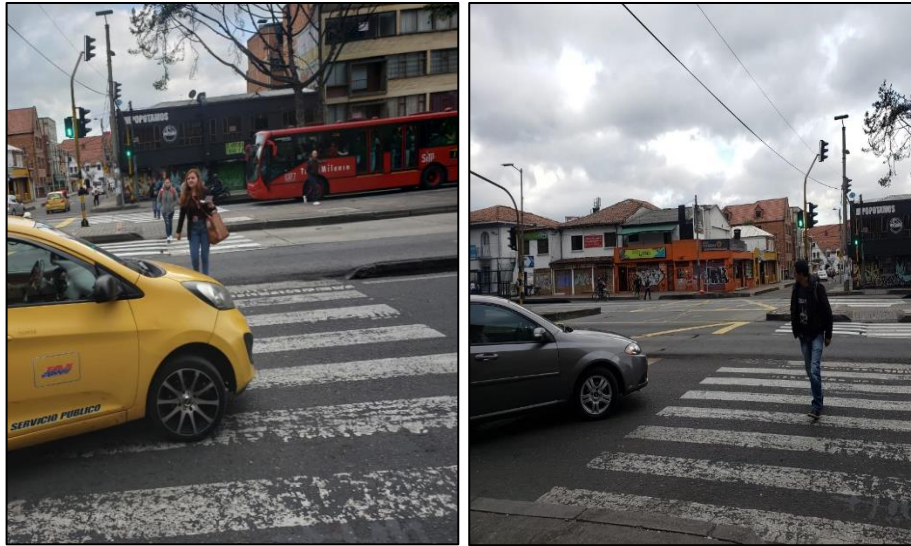


Fuente: Propia

Son algunas de las situaciones que perjudican el paso por esta intersección:

- Peatones cruzan la calle mientras que los semáforos se encuentran en rojo.
- Una problemática existente en la zona se evidencia en el paso peatonal del costado norte, sentido oriente-occidente, pues es permitido el giro de los vehículos hacia el sentido sur-norte sobre la avenida Caracas, esto provoca irrupción al paso peatonal en la zona como se puede evidenciar en las siguientes ilustraciones, donde los vehículos no tienen la debida precaución.

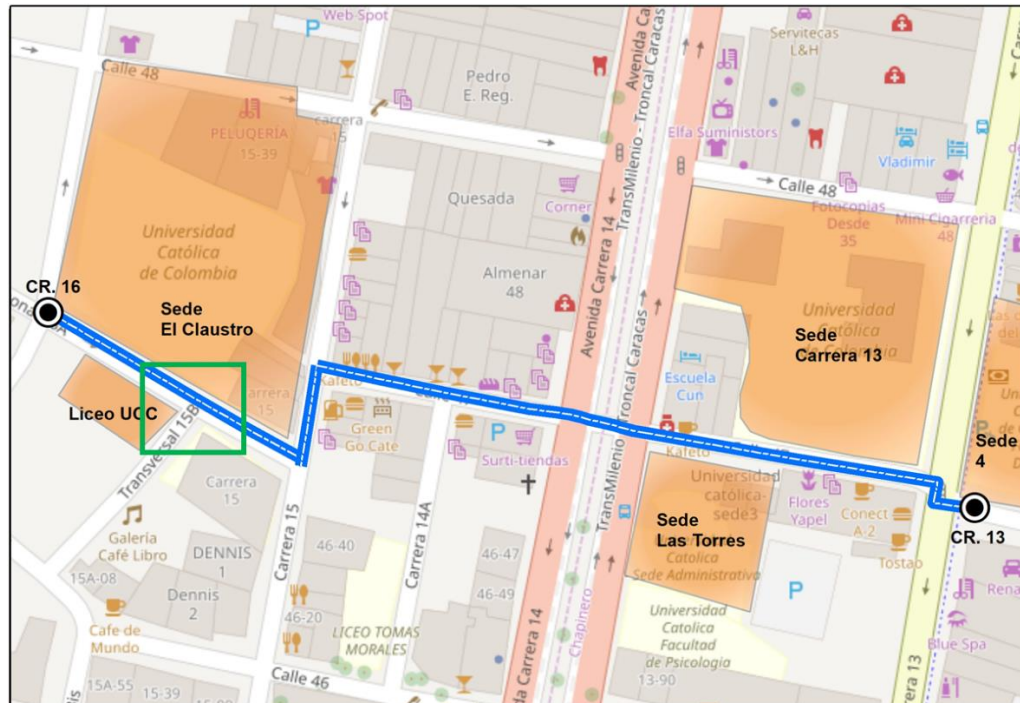
Ilustración 27. Problemática en Cruce de Av. Caracas.



Fuente: Propia

Zona Calle 47 con Carrera 15B

Ilustración 28. Ilustración 25. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Carera 15B.



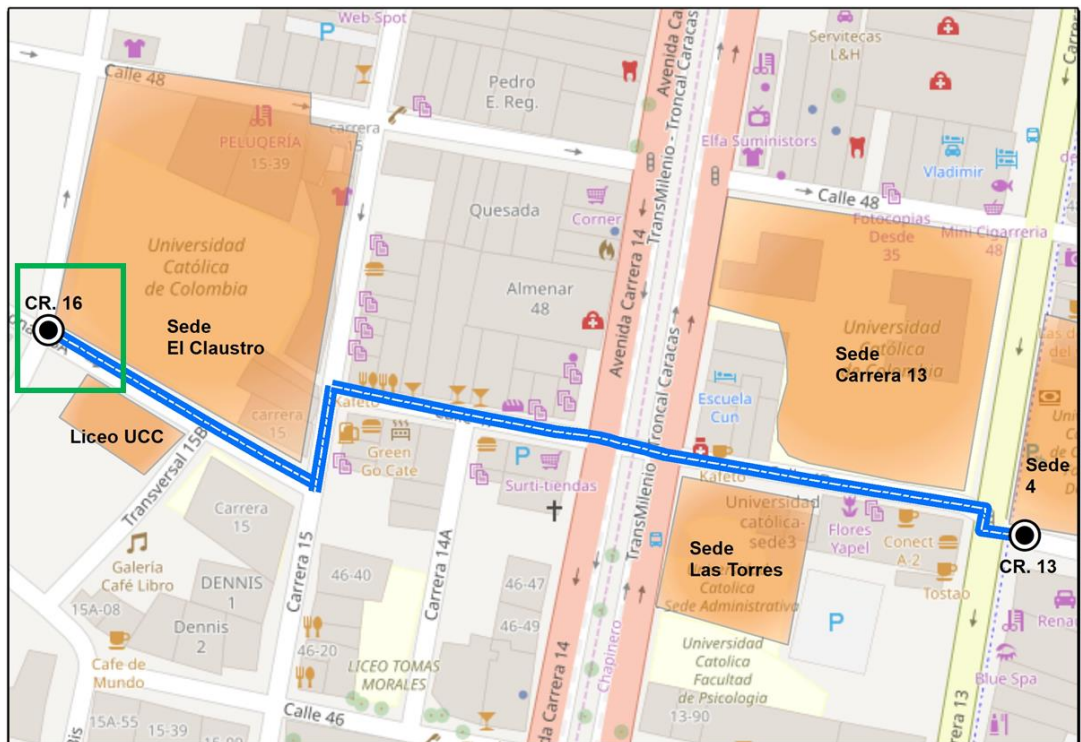
Fuente: Propia

La movilidad en esta zona se dificulta a causa de:

- Estacionamiento de vehículos en sentido sur-norte, obstaculiza las rampas de acceso y dificulta el tránsito de vehículos.
- Los comerciantes informales presentes en esta zona obstaculizan el paso peatonal.
- Aglomeración de peatones en horas pico impide que los vehículos transiten de forma eficiente.
- Andén peatonal es usado como estacionamiento de motocicletas.

Zona Calle 46 A con carrera 16

Ilustración 29. Ilustración 25. Identificación de Intersecciones. Calle 47 con Carera 16.



Fuente: Propia

Los siguientes aspectos afectan la movilización de la zona:

- Los vehículos no tienen precaución por el paso de bicicletas.
- Vehículos violan la señalización de PARE.

Ilustración 30. Vendedores informales sobre la Calle 47.



Fuente: Propia

VOLUMEN DE TRÁNSITO

Al realizar los aforos en los puntos de intersección determinados en la Metodología, con base en el modelo de expansión fue posible determinar el Volumen horario de máxima demanda, el cual se hizo característico en la zona Calle 47 entre av. Caracas y carrera 15, en el cual se registra un intervalo de medición de 15 minutos para un periodo de estudio de 60 minutos. Los datos registrados en el aforo y los obtenidos en el modelo de expansión se muestran a continuación.

Tabla 4. Coeficientes de Expansión de Muestras

Coeficientes de expansión, según Cal y Mayor	Coeficiente a: 5,8	Coeficiente b:0,900
Volumen peatonal en periodo de 1 hora	3142	

Fuente: Mayor, 1988

De lo anterior que se tiene un volumen peatonal de 1090 peatones aproximadamente, el cual se registra con los datos tomados en campo en el intervalo de medición 20:00 a 20:15.

Velocidad de cruce de semáforos para peatones

En la evaluación de la velocidad de caminata para el cruce de los semáforos en la Calle 47 con Carrera 13 y Av Caracas, según los tiempos de semáforo registrados en campo y teniendo en cuenta que el semáforo de la Av. Caracas tendría que ser evaluado en dos tiempos, esto porque el cruce se encuentra diseñado para que una persona lo cruce en dos tramos de vía, que se obtuvieron los datos observados en el siguiente cuadro de resumen.

Tabla 5. Resumen Tiempos semafóricos.

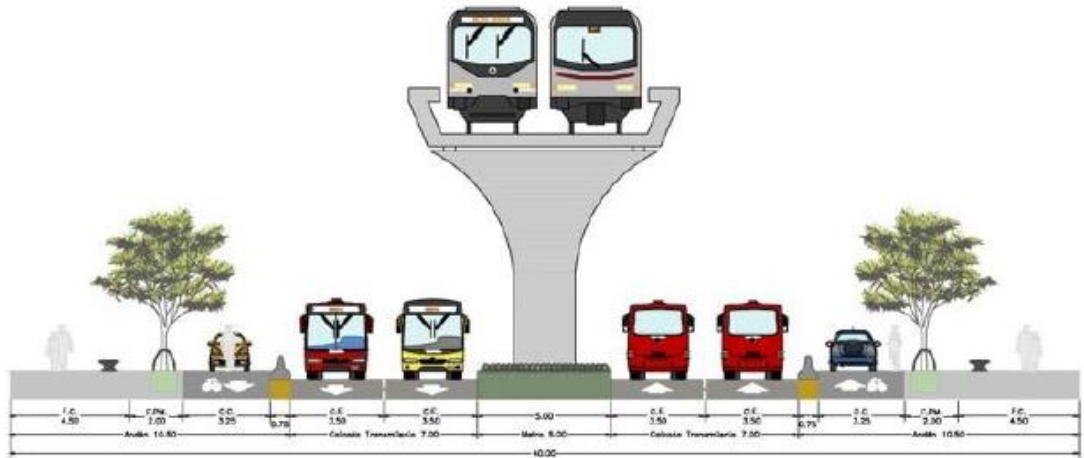
Cruce semafórico	Longitud de cruce (m)	Tiempo en verde para cruce peatonal (s)	Velocidad peatón (m/s)	Velocidad peatón (km/h)
Cruce calle 47 con carrera 13, sentido E-W	9	67	0,13	0,48
Cruce calle 47 con Av. caracas, sentido E-W	15,5	34	0,45	1,64

Fuente: Propia

En relación con la velocidad de caminata en los tiempos de cruce de peatones basados en su edad y condiciones físicas (según ilustración 7), para una persona invidente se tendría la menor velocidad siendo igual a 1.8 km/h, lo cual quiere decir que los tiempos de los semáforos en el cruce de la calle 47 con av. Caracas y carrera 13, cumplen con los estimativos para prestar el servicio a cualquier peatón independientemente de su condición física. Sin embargo, es necesario acotar que la sección transversal de la avenida caracas tenderá a cambiar con el tiempo debido a la implementación del metro elevado de Bogotá. Para ese

momento los tiempos semafóricos podrían no cumplir con las necesidades de los peatones debido a la ampliación que podría sufrir la Av. Caracas.

Ilustración 31. Sección Transversal a Nivel entre Estaciones sobre Av. Caracas



Fuente: Alcaldía de Bogotá, 2019

Al no existir una estación exactamente sobre la calle 47, la sección transversal de la Av. Caracas tendría un ancho de 40m. y estaría por definir la ubicación de las pilas para los rieles.

Capacidad del andén

Empleando el volumen máximo identificado anteriormente, además, teniendo en cuenta la inspección visual y dimensionamiento de los obstáculos presentes a lo largo del corredor peatonal en la calle 47, se procede a calcular el valor de la intensidad peatonal media, tomando como referencia la mayor dimensión de ancho de obstáculo, se obtienen los siguientes datos.

$$AE = \frac{Qp15}{I * 15}$$

Donde:

- **I**= El valor más alto de volumen en el Nivel de Servicio calculado anteriormente.
- **Qp15**= El número más crítico de peatones circulando en un periodo de 15 minutos por la zona de estudio

- **AE**= Es el valor que debe despejarse para determinar el ancho Útil que debería tener el andén para cumplir con el nivel de servicio buscado.

Partiendo de los datos registrados en campo, se conoce que el ancho del andén en el tramo más angosto es de longitud igual a 2,2 m y el ancho de obstáculo mayor es de longitud igual a 1,3m, así pues, se obtiene en primer lugar el ancho útil del andén.

$$AE = 2,2 \text{ m} - 1,3 \text{ m}$$

$$AE = 0,9 \text{ m}$$

Esto quiere decir que, el espacio del andén existente para que un peatón transite en el caso más crítico del tramo de la calle 47 es de 0,9 m.

De lo anterior, se tiene a continuación el valor de la intensidad:

$$I = \frac{1090}{0,9 * 15}$$

$$I = 80,7 \text{ Peat. /min. /m}$$

Según el valor obtenido para la intensidad peatonal media y los estándares descritos en la tabla 1 de niveles de servicio de andenes y senderos peatonales, se determina que el servicio actual prestado por la infraestructura del andén es Nivel de servicio F.

Por otra parte, es importante determinar el ancho efectivo de andén para el cual se preste un Nivel de servicio B, en el cual las condiciones benefician la calidad de vida de los peatones que transitan constantemente por este tramo. Así pues, teniendo en consideración el valor de la intensidad como 23 para esta clase de servicio, se obtiene el siguiente resultado.

$$AE = \frac{1090}{23 * 15}$$

$$AE = 3,2 \text{ m}$$

Para obtener el valor real del ancho requerido en el tramo de la calle 47, se deben considerar los obstáculos a lo largo del tramo, es decir, que se debe adicionar al ancho útil el valor de 1,3 m correspondiente al ancho de los obstáculos, así pues, se obtiene que **el ancho total del**

andén debe ser 4,5 m, para que preste un nivel de servicio B, el cual es característico por el tránsito sin infracciones entre peatones, además se evita que los peatones se vean en la necesidad de caminar por carriles vehiculares.

CONCLUSIONES

Para plantear las posibles soluciones que puedan menguar la problemática ya expuesta, se debe tener en cuenta como parte primordial en cualquier proceso de mejora en movilidad, partir del principio fundamental, la capacitación vial, esta debe ser enseñada a cada uno de los actores viales, es decir, educar a peatones, conductores y la sociedad en general para el cumplimiento de las normas, señalizaciones de tránsito y respeto por el espacio público, además, el pensamiento objetivo por el cumplimiento de las normas de tránsito que deben tener por el hecho de ser parte de éste. Asimismo, se deben ejecutar proyectos que permitan el mejoramiento de la infraestructura, señalización y servicio brindado, es decir, dar herramientas y ejecutar planes que permitan el conocimiento y aplicación de las normas de tránsito a los actores viales, es así como se generan avances y aportes en la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía. Se debe realizar con el fin de mejorar el ideal y cultura de la población, es decir, generar un cambio de chip demostrando la importancia y la prioridad de la movilidad de los peatones; un cambio en el que se puedan enseñar nuevas costumbres que vayan en pro del buen uso de la infraestructura, el cumplimiento de normas y la forma correcta de transitar en cualquier parte del espacio público, esto permitirá dar herramientas a los actores viales para determinar rápidamente el momento en que incurren contra el buen desarrollo de movilidad, asimismo, a través de la capacitación o espacios de recreación engendrar una cultura ciudadana en pro de la movilidad correcta de la población.

Como se pudo evidenciar a lo largo del análisis de movilidad peatonal, los tiempos de los semáforos son los adecuados para que una persona pueda cruzar sin que se vea afectada por el cambio de luz, es decir, el servicio es brindado sin distinción de las condiciones físicas de los peatones. Sin embargo, en caso particular el cruce peatonal de la Av. Caracas con calle 47, se torna conflictivo por el giro de vehículos hacia el norte y porque eventualmente transitará por allí el metro de Bogotá y esto significará un cambio , se propone que para los

vehículos que transitan de sentido oriente-occidente por la calle 47 hacia la av. Caracas sentido sur – norte, se establezca un tiempo de 34” (tiempo estimado para cruzar los cuatro carriles en sentido oriente-occidente de la av. Caracas) de semáforo rojo para realizar este movimiento, esto permite que los peatones puedan cruzar el semáforo sin que ocurran conflictos entre los actores viales, o bien implementar un semáforo intermitente¹⁰ de giro al norte para asegurar el cruce peatonal en los tiempos que da el semáforo vehicular.

Además, se recomienda una reevaluación del cumplimiento de los tiempos semafóricos toda vez que se haya implementado el sistema de transporte de Metro Elevado de Bogotá debido a que la sección transversal de la Av. Caracas habrá aumentado para ese momento y existirán pilas que, en caso de interrumpir el cruce, tendría que estudiarse el cumplimiento de estos tiempos para cualquier persona con o sin discapacidades o la implementación de otro sistema de cruce peatonal.

Ilustración 32. Diseño de Pilas en separador central Av. Caracas



Fuente: Alcaldía de Bogotá, 2019

¹⁰ Official Ministry of Transportation of Ontario (MTO). (04 de 04 de 2017). *Official Ministry of Transportation of Ontario*. Obtenido de <https://www.ontario.ca/document/official-mto-drivers-handbook/traffic-lights>

Otra solución a la problemática es implementar el cruce en diagonal en la calle 47 con carrera 13, lo cual permitiría que se realice un cruce seguro para peatones, sin que existan conflictos o problemas evidenciados actualmente durante el paso vehicular. De lo anterior que el paso vehicular sea detenido en todos los sentidos, mientras los peatones cruzan. Además, se debe implementar en esta zona medidas que permitan la regulación del paso de bicicletas, es decir, ubicar un semáforo para regular el tránsito de estas, pues como se expuso anteriormente, se evidencia un conflicto entre peatones y ciclistas al cruzar por el semáforo en sentido oriente-occidente o viceversa.

Tabla 6. Cruce Peatonal Diagonal en Sao Paulo. Brasil.



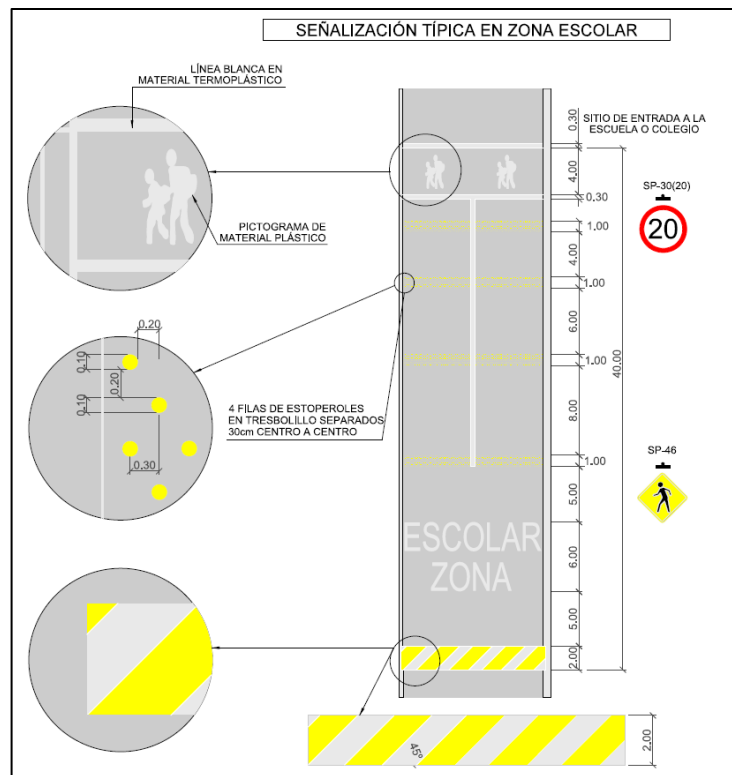
Fuente: (Folha de Sao Paulo, 2016)

Por otra parte, se podría proponer la ampliación del andén a la dimensión ya identificada, como producto final se pretende dar una solución que no genere afectaciones mayores a diferentes actores del espacio público, como lo son los vendedores, para lo cual por inspección visual se deduce que si se ampliara el andén los más afectados serían conductores que parquean sus vehículos en zonas prohibidas esto se evidencia a lo largo del corredor vial entre carreras 13 y 16, es decir que, implementado el nuevo diseño de la infraestructura se generarían procesos de orden en el espacio público y generación de tránsito de calidad para

peatones. Es importante indicar el proceso de reconstrucción de la infraestructura, pues como se evidencia en el estudio de inventarios, gran parte de este tramo se encuentra afectado por deterioro en el pavimento y en la estructura del andén, Además de esto las alturas del andén son irregulares en todo el tramo, por lo cual se propone que al realizar la ampliación propuesta se estimen arreglos generales a lo largo del corredor peatonal y vial. Asimismo, se debería efectuar un mejoramiento de toda la señalización horizontal existente e implementación de la inexistente como lo es zona escolar y señalización de velocidad máxima permitida sobre la carrera 15 en la que la existencia de un colegio no es clara debido a la deficiente información.

Se plantea implementar la señalización estándar para el tránsito sobre una vía que atraviesa una zona escolar en la que deben existir: Líneas blancas en material termoplástico, Señales de velocidad y cruce peatonal, esteperoles de reducción de velocidad, entre otros:

Ilustración 33. Señalización Típica en Zona Escolar.



Fuente: ANI, 2018

También es vital ejecutar planes que incentiven el cumplimiento de la normativa y se impongan sanciones a los actores vehiculares que parquean sus vehículos en lugares prohibidos, como es el caso de la calle 47 entre carreras 13 y 15. Además, se debe diseñar un plan para realizar actividades de reconstrucción de las rampas de acceso a cada cruce de la zona, pues estas se encuentran obstaculizadas o lo más complejo en estado de deterioro lo cual dificulta el tránsito de personas con condición de discapacidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Albán Conto, M. C. (2005). *Revistas Universidad del Rosario* . El Comportamiento de los Peatones en el Espacio Público, una aproximación sociológica al caso de Bogotá.
- Alcaldía de Bogotá. (2019). *Metro de Bogotá*. Bogotá.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, S. t. (2005). *Manual de planeacion y diseño para la administración del tránsito y transporte* .
- ANI. (2018). *Consultoría Especializada para Estructuración de Concesiones Viales*. Bogotá.
- Ayuntamiento de Mérida. (2018). *Ordenamiento Territorial*. Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable:
http://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial/paginas/plan_maestro.php
- Balbo, M., Jordán, R., & Simioni, D. (2003). *La ciudad inclusiva*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina (CEPAL) & Cooperazione Italiana.
<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27823/S2003002.pdf?sequence=1>
- Bloomberg, A. M. (2010). *PlaNYC Progress Report 2010* . New York, E.U.A.
- Bogotá, A. M. (2004). *Espacio Público*. DADEP (Departamento Administrativas de la Defensoría del Espacio Público).
- Bogotá, S. d. (2018). *Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana*. Bogotá: Secretaria de Desarrollo Urbano.
- Cerquera Escobar, F. Á. (2007). *Capacidad y niveles de Servicio de Infraestructura Vial*. Tunja.
- Cisneros, B. J. (2001). *La contaminación ambiental en México : causas, efectos y tecnología apropiada* (1 ed.). México: Colegio de Ingenieros Ambientales de México.

- Ciutat Vella . (2018). *Ajuntament de Barcelona*.
https://ajuntament.barcelona.cat/ciutatvella/ca/noticia/la-nova-rambla-una-transformacio-fisica-al-servei-de-les-persones_729312?fbclid=IwAR0Zplf8BbmsAdE0ON8XbWC4zkihclXNb7HCF7fVHxOMVFEGZ9e521Ii2M
- Cruzar la Calle en CDMX (2016).
- Dellavedova, M. G. (s.f.). *Guía Metodológica Para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental*.
- EL ESPECTADOR. (2019). *EL ESPECTADOR*. Avenida Caracas entre calles 26 y 72 será peatonal: Enrique Peñalosa.
- Elisa Ravazzoli, G. P. (2017). *Queensland University of Technology* . Estrategia CAMINA (2016).
- Fernando, C. (2011). *ESPACIO PÚBLICO*. <http://www.flacso.org.ec/docs/artfcalteridad.pdf>
- Folha de Sao Paulo. (04 de 05 de 2016). Faixa de pedestres diagonal em SP deixa de ser azul e é pintada de verde. *Folha de Sao Paulo*, pág. 1.
- GIL, H. M. (2015). *TESIS DOCTORAL- ELEMENTOS PEATONALES DE LAS CIUDADES MEDIAS ESPAÑOLAS. TIPOS, ORIGENES, RELACIONES Y ARTICULACIONES*.
<https://elementospeatonales.wordpress.com/2-el-estudio-de-los-espacios-peatonales-y-los-procesos-de-peatonalizacion/>
- Guillén Zambrano, D. A. (2014). *Estudio del Comportamiento Peatonal en los Cantones: Pasaje y Santa Rosa, El Oro*. Cuenca, Ecuador.
- Guío, F. (2009). *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* . (Indexada Publinex-Colciencias) Flujos peatonales en infraestructuras continuas: Marco conceptual y modelos representativos : <http://revistavirtual.ucn.edu.co/>
- Hernández Mercado, O. E. (2013). Modelo de accesibilidad peatonal (MAP). *Bitácora Urbano Territorial.*, 2, 23.

independencia en Movilidad urbana en Adolescentes en la Ciudad de México. Miedos y Falta de Capacitación de limitan su autonomía., 1 (2014).

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. (3 de junio de 2015). *ITDP*. Estrategia Camina: <http://mexico.itdp.org/noticias/plantean-facilmente-cruces-mas-seguros-en-la-doctores/>

Lakshmi , D. V., Ramachandra, R., & Tiwari, G. (2016). *Fundamental diagrams of pedestrian flow characteristics: A Review*. CrossMark.

legislativa, C. d.-R. (13 de 09 de 2002). Código Nacional de Tránsito Terrestre. Bogotá, Colombia.

Lenntech. (2018). *LennTech*. <https://www.lenntech.es>

Lupano, J., & Ricardo, S. (2009). *Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte*. Santiago de Chile: Comisión económica para América latina y el Caribe (CEPAL), France Coopération. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3642/S2009021_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marta, G. G. (1999). *ESTUDIO DE VELOCIDADES*. http://www.carreteros.org/planificacion/1999/1999_10.pdf

Mayor, C. y. (1988). *Manual para el Estudio de Peatonos*. Bogotá.

Menéndez, J. M. (2002). Semáforos con cuenta atrás. *Tráfico*, 19 - 21.

Montoya, N. P. (2014). *Propuesta de peatonalización de la calle 12 entre carreras 5 y10 en la zona centro de Santiago de Cali*.



Movilidad., S. D. (01 de 02 de 2018). *Secretaría Distrital de Movilidad*. (Alcaldía Mayor de Bogotá) de <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/node/2490>.

Official Ministry of Transportation of Ontario (MTO). (04 de 04 de 2017). *Official Ministry of Transportation of Ontario*. <https://www.ontario.ca/document/official-mto-drivers-handbook/traffic-lights>



- Ossa Ramírez , J. F., González Velásquez, E., Rebelo Quirama, L. E., & Pamplona González , J. D. (2005). Los conceptos de bienestar y satisfacción. Una revisión de tema. *Guillermo de Ockham*, 3(1), 27 a 59.
- Pico Merchán, M. E., González Pérez, R. E., & Noreña Aristizabal, O. P. (2011). Seguridad Vial: Una Aproximación teórica desde la política pública. *Hacia la Promoción de la Salud*, 16(2), 190 a 204.
- Rojas, C. (2018). *Una Ciudad Sustentable es una Ciudad Caminable*. <https://www.ultimapalabra.cl/una-ciudad-sustentable-es-una-ciudad-caminable/?fbclid=IwAR09V-oQQMDTf2lZseDqTskYYY3QxuxId8JRY6R-CtIu-rDz1A5ZoUxqA3A>
- Safe Mode. (s.f.). *Safe Mode HSEQ*. Inteligencia Vial: <https://so.smsafemode.com/inteligencia-vial/>
- Sisman, E. E. (2013). Pedestrian Zones. En *Advances in Landscape Architecture* . IntechOpen. Pedestrian Zones: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/pedestrian-zones>
- Transporte, S. T. (2017). *Plan Maestro Movilidad*. Secretaría Distrital de Movilidad: <https://drive.google.com/file/d/0ByNoeWkPXuHpT3huaWV4MjMyOXM/view>
- Yelinca, S., & Rosangela, B. (2018). Movilidad y espacio público: condiciones para el bienestar de las personas que laboran en Chapinero, Bogotá, Colombia. *Salud pública*.

ANEXOS

ANEXO 1. Aforo peatonal 9:00 am a 9:15 am, calle 47 entre carreras 13 y av. Caracas



PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.		ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo	 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia		
Fecha: 21 de Agosto de 2019	Intersección: Calle 47 entre carrera 13 y Av. Caracas				
Hora inicio: 9:00 a.m. Hora fin: 09:15 a.m.	Ramal: EW - WE				
Tiempo (minutos)	Vienen (Sentido EW)	Movimiento aforado			
		Total	Van (Sentido WE)	Total	
1	12	12	14	14	
2	9	9	20	20	
3	8	8	8	8	
4	15	15	16	16	
5	22	22	23	23	
6	18	18	18	18	
7	16	16	21	21	
8	13	13	13	13	
9	22	22	16	16	
10	9	9	9	9	
11	11	11	8	8	
12	15	15	16	16	
13	8	8	13	13	
14	12	12	9	9	
15	9	9	8	8	
Total		193		212	

ANEXO 2. Aforo peatonal 9:00 am a 9:15 am, calle 47 entre av. Caracas y carrera 15

PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.		ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo	 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia		
Fecha: 21 de Agosto de 2019	Intersección: Calle 47 entre Av. Caracas y carrera 15				
Hora inicio: 09:00 a.m. Hora fin: 09:15 a.m.	Ramal: EW - WE				
Tiempo (minutos)	Vienen (Sentido EW)	Movimiento aforado			
		Total	Van (Sentido WE)	Total	
1	14	14	19	19	
2	9	9	13	13	
3	13	13	20	20	
4	17	17	10	10	
5	21	21	16	16	
6	8	8	9	9	
7	10	10	14	14	
8	15	15	21	21	
9	19	19	12	12	
10	14	14	17	17	
11	19	19	20	20	
12	9	9	13	13	
13	22	22	8	8	
14	26	26	7	7	
15	13	13	15	15	
Total		229		214	



ANEXO 3. Aforo peatonal 11:00 am a 11:15 am, calle 47 entre carreras 13 y av.

Caracas



<p>PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.</p>		<p>ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo</p>		
<p>Fecha: 21 de Agosto de 2019</p>	<p>Intersección: Calle 47 entre carrera 13 y Av. Caracas</p>			
<p>Hora inicio: 11:00 a.m. Hora fin: 11:15 a.m.</p>	<p>Ramal: EW - WE</p>	<p>Movimiento aforado</p>		
<p>Tiempo (minutos)</p>	<p>Vienen (Sentido NS)</p>	<p>Total</p>	<p>Van (Sentido SN)</p>	<p>Total</p>
1	19	19	16	16
2	11	11	12	12
3	10	10	19	19
4	5	5	9	9
5	9	9	17	17
6	12	12	13	13
7	18	18	7	7
8	20	20	14	14
9	15	15	10	10
10	23	23	25	25
11	12	12	13	13
12	19	19	9	9
13	11	11	12	12
14	10	10	9	9
15	18	18	13	13
Total		212		198

ANEXO 4. Aforo peatonal 11:00 am a 11:15 am, calle 47 entre av. Caracas y carrera



15

<p>PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.</p>		<p>ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES S Formato de campo</p>		
<p>Fecha: 21 de Agosto de 2019</p>	<p>Intersección: Calle 47 entre Av. Caracas y carrera 15</p>			
<p>Hora inicio: 11:00 a.m. Hora fin: 11:15 a.m.</p>	<p>Ramal: EW - WE</p>	<p>Movimiento aforado</p>		
<p>Tiempo (minutos)</p>	<p>Vienen (Sentido EW)</p>	<p>Total</p>	<p>Van (Sentido WE)</p>	<p>Total</p>
1	13	13	10	10
2	19	19	3	3
3	11	11	3	3
4	25	25	3	3
5	16	16	3	3
6	12	12	2	2
7	17	17	8	8
8	20	20	4	4
9	9	9	22	22
10	10	10	6	6
11	21	21	5	5
12	12	12	12	12
13	14	14	3	3
14	15	15	15	15
15	8	8	12	12
Total		222		111



ANEXO 5. Aforo peatonal 13:00 a 13:15 calle 47 entre carreras 13 y av. Caracas

<p>PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.</p>		<p>ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo</p>	 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p>	
<p>Fecha: 21 de Agosto de 2019</p>	<p>Intersección: Calle 47 entre carrera 13 y Av. Caracas</p>			
<p>Hora inicio: 13:00 Hora fin: 13:15</p>	<p>Ramal: EW-WE</p>	<p>Movimiento aforado</p>		
<p>Tiempo (minutos)</p>	<p>Vienen (Sentido EW)</p>	<p>Total</p>	<p>Van (Sentido WE)</p>	<p>Total</p>
1	20	20	15	15
2	15	15	26	26
3	10	10	17	17
4	14	14	31	31
5	19	19	13	13
6	25	25	11	11
7	21	21	18	18
8	22	22	17	17
9	16	16	12	12
10	26	26	18	18
11	13	13	14	14
12	10	10	21	21
13	27	27	15	15
14	18	18	10	10
15	19	19	9	9
Total		275		247



ANEXO 6. Aforo peatonal 13:00 a 13:15, calle 47 entre av. Caracas y carrera 15

<p>PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.</p>		<p>ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo</p>	 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p>	
<p>Fecha: 21 de Agosto de 2019</p>	<p>Intersección: Calle 47 entre Av. Caracas y carrera 15</p>			
<p>Hora inicio: 13:00 Hora fin: 13:15</p>	<p>Ramal: EW</p>	<p>Movimiento aforado</p>		
<p>Tiempo (minutos)</p>	<p>Vienen (Sentido EW)</p>	<p>Total</p>	<p>Van (Sentido WE)</p>	<p>Total</p>
1	29	29	29	29
2	2	2	24	24
3	19	19	15	15
4	16	16	19	19
5	22	22	15	15
6	11	11	21	21
7	18	18	29	29
8	9	9	15	15
9	25	25	18	18
10	26	26	11	11
11	31	31	29	29
12	14	14	14	14
13	10	10	25	25
14	25	25	19	19
15	22	22	12	12
Total		279		295



ANEXO 7. Aforo peatonal 17:30 a 17:45, calle 47 entre carreras 13 y av. Caracas

<p>PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.</p>		<p>ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo</p>	 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p>	
<p>Fecha: 21 de Agosto de 2019</p>	<p>Intersección: Calle 47 entre carrera 13 y Av. Caracas</p>			
<p>Hora inicio: 17:45 Hora fin: 18:00</p>	<p>Ramal: EW - WE</p>			
<p>Tiempo (minutos)</p>	<p>Movimiento aforado</p>			
	Vienen (Sentido EW)	Total	Van (Sentido WE)	Total
1	35	35	35	35
2	28	28	41	41
3	36	36	32	32
4	32	32	29	29
5	41	41	23	23
6	29	29	32	32
7	36	36	43	43
8	42	42	28	28
9	25	25	26	26
10	27	27	36	36
11	31	31	40	40
12	45	45	30	30
13	42	42	29	29
14	36	36	33	33
15	31	31	38	38
Total		516		495



ANEXO 8. Aforo peatonal 17:30 a 17:45, calle 47 entre av. Caracas y carrera 15

<p>PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.</p>		<p>ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo</p>	 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p>	
<p>Fecha: 21 de Agosto de 2019</p>	<p>Intersección: Calle 47 entre Av. Caracas y carrera 15</p>			
<p>Hora inicio: 17:45 Hora fin: 18:00</p>	<p>Ramal: EW -WE</p>			
<p>Tiempo (minutos)</p>	<p>Movimiento aforado</p>			
	Vienen (Sentido EW)	Total	Van (Sentido WE)	Total
1	29	29	42	42
2	31	31	45	45
3	30	30	39	39
4	29	29	29	29
5	45	45	27	27
6	23	23	23	23
7	25	25	22	22
8	32	32	39	39
9	38	38	41	41
10	28	28	38	38
11	33	33	32	32
12	39	39	42	42
13	36	36	40	40
14	41	41	29	29
15	39	39	38	38
Total		498		526

ANEXO 9. Aforo peatonal 20:00 a 20:15, calle 47 entre carreras 13 y av. Caracas

PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.		ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo		
Fecha: 21 de Agosto de 2019	Intersección: Calle 47 entre carrera 13 y Av. Caracas			
Hora inicio: 20:00 Hora fin: 20:15	Ramal: EW - WE			
Tiempo (minutos)	Movimiento aforado			
	Vienen (Sentido EW)	Total	Van (Sentido WE)	Total
1	40	40	32	32
2	39	39	25	25
3	44	44	40	40
4	49	49	45	45
5	35	35	23	23
6	29	29	39	39
7	34	34	22	22
8	31	31	35	35
9	38	38	37	37
10	35	35	29	29
11	41	41	33	33
12	39	39	30	30
13	33	33	41	41
14	40	40	26	26
15	38	38	34	34
Total		565		491

ANEXO 10. Aforo peatonal 20:00 a 20:15, calle 47 entre av. Caracas y carrera 15

PROYECTO DE GRADO, ESTUDIO DE MOVILIDAD PEATONAL: DINÁMICAS DEL DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES Y EMPLEADOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EN LAS INMEDIACIONES DE LA INSTITUCIÓN EN BOGOTÁ - COLOMBIA.		ESTUDIO DE VOLÚMENES PEATONALES Formato de campo		
Fecha: 21 de Agosto de 2019	Intersección: Calle 47 entre Av. Caracas y carrera 15			
Hora inicio: 20:00 Hora fin: 20:15	Ramal: EW -WE			
Tiempo (minutos)	Movimiento aforado			
	Vienen (Sentido EW)	Total	Van (Sentido WE)	Total
1	44	44	38	38
2	38	38	35	35
3	47	47	45	45
4	34	34	41	41
5	36	36	40	40
6	28	28	28	28
7	46	46	39	39
8	44	44	33	33
9	39	39	32	32
10	29	29	27	27
11	37	37	32	32
12	38	38	33	33
13	40	40	31	31
14	36	36	29	29
15	37	37	34	34
Total		573		517