



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Metodología para establecer las variables que influyen en la selección de los cruces peatonales en Bogotá, caso de estudio localidad de Engativá

Mauricio Arturo Muñoz Cortés

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Civil y Agrícola
Bogotá D. C., Colombia
2016

Metodología para establecer las variables que influyen en la selección de los cruces peatonales en Bogotá, caso de estudio localidad de Engativá

Mauricio Arturo Muñoz Cortes

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Transporte

Director:

Magister en Ingeniería Transporte Ing. Wilson Ernesto Vargas Vargas.

Línea de investigación:

Tránsito (Transporte no motorizado y pacificación del tránsito)

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería Civil, Departamento Ingeniería Civil y Agrícola
Bogotá D. C., Colombia

2016

Resumen

El informe final del proyecto de maestría presenta una metodología para identificar las variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal a elegir. Tomando como base la información recopilada a través de encuestas de preferencias reveladas y la inspección de seguridad vial realizada en la zona de estudio, se determina cómo las particularidades del viaje y del entorno afectan la elección del cruce vial. Así mismo, expone una propuesta para establecer cuál es el mejor cruce peatonal a construir, de acuerdo con las condiciones de tránsito de cada uno de los lugares donde se deba implementar la medida, considerando diferentes variables como: la infraestructura existente para el cruce de intersecciones y, ante todo, la seguridad, la comodidad y la disminución del riesgo de accidentalidad, sin desconocer, por supuesto, la legislación vigente con respecto al tema tratado.

Palabras clave: Encuestas de preferencia revelada, inventario vial, cruce, peatón, semáforo, seguridad, infraestructura peatonal.

Abstract

The final report of the master project presents a methodology to identify the variables that influence the selection of the type of pedestrian crossing to choose. Based on information gathered through surveys revealed preferences and road safety inspection conducted in the study area is determined as the particularities of travel and the environment affect your choice of road crossing. It also presents a proposal to determine how best to build pedestrian crossing in accordance with the conditions of each of the places where you need to implement the measure, considering: different variables; existing infrastructure for crossing intersections and foremost safety, comfort and reducing the risk of accidents, without prejudice, of course, current legislation regarding the subject.

Keywords: Revealed preference surveys , road inventory , crossing, pedestrian , traffic , safety, pedestrian infrastructure.

Tabla de contenido

1. Marco teórico	5
1.1 Cruce peatonal.....	5
1.2 Infraestructura para cruce peatonal	5
1.2.1 Cruces a nivel	6
1.2.2 Cruces a desnivel	13
1.2.3 Reductores de velocidad	16
1.3 Revisión bibliográfica acerca del comportamiento peatonal.....	19
1.4 Criterios para establecer cruces peatonales a nivel.....	33
1.4.1 Ministerio de Transportes Británico	33
1.4.2 Criterio Francés para establecer cruces peatonales a nivel	34
1.4.3 Cal y Mayor, México (1995).....	35
1.5 Criterios para establecer cruces a desnivel.....	36
2. Metodología para identificar las variables que influyen en la elección del tipo de cruce peatonal	39
2.1. Recopilación de la Información	40
2.1.1 Información secundaria.....	40
2.1.2 Información primaria	40
2.1.3 Inspección de seguridad vial.....	41
2.2. Encuestas de <i>preferencia revelada</i>	46
2.2.1 Trabajo previo.....	46
2.2.2 Diseño de la encuesta	47
2.3. Recolección de datos y análisis de resultados.....	53
2.3.1 Determinación de cruces peatonales a desnivel para malla vial arterial complementaria	57
2.3.2 Elección del tipo de cruce peatonal a desnivel	59
2.3.3 Determinación de cruces peatonales a nivel para malla vial arterial intermedia, local y malla vial arterial complementaria cuando aplique	60

3. Estudio de caso	64
3.1 Recopilación de información	64
3.1.1 Información secundaria	64
3.1.2 Información primaria	68
3.2 Inspección de seguridad vial	69
3.3. Encuesta de preferencias reveladas	78
3.3.1. Diseño de encuesta	78
3.3.2 Variables consideradas en la elección de los cruces peatonales	79
3.3.3 Factores que consideran los peatones para el cruce vial a riesgo	79
3.3.4 Declaraciones sobre la infraestructura peatonal en la zona de estudio	80
3.3.5 Encuesta piloto	81
3.3.6 Encuesta definitiva.....	81
3.3.7 Tamaño de la muestra	82
3.4 Registro fotográfico de la encuesta en la avenida Boyacá con calle 72	83
3.5 Recolección de datos y análisis de resultados.....	85
3.6 Variables que influyen en la elección del tipo de cruce peatonal	97
3.7 Corroboración del tipo de infraestructura peatonal que existe para el cruce de la Av. Boyacá x calle 72.....	99
4. Conclusiones y recomendaciones	101
4.1 Conclusiones	101
4.2 Recomendaciones	103
Anexo A: Conflictos vehículo peatón con relación a la geometría.....	106
Bibliografía	119

Lista de figuras

Figura 1-1: Cruce tipo cebra	8
Figura 1-2: Isla o refugio peatonal	9
Figura 1 3: Cruces peatonales regulados por semáforo	10
Figura 1-4: Cruce regulado por semáforo con fase vehicular todo rojo	11
Figura 1-5: Cruce escolar	13
Figura 1-6: Esquema pompeyano	18
Figura 1-7: Criterio Ministerio de Transportes Británico	33
Figura 1-8: Instalación de cruces peatonales semaforizados	34
Figura 1-9: Criterio establecer cruces a desnivel	37
Figura 2-1: Esquema metodológico para identificar variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal.	39
Figura 2-2: Esquema metodológico para la recopilación de la información.	41
Figura 2-3: Esquema metodológico para la elaboración de encuestas de <i>preferencia reveladas</i>	46
Figura 2-4: Flujograma para determinar el tipo de cruce peatonal	56
Figura 2-5: Evaluación para llevar cruces peatonales a desnivel.....	58
Figura 2-6: Evaluación de cruces peatonales a nivel para vías de clasificación de «malla vial arterial intermedia», «malla vial local».....	62
Figura 3-1: Composición vehicular.	66
Figura 3-2: Variación horaria vehículos.....	66
Figura 3-3: Variación horaria peatones.	67
Figura 3-4: Volúmenes peatonales y vehiculares para la hora pico peatonal.	67
Figura 3-5: Detalle de zona de estudio.....	69
Figura 3-6: UPZ Las Ferias, Boyacá Real.....	70
Figura 3-7: Formato de seguridad vial.....	71
Figura 3-8: Hora de inicio de encuestas.....	86

Figura 3-9: Cruce peatonal.....	86
Figura 3-10: Van apurados.....	87
Figura 3-11: Propósito del viaje.....	87
Figura 3-12: Medio de transporte utilizado antes de caminar.....	88
Figura 3-13: Condiciones ambientales.....	89
Figura 3-14: Entorno urbano.....	89
Figura 3-15: Seguridad ciudadana.....	90
Figura 3-16: Riesgo de atropello.....	91
Figura 3-17: Presencia de otros peatones cruzando.....	91
Figura 3-18: Existencia de infraestructura peatonal.....	92
Figura 3-19: Volumen vehicular.....	92
Figura 3-20: Velocidad de los vehículos.....	93
Figura 3-21: Tiempo de espera para cruzar.....	93
Figura 3-22: Experiencia de haber atravesado la Av. Boyacá por ese cruce.....	94
Figura 3-23: Rango de edades de los encuestados.....	95
Figura 3-24: Género de los encuestados.....	95
Figura 3-25: Llevaban paquetes en la mano.....	96
Figura 3-26: Encuestados presentan problemas de movilidad.....	96

Lista de tablas

Tabla 1-1: Ancho mínimo paso peatonal semaforizado.	7
Tabla 1-2: Criterios para el establecimiento de pasos a nivel	34
Tabla 1-3: Criterio francés para establecer cruces peatonales	35
Tabla 1-4: Criterio Cal y Mayor para establecer cruces peatonales	35
Tabla 1-5: Criterio del Ministerio de Transporte de Colombia para establecer cruces peatonales	36
Tabla 2-1: Formulario de inspección de seguridad vial	42
Tabla 2-2: Formulario de encuesta exploratoria.....	47
Tabla 2-3: Formulario de encuesta grupo focal.....	48
Tabla 2-4: Formulario de encuesta piloto.....	50
Tabla 2-5: Formulario de encuesta definitiva.....	51
Tabla 2-6: Interrelación variables físicas, operativas y de tránsito.....	55
Tabla 2-7: Recomendación del tipo de cruce cuando no existe separador central.....	63
Tabla 2-8: Recomendación del tipo de cruce cuando existe separador central o refugio central.....	63
Tabla 3-1: Intersecciones que presentaron mayor número de accidentalidad en Bogotá.....	64
Tabla 3-2: Variable predominantes en el sitio de cruce.....	80
Tabla 3-3: Variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal.....	97
Tabla 3-4: Clasificación de las variables.....	98
Tabla 3-5: Características intersección Av. Boyacá x calle 72.....	100

Lista de fotos

Foto 1-1: Cruces peatonales a desnivel – Puente peatonal	14
Foto 1-2: Cruces de peatonales deprimido.....	15
Foto 1-3: Reductor de velocidad pompeyano.....	17
Foto 1-4: Reductor de velocidad cruces texturizados.....	19
Foto 3-1 Comercio y servicios UPZ Ferias.....	70
Foto 3-2: Comercio y servicios UPZ Boyacá Real.....	70
Fotos 3-3: Encuesta Av. Boyacá con Calle 72. Costado oriental. 7 de mayo de 2015	83
Fotos 3-4: Encuesta Av. Boyacá con Calle 72. Costado occidental. 7 de mayo de 2015	84

Introducción

La ciudad, en su caótico crecimiento, se ha venido saturando de actores motorizados y no motorizados que deben compartir el espacio público bajo las leyes propuestas por entes gubernamentales encargados del tema, para mejorar la movilidad. La calle, por tanto, constituye un lugar donde se desarrolla la vida de los ciudadanos. Cada uno de ellos, dependiendo de sus necesidades, desempeña diferentes roles, ya sea como conductor, pasajero o peatón.

En este contexto de interacciones, es el peatón, según las estadísticas disponibles en la Secretaría de Movilidad de Bogotá D. C., quien presenta mayor vulnerabilidad al ejercer su derecho de desplazamiento. Esto debido a que es la vida la que se juega cada vez que intenta atravesar un espacio vehicular. Sin embargo, paradójicamente, dentro de las normas de tránsito de nuestra capital, se deja de lado al peatón el cual se distingue por una mayor elasticidad en movimientos y mayor adaptabilidad a las diversas condiciones existentes. Por tal motivo, sus desplazamientos están menos regularizados y no han tenido gran trascendencia en la legislación que nos rige actualmente. Esta, más bien, se ha enfatizado en el parque automotor, considerado como el elemento que debe ser canalizado y restringido.

Sin embargo, para poder facilitar al peatón el cruce de las vías, se han establecido lugares con características específicas, llamados *cruces peatonales*. Estos permiten disminuir el riesgo de accidentalidad, ya que son puntos críticos donde se evidencian los conflictos vehículo-peatón, dada la necesidad que tienen de utilizar en determinado tiempo el mismo espacio. No obstante, un cruce peatonal solo es efectivo si es utilizado en forma correcta. Es decir, para garantizar estos aspectos, antes de elegir uno se debe realizar un estudio cuidadoso dentro del tráfico, estableciendo adecuadamente parámetros que identifiquen su necesidad y que involucren el análisis de las variables. Lo anterior permite determinar

el tipo de cruce a elegir, de tal manera que ofrezca seguridad, comodidad y protección, canalizando el flujo peatonal de la forma más conveniente y eficiente.

Según estos estudios, algunos de los elementos que se deben tener en cuenta para determinar el cruce peatonal responden a las necesidades de la comunidad que lo utilizará: el tránsito y la seguridad peatonal. En estos se relacionan el tránsito vehicular, los comportamientos peatonales y las características físicas de la zona en donde se localizarán.

Dado lo anterior, todo el proyecto que pretende proteger la vida de los usuarios no motorizados de la vía, mediante la elección y construcción de cruces peatonales, debe tener en cuenta aspectos relevantes tales como: facilitar al peatón el cruce de la vía mediante construcciones estables y firmes, que eviten los riesgos de accidentalidad y lo protejan; ofrecer la mayor comodidad posible a los usuarios, brindando bienestar y seguridad, sin omitir elementos de disfrute colectivo; recuperar los espacios degradados por medio de acciones involucradas en el manejo y desarrollo de áreas de espacio público, adecuándolas y dotándolas de los elementos requeridos por la ciudadanía, para que presten un servicio óptimo; finalmente, no olvidar el desarrollo de campañas de formación y educación peatonal, de manera que se logre un funcionamiento apropiado del tráfico peatonal, canalizando el flujo a los cruces de mayor afluencia.

En ese sentido, una vez mencionadas las condiciones y puesto en evidencia la ausencia de criterios claros para determinar qué cruce peatonal construir en cada uno de los lugares según las condiciones lo requieran, este proyecto de investigación propone una metodología para establecer las variables que influyen en la selección de los cruces peatonales en la ciudad de Bogotá. Así, al decidir el lugar y el tipo de cruce, se podrá elegir aquel que en realidad responda a las necesidades de la comunidad beneficiaria.

En suma, el siguiente trabajo consta de cuatro capítulos. En el primero se hace un resumen de la teoría, referente a la infraestructura existente para cruces peatonales, el comportamiento peatonal y criterios para establecerlos. En el capítulo dos, se describe la metodología utilizada para el identificar las variables que influyen en la elección del tipo de cruces peatonales, como los criterios conceptuales para determinar los cruces peatonales. En el capítulo tres, se analiza un estudio de caso con base en la metodología planteada

anteriormente. Finalmente, las principales conclusiones se exponen en el capítulo cuatro, donde también se señalan algunas recomendaciones para mejorar la seguridad vial de los peatones.

Objetivos

Con la realización del presente trabajo se pretende:

Objetivo general

- Establecer una metodología que permita identificar las variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal, tomando como referencia una intersección de la localidad de Engativá.

Objetivos específicos

- Identificar la existencia de infraestructuras peatonales y los factores asociados a riesgo de atropello en la intersección a estudiar, tales como: paraderos de bus, ancho de las calles, tipología de la vía, volumen de peatones y de vehículos, entre otros.
- Recolectar información de los peatones mediante una encuesta.
- Identificar las variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal.
- Plantear un esquema conceptual preliminar que determine el tipo de cruce peatonal acorde, dependiendo de las variables representativas identificadas.

1. Marco teórico

En esta parte del trabajo, en primer lugar, se describe la infraestructura peatonal existente en Bogotá para los cruces peatonales. Por otra parte, se presenta la revisión bibliográfica acerca del comportamiento que tienen los peatones al usar los cruces peatonales. Así mismo, se consideran los criterios que permiten deducir las variables más determinantes en la selección de los cruces peatonales. Para ello, se parte de fuentes que han trabajado dichos criterios, como por ejemplo el Ministerio de transportes británico, y se tienen en cuenta los conceptos de la *Direction des routes et circulation routière, cycle d'études, 1965, sur la voirie urbaine* (París) y en *Tentative warrants for the installation of pedestrian crossings r.t. underwood, Victoria roads board* (Australia). Finalmente, para los cruces a desnivel fueron importantes los estudios realizados por *Moore y Older*.

1.1 Cruce peatonal

Se conoce con el nombre de cruce de peatones o senda peatonal al sector de la vía urbana en el cual pueden caminar libremente las personas que van a pie. Este tiene como objetivo, organizar la circulación de los automóviles y, principalmente, la de los peatones, otorgándoles un espacio seguro por donde cruzar y atravesar vías; obligando a los autos y otros vehículos a respetarlos. Entre ellos se encuentran puentes o túneles, construidos en zonas riesgosas para quienes se movilizan a pie de tal forma que permitan separar los flujos vehiculares de los peatonales (Secretaría de movilidad, 2011).

1.2 Infraestructura para cruce peatonal

A continuación, se describe el tipo de infraestructura que existe en Bogotá para el cruce de los peatones:

- Cruces a nivel
 - Cebra

- Isla o refugio peatonal
- Peatonal regulado por semáforo
- Cruces a desnivel
 - Puente
 - Deprimido o túnel

1.2.1 Cruces a nivel

Se denomina *cruce a nivel* el espacio donde se encuentran dos o más flujos de peatonales o vehiculares a una misma altura, entre los cuales tenemos los siguientes:

- **Cruce cebra**

La cebra peatonal es una forma de control que busca regular conflictos entre peatones y vehículos. Permite destacar y delimitar una zona de la calzada donde los peatones tienen prioridad permanente de cruce; esto es, los vehículos siempre deben detenerse cuando el peatón accede a dicho cruce. Su función es dar a los peatones derecho al paso sobre una sección de la calzada de forma irrestricta. Cabe señalar que todo cruce tipo cebra debe estar acompañado de señalización horizontal y vertical.

- **Señalización horizontal cebra**

La cebra peatonal debe contar con una demarcación de franja en forma de una sucesión de líneas sobre la calzada. Estas son paralelas a los carriles de tránsito vehicular, y sirven para indicar la trayectoria que debe seguir el peatón al atravesar la vía.

Dichas marcas serán de color blanco de manera que conformen una sucesión de líneas paralelas de 40 cm de ancho, separadas entre sí 40 cm. Colocadas en posición paralela a los carriles de tránsito y de forma perpendicular a la trayectoria de los peatones, con una longitud que, en general, deberá ser igual al ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso menor de 2 m. Ahora bien, en calles con bajo volumen de peatones, estas marcas consistirán en dos líneas continuas paralelas de color blanco, transversales a la vía de circulación del tránsito; con un ancho de 30 cm como mínimo y trazadas a una separación que se determina, generalmente, por el ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas.

Tabla 1-1: Ancho mínimo paso peatonal semaforizado.

Flujo de peatones (peatones/h)	Ancho mínimo (m)
< a 500	2,0
501 a 750	2,2
750 a 1000	3,0
1000 a 1250	3,5
1250 a 1500	4,0
1500 a 1750	4,5
> 1750	5,0

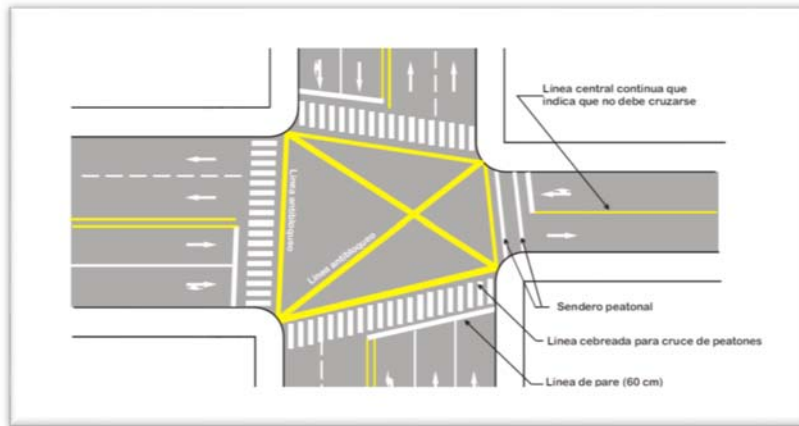
Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

- **Señalización vertical para cruce de cebra**

En la señalización vertical del cruce peatonal de cebra, todas las líneas se colocarán al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del flujo vehicular. De esta forma, el plano frontal de la señal y el eje de la vía comprenden un ángulo entre 85 y 90 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario. No obstante, para complementar la señalización, en vías multicarril, esta señalización se podrá colocar en los dos lados de la vía; así mismo, de no existir completa visibilidad del lado derecho, es permitido colocar una señal adicional a la izquierda.

Ahora bien, la distancia entre la línea de pare y el borde exterior del andén perpendicular al acceso debe estar entre 7 y 11 metros, de tal manera que se garantice el cruce peatonal y su demarcación como una prolongación del andén. Por su parte, los colores utilizados son: SR-01: Pare, cuyo fondo es rojo y letras en blanco.

En la siguiente figura se muestra un cruce cebra:

Figura 1-1: Cruce tipo cebra

Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

▪ Isla o refugio peatonal

Se trata de una zona de protección para los peatones, instalada generalmente en la parte central de la calzada, sobre el separador. Por medio de esta, es posible el cruce de una vía en dos etapas.

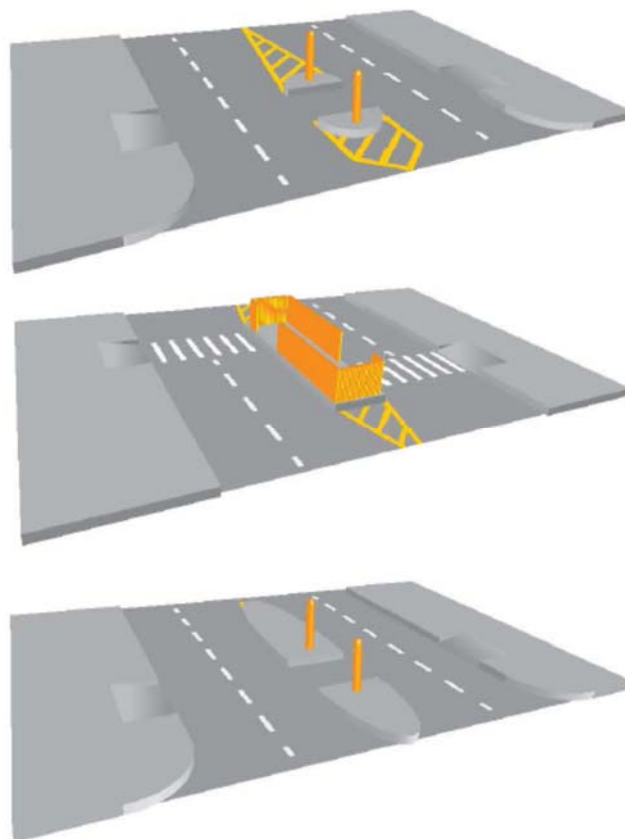
Las islas peatonales deben tener como mínimo el ancho del cruce peatonal y una profundidad de 1,2 m para poder alojar con seguridad a los peatones que esperan para cruzar la segunda etapa de la calzada. Así, se evita que los espejos retrovisores exteriores de vehículos puedan lesionarlos. Excepcionalmente, la profundidad puede ser reducida a 0,80 m, en cuyo caso, con demarcación, tendrían una profundidad nominal de 1,2 m.

Según directrices citadas en el Manual de señalización (2015), elaborado por el Ministerio de transporte de Colombia, las islas peatonales deben ser diseñadas, además, de manera que:

- Den un adecuado refugio a peatones y a personas que se desplazan en silla de ruedas o con coches de niños.
- No impongan desniveles difíciles de sortear por personas en condiciones de discapacidad física, con coches de niños y otros;

- Posean iluminación y/o señalización vertical y horizontal, lo cual permita una apropiada visibilidad del dispositivo en la noche y en otros períodos de baja luminosidad.
- Cuenten con un adecuado nivel de iluminación para una travesía peatonal segura.
- Cuenten con dispositivos claramente visibles para los peatones que impidan la destinación de dichos espacios para ser usados por vehículos, aun cuando sus dimensiones lo permitan.

Figura 1-2: Isla o refugio peatonal.



Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

▪ **Cruce peatonal regulado por semáforo**

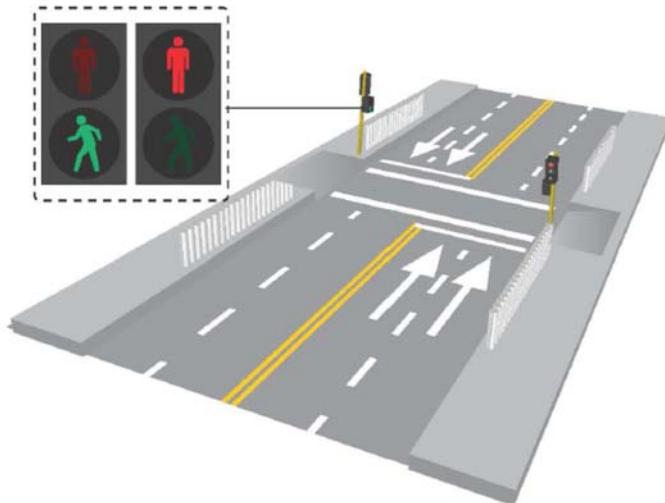
Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en las vías. Con ellos se asigna el derecho de paso o prelación a vehículos y peatones secuencialmente, de acuerdo con las indicaciones de

luces de color rojo, amarillo y verde, que son operadas por una unidad electrónica de control. Así las cosas, podemos decir que la senda está demarcada en la calzada, generalmente perpendicular a su propio eje o en un ángulo cercano al perpendicular; punto donde un semáforo reparte alternadamente el derecho a paso de peatones y vehículos.

Esta senda peatonal puede ser cruzada por vehículos solo cuando estos enfrenten la luz verde y, excepcionalmente, con la luz amarilla cuando esta los sorprende muy próximos al cruce y la detención puede generar riesgos. En ese caso, los automóviles deben ceder el paso a los peatones que hayan ingresado a la senda antes del inicio de la luz verde y/o a aquéllos que cruzan enfrentando también la misma.

Además, siguiendo el Manual de señalización del Ministerio de Transporte de Colombia (2015) hay que tener en cuenta que dichas sendas se ubican en cruces semaforizados — en ocasiones, levemente alejados de la intersección— o en tramos de vía. En estos últimos, el semáforo otorga una fase exclusiva para los peatones. Mientras que, en el primer caso, cuando el semáforo atiende a la necesidad de regular la circulación de vehículos en un cruce.

Figura 1-3: Cruces peatonales regulados por semáforo



Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

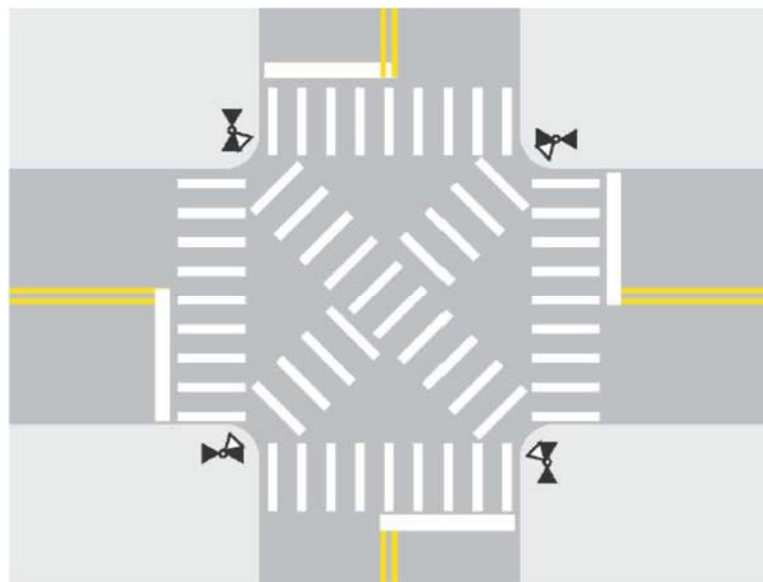
Ahora bien, los semáforos se usan para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones:

- Interrumpir periódicamente el tránsito de una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular o peatonal.
- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- Controlar la circulación por carriles.
- Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes; principalmente, aquéllos que implican colisiones perpendiculares.
- Proporcionar un ordenamiento del tránsito.

▪ **Cruce regulado por semáforo con fase vehicular todo rojo**

Cuando un cruce peatonal, en una intersección vehicular, cuente con una fase protegida *todo rojo*, indica que en dicho espacio se permite al peatón cruzar de forma diagonal y en todas direcciones en la misma fase; de esta manera, se debe demarcar la intersección según lo mostrado en la figura 1-4. Tomado MINISTERIO DE TRANSPORTE (Colombia), Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, MANUAL DE SEÑALIZACIÓN. Año 2015 Esto, claramente, se puede aplicar en intersecciones con muy alta demanda peatonal. Referencia literal, ajustada al cuerpo del texto:

Figura 1-4: Cruce regulado por semáforo con fase vehicular todo rojo.



Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

Este tipo de cruces está implementado en la carrera 13 con calle 53, en Bogotá.

- **Cruce escolar**

El cruce escolar se distingue por dos factores especiales que deben ser considerados al planificar su instalación: el horario y los usuarios. En primer lugar, en cuanto al horario, se debe aplicar restricciones al uso de la vía acorde con el horario de uso del cruce. Para ello, se podrá agregar, por ejemplo, un panel de horario a la señal, a saber: SP-47 (*proximidad a cruce escolar*). De igual forma, otra opción para indicar el horario de la operación del cruce escolar corresponde a la señal SR-30 (*velocidad máxima permitida*), que indica límite de velocidad de 30 km/h.

Para lograrlo, es posible hacer uso de una baliza destellante, la cual es activada y desactivada por el personal responsable de la escuela y con el texto «Cuando activada». Además, debe adosarse en la parte inferior una placa con el texto «O días hábiles» y el horario de la restricción. Este horario debe corresponder exclusivamente al de entrada y salida de los escolares, con el fin de evitar restricciones cuando los estudiantes se encuentran en clase o cuando no hay actividad escolar. En este caso no deben construirse pompeyanos. El segundo factor, de otra parte, es que los usuarios son menos maduros que otros peatones en general, y a veces de menor estatura, por lo tanto, serán menos visibles a los conductores de vehículos.

Estos cruces se ubican cercanos a las escuelas y en un lugar con buena visibilidad. Consisten en dos líneas continuas paralelas, de color blanco, transversales a la vía. Cuentan con 30 cm de ancho como mínimo y están trazadas con una separación determinada por el número de estudiantes en la escuela; en ningún caso menor a 2 m ni mayor a 4 m. Cuando se trate de una zona con velocidad operativa de 60 km/h o mayor, el cruce debe ser cebreado.

De igual forma, se demarcará el pictograma de paso escolar en el centro de cada uno de los carriles de circulación vehicular, en un lugar muy visible a una distancia entre 100 y 150 m. del cruce peatonal. Además, se demarcará cubriendo todos los carriles la leyenda «Zona escolar» a una distancia de 30 m aproximados del cruce.

Estos cruces requieren la instalación de las señales preventivas como: SP-47A (Proximidad de cruce escolar) y SP-47B (Ubicación de cruce escolar) Tomado MINISTERIO DE TRANSPORTE (Colombia).

A continuación, se muestra la figura de un cruce peatonal:

Figura 1-5: Cruce escolar



Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

1.2.2 Cruces a desnivel

Recibe el nombre de *cruce a desnivel* el espacio donde se encuentran dos o más flujos peatonales o vehiculares a diferente altura, entre los cuales existen los siguientes: puente peatonal y deprimido o túnel.

Foto 1-1: Cruces peatonales a desnivel – Puente peatonal

Fuente: Elaboración propia.

▪ Puente peatonal

Los puentes peatonales son infraestructuras elevadas, diseñadas para que los peatones y ciclistas puedan pasar la vía de un lado a otro, de forma segura y sin interferir con el tráfico. Estos se pueden construir en diferentes tipos de materiales. Por ejemplo, en la ciudad de Bogotá, los nuevos puentes han sido construidos en acero, aluminio y hierro, entre sus bases están hechas de concreto. Por otra parte, dichos puentes son estáticos, sismorresistentes y de diversos tamaños, lo cual depende en gran parte de la carga de tráfico particular que ha de soportar, como también de la distancia de la vía, lado a lado.

El Decreto 279 de 2003 «Por el cual se reglamentan los puentes peatonales en el Distrito Capital» dispone en su artículo 6, donde se define la «Distancia mínima entre puentes peatonales», lo siguiente:

- En zonas industriales, zonas con usos dotacionales y de alta concentración comercial, la distancia mínima entre puentes peatonales sobre una misma vía será de doscientos cincuenta (250) metros.
- En zonas residenciales, la distancia mínima entre puentes peatonales sobre una misma vía será de quinientos (500) metros [...]

Un estudio del Fondo de Prevención Vial 2011 determinó que los puentes peatonales son puntos de conflicto debido a la falta de educación de la ciudadanía respecto a su uso. Por su parte, actualmente, la ciudad de Bogotá dispone de 272 puentes peatonales.

Deprimido o túnel

Foto 1-2: Cruces de peatonales deprimido



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, los cruces peatonales deprimidos son obras subterráneas de carácter lineal que comunican dos puntos. Normalmente son artificiales y se utilizan para el transporte de personas. Cabe resaltar el hecho de que los estos cruces subterráneos tienden a eliminar el impacto visual generado por los cruces elevados.

La percepción del peatón al ver las escaleras en subida del puente es de pereza o desánimo. En contraste, en el caso del túnel, primero se desciende y solo al final del trayecto se toman las escaleras para subir, lo cual propicia un mayor uso del mismo sobre el puente peatonal. Esto se puede explicar dado que los peatones tienden a evaluar el esfuerzo físico que se requiere para cruzar la vía y, por tanto, prefieren bajar primero y subir después; no la situación contraria.

Otro de los factores de mayor incidencia en la preferencia por el uso de los cruces deprimidos es la altura a acceder en los puentes. Esta suele ser mayor que en los túneles, es decir, el ascenso a los puentes implica mayor tiempo y recorrido que el descenso en los túneles. Asimismo, las menores longitudes de recorrido en los accesos a los túneles respecto de los puentes se asocian también a una mayor velocidad de caminata en la infraestructura, sumado al hecho de que la velocidad peatonal bajando suele ser mayor que subiendo. Sánchez Cotte 2009, realizó una prueba en dos cruces subterráneos y tres elevados sobre vías principales de la ciudad de Bogotá. Determinó que la velocidad

promedio de circulación peatonal es de 1,36 m/s en los túneles y de 1,06 m/s en los puentes.

Actualmente, Bogotá D. C. cuenta con este tipo de estructuras, en las que se encuentran los siguientes túneles peatonales en vías principales: calle 42 con carrera 7, túnel de la carrera 7 con calle 26, calle 12 con carrera 10 y la glorieta de la calle 63 con carrera 68.

El Decreto 798 de 2010, en el artículo 11, establece entre los estándares para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de los cruces peatonales a desnivel y de las vías del perímetro urbano de los municipios, lo siguiente:

- a) Para el diseño y construcción de los elementos de protección de los cruces a desnivel, puentes y túneles peatonales, se aplicará lo pertinente de la Norma Técnica Colombiana NTC 4201 «Accesibilidad de las personas al medio físico: edificios, equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas».
- b) El Gálbo para puentes peatonales sobre cruces urbanos tendrá una altura mínima de cinco metros.
- c) El Gálbo para puentes peatonales sobre vías férreas tendrá una altura mínima de 5,50 metros.

1.2.3 Reductores de velocidad

De acuerdo con Calderón (2010), el reductor de velocidad es un dispositivo colocado sobre la superficie de rodadura, cuya finalidad es mantener la velocidad de circulación reducida a lo largo de ciertos tramos de la vía, de manera que se garantice la comodidad y seguridad al peatón. Entre ellos se encuentran:

- Pompeyanos y semipompeyanos
- Cruces texturizados

Hay que anotar que es recomendable que todo cruce tipo cebra cuente con un reductor de velocidad para garantizar la seguridad al peatón.

Foto 1-3: Reductor de velocidad pompeyano

Fuente: Elaboración propia.

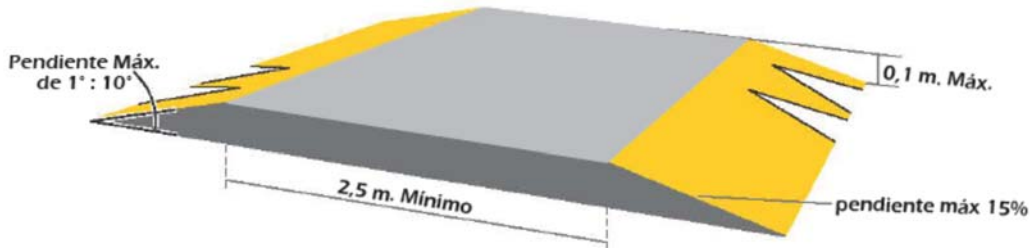
Estos son elementos nuevos en nuestro equipamiento urbano y su objetivo es garantizar la seguridad del peatón para que el cruce se haga de forma segura y autónoma. Para que esto suceda, es necesario que se cumplan las siguientes características:

- Su posición debe ser perpendicular al eje de la vía que conecta.
- El ancho debe ser igual al de la franja de circulación del andén adyacente.
- El nivel del piso debe ser igual al de los andenes que conecta.
- Para mejor comprensión de la intersección, tanto para peatones como conductores, el reductor debe ser construido en material que contraste con los elementos del piso que intervienen, como son la calzada y el andén con su franja de circulación.
- Su nivel de altura será como mínimo 0,15 m, conectado mediante rampa a los andenes.
- Adicionalmente, se debe acompañar con señalización que evidencie la prioridad del cruce del peatón.
- Si existe cicloruta, se debe tener en cuenta ampliar el ancho del pompeyano y adicionar la franja correspondiente a la misma.

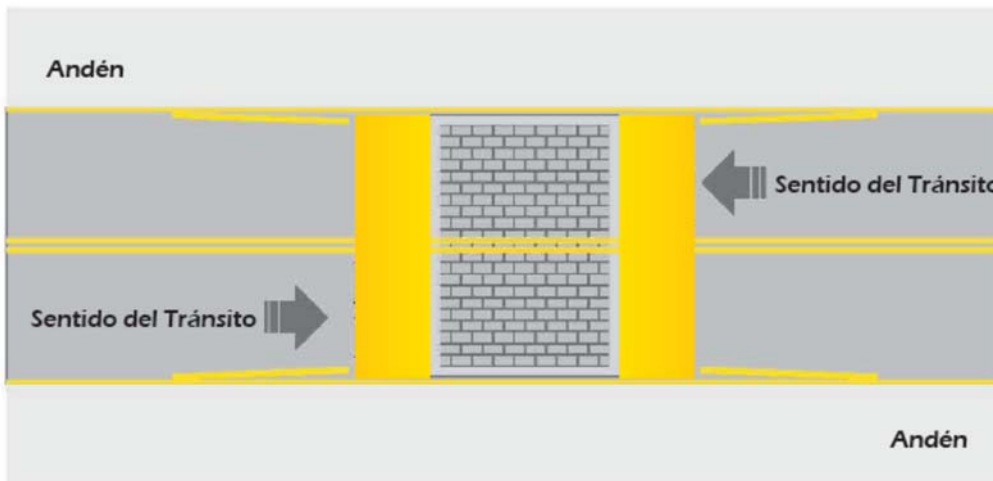
Así mismo, estos se pueden emplear en cruces peatonales a mitad de cuadra con semáforos o sin ellos, adecuando la entrada y salida del resalto mediante rampas para evitar tropezaderos. De acuerdo con el Manual de señalización (2015), la superficie del cruce podrá tener un color o textura especial para destacar su presencia. Requiere usar

las señales preventivas como SP-46A (Proximidad de cruce peatonal), SP-25 (Proximidad a resalto) y SP-46B (Ubicación de cruce peatonal).

Figura 1-6: Esquema pompeyano



Vista isométrica



Vista en planta

Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

▪ Cruces texturizados

Se denominan cruces texturizados a las franjas de diferente color de pavimento que se colocan transversalmente a la calzada, cuyo objetivo es advertir al conductor que debe reducir la velocidad de circulación. En general, los cambios en el pavimento no provocan cambios significativos por sí solos; sin embargo, en el régimen de circulación son útiles para alertar, enfatizar y subrayar la acción de reductor de velocidad.

Foto 1-4: Reductor de velocidad cruces texturizados

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Revisión bibliográfica acerca del comportamiento peatonal

Tanto las características del individuo como el entorno del viaje influyen en el comportamiento peatonal. Por ejemplo, en el estudio de Antonini et al. (2006) se contempla una combinación de alternativas de caminata basada en tres factores: velocidad, dirección radial y número de peatones presentes. Asimismo, se estableció que estos tienen una tendencia a mantener el rumbo hacia el destino final.

Por otra parte, en el estudio de Chu (2002) se analizan distintas hipótesis de por qué la gente cruza las calles donde las cruza. El autor plantea un modelo de elección discreta, con encuestas de preferencia declarada donde se consideran factores como: el entorno de las vías, las condiciones del tráfico, el diseño vial, la educación vial y la regulación. En el estudio se determinaron funciones de utilidad para cada una de las diferentes hipótesis sobre la forma en que las personas cruzan la calle. Participaron 86 personas distribuidas en 48 cuadras en Tampa Bay de la Florida (EE.UU.), bajo condiciones reales y normales de tráfico. La investigación concluyó que las variables «distancia de caminata», «distancia de cruce» y «demarcación de cruce peatonal» explican el comportamiento de los peatones al cruzar y las variables que influyen en el cruce. Además, para el caso específico de cruces en intersecciones, influye si existe semáforo o no. También se analizó la compensación entre seguridad y tiempo, confort y qué tan previsible es cruzar.

Papadimitriou et al. (2009) hacen una revisión bibliográfica sobre los modelos de elección de ruta y la conducta de los peatones al cruzar una vía. En ella se establece que los modelos existentes, por lo general, estudian el comportamiento en un lugar específico, pero los peatones se mueven a través de una trayectoria y, por lo tanto, enfrentan una serie de alternativas de cruce en la ruta. En ese sentido, la elección se ve afectada por las características del viaje (origen, destino, complejidad y longitud de la ruta), las de infraestructura (facilidades peatones, geometría de la carretera y condiciones del tráfico), así como por las individuales (edad, sexo, aversión al riesgo, aceptación de brechas). De igual forma, en términos generales, en este estudio analizó por separado la elección de ruta y el comportamiento de los peatones al cruzar una vía; razón por la cual propone que los modelos de comportamiento deben ampliarse y contemplar la toma de decisiones de los peatones a lo largo de todo el viaje en relación con el individuo, la carretera, el tráfico y las características de la ruta.

Hoogendoorn y Bovy (2004), por su parte, formulan una nueva teoría de la conducta de los peatones en condiciones de incertidumbre, basado en el concepto de *maximización de la utilidad*. Esta difiere del modelo de elección discreta pues, por una parte, contempla un número infinito de alternativas y determinar que la incertidumbre está asociada a la ruta. Los factores que se consideran en dicho estudio para la elección de ruta son: costumbre, cantidad de cruces, contaminación, nivel de ruido, seguridad, condiciones ambientales y propósito del viaje; asimismo, se evidencia que la distancia o tiempo de viaje es la variable más importante de las rutas.

En suma, tal y como lo plantea Prieto (1984), el comportamiento peatonal es una actividad humana compleja que implica, por lo menos, un componente cognitivo y otro ejecutivo. El primero se refiere a las decisiones basadas en el conocimiento adquirido, mientras que el segundo, componente ejecutivo o afectivo, conduce al individuo a actuar (Camerer et al., 2005). De ahí que el comportamiento peatonal sea un proceso automático ejecutado en paralelo con otras actividades, donde reflejan las preferencias de conducta en función de la edad, experiencia, características de personalidad, estilos, entre otros.

▪ **Características del individuo**

Uno de los factores que ha sido analizado en la literatura, relacionada con la acción de ser peatón, es el género. De acuerdo con Schwebel et al. (2009), los varones tienden a ser menos cuidadosos al cruzar que las mujeres; afirmación basada en un experimento virtual que se realizó simulando cruzar una calle a mitad de cuadra con tráfico en ambos sentidos. Holland y Hill (2007), a su vez, encontraron que las mujeres intentan cruzar menos que los varones mientras está la luz roja en un semáforo peatonal; pues por lo general, ellas perciben mayor riesgo de atropello que los hombres. Andersson y Lundborg (2007) llevaron a cabo un estudio donde se comparó la percepción de los encuestados versus las estadísticas de morbilidad y mortalidad, donde se determinó que los varones subestiman el riesgo de accidentes de tránsito y el riesgo general de morbilidad o mortalidad; es decir, un 28 % más bajo que las mujeres. Por su parte, Yagil (2000) indica que las mujeres son más cuidadosas en su comportamiento como peatones, pues su conducta obedece más al riesgo percibido que a la normativa; ellas están más influenciadas por su entorno social, mientras que los hombres responden más a las normas viales que a la percepción.

Moyano (2002) indica que otra de las características que afectan la percepción de riesgo de atropello es la edad. De acuerdo con sus investigaciones, los jóvenes presentan una actitud positiva al cruzar la vía a mitad de cuadra, pues perciben las normas subjetivas más positivamente y tienen una menor percepción del control conductual. Por su parte, los adultos poseen una mayor tendencia a cruzar la vía bajo condiciones riesgosas. Se ha determinado, además, que los individuos menores a 25 años subestiman su propio riesgo y el riesgo del adulto mayor, mientras que este último sobrestima el riesgo de los jóvenes (Rafaely et al., 2006). Por otra parte, la intención de cruzar en situaciones riesgosas decrece con la edad (Zhou et al., 2009). Así lo determinaron Echeverry et al. (2005), al afirmar que las personas de más de 59 años constituyen el grupo de menor riesgo, debido a que presentan un comportamiento más seguro cuando utilizan la infraestructura peatonal para cruzar los sitios de mayor accidentalidad en Cali. En Lobjois y Cavallo (2009), se concluyó que los individuos entre 70 y 80 años requieren brechas mayores para cruzar, mientras que los jóvenes aprovechan más los intervalos ajustados entre vehículos siendo pocas las oportunidades que pierden para cruzar.

En ese sentido, la percepción de riesgo depende de experiencias previas e información del tema y, además, está relacionada con la apreciación de salud que el individuo tenga

(Holland y Hill, 2007). De igual forma, según Hoogendoorn y Bovy (2005), las limitaciones físicas, la actitud y las preferencias del usuario influyen en su comportamiento. Dentro del campo de la salud y el riesgo existe un componente importante como lo son las emociones, pues se ha establecido que también afectan la percepción (Camerer et al., 2005). En Schwebel et al. (2009), los peatones que estaban más atentos al tráfico presentaban mayor tiempo de espera para cruzar la vía, mientras que los peatones más precipitados presentaron mayor cantidad de siniestros. Una actitud tranquila y reflexiva disminuye el riesgo de accidente, una inquieta y nerviosa lo aumenta.

Otro elemento que se ha estudiado es la relación entre la experiencia de manejo y la percepción de riesgo. Según Holland y Hill (2007), la intención de cruzar una vía en condiciones de riesgo no se explica por el hecho de que el individuo maneje o no; sin embargo, aunque quienes conducen tienden a cruzar en condiciones de riesgo con mayor frecuencia frente a quienes no lo hacen, los individuos que manejan perciben mejor el riesgo. Un resultado similar se encontró tanto en el estudio de Andersson y Lundborg (2007) como en el de MAPFRE (2005) —este último relacionado la accidentalidad peatonal de Madrid—, los cuales determinaron que la conciencia de peligrosidad del entorno urbano es mayor en los conductores que en los peatones.

Otro factor que afecta el comportamiento de los peatones es el flujo vehicular. Así lo señalan estudios como el de Chagas y Lindau (2009), donde se establece que la dificultad para cruzar una calle aumenta con la cantidad de vehículos y la velocidad de los mismos. Baltés y Chu (2002), por su parte, señalan que el comportamiento de cruce de los peatones está determinado por las brechas disponibles que tengan para cruzar; es decir, el tiempo de cruce y el margen de seguridad (tiempo que transcurre desde que el peatón cruza hasta el momento en que pasa un vehículo por el sitio de cruce). En ese sentido, el hecho de que los vehículos transiten formando pelotones facilita el cruce a mitad de cuadra, ya que se producen brechas que son aprovechadas para pasar, porque la distancia a la que se encuentra el vehículo del peatón, así como el sentido de circulación del flujo vehicular, influye en la decisión de su cruce.

Ahora bien, según Oxley et al. (2005), los peatones seleccionan las brechas para cruzar considerando, principalmente, la distancia a la que se encuentra el vehículo y, en segundo lugar, el tiempo de arribo del mismo. Simpson (2003), en su investigación, determina que

los peatones también toman la decisión de cruzar basados en la distancia y no en la velocidad del vehículo. Mientras, Schmidt y Farber (2009) comprobaron que cuando los peatones tenían que decidirse a cruzar ante un vehículo que venía en dirección contraria a la de su desplazamiento, tardaban menos en tomar la decisión que si el vehículo venía en la misma dirección; sin embargo, acotaron que las brechas aceptadas eran menores en este último caso. Por otra parte, los peatones que se encuentran en movimiento al momento de cruzar la vía aceptan menores intervalos de tiempo entre vehículos para cruzar que los que se encuentran detenidos según Oudejans et al. (1996). Por lo cual, la conducta del peatón se ve afectada dada la existencia de infraestructura peatonal y el tiempo que tiene que esperar para cruzar en el semáforo. Es de esperar, entonces, que los peatones utilicen los sitios designados de cruce, así como que los cruces peatonales y los semáforos faciliten la operación (Chagas y Lindau, 2009).

Finalmente, el comportamiento del peatón al cruzar una vía parece depender de si este se encuentra solo o hay más gente en el cruce. Al respecto, Rosenbloom (2009) realizó observaciones en un cruce peatonal en Israel, donde se indicaba que existía una mayor negligencia cuando el peatón estaba solo; pues, cuando se encontraba en grupo había un cierto «control de la sociedad» lo cual determinaba para los peatones una adopción de comportamientos más seguros.

Así, con base en todo lo expuesto hasta este punto, es posible inferir algunas características que definen el rol del peatón. En primer lugar, el comportamiento de una persona que ha vivido en un pueblo o en ciudades pequeñas, donde hay bajo volumen vehicular, hace que esta prefiera caminar más por la vía que por el andén. Sin embargo, cuando llegan a las ciudades se dan cuenta que tienen que caminar por la acera.

Esto explica claramente el comportamiento social ligado al sentido de *percepción*, así como las *Teorías de atribución de la conducta*. De acuerdo con la primera, la percepción, como interpretación de los estímulos que provienen del contexto, incluye un proceso adaptativo que como seres humanos sociales poseemos de forma innata en nuestra vivencia diaria. Dicha interpretación implica el deseo de comprender a los demás como referentes de conducta y construcción personal.

En ese suele «atribuir» la conducta propia y de los demás a determinados factores de la personalidad como «disposiciones» o aspectos de la situación social específica. En ese

punto, las *Teorías de la atribución de la conducta* analizan las explicaciones finales después de observar la conducta de alguien y relacionarla con explicaciones y, características observables del individuo y su situación. Sin embargo, aunque no existe certeza, las atribuciones que hacemos son de naturaleza motivacional, y es evidente que, una vez hechas, alteran la conducta en forma parecida a como lo hacen las variables motivacionales. En ese sentido, las *Teorías de la atribución de la conducta* parten de posturas como la de Jones, Kanouse, Kelley, Nisbett, Valins y Weiner, (1972), citado por Petri y Govern (2006), donde se afirma: «tratamos de determinar las causas de nuestra conducta y la ajena».

Por lo anterior, muchos piensan que existe una motivación al buscar información en «el otro» con el fin de tener referentes causales; no obstante, buscamos lo que hacen los demás como referentes para nuestra propia conducta. Shermer (1997), por su parte, cita en el mismo libro lo siguiente: «razonar las causas es una adaptación evolutiva: nos ayuda a entender y a controlar el ambiente». Así, de alguna manera, el hecho de entender «al otro» sirve de guía para adaptarnos a las circunstancias que presenta el contexto, lo que igualmente brinda sensación de control y tranquilidad.

Ampliando el tema de las atribuciones, es preciso mencionar a Fritz Heider quien en 1944 expuso por primera vez sus ideas sobre este asunto. Heider señaló que se podría atribuir la conducta tanto a fuerzas internas (disposición) como externas (factores situacionales). Las disposiciones estaban referidas a aspectos como necesidades, deseos, emociones, capacidades, intenciones etc., las cuales se dividían en capacidades y motivaciones. Estas últimas, igualmente, se podían clasificar en «intención» —que no es más que el plan racional de comportarse de una forma u otra— y en «esfuerzo», es decir, el empeño que la persona está dispuesta a poner en la acción. Adicionalmente, cabe mencionar dentro de las atribuciones situacionales la «dificultad de la tarea» y la «suerte», ya que incluyen una «rápida evaluación» de la persona al definir cómo comportarse (Petri y Govern, 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior y siguiendo con el ejemplo de la persona de provincia o ciudad pequeña que llega a otra más grande y cosmopolita, cabe señalar que ella entra rápidamente en un proceso de atribución de conducta del otro, como referente de acción para su forma de comportarse. De esta manera, notará instantáneamente que caminar por la calle no es viable para su supervivencia, en otras palabras, se establece un marco adaptativo al entender la conducta del otro, ya que si no lo hiciera y continuara

reaccionando como lo hacía en su lugar natal, donde la masa vehicular es menor, seguramente ocurriría un accidente. Dicha asociación es prontamente comprendida por la persona, generando aprendizaje por contexto.

A continuación se hace una serie de preguntas acerca del comportamiento del peatón y su respuesta:

- i. En los pueblos pequeños, el comportamiento social de los habitantes, hace que los cruces peatonales no se han utilizados.

Adicionalmente, se puede ver que una persona proveniente de un contexto poco habitado, donde lo cotidiano es transitar como peatón o en bicicleta, tiene formas de comportarse y de leer la conducta del «otro», según lo culturalmente atribuido como «correcto» o «lo esperado». De ahí que este individuo se moviliice de forma distinta a como lo haría alguien de la ciudad. Sin embargo, y en función de una conducta asertiva, somos seres sociales adaptables y nuestras conductas se flexibilizan según aquello que el contexto nos demande para poder sobrevivir. En ese sentido, es claro que, al trasladarse de contexto, el hombre busca leer conductas de los demás, que le sirvan como referente de comportamiento y que lo guíen para responder frente a una situación específica.

Dicho esto, si se tienen en cuenta los factores tanto internos como externos que menciona Heider, el hacer uso o no de una acera o un puente peatonal implica realizar rápidamente atribuciones de observación externa como: «esa persona no sube el puente porque es peligroso». Esto, sumado a una observación interna de disposición como «no utilizo el puente porque no quiero esforzarme en subir escalones»; información inmediata y relevante para adaptar su comportamiento en una ciudad como Bogotá, y sentirse «parte de esta sociedad». Algo que, en este caso, funciona convenientemente para no «esforzarse», ya que en provincia no se acostumbra subir algún puente que eventualmente haya. Sin embargo, dependiendo del entorno, el flujo de vehículos, la presencia de alguna calle con mayor número de carriles, la percepción de seguridad en el puente o, simplemente, tener la disposición de subir escaleras al ver que la mayoría lo hace, cambiará su atribución y, por tanto, su forma de reaccionar y comportarse.

Por otro lado, y sumado a los conceptos anteriores de *percepción* y *atribución*, no sobra mencionar el de *cognición social*. Entendido como la manera en que empleamos la

información sobre el mundo social; en otras palabras, sobre cómo pensamos acerca de los demás. Así, primero percibimos los estímulos del contexto por medio de nuestros sentidos, les damos cierta interpretación generando atribuciones acordes a las fuerzas internas y externas, y, posteriormente, las comprendemos como una cognición social. Algo importante para resaltar es la existencia de situaciones cotidianas que suelen suceder en «automático» y, por tanto, las cogniciones al respecto son de la misma manera, automáticas. De ahí que en muchas ocasiones podemos procesar la información que nos llega de las personas y del entorno, de una forma aparentemente instantánea, sin esfuerzo o sin intención. Por este motivo, generalmente los seres humanos pueden hacer dos cosas a la vez, manejar y escuchar música, atarse los cordones mientras se habla con alguien o caminar hablando por teléfono, etc.

Así las cosas, es evidente que las capacidades cognitivas tienen límites. Por ejemplo, si una persona responde su celular al estar conduciendo y recibe una llamada de urgencia familiar, su reacción será muy distinta, si la recibe de otra fuente donde no haya una implicación emocional fuerte; aun sabiendo que no es momento de contestar su teléfono. El punto clave en este aspecto es la existencia de límites definidos sobre la capacidad de pensar acerca de los otros y, por este motivo, los seres humanos suelen tomar «atajos» diseñados para ahorrar el esfuerzo mental y preservar la capacidad cognitiva. Ahora bien, pese a funcionar para reducir el esfuerzo, en ocasiones los atajos nos llevan a cometer errores en nuestro pensamiento acerca de los demás (Baron y Byrne, 2005).

En este sentido, las atribuciones que las personas hacen sobre la conducta de los demás implican un «ahorro de esfuerzo» en situaciones que pueden considerarse «automáticas» como caminar por la calle o decidir rápidamente si subir o no un puente peatonal; más aún cuando son de orden adaptativo y de supervivencia. Entonces, si la sociedad del contexto inmediato actúa de cierta manera, la forma más adaptativa de «formar parte de» es actuar del mismo modo; en ese caso no son cogniciones racionadas sino automáticas, las cuales responden a una situación específica. En realidad, no realizamos un análisis conciso sobre dónde caminar, estas son decisiones por atribuciones automáticas del contexto que recibimos a partir de cierta información, sobre las que reaccionamos de la forma que inicialmente creemos más conveniente.

- ii. Se puede pensar que el comportamiento de los peatones en Bogotá es un poco más ordenado. Sin embargo, en Medellín o Cali, aunque es un poco más cívico no es tan agresivo como en Bogotá.

El pensar en ciudades «más agresivas» o en «una guerra entre vehículo y peatón» son estereotipos simplificados sobre las cualidades de una población en especial. Ello permite rotular sociedades y genera comportamientos detrás de dicha conducta en cierta población. Por ejemplo, alguien de provincia que llegue por primera vez a la ciudad de Bogotá conoce el «rótulo» de los conductores de este lugar y actuará buscando no ser agredido o incluso invadido como peatón en los «pasa calles»; dicho pensamiento lo guiará hacia una respuesta adaptativa evidenciada por ciertas actitudes como: «pelear espacio», «hacerse notar» y a «ser agresivo». Desde una postura psicológica con enfoque sistémico, de nada vale «rotular personas o poblaciones» pues solo se estaría actuando en pro de aumentar la misma conducta que se trata de evitar. Lo cierto es que los seres humanos actuamos bajo estereotipos y rótulos que nos indiquen sin «esfuerzo» la manera más esperada de actuar en un momento y lugar determinado. Esto implica la lectura perceptual y de atribución que el contexto demanda de cada quien.

- iii. El comportamiento de los peatones y de los vehículos influye de acuerdo con el tamaño de las ciudades y al ritmo de vida que se lleva en cada una.

En este sentido, el comportamiento de los peatones y vehículos se ve influenciado por el estereotipo que se tenga de determinados lugares, lo cual implican atribuciones y cogniciones respecto a su orden, distribuciones, espacios, limpieza, facilidad de movilidad, magnitud de la población, y características como las actividades económicas, invasión o no de espacio público etc. Dado lo anterior, son muchos los factores contextuales que intervienen en la construcción de determinados estereotipos y percepciones del ambiente, y que nuevamente relacionan acciones como válidas o no, de acuerdo con la demanda de sus necesidades. En una ciudad pequeña, con baja población, existe una facilidad en la movilidad por medio de bicicleta o moto teniendo en cuenta las distancias cortas; además, es «aceptable» caminar por la calle o no atender a los semáforos para pasar cuando estos lo indiquen. Sin embargo, esta situación es viable en la medida en que el crecimiento de la población no exceda el desarrollo y organización del territorio, pues cuando la población sobrepasa el desarrollo de la ciudad, ello genera percepciones desorganizadas. En ese

sentido, atribuciones como estas o similares generan respuestas negativas del ambiente y del «otro», y a su vez promueve situaciones de intolerancia al no acoger ni responder a las necesidades de la población o el ritmo de vida que llevan.

Las personas, con todo, no tienen más alternativa que adaptarse al medio, bajo la influencia que el entorno le demanda. De ahí que, cualquier persona que llegue, deberá adaptarse para sobrevivir; esto sin inferir que no haya posibilidad de cambio. Efectivamente, ese sentido de adaptación del ser humano implica involucra un proceso de tendencias culturales y aplicación de nuevas facultades según las necesidades que la población vaya desarrollando.

- iv. Los cruces a desnivel separan el conflicto entre peatón y vehículo, y por lo tanto lo hace seguro. No obstante, los peatones se quejan de los recorridos de las escaleras de las rampas.

Los seres humanos no suelen ser flexibles al cambio. Por esta razón se presentan dificultades a nivel relacional en las familias y en las sociedades, en general. Donde antes las cosas funcionaban, posteriormente se generaron dinámicas disfuncionales para el ciclo vital de las personas, lo cual motivo modificaciones que promovieron nuevas dinámicas y evitaron la rigidez del sistema. Sin embargo, es de notar la «resistencia al cambio» de las personas.

Volviendo nuevamente a los temas de la percepción social, atribución y cognición social. Así, una persona que se encuentre en una ciudad donde es «de esperar» que haya aceras altas y cruces a desnivel continuos, por la misma razón, no va a hacer una atribución negativa al respecto porque el contexto demanda de él/ella una postura de aceptación y agradecimiento por «pensar en los peatones o discapacitados». Ahora bien, distinto es el rótulo que para esa persona pueda tener una ciudad pequeña, de poca población, quizás con poco ingreso para gastos en obras públicas, pues, además de ser la ciudad que conoce hace varios años y con la que se siente cómodo, por el contrario, no le ofrece comodidad. El individuo se resiste a la idea de «tener que adaptarse» a algo nuevo, pues es lo que conoce; en otras palabras, radicaliza su postura. En ese momento esta persona hace una valoración y atribución respecto a la experiencia que le generó cambio en el rótulo habitual, y que posteriormente, por circunstancia adaptativa, se flexibilizará;

entonces, pasará a ser automática y sabrá en un futuro qué cruces a desnivel encontrará en hospitales, universidades, iglesias, etc., sin ocasionarle malestar alguno.

- v. ¿Por qué en un país desarrollado como Argentina, los carros paran solo con que el peatón demuestre intención de avanzar en un cruce señalizado?

Esencialmente, el comportamiento de los seres humanos se nutre del contexto donde se muevan. Así, el caso de una persona de provincia, en una ciudad con mayor número de población, va a ser igual de adaptativo que el de una persona de ciudad que se traslade a otra, incluso a otro país o cultura. Por ejemplo, si ocurre que una persona de Bogotá se moviliza a una ciudad europea, donde la sociedad en general tiene interiorizado culturalmente la prioridad del peatón en las calles por encima de los vehículos, el respeto por el pasacalles, puentes y semáforos peatonales, el solo hecho de estar allí hace que sus atribuciones correspondan a tal comportamiento. Es decir, esta persona termina por adaptarse para su propia supervivencia en dicha sociedad o quizás por factores motivacionales como «no parecer tercermundista o irracional».

En realidad, la tradición y la cultura considera diferentes cosas como adecuadas, aceptadas y valoradas, al punto de que es relevante aplicar programas sobre el respeto y organización urbana, por ejemplo, en ciudades europeas. En ellas se prioriza la movilidad de peatones dada la efectividad en sistemas de transporte público integrado como el metro, tranvía, ferri, bicicleta, bus con horario específico y tren en casos externos a la ciudad. Esto, a su vez, produce un menor uso de vehículos particulares y un tránsito importante de peatones, los cuales valoran el respeto y el cuidado de su entorno.

Tal es el caso de la ciudad turística de San Sebastián-Donostia, en el País Vasco, España. Fue seleccionada en el concurso de *Buenas prácticas* patrocinado por Dubai en el año 1996. Allí fue catalogada como *Good*. La razón consistió en que el ayuntamiento de San Sebastián-Donostia puso en marcha un ambicioso programa de peatonalización, apoyo al transporte público y fomento de la bicicleta como sistema alternativo de transporte, con el fin de reducir el uso del vehículo privado en los desplazamientos del interior de la ciudad. El programa está en marcha desde 1990 y su punto de inflexión es la puesta en marcha del *Plan centro*, el cual ha permitido la creación de un potente eje peatonal en el ensanche

clásico de la ciudad. La actuación cuenta con el apoyo de la Unión Europea a través del *Programa Life*.

Este es solo un ejemplo de cómo culturalmente el valor de ser peatón, implica respeto y respaldo de la ciudad. Asimismo, el contexto donde se muevan las personas y la ciudad en sí misma determina la importancia de quien camina por sus calles; mientras los peatones sientan ese respaldo, esto se traduce en atribuciones de acatamiento en el uso de las aceras, los pasacalles o puentes. Pareciera en este sentido que los habitantes generaran cierta empatía con la ciudad que los acoge, priorizando su movilidad con efectividad, creando andenes bajos y rampas incluyentes; además de cierta percepción de seguridad debido al tránsito de personas en puentes o túneles. Ciertamente la disposición del entorno genera una misma disposición psicosocial en sus habitantes; factores como el ruido, la contaminación del aire, la limpieza de las calles, la amplitud de los espacios, la facilidad de accesos, etc., influyen en las reacciones sociales y, por tanto, en las relaciones y lecturas del ambiente para funcionar en comunidad de una u otra manera.

De esta manera, no es gratis pensar que la cultura implica inclusión y respeto ya que la misma infraestructura lo manifiesta, produciendo estados de ánimo, de reacción y percepción del mundo de una manera más receptiva y amable. Por esta misma razón, al colocar un pie en la calle para cruzar la acera, los carros van disminuyendo la velocidad y le dan prioridad al peatón. Esto quiere decir que, indiscutiblemente, la lectura «del otro» es de «precaución» y no de «competencia». Caso contrario a lo que sucede en países latinoamericanos, donde por lo general la construcción de las ciudades ha sido de manera desorganizada, generan atribuciones desproporcionadas que se han traducido en la búsqueda y competencia de espacio.

- vi. Muchas normas europeas o norteamericanas no aplican en nuestro entorno, por falta de cultura.

Ciertamente culturas como la norteamericana o la europea perciben de distinta manera la relación vehículo-peatón. Por una parte, se percibe más conciencia sobre la vida del ser humano y en ese orden de ideas, más respeto por el «otro»; sin embargo, no hay que olvidar la relación que se ha venido haciendo en párrafos anteriores sobre la importancia

del contexto y la percepción que obtenemos de este en todo momento, hablando en términos de personas e infraestructura.

En países como EE.UU. o Francia, el entorno habla del orden, cuidado, precaución, en otras palabras, del respeto. Las calles, por ejemplo, son amplias y limpias, dado que se encuentran, por lo general, en buen estado; el sistema de transporte público funciona de tal manera que las personas prefieren hacer uso de este, en lugar a gastar gasolina y parqueo en un vehículo particular.

Sin embargo, no hay que olvidar que si bien estas culturas enmarcan un respeto por el peatón —que no suele observarse en Latinoamérica— también se evidencian diferencias entre Norteamérica y Europa. En la primera, los rasgos culturales del norte del país contrastan con los del sur, pues en este se advierten más zonas rurales, lo cual genera percepciones diferentes en cuanto a contaminación, masa vehicular, ruido, población etc. En contraste, en ciudades cosmopolitas e inundadas de tráfico vehicular como Nueva York, aunque existe respeto por los peatones, la percepción de espacio hace más vulnerables a las personas al responder de formas reactivas, así no sea lo habitual en su cultura, o el estereotipo que se tenga.

Por otro lado, las ciudades europeas también se diferencian según el país donde se observe. Así, la percepción es distinta en Francia o Suiza, en relación con España o Portugal, dada la misma organización de las dichas ciudades y, por supuesto, su poder económico. Pese a esto, el común sigue siendo estas culturas son más receptivas e inclusivas para sus habitantes, pues cuentan con andenes de baja altura para facilitar el cruce, rampas con muy poca inclinación y, en el general, con calles y senderos peatonales continuos, así como servicio de transporte público funcional, etc. Dichos factores, sin duda, influyen en las atribuciones positivas que las personas pues se sienten incluidas en sus necesidades, escuchadas y valoradas por la misma construcción de ciudad. A fin de cuentas, refiere un segundo plano para la competencia de espacio, caso contrario a lo que sí sucede en ciudades desorganizadas y poco incluyentes.

- vii. En Europa se están demoliendo cruces peatonales elevados para colocar semáforos; los puentes no se utilizan.

Ciertamente, en países europeos no es común encontrar puentes peatonales. Siendo ciudades con tanta historia, en ellas se suelen preservar construcciones que en realidad no se perciben como este tipo de obra. Esto se debe a que, por lo general, implica el tránsito de carros bajo una arquitectura de época. En realidad, se observa ocasionalmente construcciones más actuales hacia las afueras o en ciudades universitarias. Sin embargo, los cruces peatonales son recurrentes y los carros disminuyen la velocidad inmediatamente observan peatones, dando la percepción de seguridad a estos últimos, de caminar por los pasa calles.

En este sentido, se puede pensar que, así como la infraestructura, es decir el entorno y contexto, moldean la percepción que tiene el ser humano sobre qué atribuciones hacer «del otro» y «de lo otro» para saber cómo reaccionar y comportarse, la cultura también moldea en el hecho de persistir en la construcción de obras que se observan en desuso. En conclusión, la sociedad funciona de una manera circular, retroalimentándose de acuerdo con lo que funciona o no, adaptándose a continuos cambios y evolucionando a distintos ritmos, y bajo diferentes lecturas.

Los elementos explicados con anterioridad, tanto en el comportamiento como en la percepción del riesgo, y el contexto social y geográfico de los peatones, derivan en la llamada accidentalidad peatonal, definida como «suceso imprevisto, que afecta la integridad física, psicológica y emocional, de los actores no motorizados de la vía» (Grupo asegurador La segunda, 2013).

A partir de los resultados de la revisión bibliográfica, para poder estudiar las variables que influyen en la elección del tipo de cruces peatonales, es necesario recopilar información sobre distintas características de los individuos. Entre las cuales resaltan: la ubicación del origen y el destino de la caminata, las condiciones de tráfico vehicular y de las facilidades peatonales cercanas, así como; de igual forma, se requiere identificar las distintas alternativas de cruce que tienen los peatones. En ese sentido, el capítulo dos se describe la metodología para identificar las diferentes variables que determinan los tipos de cruces peatonales.

De esta manera, es claro que se han desarrollado diversos estudios referidos al tránsito y seguridad peatonal, en los cuales se relacionan el tránsito vehicular, los comportamientos

peatonales y las características físicas de la zona en donde se localizarán sistemas de tratamiento para la circulación peatonal. A continuación, se mencionan algunos de ellos.

1.4 Criterios para establecer cruces peatonales a nivel

1.4.1 Ministerio de Transportes Británico

Generalmente los criterios para establecer un cruce peatonal se basan, principalmente, en el flujo peatonal y vehicular. Tal es el caso del Ministerio de Transportes Británico, el cual verifica ciertas condiciones que dependen exclusivamente de estos dos aspectos (ver figura 1-7)

Esta figura está basada en la fórmula:

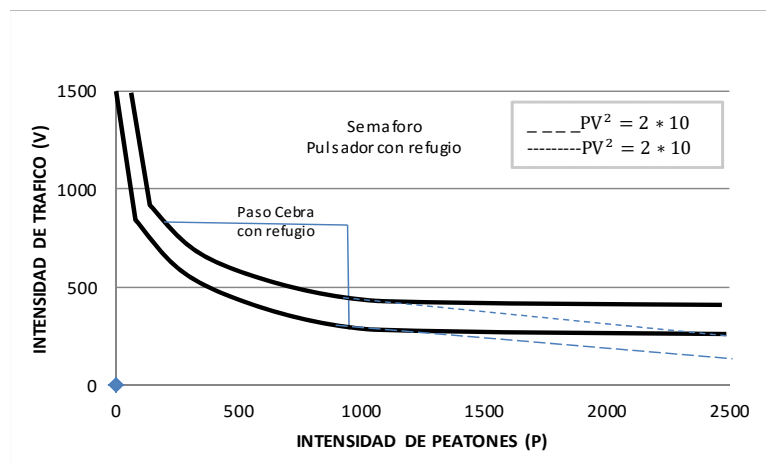
$$PV^2$$

Donde:

P = flujo de peatones (medidos en peatones hora) que cruzan la vía en cuestión en una longitud de 100 metros en torno al punto en el que se quiere implantar el paso peatonal.

V = flujo de vehículos en ambas direcciones (medidos en vehículos x hora).

Figura 1-7: Criterio Ministerio de Transportes Británico



Fuente: Ministerio de Transportes Británico

Nota: Los flujos de vehículos y peatones corresponden a la media de las 4 horas más congestionadas.

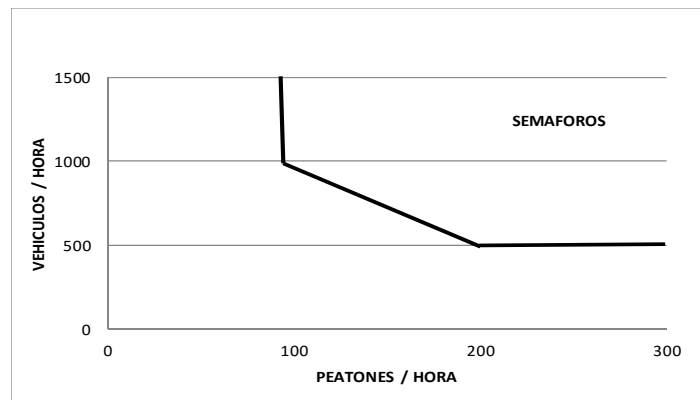
Tabla 1-2: Criterios para el establecimiento de pasos a nivel

PV ²	P Peatones / Hora	V Vehículos / Hora	Recomendación
Media 10	50 - 1100	300 - 500	Cebra
Media 2x10	50 - 1100	400- 750	Cebra con refugio
Media 10	50 - 1100	Media 500	Semáforo pulsador
Media 10	Media 1100	Media 300	Semáforo pulsador
Media 2x10	50-1100	Media 750	Semáforo pulsador y refugio peatonal
Media 2x10	Media 1100	Media 400	Semáforo pulsador y refugio peatonal

Nota: Los Flujos de vehículos y peatones corresponden a la media de las cuatro horas más congestionadas.

Fuente: Ministerio de Transportes Británico.

Así como existen criterios para la justificación de determinado cruce peatonal, de igual forma existen límites inferiores y superiores de los flujos vehiculares y peatonales los cuales indican la conveniencia del establecimiento de semáforos en cruces peatonales. Según el CETUR francés (1988), el establecimiento de un sistema de tratamiento peatonal basado en semaforización se resume en la figura 1-8.

Figura 1-8: Instalación de cruces peatonales semaforizados

Fuente: Sanz Aludan Alfonso. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Calmar el Tráfico. 1996.

1.4.2 Criterio Francés para establecer cruces peatonales a nivel

La *Direction des routes circulation routière, cycle d'études, 1965, sur la voirie urbaine* (París) y el *Tentative warrants for the installation of pedestrian crossings r.t. underwood, Victoria roads board* (Australia) utilizan como criterio los siguientes valores mínimos y máximos:

Tabla 1-3: Criterio francés para establecer cruces peatonales

PEATONES/ HORA	VEHÍCULOS / HORA		
	200	200-400	>450
200	Nada	Nada	Señales fijas o semáforos
200-800	Nada	Señales fijas o semáforos	semáforos
> 800	Señales fijas	Semáforos	Semáforos o cruces a desnivel

Fuente: "DIRECTION DES ROUTES CIRCULATION ROTUTIRE, CYELE D' EUTES, 1965, SUR LA VOIRIE URBANE, PARIS". "TENTATIVE WARRENTS FOR THE INSTALLATION OF PEDESTRIAN CROSSINGS R.T. UNDERWOOD, VICTORIA ROADS BOARD, AUSTRALIA"

1.4.3 Cal y Mayor, México (1995)

La tabla del libro *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones* de Cal y Mayor (1995) determina que para la localización de un cruce peatonal semaforizado, además de tener en cuenta los flujos vehiculares y peatonales, es necesario tomar en consideración la velocidad y la existencia de separador en la vía principal a analizar.

Tabla 1-4: Criterio Cal y Mayor para establecer cruces peatonales

VELOCIDAD km/h DEL 85% DEL VOLUMEN	VEHÍCULOS POR HORA		
	SIN SEPARADOR	CON SEPARADOR	PEATONES POR HORA
<60	>600	>1000	>150
>60	>420	>700	>105

Nota: Los valores de la tabla están dados para información de 8 horas de un día representativo

Fuente: Cal y Mayor (1995).

La condición se cumple también si la intersección se ubica en una población de menos de 10.000 habitantes.

Por su parte, el Ministerio de Transporte de Colombia actualizó, en el año 2015, el *Manual de señalización* que estaba vigente desde el año 2004. Allí se presenta un numeral que aborda el conflicto peatón-vehículo. El autor, entonces, resuelve el conflicto a través del criterio que establece el ministerio británico

$$PV^2$$

Donde:

P = flujo de peatones (medidos en peatones hora) que cruzan la vía en cuestión, en una longitud de 100 metros en torno al punto en el que se quiere implantar el paso peatonal.

V = flujo de vehículos en ambas direcciones (medidos en vehículos por hora).

En la siguiente tabla se presentan los criterios adoptados por el Ministerio de Transporte para establecer el tipo de cruce peatonal:

Tabla 1-5: Criterio del Ministerio de Transporte de Colombia para establecer cruces peatonales

PV^2	P peatones / hora	V vehículos / hora	Recomendación
Sobre 10 6	50 a 1100	300 a 500	Paso cebra
	50 a 1100	sobre 500	Semáforo peatonal con botonera
	sobre 1100	sobre 30	Semáforo peatonal con botonera
sobre 2 x 10 6	50 a 1100	400 a 750	Paso cebra con isla o refugio central
	50 a 1100	sobre 750	Doble semáforo peatonal con refugio peatonal
	sobre 1100	sobre 400	Doble semáforo peatonal con refugio peatonal

Fuente: Ministerio de Transporte (2015).

1.5 Criterios para establecer cruces a desnivel

Investigaciones realizadas por Moore y Older (1956) reflejan que el nivel de uso de cruces peatonales a desnivel depende del tiempo que gasta el peatón en cruzar la vía usando el paso a desnivel y, asimismo, del tiempo que utilizan haciéndolo a nivel de calzada, expresándose como un factor de la siguiente forma:

$$R = \frac{\text{Tiempo de viaje sobre el paso a desnivel}}{\text{Tiempo de viaje a nivel de calzada.}}$$

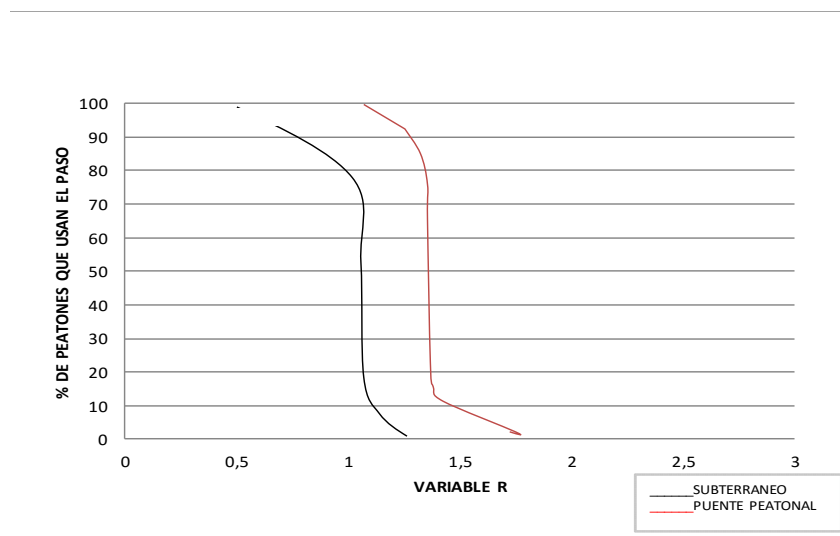
La figura 1-9 muestra que un 95 % estaría dispuesto a usar un subterráneo y un 70 % un puente peatonal, siempre y cuando el tiempo que se gasta cruzando la vía utilizando este sistema fuera equivalente a cruzar la vía a nivel. Por otro lado, la mayoría no usaría un

puente peatonal si el cruce por este significara un 50 % más de tiempo que haciéndolo a nivel.

Con base en esto se concluye que un 80 % de los peatones usan los subterráneos y los puentes peatonales cuando el tiempo para cruzar por ellos represente un 0,75 o menos que el tiempo utilizado para cruzar a nivel.

Otro factor que fue analizado en esta investigación y que contribuye al uso de dichos elementos tiene que ver con la altura. En ese sentido, «para puentes el promedio debe estar en cuatro metros y en subterráneos el descenso alrededor de dos metros. Si estas condiciones no se presentan los peatones pueden ser forzados a usarlos, por medio de barreras que prevengan movimientos no seguros».

Figura 1-9: Criterio establecer cruces a desnivel



Fuente: Road Research, Pedestrian Safety. Organization for economic operation and development. Paris 1970

Otras condiciones más específicas fueron desarrolladas por Axler (1984) en donde se mencionan los siguientes aspectos:

El volumen horario de peatones debe ser mayor de 300 durante los cuatro periodos horarios continuos más altos, siempre y cuando la velocidad de los vehículos sea mayor a 40 MPH (60 km/h) y la localización propuesta se encuentre en áreas urbanas, sobre o bajo

vías no rápidas. De lo contrario, el volumen peatonal debe ser mayor de 100 en los mismos cuatro periodos.

Por otra parte, el volumen vehicular debe ser mayor de 10.000 vehículos en el mismo periodo horario usado para el volumen peatonal, o tener un TPD (Tráfico Promedio Diario) mayor de 35.000 si la velocidad de los vehículos está por encima de las 40 MPH (60 km/h) en áreas urbanas. Si estas dos condiciones no se conocen, el volumen vehicular debe ser mayor a 7500 vehículos en los cuatro periodos horarios continuos más altos o tener un TPD mayor de 2500.

El lugar propuesto debe estar por los menos a 600 ft (180 m) de la alternativa de cruce seguro más cercano. Un cruce seguro es definido como: un lugar donde el control de tránsito vehicular existente detenga los vehículos para crear brechas adecuadas y puedan cruzar los peatones de manera segura. Una barrera física es recomendable para prohibir el paso a nivel de la calzada como parte del diseño del paso a desnivel (elevado o subterráneo).

La iluminación artificial debe ser dispuesta para evitar crímenes contra los usuarios de este tipo de pasos. Resulta apropiado iluminar los pasos subterráneos las 24 horas del día y los elevados durante la noche.

La topografía del lugar propuesto debe ser tal que se minimicen los altos cambios de nivel para los usuarios de los pasos a desnivel, así como para disminuir los costos en la construcción. Hay que tener en cuenta que estos cambios también afectan la conveniencia de usar los pasos por los peatones.

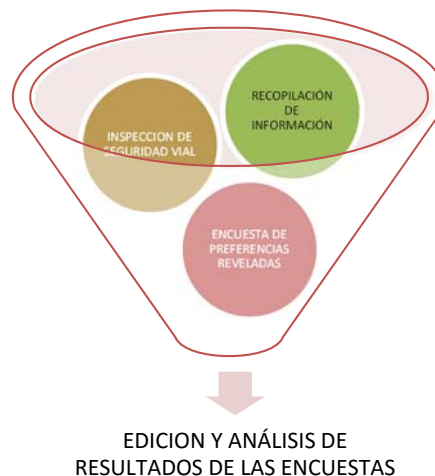
Asimismo, pueden existir necesidades específicas basadas en la existencia de ciertos tipos de usos del suelo, de manera que debe haber accesos directos y facilidades para los viajes que estos centros generan.

En conclusión, los criterios para determinar el tipo de cruce peatonal que se mencionó anteriormente solo tienen en cuenta las variables referentes al volumen de vehículos, de peatones, la existencia de infraestructura y el tiempo del trayecto. Este trabajo final de maestría busca corroborar si estas son las únicas variables que se necesitan para definir el tipo de cruce a utilizar.

2. Metodología para identificar las variables que influyen en la elección del tipo de cruce peatonal

Para la determinación de las variables que influyen en la elección del tipo de cruce peatonal es necesario recopilar información básica de las características y comportamiento de los tres elementos componentes del tránsito: peatón, vehículo y vía. Y para ello se establece una muestra representativa de la zona de estudio. A continuación, se propone una metodología que permite identificar las variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal; se presentan los pasos a seguir para recopilar la información necesaria y hacer las encuestas de preferencia revelada, de manera que se puedan estimar las variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal.

Figura 2-1: Esquema metodológico para identificar variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal.



Fuente: Elaboración propia

2.1. Recopilación de la Información

Como punto de partida, se debe buscar la siguiente información secundaria y primaria.

2.1.1 Información secundaria

1. Examinar la base de datos de la Secretaría Distrital de Movilidad sobre la accidentalidad que involucre peatones. Con base a esta información, se registran las intersecciones donde han ocurrido los accidentes y se toma la decisión sobre qué intersección se va hacer el estudio de caso. Una vez hecho esto, se aplicará la metodología que se describe en este capítulo.
2. Consultar estudios anteriores en los que se hayan hecho aforos de volumen de peatones, vehículos y estudios de velocidad puntual, en la intersección donde se va aplicar la metodología. Si no disponemos de esta información, se deben hacer los aforos a los volúmenes peatonales (se aforaron en los cruces peatonales y en la sección transversal de las vías que es generalmente utilizada para el cruce de peatones), a los vehículos, y el estudio de velocidad puntual.

Hay que tener en cuenta, también, que el volumen de peatones se utiliza para sacar la cantidad mínima de personas a quien se debe aplicar la encuesta definitiva de preferencias reveladas. Mientras el volumen de vehículos se utiliza para saber las brechas

La velocidad interviene directamente en la accidentalidad peatonal, pues las investigaciones han demostrado que a velocidades bajas se producen menor cantidad y gravedad de accidentes puesto que existe mayor tiempo de percepción-reacción ante un imprevisto.

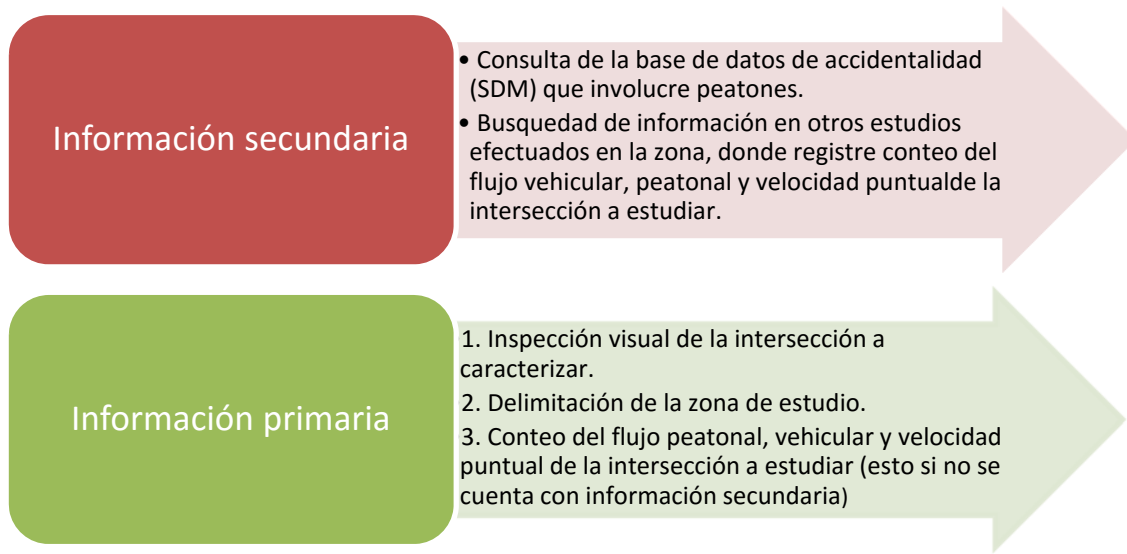
2.1.2 Información primaria

1. La delimitación de la zona de estudio está conformada por la intersección que se va a estudiar, definida por los otros cruces controlados, en los cuales se identifica el uso de

suelo. Esto se hace para conocer la zona y saber las diferentes alternativas de infraestructura peatonal que existen en el lugar. En el caso de no contar con información secundaria, se debe realizar aforos de flujo peatonal, vehicular y estudios de velocidad puntual.

2. Con el fin de observar la conducta de los peatones, es necesario hacer una inspección visual de la intersección donde se identifiquen los sitios de cruce, las situaciones en las cuales se puede presentar el riesgo de ser atropellados, entre otros. Con base a esta observación, se procede a delimitar la zona de estudio.

Figura 2-2: Esquema metodológico para la recopilación de la información.



Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Inspección de seguridad vial

Esta inspección permite identificar la existencia de infraestructuras peatonales y los factores asociados a riesgo de atropello, tales como: paraderos de buses, ancho de las calles, tipología de la vía, volumen de peatones y de vehículos, entre otros. Dicha información se utiliza para algunas preguntas de los formularios de encuesta y para analizar los resultados del formulario de encuesta definitiva.

A continuación, se presenta un formulario de inspección de seguridad vial:

Tabla **2-1**: Formulario de inspección de seguridad vial

1. Características geométricas prevalecientes: Intersección

Ancho de calzadas	_____
Numero de carriles	_____
Radios de giro	_____
Ubicación y dimensión de isletas	_____
Ancho de andenes	_____
Ancho de separadores	_____
Geometría de las rampas	_____
Gálibos verticales y horizontales	_____
Pendientes longitudinales	_____
Sistema de peraltado	_____
En Bifurcaciones	_____
En las calzadas	_____
En las rampas o conexiones	_____
En los puentes y/o Box vehiculares	_____

3. Estado de la infraestructura

Estado del pavimnto	_____
Estado de la acera	_____
Estado del separador	_____
Estado de la iluminación	_____
Estado del drenaje superficial	_____

4. Manejo de urbanismo

Arborización	_____
Monumentos	_____
Equipamientos (CAI, Paraderos, casetas, subestaciones eléctricas)	_____
Otros	_____

5. Clase y funciones de vía

Clase	_____
Función	_____
Carril exclusivo solo bus	_____
Ciclo vía	_____
Calle peatonal	_____
Otro	_____

6. Inventario de reductores de velocidad

Resaltos _____

Tachones _____

Tachas (ojos de garo) _____

Sonorizadores _____

Señalización horizontal _____

Otros _____

7. Características de los reductores de velocidad

Estado _____

Visibilidad _____

Efectividad _____

Pertinencia _____

Otro _____

8. Señalización Existente

Horizontal (pintura) _____

Vertical _____

Semafórica / programación _____

Intermitente _____

Tachones / Tachas _____

Zonas azules _____

Zonas amarillas _____

Paradero para minusválido _____

Estacionamiento permanente _____

Paradero de buses y/o busetas _____

Paradero de taxis _____

Paraderos de vehículos de carga _____

Sonorización para ciegos _____

Objetos fijos en la acera (bolardos, jardineras) _____

Obras en ejecución _____

9. Defectos en la señalización

Señalización errada _____

Señalización dañada _____

Señalización no visible _____

Falta de estandarización en el uso de las señales _____

De difícil comprensión _____

10. Señalización requerida

Reglamentaria

Informativa

Preventiva

11. Canalizaciones

Defensas

Tachones

Isletas

Carriles para cambio de velocidad

Carriles exclusivo de giro

12. Características de la canalización

Estado

Visibilidad

Eficiencia

Pertinencia

13. Tipo de usuarios

Conductor familiarizado

Conductor no familiarizado

Peatón familiarizado

Peatón no familiarizado

13. Transito comportamiento de vehículos

Flujos vehiculares principales

Origen/destino de los peatones

14. Transito: Peatones

Flujo principales de peatones

Origen/destino de los peatones

15. Uso de paraderos / Estacionamientos

Vehículos estacionados

correctamente

Vehículos estacionados

incorrectamente

16. Comportamiento

Comportamiento general de conductores

Comportamiento general de peatones

Comportamiento irregular conductores

Comportamiento irregular peatones

17. Factores contribuyentes en la accidentalidad

Obstáculos en la visibilidad vehículo / vehículo

Obstáculos en la visibilidad vehículo / peatón

Obstáculos en la calzada

Obstáculos en la acera

Condiciones físicas de cruces peatonales

18. Factores potenciales de accidentalidad

Obstáculos en la visibilidad vehículo / señalización

Obstáculos en la visibilidad peatón / señalización

Entrevistas con usuarios / transeúntes

Entrevistas con comerciantes / residentes

Fuente: Sáenz Saavedra - 2009.

2.2. Encuestas de *preferencia revelada*

Para recolectar información de los peatones y del viaje se deben aplicar encuestas de *preferencias reveladas*. En ellas se registra un formulario de encuesta donde se incluyan las características del individuo, el destino de su caminata, el sitio de cruce vial y todo lo referente a las distintas alternativas que existen en el lugar y las elecciones realizadas. A continuación, enumeramos los pasos para hacer las encuestas.

Figura 2-3: Esquema metodológico para la elaboración de encuestas de *preferencia reveladas*.



Fuente: Elaboración propia

2.2.1 Trabajo previo

Selección y determinación consistente de las variables que se van a estudiar. Para ello, se llevó a cabo un estudio bibliográfico sobre trabajos similares (tanto en ámbito nacional como internacional), lo cual proporcionó una idea preliminar sobre la base de formulario de encuesta y las variables que pueden ser fundamentales a la hora de elegir el cruce peatonal.

2.2.2 Diseño de la encuesta

Encuesta exploratoria: es un ensayo que se utiliza cuando la información previa del fenómeno a estudiar es escasa. A continuación, se presenta un formulario tipo de encuesta para hacer esta encuesta:

Tabla 2-2: Formulario de encuesta exploratoria.

INTERSECCION: _____

Hora de Inicio encuesta: _____

A. Donde cruzo la intersección?

Puente peatonal	
Deprimido o túnel	
A riesgo por la mitad de la cuadra	
Cebra	
Peatonal regulado por semáforo	
Peatonal regulado por semáforo con todas las fases en rojo	
Pompeyano	
Paso texturizado	
Otro	

Cual? _____

B. Por que prefirió ese cruce?

C. Características de la persona entrevistada (No preguntar solo observar):

Edad: !6 a 30 años 30 a 50 años Mayor de 50 años

Genero: M F

Hora final de la encuesta _____

Fuente: Elaboración propia

Este formulario se debe aplicar, como mínimo, a seis peatones que crucen la intersección, el cual consta de dos preguntas: ¿dónde cruzó la intersección? y ¿por qué prefirió ese tipo de cruce? Además, se relacionan algunas características de la persona entrevistada.

Encuesta de grupo focal: los grupos focales están constituidos por personas que han sido seleccionadas y convocadas por un investigador con el propósito de discutir y comentar,

desde su punto de vista, el t3pico o tema propuesto. Tambi3n es considerado como un tipo de entrevista grupal, ya que requiere entrevistar a un n3mero de personas a la misma vez.

A continuaci3n, se presenta un formulario tipo para hacer esta encuesta:

Tabla 2-3: Formulario de encuesta grupo focal.

INTERSECCION: _____

Hora de Inicio encuesta: _____

A. Que medio utilizo hoy para llegar a este punto?

Caminar	<input type="checkbox"/>	Cual Paradero? _____
Bus (SITP)	<input type="checkbox"/>	
Lo dejaron	<input type="checkbox"/>	Donde lo dejaron? _____
Taxi	<input type="checkbox"/>	_____
Veh3culo	<input type="checkbox"/>	
Otro	<input type="checkbox"/>	Cual? _____

B. Donde cruzo la intersecci3n?

Puente peatonal	<input type="checkbox"/>
Deprimido o t3nel	<input type="checkbox"/>
A riesgo por la mitad de la cuadra	<input type="checkbox"/>
Cebra	<input type="checkbox"/>
Peatonal regulado por sem3foro	<input type="checkbox"/>
Peatonal regulado por sem3foro con todas las fases en rojo	<input type="checkbox"/>
Pompeyano	<input type="checkbox"/>
Paso texturizado	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

Cual? _____

C. Por que prefiri3 ese cruce?

D. Enumere 4 Condiciones (variables) por los que eligi3 el cruce peatonal, orden3ndolos de acuerdo a la importancia que representa para usted.

I. _____

II. _____

III. _____

IV. _____

E. Caracter3sticas de la persona entrevistada (No preguntar solo observar):

Edad: !6 a 30 a3os 30 a 50 a3os Mayor de 50 a3os

Genero: M F

Hora final de la encuesta _____

Fuente: Elaboraci3n propia

Este tipo de encuesta se debe hacer a 10 personas como mínimo. En este formulario se adicionan dos preguntas con relación al anterior, con el fin de saber qué otras intersecciones ha cruzado y, sobre todo, con el objetivo de que el peatón enumere las variables que considere son determinantes en el cruce peatonal que realizó.

Encuesta piloto: con base a las respuestas de los encuestados en el formulario de encuesta de grupo focal, se elabora un formulario de encuesta piloto. En la tabla 2-4 se presenta un formulario tipo para hacer esta encuesta.

La muestra para esta encuesta deber ser mínimo a 10 a personas. En él se cuantifica el grado de importancia de la variable a través de una pregunta y, de igual forma, se relaciona la variable tiempo.

Encuesta definitiva: la aplicación de la encuesta definitiva de *preferencias reveladas* consiste en una entrevista de interceptación posterior al cruce peatonal. En la tabla 2-5 se presenta un formulario tipo para hacer esta encuesta.

Tabla 2-4: Formulario de encuesta piloto.

INTERSECCION: _____

Hora de Inicio encuesta: _____

A. Va apurado a su destino? SI No

B. Que medio utilizo hoy para llegar a este punto?

Caminar	
Bus (SITP)	
Lo dejaron	
Taxi	
Vehículo	
Otro	

Cual Paradero? _____

Donde lo dejaron? _____

Cual? _____

C. Donde cruzo la intersección?

Puente peatonal
Deprimido o túnel
A riesgo por la mitad de la cuadra
Cebra
Peatonal regulado por semáforo
Peatonal regulado por semáforo con todas las fases en rojo
Pompeyano
Paso texturizado
Otro

Cual? _____

D. Que tan importante fueron las siguientes variables (condiciones)al momento de decidir por donde cruzo la intersección?

Condición	No Importante	Poco Importante	Medianamente Importante.	Sumamente Importante.
Existencia de infraestructura peatonal				
Volumen de tráfico vehicular				
Velocidad de los vehículos				
Tiempo de espera para poder cruzar				
Presencia de otros peatones cruzando la calle.				
Distancia (o tiempo disponible) a mi destino siguiente				

F. Características de la persona entrevistada (No preguntar solo observar):

Edad: !6 a 30 años 30 a 50 años Mayor de 50 años

Genero: M F

Traía Libros o paquetes Si No

Embarazada SI No

Hora final de la encuesta _____

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-5: Formulario de encuesta definitiva.

INTERSECCION: _____

Hora de Inicio encuesta: _____

A. Va apurado a su destino? SI No

B. Cual es el propósito de su viaje?

Trabajo Estudio Compras Otro

C. Que medio utilizo hoy para llegar a este punto?

Caminar
 Bus (SITP) Cual Paradero? _____
 Lo dejaron Donde lo dejaron? _____
 Taxi
 Vehículo
 Otro Cual? _____

D. Donde cruzo la intersección?

Puente peatonal
 Deprimido o túnel
 A riesgo por la mitad de la cuadra
 Cebra
 Peatonal regulado por semáforo
 Peatonal regulado por semáforo con todas las fases en rojo
 Pompeyano
 Paso texturizado
 Otro Cual? _____

E. Que tan importante fueron las siguientes variables (condiciones)al momento de decidir por donde cruzo la intersección?

	No es importante	Es poco importante	Es importante	Es muy importante
Existencia de infraestructura				
Volumen Vehicular				
Velocidad de los vehiculos				
Tiempo de esperar para poder cruzar				
Presencia de otros peatones cruzando la calle				
Distancia (o tiempo disponible) a mi destino siguiente				
Otro (Indicar)				
Condiciones ambientales				
Seguridad personal				
Riesgo de atropello				
Entorno urbano				
Otro				

F. Como califica la experiencia de haber cruzado la av. Boyaca por ese cruce

Muy Mala Mala Regular Buena Muy buena

G. Características de la persona entrevistada (No preguntar solo observar):

Edad: 16 a 30 años 30 a 50 años Mayor de 50 años
 Genero: M F
 Traía Libros o paquetes Si No
 Embarazada Si No
 Problemas de movilidad física Si No
 Venia caminando en grupo Si No

Hora final de la encuesta _____

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el tamaño de la muestra se deben analizar los registros de flujos peatonales disponibles. Así como utilizar la fórmula que aparece en la metodología de *Encuestas de intersección* (Ortuzar y Willumsen, 2008), que a continuación transcribimos.

Fórmula:

$$n = \frac{p(1-p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}} \quad (1)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

p: Valor crítico; se aconseja 0,5

e: Porcentaje de error de la encuesta; se tomó el 10 % de error.

z: Confiabilidad de la encuesta; se tomó 1,645

N: Población (peatones por hora); se tomó el volumen máximo de peatones registrados en hora pico.

En este formulario de encuesta se pregunta el propósito del viaje con el fin de establecer la variable uso de suelo (toma relevancia para determinar la cantidad de personas que cruzan la intersección en un sitio específico), y se incluye la observación adicional si la persona presentaba problemas de movilidad física.

- **Tiempo de viaje asociado a cada una de las alternativas**

Se debe calcular el tiempo de viaje asociado a cada una de las alternativas, para el análisis de los resultados del formulario de encuesta definitiva. Se puede determinar una velocidad de caminata con base en mediciones de tiempo de caminata de acuerdo con la edad. Para los cálculos de tiempo, según Tarawneh (2001), se puede suponer que las personas que van acompañadas caminan a la misma velocidad que si hubieran ido solas, pues se ha estimado que la velocidad de caminata en un cruce es la misma para una persona que vaya sola que para quienes van en grupos de dos personas; por su parte, para grupos de tres personas o más, la diferencia es de 0,01 m/s. Según la *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá* (IDU, 2014), la velocidad característica es de 1,2 m/s.

Para determinar el tiempo de cruce de la intersección, por un lado, se deben calcular las brechas (disponibilidad de tiempo que la corriente de tránsito ofrece a los peatones para que puedan cruzar la vía de forma segura). Por otra parte, si contamos con semáforos ubicados en las cercanías de los sitios de cruce, se tiene en cuenta la programación de estos, dado que cuando existe algún sistema de control para detener el flujo vehicular, los peatones disponen del tiempo necesario para cruzar la vía por completo. Para determinar las brechas en aquellos casos en donde los peatones no tengan dicha facilidad, se pueden realizar mediciones en la zona de estudio o se puede aplicar un modelo de aceptación de brechas para estimar las demoras de los peatones (Gibson, 2001). En este último caso, la expresión matemática está dada por:

$$d = \frac{\exp(\tau q_p) - 1}{(1 - \Delta q_p) q_p} - \tau + \frac{q_p \Delta^2}{2} \frac{1 + \Delta q_p}{1 - \Delta q_p} \quad (1)$$

Donde:

d : Demora del peatón (tiempo de espera para poder cruzar)

τ : Brecha crítica

q_p : Flujo vehicular en la vía que deben cruzar los peatones

Δ : Intervalo mínimo (θ/q_p), θ es la proporción de vehículos en pelotón.

Para aplicar el modelo de brechas se debe recopilar información, durante el periodo de análisis de los flujos vehiculares, la brecha crítica y la proporción de vehículos que circulan en pelotón. La brecha crítica corresponde al intervalo mínimo en el flujo vehicular que acepta el peatón para cruzar. Esta es distinta según la percepción al riesgo que tenga cada individuo, según el género y la edad.

2.3. Recolección de datos y análisis de resultados

Análisis de resultados: con base a la información que se registran en los formularios de encuesta se procede a:

1. Sacar las estadísticas por cada pregunta que se registró en los formularios de encuesta definitiva. Las variables que obtenga el mayor porcentaje de favorabilidad (>51 %) son las que se tienen en cuenta como relevantes que determinan el cruce.
2. Hacer un listado de todas las variables relevantes que se encontraron.
3. *Clasificar las variables:* para una mejor interpretación se deben clasificar las variables según sus características así: variables del tránsito, aquellas que describen cuantitativamente las características de flujo tanto vehicular como peatonal; variables físico-operativas, las cuales muestran algunas de las condiciones del sistema vial de la ciudad, su planeación y organización, influyendo notablemente en el funcionamiento y operación de los cruces peatonales, y por último las variables que determinan las características del peatón y su comportamiento, las cuales involucran el comportamiento que el peatón muestra frente a los diferentes sistemas de tratamiento peatonal y la incidencia de la accidentalidad en los mismos.

Con base en la información que se relacionó en el marco teórico se puede establecer que las variables referentes a las características del peatón y a su comportamiento, son susceptibles a cada individuo (cualitativo). Además, es complejo determinar un patrón de comportamiento frente a diferentes circunstancias, estos son importantes para saber la necesidad de los peatones ante escenarios externos como inseguridad en el sitio de cruce, que impiden su adecuado uso.

Así las cosas, las variables que determinan los tipos de cruces peatonales son las referidas al tránsito, y a las variables físicas y operativas.

1. Para cumplir el objetivo específico de este trabajo «Plantear un esquema conceptual preliminar de la forma como se puede determinar el tipo de cruce peatonal, dependiendo de las variables representativas identificadas», se deben seguir los pasos que a continuación se indican:
 - a. Con dos o más variables relevantes obtenidas a través de la metodología, se entra en la tabla No. 2-6 y se determina la clasificación funcional de la vía.

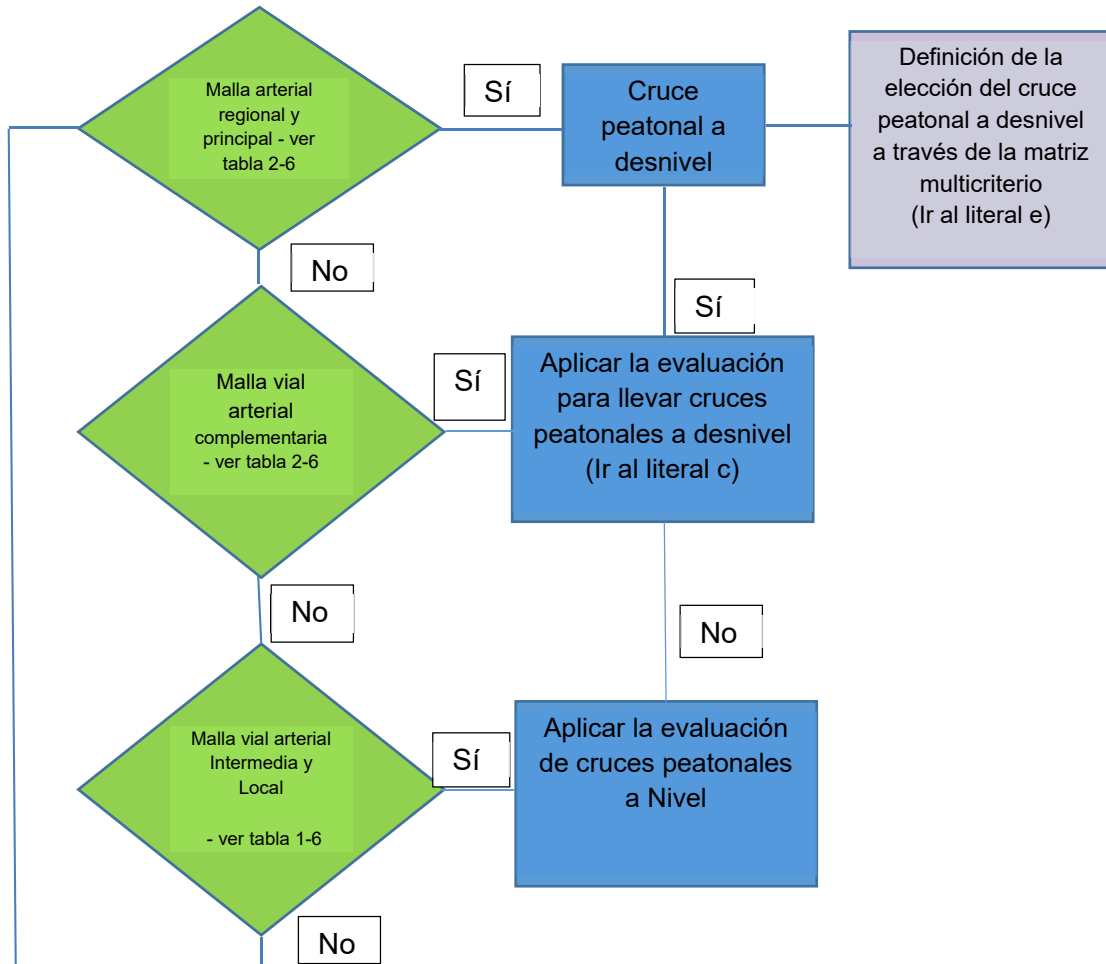
Tabla 2-6: Interrelación variables físicas, operativas y de tránsito.

CLASIFICACION FUNCIONAL	VARIABLES FISICAS Y OPERATIVAS				VARIABLES REFERENTE A TRANSITO					
	JERARQUIA	ANCHO MIN SECCION TRANSVERSAL (m)	FUNCION	TIPO DE VIA	USO DE SUELO	VOLUMEN VEHICULAR	VOLUMEN PEATONAL	TIPO DE TRAFICO	BRECHA	VELOCIDAD DE OPERACION (Km/Hora)
Malla vial arterial Regional y Principal	V0	100	Movilidad	De larga distancia	Zonas institucionales, comerciales y recreativas	> 4.000 veh/hora/via	> 1.501 peat/hora	V. Livianos V. Pesados V. Emergencia V. Proveedores y Servicios Transporte Masivo	Mínimas	60 - 100
	V1	60	Movilidad	De larga distancia	Zonas institucionales, comerciales y recreativas	> 4.000 veh/hora/via	> 1.501 peat/hora	V. Livianos V. Pesados V. Emergencia V. Proveedores y Servicios Transporte Masivo	Mínimas	60 - 100
Malla Vial Arterial Complementaria	V2	40	Movilidad y Conectividad	De larga distancia	Zonas institucionales, comerciales, recreativas, Residencial, Metropolitana de Servicios	< 4.000 veh/hora/via	< 1.500 peat/hora	V. Livianos V. Pesados con Restricciones V. Emergencia V. Proveedores y Servicios Transporte Masivo Transporte Publico	Mínimas	40 - 60
	V3	25-30	Conectividad	De media distancia	Zona residencial Zona Metropolitana de Servicios	< 2.000 veh/hora/via	< 1.100 peat/hora	V. Livianos V. Emergencia V. Proveedores y Servicios Transporte Publico	> 60 brechas/hora	40 - 60
Malla Vial Arterial Intermedia	V4	22	Conectividad y Permeabilidad	De paso y local	Zona residencial Zona Metropolitana de Servicios	< 2.000 veh/hora/via	< 1.100 peat/hora	V. Livianos V. Emergencia V. Proveedores y Servicios Transporte Publico	> 60 brechas/hora	30 - 60
	V5	18	Permeabilidad	De paso y local	Zona Residencial	< 2.000 veh/hora/via	< 1.100 peat/hora	V. Livianos V. Emergencia V. Proveedores y Servicios Transporte Publico	> 60 brechas/hora	30 - 60
	V6	16	Permeabilidad y Acceso a Predios	De paso y local	Zona Residencial	< 2.000 veh/hora/via	< 1.100 peat/hora	V. Livianos V. Emergencia V. Proveedores y Servicios Transporte Publico	> 60 brechas/hora	30 - 60
Malla Vial Local	V7	13	Acceso a Predios	Local	Zona Residencial	< 750 veh/hora/via	< 1.100 peat/hora	V. Livianos V. Emergencia V. Proveedores y Servicios	> 60 brechas/hora	< 30
	V8	10	Acceso a Predios	Local	Zona Residencial	< 750 veh/hora/via	< 1.100 peat/hora	V. Livianos V. Emergencia	> 60 brechas/hora	< 30
Vías Peatonales y Alamedas	V9		Acceso a predios, encuentros y recreación	De paso y local	Zona Residencial	< 750 veh/hora/via	< 1.100 peat/hora	Peatonos	> 60 brechas/hora	NA

Fuente: Elaboración propia a partir de la *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá* (IDU, 2014) y el *Estudio de las variables que determinan la localización de los cruces peatonales en Santa Fé de Bogotá* (Hurtado y Torres, 2000).

- b. Con esta clasificación se va al flujograma de la figura 2-4, el cual nos remite a una solución: paso a desnivel o dos flujogramas que determinan el tipo de cruce peatonal.

Figura 2-4: Flujograma para determinar el tipo de cruce peatonal



Fuente: Elaboración propia con base a la información que registra la tabla 2-6.

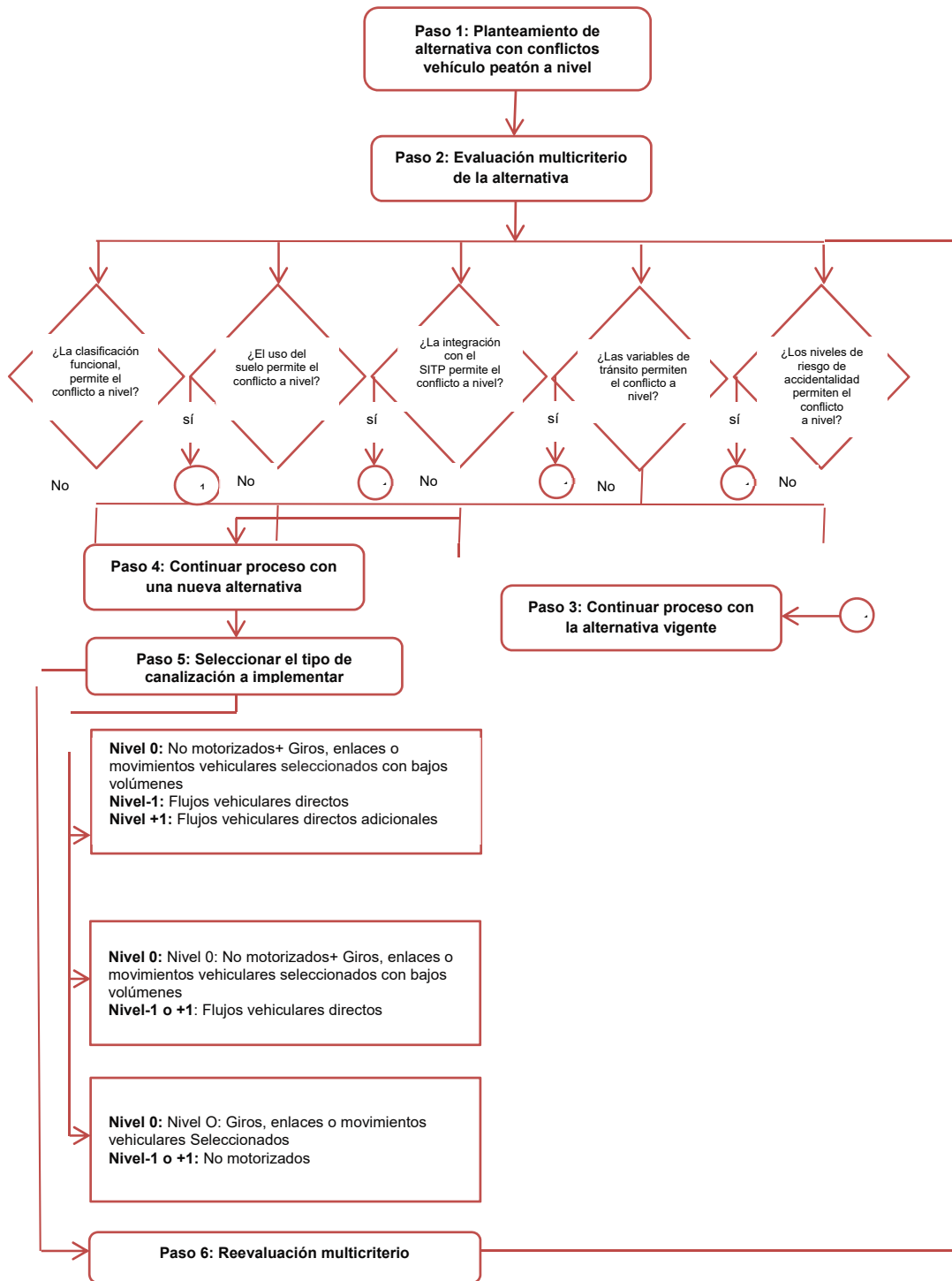
En el evento de requerirse un cruce peatonal en una vía de clasificación de «malla arterial regional y principal», es decir, para vías tipo V0 y V1, la única alternativa posible que garantiza condiciones de seguridad es el del cruce peatonal a desnivel (segregación vertical entre vehículos y peatones). Esto obedece al ancho en sección transversal, alto volumen vehicular, altas velocidades y mínimas brechas que se manejan en este tipo de vías.

2.3.1 Determinación de cruces peatonales a desnivel para malla vial arterial complementaria

Para las vías de clasificación de «malla vial arterial complementaria» se sugiere llevar a cabo la evaluación. Y para establecer cruces peatonales a desnivel, como los que se plantean en la figura 2-5, están presentes variables físicas y operativas.

Este flujograma inicia con las variables representativas de la metodología. Allí se debe dar respuesta a la pregunta que involucre cada variable, lo cual sirve para la inspección de la seguridad vial, información primaria y secundaria. Ahora bien, una vez analizada cada respuesta, se define si el cruce va a desnivel o a nivel y si va a nivel se debe ir al flujograma de la figura 2-6.

Figura 2-5: Evaluación para llevar cruces peatonales a desnivel



Fuente: Elaboración propia con base en la *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá* (IDU, 2014)

2.3.2 Elección del tipo de cruce peatonal a desnivel

La elección del tipo de cruce peatonal a desnivel (puente o túnel) se sugiere hacerlo a través de una evaluación multicriterio. A continuación, se presenta un método para la una decisión multicriterio:

- **Método del *scoring***

El método del *scoring* es una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible en un problema de decisión multicriterio. Las etapas son las siguientes:

- I. Identificar la meta general del problema:** el cruce seguro de una vía a través de un cruce a desnivel.
- II. Identificar las alternativas:**
 - ✓ (1) Puente peatonal,
 - ✓ (2) Cruce a través de túnel peatonal
- III. Listar los criterios a emplear en la toma de decisión:** a nivel de sugerencia se presentan los siguientes criterios
 - ✓ *Social:* predisposición del usuario frente al uso de las infraestructuras
 - ✓ *Económico:* el valor de la infraestructura.
 - ✓ *Nivel de servicio:* tiempo del peatón cruzando.
 - ✓ Topografía del terreno
- IV. Asignar una ponderación para cada uno de los criterios:**
 - ✓ 1 = muy poco importante
 - ✓ 2 = poco importante
 - ✓ 3 = importancia media
 - ✓ 4 = algo importante
 - ✓ 5 = muy importante
- V. Establecer en cuanto satisface cada alternativa a nivel de cada uno de los criterios empleando una escala:**
 - (1)= bajo; (2)= medio; (3)= poco alto; (4)=alto; (5)=muy alto.

VI. Calcular la ponderación para cada alternativa (el score):

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij}$$

Donde: r_{ij} = rating de la alternativa j en función del criterio i

w_i = ponderación para cada criterio i

S_j = score para la alternativa j

VII. Ordenar las alternativas en función del score. La alternativa con el score más alto representa la alternativa a recomendar.

2.3.3 Determinación de cruces peatonales a nivel para malla vial arterial intermedia, local y malla vial arterial complementaria cuando aplique

Hasta este punto, en consecuencia, los criterios que a continuación se exponen excluyen los cruces peatonales a desnivel. Están limitados a las vías de clasificación de «malla vial arterial intermedia», «malla vial local» (o en los casos donde la evaluación para llevar cruces a desnivel de la «malla vial arterial complementaria» lo determine). Por su parte, la infraestructura peatonal que resulte más apropiada debe responder a solucionar las variables referentes al tránsito.

- **Conflicto vehículos - peatones**

La justificación para proveer un tipo de infraestructura peatonal para el cruce peatonal u otra está fuertemente relacionada con el grado de conflicto que presentan los movimientos o flujos peatonales y vehiculares.

Un buen indicador del conflicto: vehículo–peatón es aquel que utiliza *el Ministerio de Transportes Británico (criterio que recientemente está reglamentado en el Ministerio de Transporte de Colombia)*, el cual está dado por la relación PV_2 , siendo P = peatones por hora y V= vehículos por hora, Ambos valores correspondientes al promedio de cuatro horas de mayor congestión.

Para determinar lo anterior, deben efectuarse aforos en forma horaria para el (los) día(s) en que un análisis preliminar indique como más conflictivo(s) y en a lo menos las cuatro horas de máximo flujo vehicular y/o peatonal.

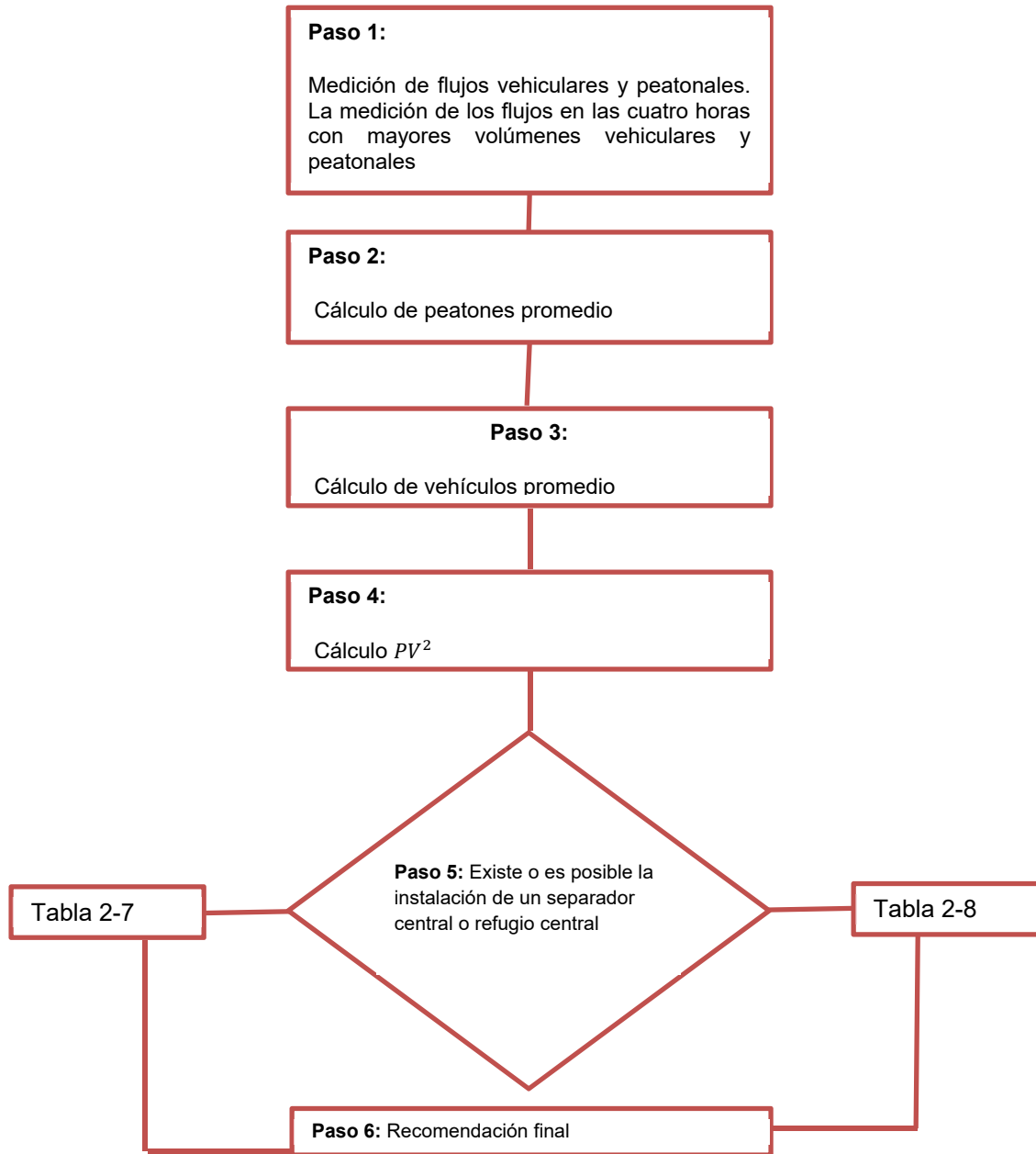
- **Aforos peatonales**

En estos aforos se deben considerar todos los peatones que cruzan la calzada en un área que se extiende, como máximo, 50 m a cada lado de la localización del potencial cruce estudiado.

- **Aforos vehiculares**

En el caso de los vehículos, se deben contabilizar simultáneamente todos los flujos vehiculares que deban ser cruzados por los peatones. Estos aforos no consideran ningún factor de equivalencia, por lo que, por ejemplo, las motos son contabilizados como un vehículo más. Como resultado de esta fase se elaboró el siguiente flujograma:

Figura 2-6: Evaluación de cruces peatonales a nivel para vías de clasificación de «malla vial arterial intermedia», «malla vial local».



Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Transporte (2015).

Tabla 2-7: Recomendación del tipo de cruce cuando no existe separador central.

PV²	P	V	Recomendación
Sobre 10⁸	50 a 500	300	Cruce con cebra y cambio de textura
	501 a 1.100	301 a 500	Cruce con cebra y pompeyano
	501 a 800	501	Semáforo peatonal con fase vehicular todo rojo
	801 a 1.100	>502	Semáforo peatonal
	>1.100		Semáforo peatonal

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Transporte (2015).

Tabla 2-8: Recomendación del tipo de cruce cuando existe separador central o refugio central.

PV²	P	V	Recomendación
Sobre 2 x 10⁸	50 a 500	350	Cruce con cebra y cambio de textura
	501 a 1.100	351 a 749	Cruce con cebra y pompeyano
	501 a 800	> 750	Semáforo peatonal con fase vehicular todo rojo.
	801 a 1.100	> 751	Semáforo peatonal
	>1.100		Semáforo peatonal

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Transporte (2015).

En el anexo A se transcribe la metodología propuesta para solucionar conflictos vehículo peatón con relación a la *geometría de las intersecciones*, publicación que se encuentra disponible en el centro de documentación desde diciembre 11 de 2014 y se titula: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá* (IDU, 2014).

3. Estudio de caso

A continuación, se presenta la aplicación de la metodología planteada en el capítulo dos, mediante un estudio de caso.

3.1 Recopilación de información

3.1.1 Información secundaria

Se tomó la información suministrada por la Secretaria Distrital de Movilidad, en relación a las intersecciones de la ciudad de Bogotá, donde se registró el mayor número de accidentes en los años 2010 a 2012.

Tabla 3-1: Intersecciones que presentaron mayor número de accidentalidad en Bogotá.

Número	Nombre	Infraestructura peatonal existente
1	Autopista Norte x diagonal 182	Puente peatonal
2	Avenida Ciudad de Cali x Carrera 104	Interseccion semaforizada con fase peatonal
3	Carrera 7 x calle 163 A	Se restringui el acceso al giro 3 mediante la ampliacion del separador.
4	Avenida calle 80 x carrera 114	Interseccion semaforizada con fase peatonal
5	Avenida Centenario x carrera 113	Interseccion semaforizada con fase peatonal
6	Avenida Centenario x carrera 104	Interseccion semaforizada con fase peatonal
7	Avenida Ciudad de Cali x Calle 26	Puente peatonal
8	Avenida Boyaca x calle 72	Puente peatonal
9	Avenida carrera 30 x calle 70	Puente peatonal
10	Carrera 7 x calle 85	Interseccion semaforizada con fase peatonal

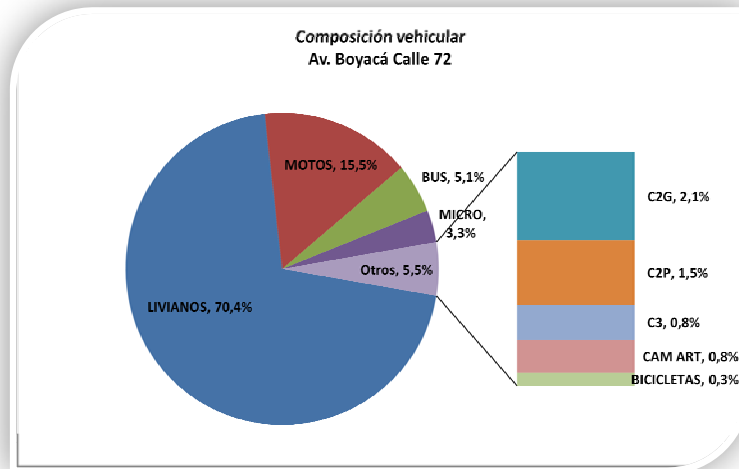
Número	Nombre	Infraestructura peatonal existente
11	Avenida Circunvalar x calle 91	Interseccion semaforizada con fase peatonal
12	Avenida Boyaca x calle 22	No existe ningun tipo de estructura
13	Avenida de las Americas x carrera 78 (Estacion Banderas)	Puente peatonal
14	Carrera 80 x calle 55 sur	Interseccion semaforizada con fase peatonal
15	Avenida 1 de mayo x carrera 71F	Puente peatonal
16	Avenida de las Americas x carrera 30	Puente peatonal
17	Avenida Boyaca x calle 40 sur	Interseccion tipo cebra
18	Carrera 10 x calle 16	Interseccion semaforizada con fase peatonal
19	Avenida Caracas x calle 40 sur	Interseccion semaforizada con fase peatonal
20	Avenida Caracas x autopista al Llano	Interseccion semaforizada con fase peatonal

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad.

Se decidió estudiar la intersección de la avenida Boyacá x calle 72, dado la alta proporción de peatones cruzando dicha avenida, y el elevado número de accidentes que se registraron en los años 2010 a 2012.

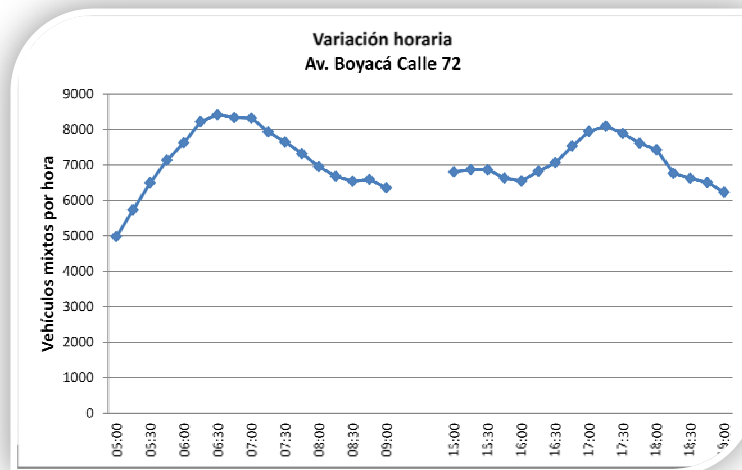
- **Aforos de flujos vehiculares, peatonales en la zona de estudio**

Se tomó información secundaria del estudio del Fondo de Prevención Vial (2011) titulado *Identificación y propuestas de solución en cinco puntos críticos de accidentalidad de peatones de cinco ciudades colombianas*. La información que se tomó se describe a continuación:

Figura 3-1: Composición vehicular.

Fuente: Fondo de Prevención Vial (2011).

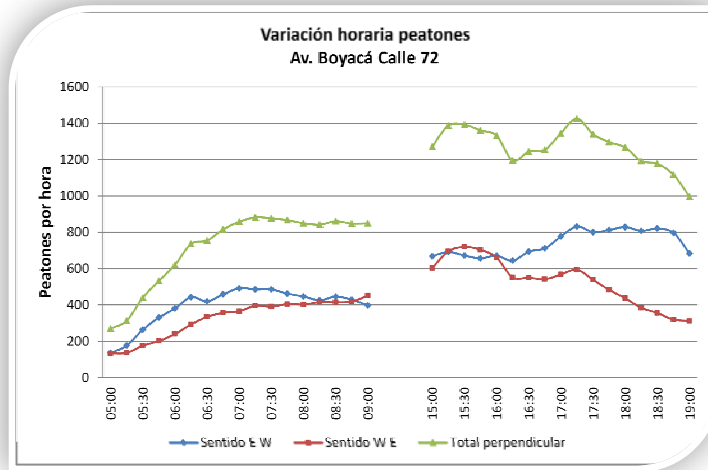
Mayoritariamente livianos (70 %), motos 16 %. Buses 8,4 %. Bicicletas apenas alcanzan 0,3 %.

Figura 3-2: Variación horaria vehículos.

Fuente: Fondo de Prevención Vial (2011).

Para toda la intersección. Hora pico mañana entre 06:30-07:30, en la tarde es de menor magnitud, va de 17:15-18:15.

Figura 3-3: Variación horaria peatones.



Fuente: Fondo de Prevención Vial (2011)

Muy fuerte en la tarde, cerca de 1400 peatones cruzando la Avenida Boyacá, coincide con la hora pico vehicular.

Figura 3-4: Volúmenes peatonales y vehiculares para la hora pico peatonal.



Fuente Fondo de Prevención Vial (2011).

Peatones sobre los dos puentes peatonales a los dos costados del puente vehicular.

- 882 peatones hora pico mañana, 230 cruzan a nivel.
- 1426 peatones hora pico tarde, 158 a nivel.
- El costado norte del puente es por donde más peatones cruzan a nivel.

Velocidad de los vehículos que circulan por la avenida Boyacá es de 60 Km /h

3.1.2 Información primaria

- **Delimitación de la zona de estudio**

De acuerdo con las observaciones que se hicieron a los peatones que cruzan la avenida Boyacá x calle 72, se identificó el área por donde caminan desde el acenso y descenso, así como el modo de transporte en que viajaron hacia los lugares de destino.

La zona de estudio está comprendida de norte a sur entre la calle 73 y calle 69B, y de este a oeste, entre la carrera 70G y la carrera 74A. El detalle de la zona de estudio se muestra en la figura 3-5.

Figura 3-5: Detalle de zona de estudio.



Fuente: mapa de Google.

Las variables que se van a determinar corresponden al cruce de los peatones que utilizan la avenida Boyacá x calle 72, a través de los puentes peatonales y los que lo hacen a riesgo por la misma.

3.2 Inspección de seguridad vial

La inspección de seguridad vial en la zona de estudio se hizo entre el 16 y 17 de abril de 2015, utilizando la tabla 2-1, cuyas observaciones se detallan a continuación: en primer lugar, según las observaciones realizadas, el uso del suelo en la zona de estudio es residencial, comercial y de servicios:

Figura 3-6: UPZ Las Ferias, Boyacá Real.



Fuente: Elaboración propia.

Foto 3-1 Comercio y servicios UPZ Ferias







Foto 3-2: Comercio y servicios UPZ Boyacá Real



Figura 3-7: Formato de seguridad vial

INTERSECCION AVENIDA BOYACA X CALLE 72	
1. Características geométricas prevalecientes	
Ancho de calzadas	Cuatro calzadas, dos por sentido. Calzadas paralelas de 6 metros, y calzadas centrales de 9 metros.
Numero de carriles	Dos carriles en las calzadas paralelas y tres carriles en las calzadas centrales.
Radios de giro	No aplica
Ubicación y dimensión de isletas	Existe una isleta central de 6m aproximadamente.
Ancho de andenes	Andenes de 6 metros aproximadamente
Ancho de separadores	Dos separadores de 2 m aproximadamente
Geometría de las rampas	No aplica
Gálibos verticales y horizontales	Galibo vertical 4.5 m. en los carriles centrales
 <p style="margin-left: 200px;">Planta Av. Boyacá X calle 72</p>	
2. Estado de la infraestructura	
Estado del pavimento	Bueno
Estado de la acera	Bueno
Estado del separador	Bueno
Estado de la iluminación	Tiene luminarias
Estado del drenaje superficial	No se observan charcos, al parecer tienen buen drenaje
 <p style="margin-left: 100px;">Se observa estado bueno del pavimento y luminarias, costado oriental</p>	

<p>3.</p> <p>Arborización</p> <p>Monumentos</p> <p>Equipamientos (CAI, Paraderos, casetas, subestaciones eléctricas)</p>	<p>Manejo de urbanismo</p> <p>No hay</p> <p>No hay</p> <p>Existe 2 paraderos en el costado occidental y tres en el costado oriental</p>
	
<p>Señal de paradero STIP y tres paraderos costado Oriental</p>	
	
<p>Señal de paradero STIP y dos paraderos costado Occidental</p>	
<p>4.</p> <p>Clase</p> <p>Función</p> <p>Carril exclusivo solo bus</p> <p>Ciclo ruta</p> <p>Calle peatonal</p>	<p>Clase y funciones de vía</p> <p>V1</p> <p>Vía arteria</p> <p>No hay</p> <p>En el costado occidental de la Av. Boyacá</p> <p>Existe dos andenes peatonales en cada costado, que son accesos a los puentes peatonales</p>
	
<p>Acceso a las rampas de los puentes costado oriental, lado norte y sur de la calle 72</p>	



Acceso a las rampas de los puentes costado oriental, lado norte y sur de la calle 72

5. Inventario de reductores de velocidad	
Resaltos	No hay
Tachones	No hay
Tachas (ojos de gato)	No hay
Sonorizadores	No hay
Señalización horizontal	Existe, pero borrosa
Otros	

6. Señalización Existente	
Horizontal (pintura)	Borrosa, en sitios no están demarcados los carriles
Vertical	Existe, pero la mayoría en mal estado



Señales verticales en mal estado, y no hay presencia de señalización horizontal

Semafórica / programación

No existe semáforos en la calle 72 x Av. Boyacá, las intersecciones semafóricas están en la calle 75 y calle 66A x Av. Boyacá



Intersecciones semafóricas - Calle 75 x Av. Boyacá y
Calle 66A X Av. Boyacá

Intermitente	No cuenta con el semáforo S3, ninguna intersección
Tachones / Tachas	No hay
Zonas azules	No hay
Zonas amarillas	No hay
Paradero para minusválido	No hay
Estacionamiento permanente	No hay
Paradero de buses y/o busetas	Existe en cercanías de la intersecciones
Paradero de taxis	No hay
Paraderos de vehículos de carga	No hay
Sonorización para ciegos	No hay
Objetos fijos en la acera (bolardos, jardineras)	Existe bolardos en los dos costados de la Av. Boyacá
Obras en ejecución	No hay

7.

Defectos en la señalización

Señalización errada	No hay
Señalización dañada	Si hay
Señalización no visible	Si hay
Falta de estandarización en el uso de las señales	No aplica



Estado de las señales, Av. Boyacá x calle 72

8.	Señalización requerida
Reglamentaria	Si hace falta, (Prohibido paso de peatones)
Informativa	No
Preventiva	No
9.	Canalizaciones
Defensas	No hay
Tachones	No hay
Isletas	Si hay una central y dos paralelas
Carriles para cambio de velocidad	Si hay
Carriles exclusivo de giro	No hay
	
Canalizaciones, Av. Boyacá x calle 72	
10.	Características de la canalización
Estado	Bueno
Visibilidad	Buena
11.	Tipo de usuarios
Conductor familiarizado	Si
Peatón familiarizado	SI
12.	Transito comportamiento de vehículos
Flujos vehiculares principales	Flujo 1 y 2 (Norte - Sur y Sur - Norte)
Origen/destino de los vehículos	No se conoce.
13.	Transito: Peatones
Flujo principales de peatones	Occidente y oriente de la calle 72 X AV. Boyacá
Origen/destino de los peatones	Trabajo, estudio y unos pocos comercio.
14.	Uso de paraderos / Estacionamientos
Vehículos estacionados correctamente	No
Vehículos estacionados incorrectamente	Si en los accesos a las rampas del puente peatonal



Parqueo de vehículos en el
acceso sur occidental de la AV.
Boyacá x Calle 72

15. Comportamiento

Comportamiento general de conductores

Debido a la implementación de los paraderos del SITP, los paraderos se respetan

Comportamiento general de peatones

Pasan por los puentes peatonales

Comportamiento irregular conductores

Paran en sitios no permitidos

Comportamiento irregular peatones Muy pocos pasan a riesgo por la Av. Boyacá x calle 72

16. Factores contribuyentes en la accidentalidad

Obstáculos en la visibilidad vehículo / vehículo

No existen

Obstáculos en la visibilidad vehículo / peatón

Vehículos estacionados.

Obstáculos en la calzada

No existen

Obstáculos en la acera

Existen presencia de vendedores peatonales, costado sur oriental de la Av. Boyacá x calle 72

Condiciones físicas de cruces peatonales

Existen dos puentes peatonales a lo largo del puente vehicular de la calle 72 x Av. Boyacá.





Puente peatonal de la calle 72 x Av. Boyacá, costado sur



Puente peatonal de la calle 72 x Av. Boyacá, costado norte

Con la inspección de seguridad vial se determinó que, en general, los andenes están en buen estado pues no se observan charcos y tienen anchos uniformes. Ahora bien, aunque no existen rampas o vados: en las esquinas de la avenida Boyacá (costado occidental y oriental), estas cuentan con andenes que separan las calzadas; no obstante, también faltan señales de tránsito, horizontales y verticales. Respecto a la existencia de infraestructura peatonal, hay dos puentes peatonales que cuentan con iluminarias a cada lado del puente vehicular, y cinco paraderos, tres en el costado oriental y dos en el occidental. Así mismo, se nota presencia de vendedores ambulantes en el andén de la esquina sur oriental.

3.3. Encuesta de preferencias reveladas

3.3.1. Diseño de encuesta

Para el diseño de la encuesta de *preferencias reveladas* se tuvo en cuenta una serie de etapas. Primero, se realizaron encuestas exploratorias; segundo, una vez hecho el análisis de las anteriores, se procedió con las encuestas de grupo focal; tercero, se llevó a cabo la encuesta piloto; y cuarto, se aplicó la encuesta definitiva.

- **Encuesta exploratoria**

El día 21 de abril de 2015 entre las 6:00 a. m. y 9:00 p. m. se realizaron 10 encuestas exploratorias a los transeúntes, en el cruce utilizado para atravesar la avenida Boyacá. Allí se les consultó características personales tales como edad, género. De acuerdo con la experiencia, las personas entrevistadas entendieron bien la encuesta y dieron la Información rápidamente. En promedio, tardaron dos minutos contestando. El formulario que se empleó para realizar esta encuesta está relacionado en la tabla 2-1.

- **Encuestas de grupo focal**

Después de haber realizado la encuesta exploratoria, se analizaron los resultados obtenidos y se procedió hacer el formulario de encuesta de grupo focal que se muestra en la tabla 2-2. Las principales observaciones realizadas al formulario de encuesta fueron resumidas así:

- **Aspectos generales**
- Las decisiones que los peatones toman sobre elección de cruce peatonal hacia su destino, son similares entre los encuestados.
- Un elemento clave es el uso del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), ya que los peatones llegan a paraderos o buscan los mismos, para desplazarse a otro sitio.
- El cruce peatonal de los transeúntes puede dividirse en: las personas que planifican su viaje y las espontáneas.

3.3.2 Variables consideradas en la elección de los cruces peatonales

Dentro de las personas que planifican su viaje, la primera selección se realiza en torno a la variable tiempo. La segunda que se menciona al momento de elegir el cruce peatonal es la seguridad ciudadana. Esta variable es un determinante racional relacionado con la experiencia personal o de un conocido, pues prefieren caminar por cruces peatonales que consideran más seguros donde estén acompañados por otros peatones. También mencionan el entorno, el gusto por caminar y el uso del suelo. Es importante, de igual forma, la ubicación del destino al que se dirigen y la costumbre que tienen de caminar por la misma ruta. Por último, los factores espontáneos de mayor posibilidad de variación son la variable clima (sombra, lluvia), horario y habitualidad de la ruta.

3.3.3 Factores que consideran los peatones para el cruce vial a riesgo

Respecto a la interacción con los vehículos al momento de un cruce de los peatones que lo hicieron a riesgo, se tiene en cuenta, primeramente, la distancia y velocidad del automóvil. Pero también, estos mencionan la importancia del tipo de vehículo. Sienten que un vehículo pequeño maneja más a la defensiva, y asimismo, consideran la longitud del cruce.

El cruce a mitad de cuadra (a riesgo por la avenida Boyacá) no se justifica dado que el ahorro de tiempo es 46 segundos (longitud de las rampas del puente peatonal). No

obstante, al ser una ruta habitual se asume el riesgo con una mayor confianza porque tienen un mayor conocimiento y control del flujo vial. Ahora bien, dada la brecha que determina los tiempos de los semáforos de la calle 66A y calle 75, cobra relevancia en el cruce a mitad de cuadra, la existencia del separador central.

3.3.4 Declaraciones sobre la infraestructura peatonal en la zona de estudio

Los encuestados dicen que la infraestructura peatonal en la zona de estudio es adecuada, pues existen dos puentes peatonales a lo largo del puente vehicular de calle 72, que atraviesan la avenida Boyacá. También existen dos intersecciones semafóricas aledañas de la calle 72, una al sur en la calle 66A x avenida Boyacá y la otra al norte, en la calle 75 x avenida Boyacá (en estas intersecciones no existen rampas peatonales, ni el semáforo S3). La existencia de estas intersecciones permite que haya una brecha para el cruce a riesgo por la calle 72 x avenida Boyacá.

De acuerdo con los resultados de la encuesta de grupo focal, se agruparon las variables que consideran los peatones al elegir el sitio de cruce, tal como se indica en la tabla siguiente.

Tabla 3-2: Variable predominantes en el sitio de cruce.

Variables predominantes en el sitio de cruce
Existencia de infraestructura peatonal
Volumen de tránsito vehicular
Velocidad de los vehículos
Tiempo de espera para poder cruzar
Presencia de otros peatones cruzando la calle
Condiciones ambientales
Seguridad ciudadana
Riesgo de Atropello
Entorno urbano

Fuente Elaboración propia

Dichas variables se incluyeron en la encuesta piloto para que los entrevistados indicaran el grado de importancia que le dan al momento de elegir la ruta peatonal y el sitio de cruce vial.

3.3.5 Encuesta piloto

De acuerdo con los resultados de la encuesta exploratoria, del análisis y los resultados que generaron la encuesta de grupo focal, se diseñó la encuesta piloto. Esta se realizó el día viernes 28 de abril de 2015, entre las 6:00 y 9:00 a. m. En total, se hicieron 19 encuestas a los peatones que transitaban por los costados occidental y oriental de la avenida Boyacá con calle 72.

El formulario que se empleó para realizar dicha encuesta está relacionado en la tabla 2-3. En términos generales, las personas entrevistadas estuvieron dispuestas a contestar la encuesta y entendieron bien las preguntas, el tiempo promedio que se tardó haciendo cada encuesta fue cuatro minutos. Cabe aclarar que en muchos casos los encuestadores acompañaban a los entrevistados hasta el otro costado del puente peatonal, pues algunas personas manifestaban ir apuradas; además, más o menos ese era el tiempo que se tardaba en hacer la encuesta.

Se anotaron, además, las características de la persona entrevistada (género, si estaba notoriamente embarazada o si llevaba paquetes en la mano que le dificultara el movimiento, rango de edad). También se recolectó información sobre el medio de transporte que utilizó para llegar a este punto.

3.3.6 Encuesta definitiva

Para recolectar información de las de los peatones y del viaje, se aplicó una encuesta de *preferencias reveladas*, la cual consistió en una entrevista de interceptación posterior al cruce de la avenida Boyacá x calle 72. En esta encuesta de interceptación, las personas reportaron el origen de su caminata y el propósito del viaje. El encuestador, por su parte, tomó los registros en el sitio de cruce (puente peatonal de la calle 72 x avenida Boyacá) o a riesgo por la avenida Boyacá (mitad de cuadra). Se registraron también las

características de la persona entrevistada (género, edad), y condición de apuro, entre otros. El formulario de esta encuesta se muestra en la tabla 2-4.

3.3.7 Tamaño de la muestra

Siguiendo la metodología de *Encuestas de intersección* (Ortuzar y Willumsen, 2008), la muestra se elige aleatoriamente y la cantidad de encuestas corresponde a:

$$n = \frac{p(1-p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}} \quad (1)$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

p: valor crítico, se aconseja 0.5

e: porcentaje de error de la encuesta, se tomó el 10 % de error.

z: confiabilidad de la encuesta, se tomó 1.645

N: población (peatones por hora), se tomó el volumen máximo de peatones registrados en hora pico.

$$n = \frac{0.5(1 - 0.5)}{\left(\frac{0.1}{1.645}\right)^2 + \frac{0.5(1 - 0.5)}{882}} = 63 \text{ Encuestas por hora}$$

3.4 Registro fotográfico de la encuesta en la avenida Boyacá con calle 72

Fotos 3-3 Encuesta Av. Boyacá con Calle 72. Costado oriental. 7 de mayo de 2015



Fotos 3-4 Encuesta Av. Boyacá con Calle 72. Costado occidental. 7 de mayo de 2015



- **Tiempo de viaje asociado a cada una de las alternativas**

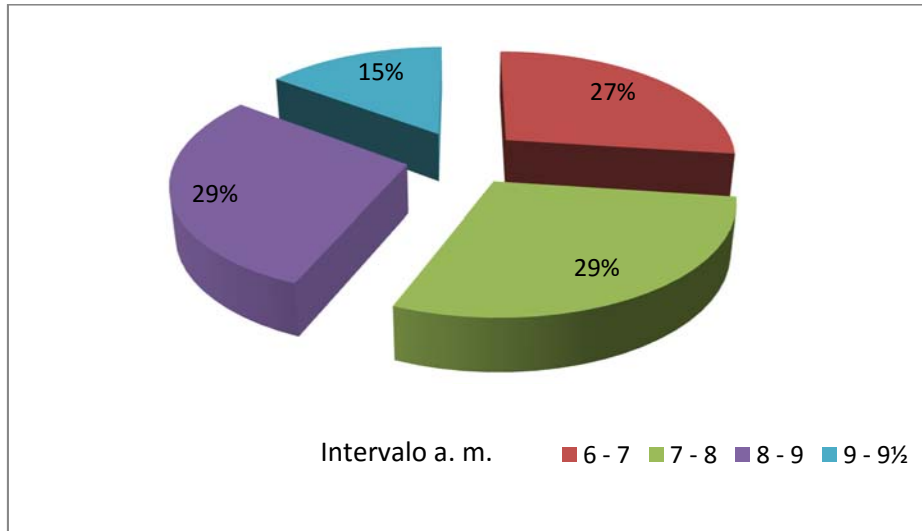
Se tomó el tiempo de viaje aproximado que tardan los peatones al cruzar la avenida Boyacá a riesgo y a través de los puentes peatonales. En ese sentido, a riesgo (mitad de cuadra) para establecer la brecha con cuenta el peatón para cruzar la avenida Boyacá de esa manera; por tanto, se tomó en cuenta la programación de los semáforos ubicados en las cercanías de los sitios de cruce así:

El tiempo que tarda el paso del peatón para cruzar las calzadas sur-norte de la avenida Boyacá x calle 72 están definidos por los semáforos de intersección de la calle 66^A x avenida Boyacá. Ahora bien, en el momento de hacer dicha medición, fue de 30 segundos. Para atravesar las calzadas norte-sur de la avenida Boyacá x calle 72, condicionado a los semáforos de la intersección de la calle 75 x avenida Boyacá y en el momento de hacer esta medición, fue de 45 segundos. Vale aclarar que en las calzadas sur-norte existen las calles 66^a y 69^B que aporta un flujo de vehículos cuando el semáforo de la calle 66A está en rojo para los vehículos de la avenida Boyacá. En las calzadas norte-sur existen las calles 73 y 75 que aportan un flujo importante de vehículos cuando el semáforo de la calle 75 está en rojo para los vehículos de la avenida Boyacá. Así las cosas, el tiempo que tarda un peatón en cruzar la avenida Boyacá es relativo, ya que en el mejor de los casos puede tardar 54 segundos.

Utilizando los puentes peatonales: el tiempo que tardan en transitar las rampas es de = $\frac{55m}{1.2 \frac{m}{seg}} = 46$ segundos aproximadamente en cruzar el puente es = $\frac{65m}{1.2 \frac{m}{seg}} = 54$ segundos aproximadamente. Es decir, el tiempo que demoran en pasar las rampas del puente peatonal y la avenida Boyacá es 46 segundos + 54 segundos = 1 minuto + 40 segundos.

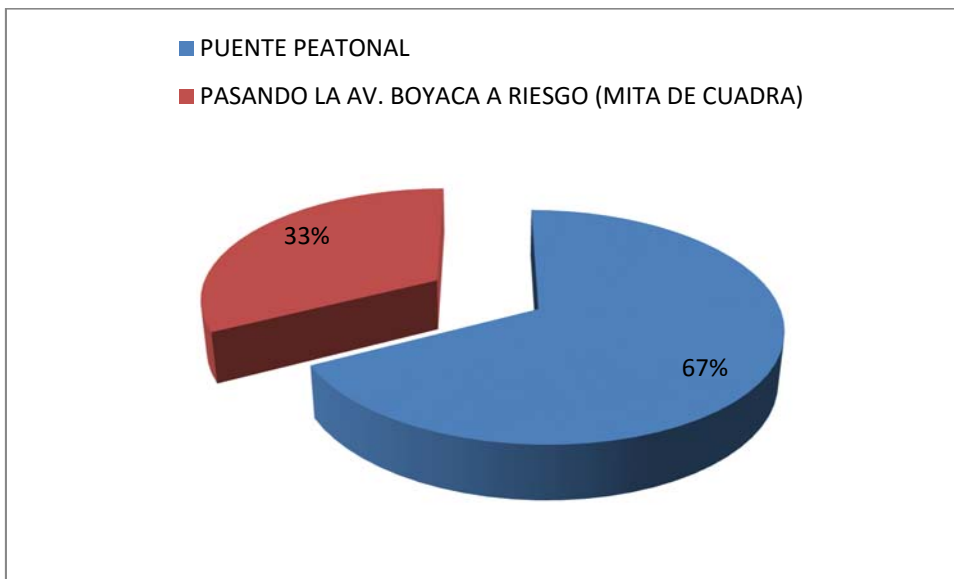
3.5 Recolección de datos y análisis de resultados

En total se realizaron 203 encuestas durante el día jueves 7 de mayo de 2015, en el periodo entre las 6:00 y 9:00 a. m. Dicha encuesta fue realizada por seis encuestadores debidamente capacitados.

Figura 3-8: Hora de inicio de encuestas.

Fuente: Elaboración propia

El mayor número de encuestados se registró entre las 7:00 a. m. y 9:00 a. m., periodo en el que se registra la hora pico.

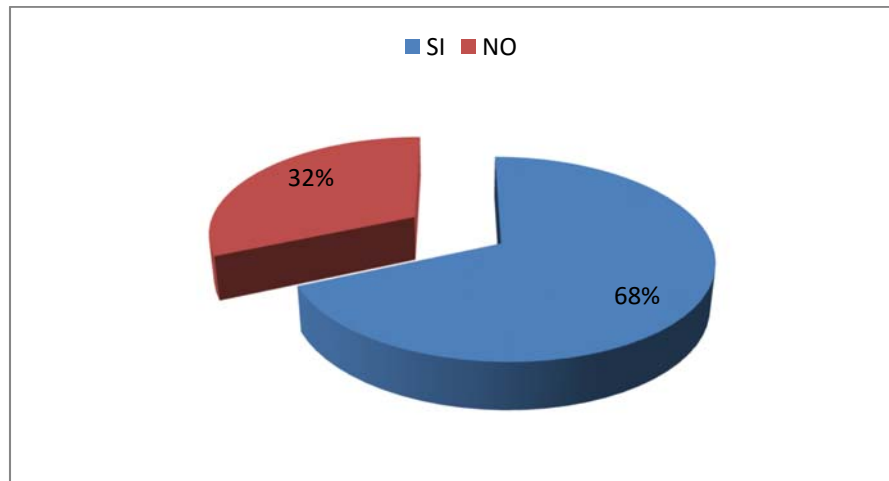
Figura 3-9: Cruce peatonal.

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la mayoría de los encuestados atravesaron la avenida Boyacá x calle 72, utilizando la infraestructura peatonal que existe en este sitio: «Puente peatonal». Vale la

pena mencionar que el día en que se aplicó la encuesta había en el sitio presencia de policía de tránsito.

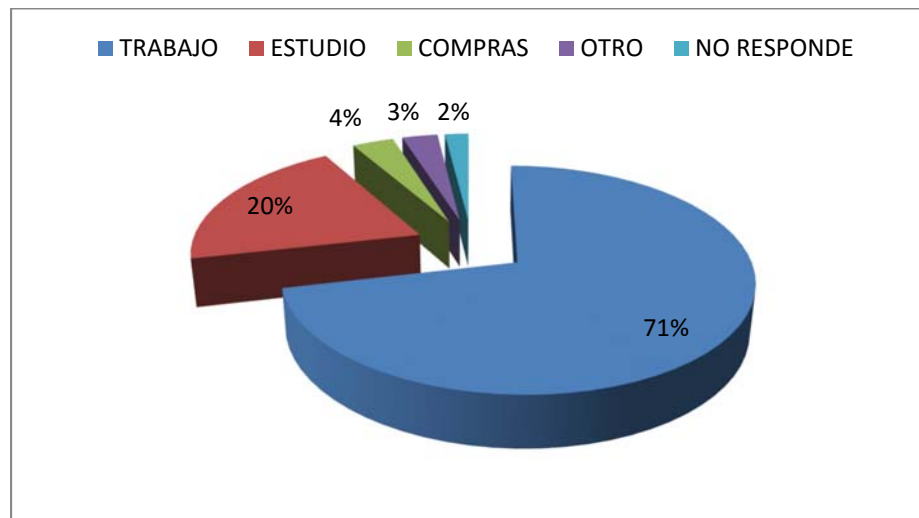
Figura 3-10: Van apurados



Fuente: Elaboración propia

La mayor parte de los encuestados manifestaron que iban sin mucho tiempo al sitio de destino, es decir a cumplir con sus compromisos. Sin embargo, todos contestaron la encuesta, lo cual ratifica que la variable tiempo es importante en el momento de elegir el cruce peatonal.

Figura 3-11: Propósito del viaje.



Fuente: Elaboración propia

Se establece que el destino o el propósito de viaje principal es ir al sitio de trabajo. En segundo lugar, ir al sitio de estudio, lo cual demuestra la gran cantidad de peatones que circulan en este sitio dado el uso de suelo que tiene.

Figura 3-12: Medio de transporte utilizado antes de caminar.



Fuente: Elaboración propia

Se consolida que el medio de transporte predominante para llegar a la intersección de estudio es el bus corriente y el SITP. Allí toman relevancia los paraderos del sistema, como sitios de origen y destino. En este caso, estos están ubicados muy cerca a los puentes peatonales, favoreciendo el uso de esta infraestructura para el cruce de la Av. Boyacá.

- **Variables que se tienen en cuenta al momento de cruzar la avenida Boyacá x calle 72**

A continuación, se va a preguntar la importancia de las variables que los peatones sugirieron cuando se hizo la encuesta de grupo focal. Así, para el cruce de la avenida Boyacá x calle 72, las variables que obtenga el mayor porcentaje de favorabilidad son las que se tienen en cuenta como relevantes para este cruce.

Figura 3-13: Condiciones ambientales

Fuente: Elaboración propia

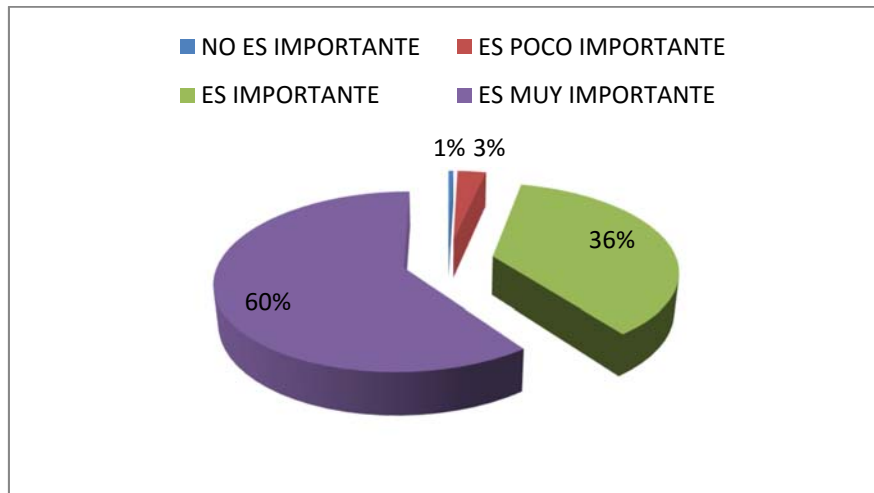
Figura 3-14: Entorno urbano

Fuente: Elaboración propia

La mayor parte de los encuestados otorgan una alta importancia al entorno urbano, es decir, que el sitio por donde cruzan esté limpio, haya iluminación, sea agradable para caminar, entre otros. En otras palabras, para la mayoría de los encuestados, las condiciones ambientales (iluminación, el clima, contaminación, nivel de ruido) y entorno

urbano (cruce limpio agradable para caminar) toma bastante importancia en el momento de elegir el cruce peatonal por los puentes o a riesgo. En nuestro caso, de acuerdo con la inspección de seguridad vial, los puentes peatonales se encuentran en buen estado, no se encuentran obstáculos en su circulación, se pudo constatar que cuenta con iluminarias y la rampa de acceso no es tan larga.

Figura 3-15: Seguridad ciudadana



Fuente: Elaboración propia

Esta variable tuvo un 96 % de favorabilidad, los peatones atraviesan los puentes peatonales con mayor tranquilidad si existe la presencia de la policía. Esto debido al riesgo que existe a ser víctimas de personas facinerosas, lo cual aumenta el temor de cruzar por los sitios establecidos.

Figura 3-16: Riesgo de atropello

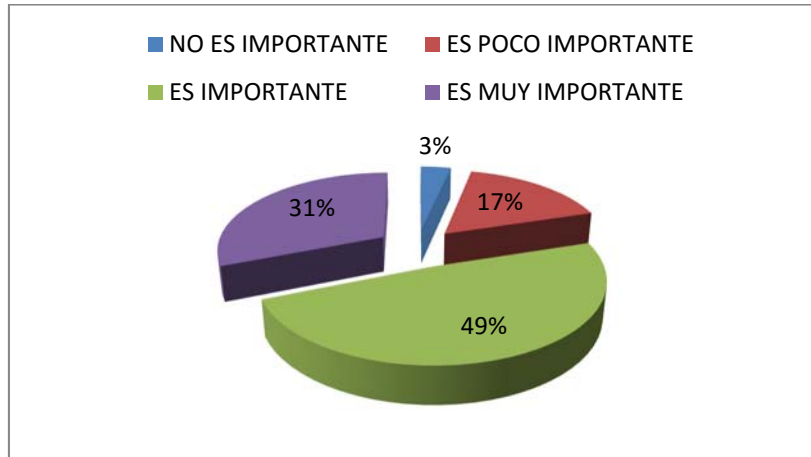
Fuente: Elaboración propia

El temor de cruzar la avenida Boyacá a riesgo (mitad de cuadra) es alta (91 %), de tal forma que prefieren utilizar los puentes peatonales.

Figura 3-17: Presencia de otros peatones cruzando

Fuente: Elaboración propia

Los entrevistados manifiestan que, si llegara a cruzar la avenida Boyacá a riesgo, se sentirían más seguros con presencia de otros peatones. Esto demuestra que, para evitar el riesgo de atropello de los peatones en cruces a desnivel, se deben de colocar barreras que impidan el acceso a nivel.

Figura 3-18: Existencia de infraestructura peatonal

Fuente: Elaboración propia

Contar con dos puentes y andenes amplios (en buen estado) que existen en el sitio de estudio es un factor importante para los encuestados en el momento de cruzar, la avenida Boyacá.

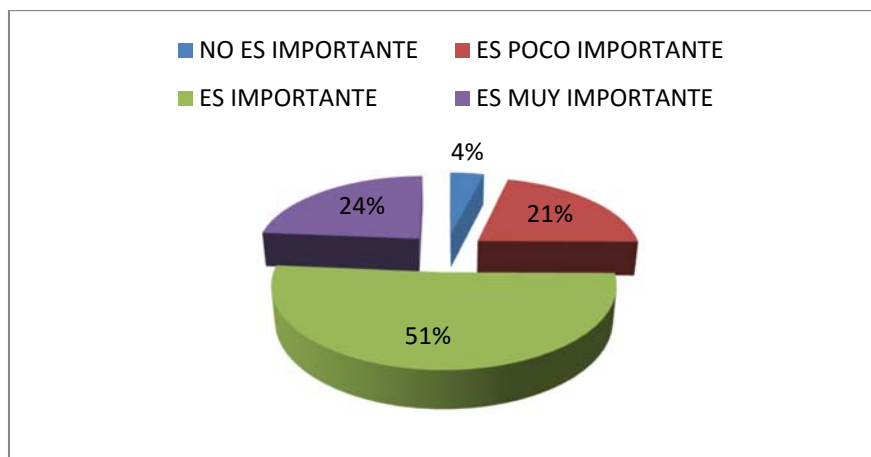
Figura 3-19: Volumen vehicular

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-20: Velocidad de los vehículos

Fuente: Elaboración propia

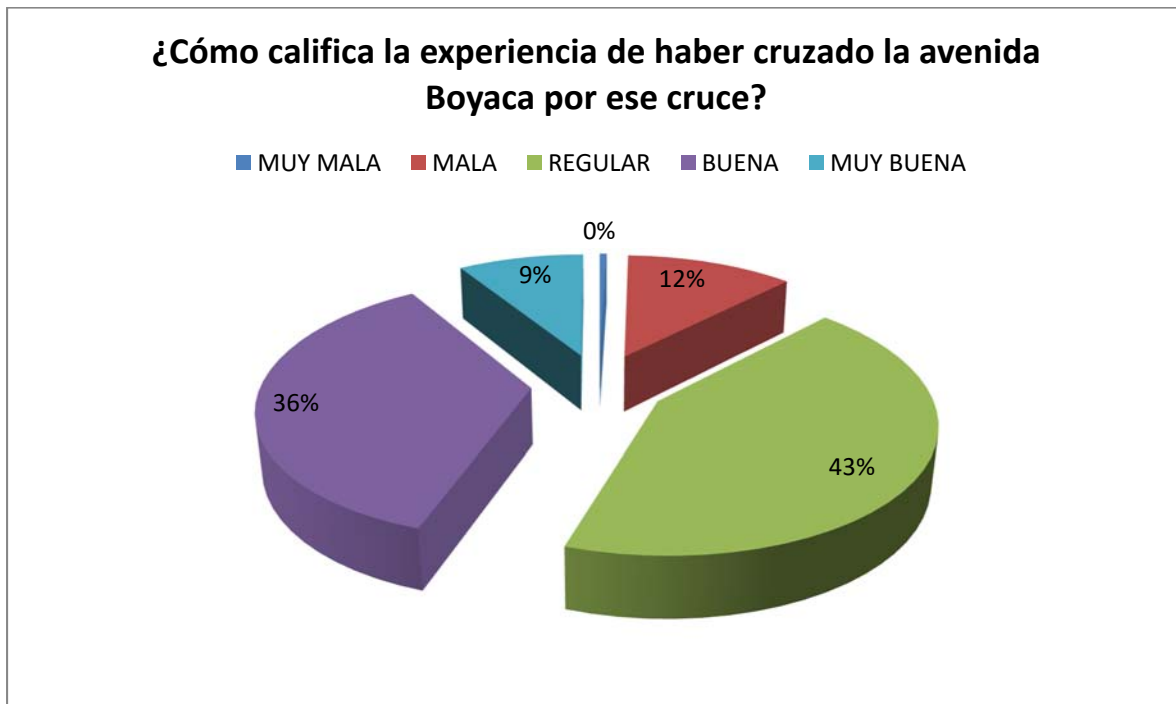
La cantidad de volumen vehicular que existe en la avenida Boyacá, las velocidades que llegan a alcanzar los vehículos y la longitud del cruce son variables muy importantes para que el encuestado prefiera pasar los puentes peatonales. Como lo hemos dicho antes, en el cruce de la avenida Boyacá x calle 72 hay dos intersecciones semafóricas cercanas, las cuales permiten la existencia de brechas para que unos pocos peatones crucen a riesgo (a mitad de cuadra). Pero la mayoría de los encuestados otorga bastante importancia a la velocidad, ya que en este tipo de vías (V1) se permite que los vehículos transiten a altas velocidades.

Figura 3-21: Tiempo de espera para cruzar

Fuente: Elaboración propia

Para los encuestados, el tiempo que se tardan cruzando la avenida Boyacá x calle 72 es importante, ya que al hacerlo a través de los puentes peatonales se tardan en promedio 1 minuto más 40 segundos, sin embargo, al hacerlo a nivel el tiempo que tardan es relativo.

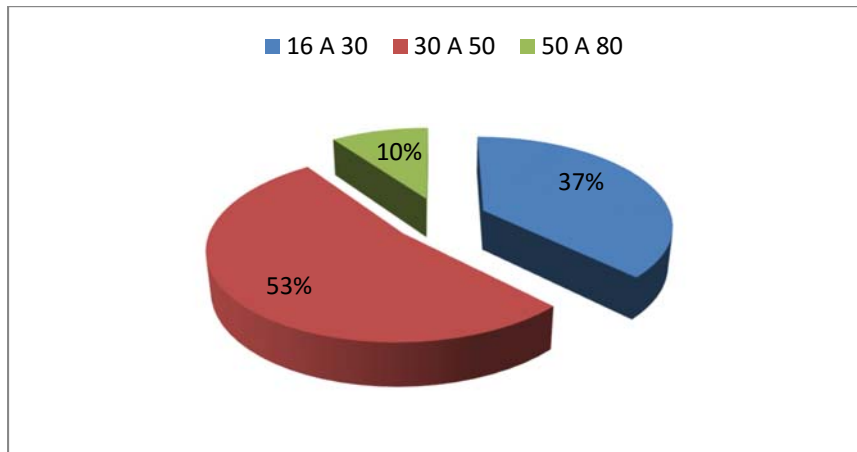
Figura 3-22 Experiencia de haber atravesado la Av. Boyacá por ese cruce.



Fuente: Elaboración propia

- **Características de los encuestados**

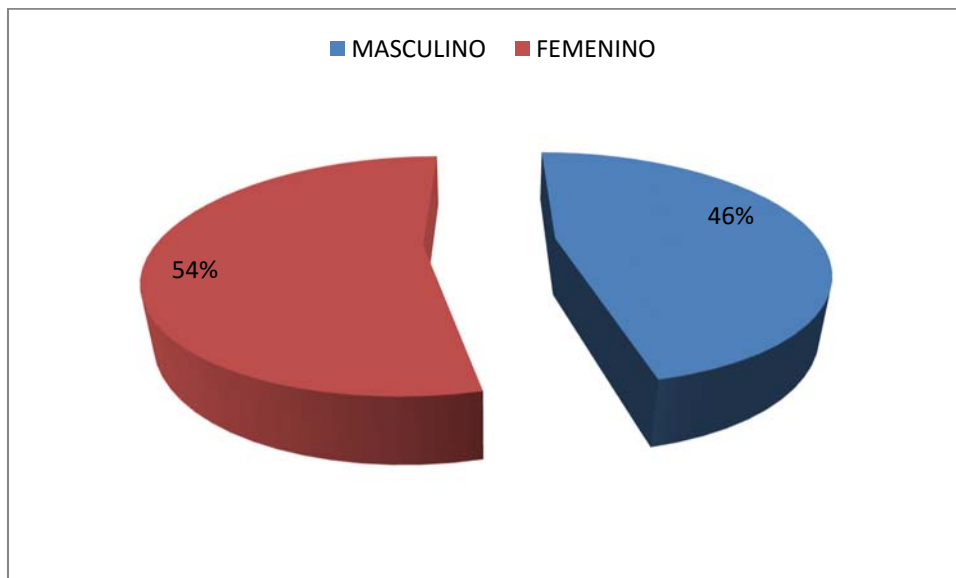
Figura 3-23: Rango de edades de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

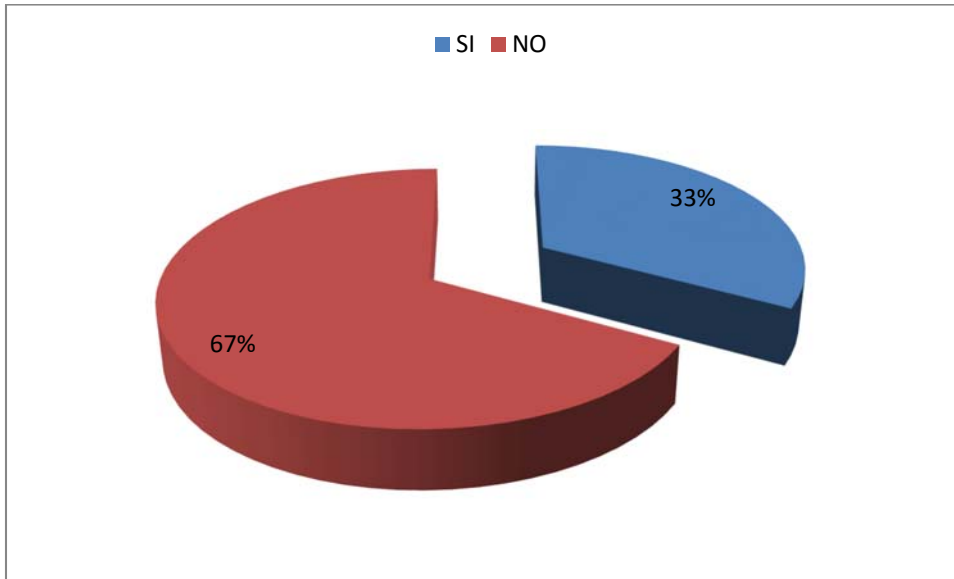
La mayor parte de los encuestados oscilan entre 30 y 50 años

Figura 3-24: Género de los encuestados



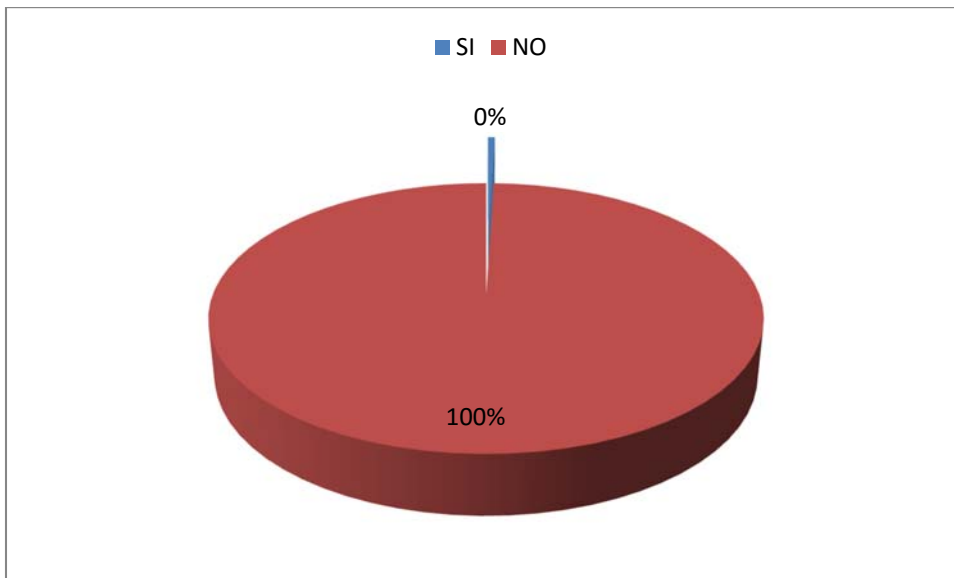
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que la mayoría de encuestados fueron hombres.

Figura 3-25: Llevaban paquetes en la mano

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los encuestados no llevan paquetes en la mano.

Figura 3-26: Encuestados presentan problemas de movilidad

Fuente: Elaboración propia

Solo se presentó una persona presenta problemas de movilidad.

3.6 Variables que influyen en la elección del tipo de cruce peatonal

A continuación, se presenta las variables que alcanzaron el mayor porcentaje en la encuesta definitiva (mayores de 51 %):

Tabla 3-3: Variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal.

N. °	Variable
1	Volumen vehicular
2	Longitud de cruce
3	Velocidad de los vehículos
4	Fases de los semáforos y coordinación entre ellos (brechas)
5	Tiempo de espera para poder cruzar
6	Propósito del viaje (uso del suelo)
7	Va apurado
8	Existencia de infraestructura peatonal.
9	Riesgo de atropello (Cantidad de siniestros de tránsito en la zona)
10	Seguridad ciudadana
11	Estética de la infraestructura del cruce, el gusto por caminar y la cercanía a comercio.
12	Condiciones ambientales (Clima, iluminación, contaminación, nivel de ruido)
13	Edad
14	Género
15	Problemas de movilidad
16	Llevar paquetes en la mano

Fuente: Elaboración propia

Las variables obtenidas mediante la metodología planteada se pueden clasificar en:

- Variables de tránsito
- Variables referidas a las características del peatón y a su comportamiento
- Variables físicas y operativas.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de las variables:

Tabla 3-4: Clasificación de las variables.

Tipo de variable	Variable
Variables referentes al tránsito	Volumen vehicular
	Velocidad de los vehículos
	Fases de los semáforos y coordinación entre ellos (brechas)
Variables referentes a las características del peatón y su comportamiento	Tiempo de espera para poder cruzar
	Va apurado
	Riesgo de atropello (Cantidad de siniestros de tránsito en la zona)
	Seguridad ciudadana
	Estética de la infraestructura del cruce, el gusto por caminar y la cercanía a comercio.
	Condiciones ambientales (Clima, iluminación, contaminación, nivel de ruido)
	Edad
	Género
	Problemas de movilidad
	Llevar paquetes en la mano
	Variables Físicas y operativas
Longitud de cruce	
Existencia de infraestructura peatonal.	

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados del estudio de caso se puede establecer que las variables, referentes a las características del peatón y a su comportamiento, son susceptibles a cada individuo (cualitativo) y es complejo determinar un patrón de comportamiento. Por esa razón, se recomienda que en un próximo trabajo se estudie la relación de estas variables con los modelos de elección discreta. Así las cosas, las variables que determinan el tipo de cruce a elegir por los peatones son las referentes al tránsito, y a las variables físicas y operativas.

3.7 Corroboración del tipo de infraestructura peatonal que existe para el cruce de la Av. Boyacá x calle 72

En la tabla siguiente se relacionan las variables de tránsito, físicas y operativas, y se cuantifica con la información primaria, secundaria e inspección de seguridad vial:

Tabla 3-5: Características intersección Av. Boyacá x calle 72.

Av. Boyacá x Calle 72.	
Volumen vehicular	> 8.000 veh
Volumen peatonal	882 pea
Tipo de vía	V1
Ancho Transversal de la vía que se va a cruzar	65 m. aproxi.
Uso de suelo	Comercial
Tipo de trafico	Livianos 70.4 % Motos 15.9% Buses 5,1% Otros 8,6%
Brechas	> 60
Velocidad	60 KPH aproxi.

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso es cotejar los datos de la tabla 3-5 con los datos que están en la tabla 2-6 que se encuentra en el capítulo dos. De esta manera, es posible buscar a qué clase funcional corresponde esta vía. Una vez hecho esto, se pudo establecer que dicha vía corresponde a la *Malla arterial regional y principal*. Ahora bien, con esta información vamos al flujograma 1-4 donde se define el tipo de infraestructura peatonal para el cruce de esta vía a desnivel. Lo cual, concuerda con la infraestructura que existe en el sitio.

El presente trabajo analiza un caso particular de estudio cuya metodología puede ser aplicada en otros sitios donde se quiera identificar las variables que influyen en la elección del tipo de cruces peatonales.

4. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo de este trabajo permite formular las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1 Conclusiones

- En este trabajo final de maestría se ha aplicado una metodología para identificar las variables que influyen en la selección del tipo de cruce peatonal a elegir. Tomando como base la información recopilada a través de encuestas de preferencias revelada y de la inspección de seguridad vial realizada en la zona de estudio.
- La literatura relacionada con el comportamiento peatonal sugiere que la decisión de un peatón, respecto al sitio por donde cruza una vía, está determinada por factores propios del individuo tales como edad, género, aversión al riesgo, aceptación de brechas, etc. Sin embargo, para el caso particular de este estudio, y según la información recopilada en las encuestas, no se observa grandes diferencias entre las características personales de los peatones que cruzan por el puente peatonal o a mitad de cuadra (a riesgo por la avenida Boyacá).
- Otra de las variables asociadas con la conducta del peatón se relaciona con las particularidades del viaje (ubicación del origen o destino, tiempo de la caminata, horario, motivo) y con las características de la zona por donde se camina. En este sentido, de acuerdo con la información de las encuestas, no se observa diferencias significativas entre el comportamiento de los peatones que van apurados y que se dirigen a trabajar o a clases, respecto de los que van sin apuro y que no tenían que llegar a una hora específica.
- Según el análisis de la información, se comprobó que los individuos utilizan la trayectoria que los acerque más rápidamente al sitio de destino, y caminan hasta la intersección que esté más cerca de su destino. Además, algunos de los

peatones entrevistados prefieren cruzar a mitad de cuadra debido al ahorro de tiempo que experimentan.

- De acuerdo con la información recopilada, el hecho de que la caminata hacia el destino sea un viaje rutinario genera que la elección de la ruta peatonal y el sitio de cruce vial deje de ser un proceso cognitivo y se convierta en un proceso automático. Dado lo rutinario del viaje, los peatones tienen un buen conocimiento de las condiciones de flujo vehicular y de las brechas que se generan entre los vehículos, debido a la coordinación de los semáforos en las intersecciones cercanas (calle 75 y calle 66^a) a la intersección de la avenida Boyacá x calle 72. Por lo tanto, la elección de sitio de cruce vial deja de depender de las características propias del peatón y de su aversión al riesgo, quedando determinada por la ubicación del destino y por las condiciones viales presentes en la zona.
- La costumbre de utilizar una ruta o cruzar en un sitio específico cambia la percepción de riesgo de los peatones. Allí se manifestó que, dado que se transita por un sitio conocido, el riesgo de atropello se asume con una mayor confianza y, por lo general, esperan un tiempo y espacio adecuado para cruzar a riesgo por la calle 72.
- La cantidad de atropellos no aparece como una variable a considerar al momento de decidir cruzar a riesgo por la calle 72. Este fenómeno se evidenció en las encuestas.
- La existencia de separadores facilita el cruce en etapas y hace que los peatones experimenten un falso sentimiento de seguridad y resguardo.
- El presente trabajo analiza un caso particular de estudio cuya metodología puede ser aplicada en otros sitios donde se quiera identificar las variables que influyen en la elección del tipo de cruces peatonales. En cualquier otro sitio que se desee identificar las variables que influyen en la elección del tipo de cruces peatonales, habría que seguir los mismos pasos: delimitar el área de estudio, hacer una inspección de seguridad vial en la zona, recopilar información de atropellos, flujos vehiculares y peatonales, caracterizar la población a estudiar.
- Las variables que determinan la elección del tipo de cruce peatonal son las que se refieren al tránsito, físicas y operativas, ya que las variables referidas a las características del peatón y a su comportamiento, difieren mucho de cada persona.

- A través de la tabla 2-6 y los flujogramas, presentados en el capítulo dos, se puede determinar el tipo de cruce indicado para construir.
- Para vías tipo: V0, V1, la única alternativa posible que garantiza condiciones de seguridad es el del cruce peatonal a desnivel (segregación vertical entre vehículos y peatones). Esto obedece al ancho de la sección transversal, volumen vehicular alto y grandes velocidades que se manejan en este tipo de vías.
- Los cruces peatonales con señalización a nivel de piso, cebras y pompeyanos son utilizados en espacios con menor flujo peatonal.
- Los cruces peatonales con mayor número de transeúntes son regulados por semáforos peatonales.
- La elección de los cruces peatonales que deben ejecutarse en un espacio determinado debe hacerse de manera planeada, mediante la realización de estudios responsables. Estos mismos podrán determinar cuáles de las opciones disponibles cubren mejor las necesidades de los beneficiarios sin entorpecer la movilidad vehicular de la zona.
- La existencia de infraestructura peatonal en buen estado estimula a los peatones en el uso de las mismas.
- Para el tipo de cruce escolar se debe hacer un estudio de tránsito, de tal forma que se logre determinar el mejor tipo de cruce.

4.2 Recomendaciones

- Implementar campañas de educación vial para formar en los conductores hábitos de conducción responsable, de manera que identifiquen al vehículo como un arma potencial que puede provocar la muerte. Por ejemplo, cuando estos lleguen a las intersecciones, reduzcan la velocidad y generen una actitud de respeto hacia los peatones.
- Educar los peatones para que transiten por el lado derecho del cruce peatonal, evitando el choque con otros usuarios y así disminuir el tiempo en el cruce de la vía.
- Que las autoridades competentes «obliguen» a los peatones a utilizar los cruces, ya sea mediante campañas de socialización donde se les exponga las ventajas que se tienen al usarlos y/o mediante medios cohesivos. Ello permitirá preservar la vida humana y hacer más eficientes las intercesiones.

- Que en las proximidades a los cruces peatonales se pudiesen utilizar diferentes colores para hacerlos más agradables y romper la monotonía; canalizar el cruce con bolardos.
- Someter los cruces de peatones a inspecciones de seguridad regulares, con el fin de realizar mantenimiento y conservación de la señalización, e identificar problemas y decidir las medidas a implementar para lograr los niveles de seguridad adecuados.
- Los cruces peatonales deben ser espacios confortables que permitan el desplazamiento de los actores no motorizados de la vía. De esta manera, se brinda seguridad y se le deja la responsabilidad al Estado en defensa del derecho a la vida.
- En general, las infraestructuras peatonales deben ubicarse de modo que tanto ellas como quienes las utilicen sean oportunamente identificadas por los conductores.
- El mobiliario: la iluminación, señalización, topografía, limpieza y seguridad que presente la intersección es fundamental para que el peatón haga buen uso de la misma.
- Es importante destacar que la idiosincrasia, razón social y estado de ánimo de los peatones y conductores, al igual que el país donde se construya un cruce peatonal, determinan la forma como el usuario hace uso del bien. La cultura vial es un elemento social que determina comportamientos diferentes en espacios sociales distintos.
- Por último, sería una buena medida de inclusión que los cruces peatonales sean a nivel, que los vehículos suban y bajen, y que todos los cruces peatonales a desnivel (puentes) cuenten con rampa y/o ascensor.

**A. Anexo A: Conflictos vehículo
peatón con relación a la geometría de
las intersecciones**

LÍNEAS DE FLUJO Y ZONAS DE CONFLICTO

Con el propósito de identificar, analizar y diseñar intersecciones, es pertinente en primera instancia conocer la metodología de análisis por líneas de flujo, entendiendo el término como un recorrido definido por una trayectoria con origen y destino definidos, en un tramo de análisis particular.

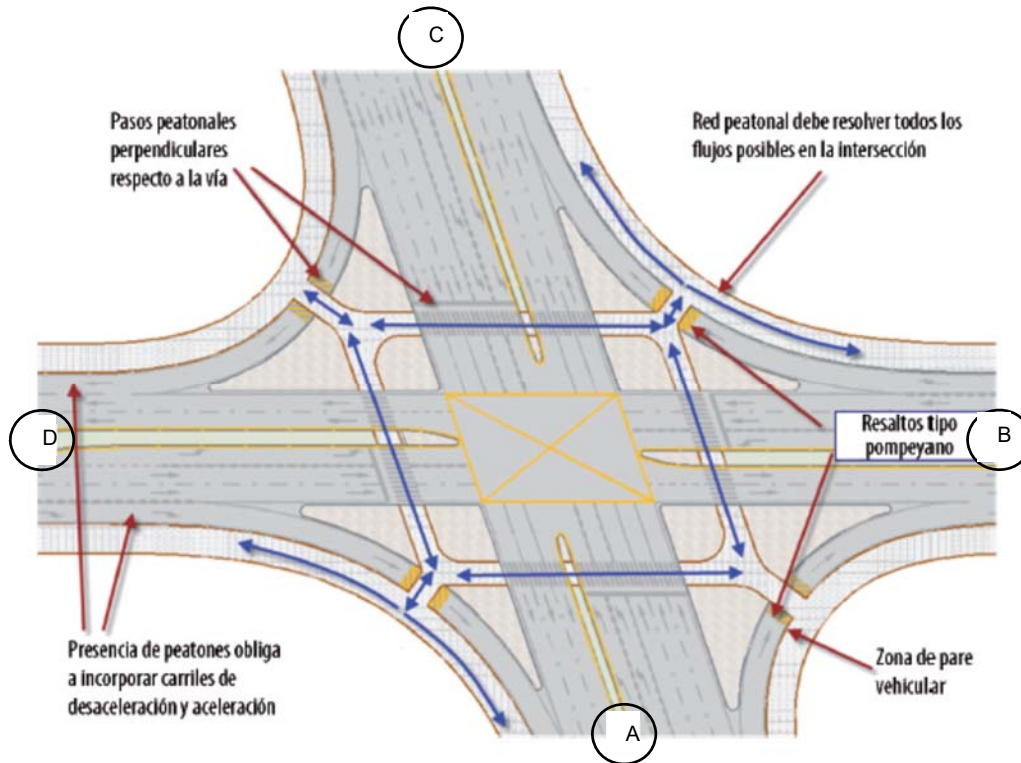
En segundo orden, deberá llevarse a cabo la identificación de puntos de conflicto, asociados principalmente a los movimientos de los vehículos en las intersecciones y su interacción con los peatones.

ANÁLISIS DE LÍNEAS DE FLUJO

Se refiere a la metodología de análisis que parte de la verificación de cada uno de los flujos Origen-Destino que pueden darse en determinada intersección, para diseñar, evaluar o analizar cada uno de forma particular. Esta metodología permite, por una parte, identificar la forma en que se realizan los flujos actuales y definir las problemáticas; por otro lado, es una herramienta para la conceptualización de intersecciones eficientes que intenten dar solución a la mayor cantidad de movimientos.

Como primera medida se debe dar un nombre a cada ramal en el sentido de las manecillas del reloj, generalmente estos nombres corresponden a letras del abecedario, es decir, si se tiene un eje de diseño que va del ramal A al ramal C, este se debería llamar eje AC.

La cantidad de flujos posibles (FP) está definida por el número de ramales multiplicada por el número de ramales menos uno; $FP = N(N-1)$; siendo N la cantidad de ramales o accesos, sin incluir retornos.

Figura B-1: Líneas de flujos vehiculares y zonas de conflicto

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

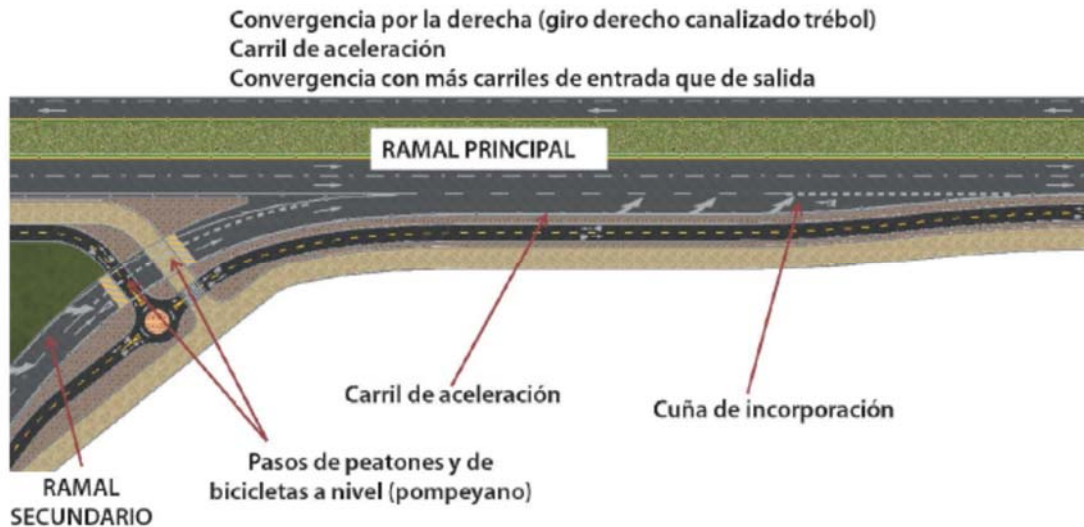
Manejo de conflictos con vehículos, peatones en convergencias

Este criterio genera una serie de infraestructuras para los peatones que afectan de uno u otro modo el funcionamiento vehicular en la intersección, debido a que al generarse zonas de pasos a nivel para peatones, los vehículos que vienen a través del ramal principal deberán reducir su velocidad hasta llegar a cero, de modo que los peatones puedan pasar de forma segura y cómoda a través del pompeyano ubicado en el ramal secundario. Esta reducción de velocidad aumenta la longitud de los carriles de desaceleración, pues como se mencionó anteriormente la velocidad final tomada para dimensionar los carriles será de cero (condición con Pare).

En la Figura B-2, se observa el manejo peatonal que debe tenerse en cuenta en convergencias urbanas; en ella se aprecia cómo el vehículo que viene a través del ramal

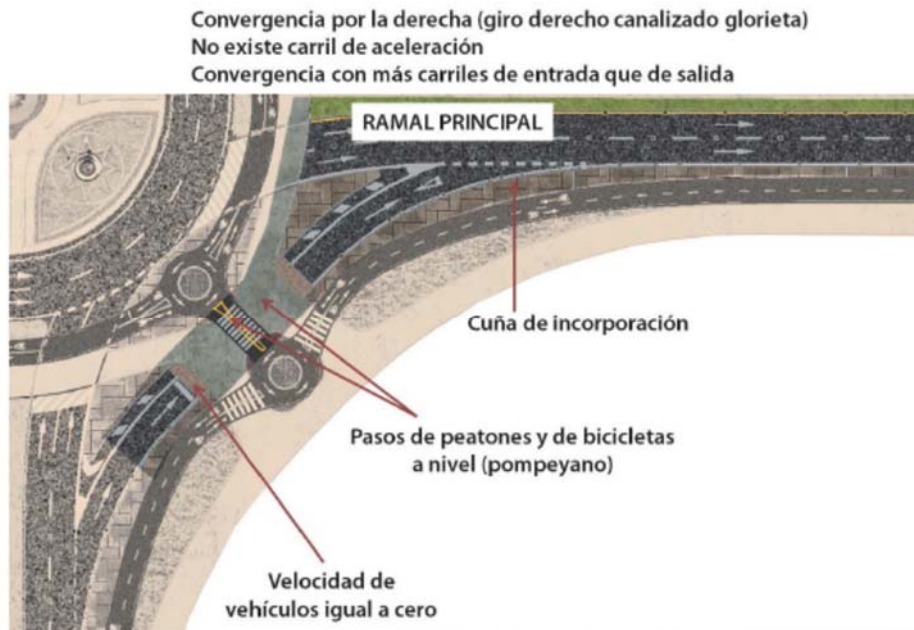
secundario, debe detenerse para dar paso al peatón y al ciclistas los cuales pasan a través del pompeyano. Una vez el vehículo ha pasado la zona destinada para el paso peatonal y de ciclistas, debe acelerar hasta alcanzar una velocidad similar a la desarrollada por los vehículos que viajan por el ramal principal. Esta condición hace que los carriles de aceleración en convergencias urbanas con pasos peatonales siempre sean más largos que los desarrollados en zonas donde no se registra el paso de peatones.

Figura B-2: Convergencia tipo 2-6-8



Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

En la Figura B-3, se observa una convergencia en la salida de un giro canalizado derecho de una glorieta, en esta situación los vehículos que salen de la glorieta lo están haciendo con velocidades menores a 30 km/h razón por la cual el vehículo que sale del giro derecho y que ha reducido su velocidad para permitir el paso peatonal a través del pompeyano, puede desarrollar una velocidad cercana a la que se registra en la calzada de incorporación, sin tener que necesitar un carril de aceleración para lograrlo.

Figura B-3: Convergencia tipo 2-3-6-8

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

Manejo de conflictos con vehículos, peatones en divergencias

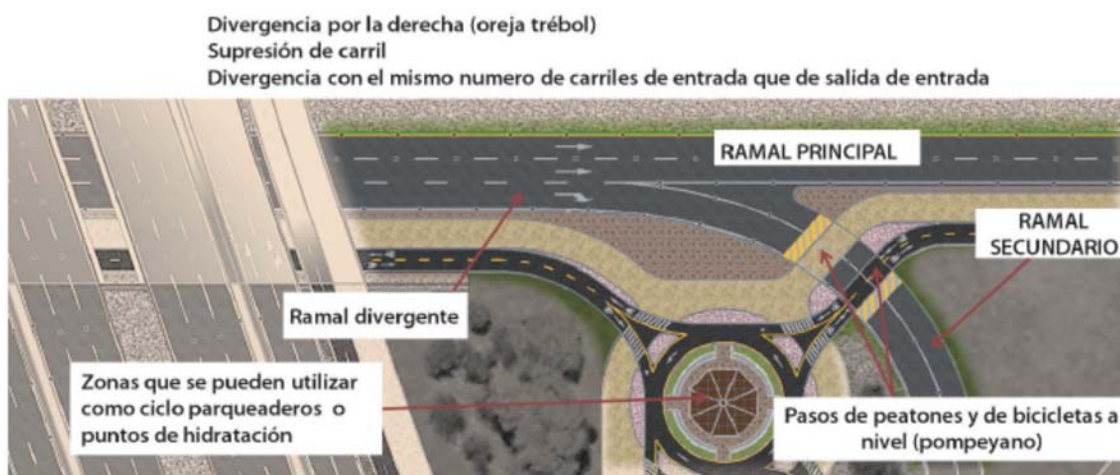
En la Figura B-4, se observa una divergencia en una intersección tipo trébol que se encuentra ubicada en una zona urbana, allí se puede apreciar el pompeyano sobre el cual se permite el paso peatonal y de ciclistas y que hace que los vehículos que vienen a través del carril de desaceleración reduzcan totalmente su velocidad hasta parar, para así permitir el paso peatonal y de ciclistas.

Figura B-4: Canalizaciones en divergencias tipo 2-6 con paso peatonales a nivel

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

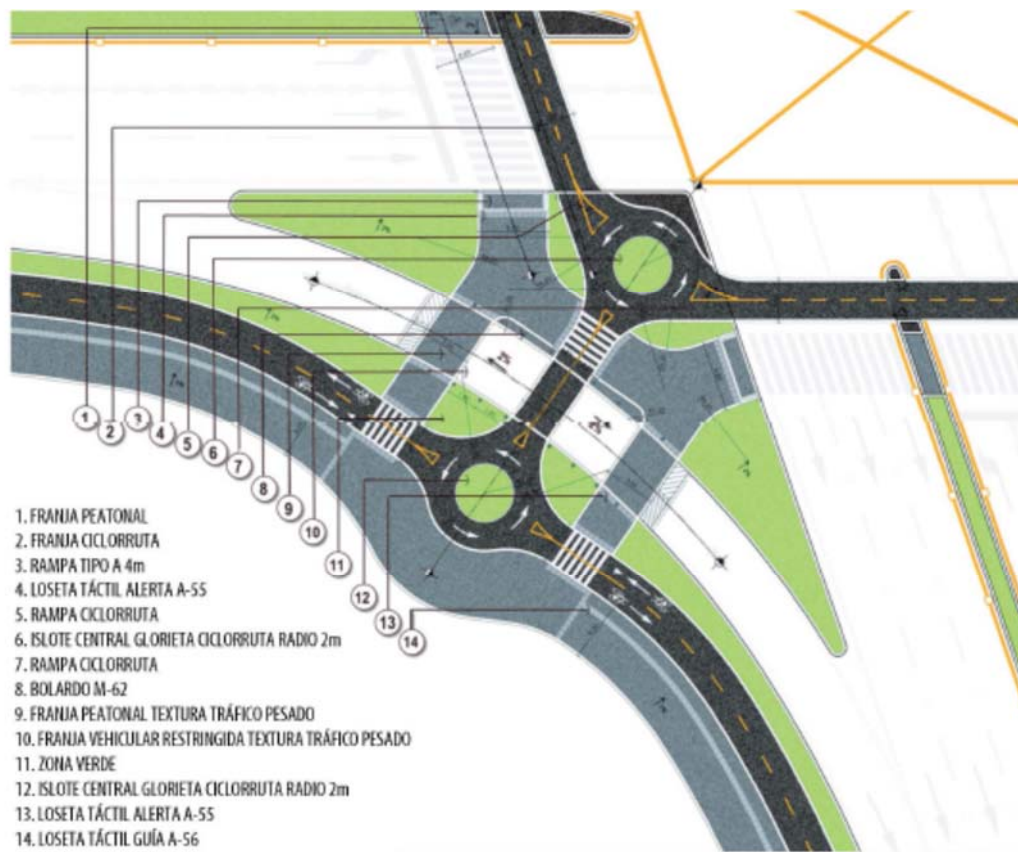
En la Figura B-5, se muestra una divergencia que plantea un manejo peatonal y de ciclousuarios eficiente y seguro. En ella los vehículos que vienen por el carril a suprimir del ramal principal deben detenerse antes del pompeyano y pasar a través de él a una velocidad cercana a cero de modo que los peatones y ciclistas puedan pasar protegidos y cómodos. Es importante realizar un análisis conjunto de las áreas de tránsito, diseño geométrico y espacio público de modo que se determinen aspectos operativos y de seguridad vial claves para lograr una solución integral que permita además, la optimización de los tiempos de viaje y la seguridad de cada uno de los actores presentes en este tipo de divergencias urbanas (vehículo, peatón, ciclista).

Figura B-5: Canalizaciones en divergencias tipo 2-4-5-8 con paso de peatones y ciclousuarios a nivel

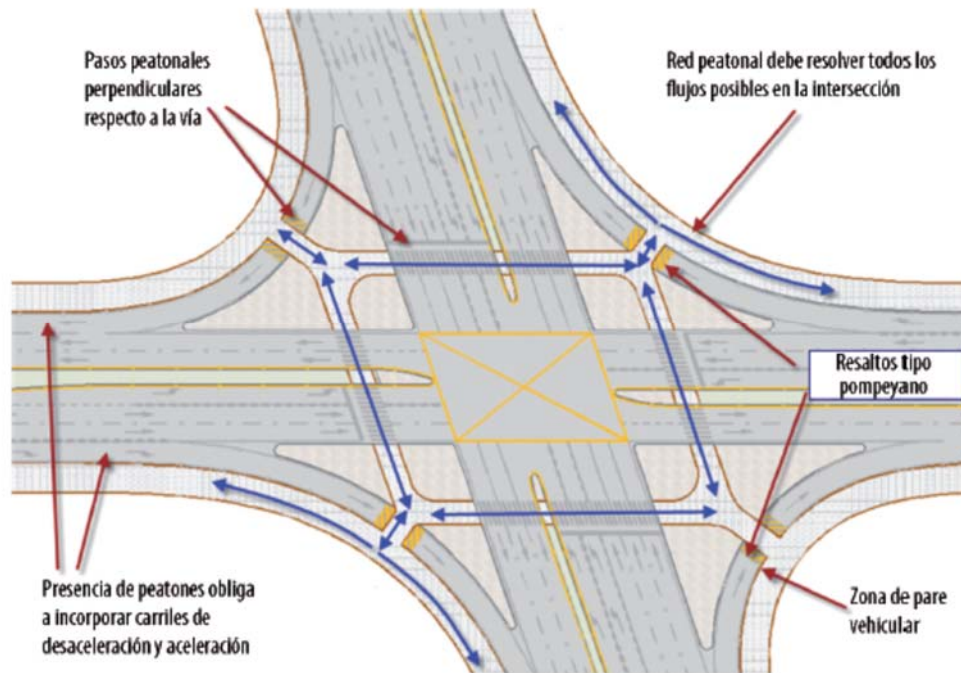


Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*.

En intersecciones a nivel reguladas por semáforos está condicionada por aspectos como el manejo de los tiempos peatonales en la semaforización que garanticen el paso seguro de los mismos y el cumplimiento de los criterios, normas y recomendaciones del diseño geométrico de corredores vehiculares. Estas características se complementan con la implementación de espacios públicos amplios, seguros, delimitados y con superficies regulares de modo que se puedan utilizar para el tránsito y resguardo de peatones. En la Figura B-6, se muestra el detalle de una esquina, para el manejo de la red peatonal en una intersección semaforizada. Por su parte, la Figura B-7, muestra diferentes esquemas para el manejo e integración de los modos no motorizados en una intersección arterial con semáforo.

Figura B-6: Cruce de ciclorruta y franja de circulación peatonal

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014).*

Figura B-7: Diferentes tipos de manejo peatonal para intersecciones semaforizadas

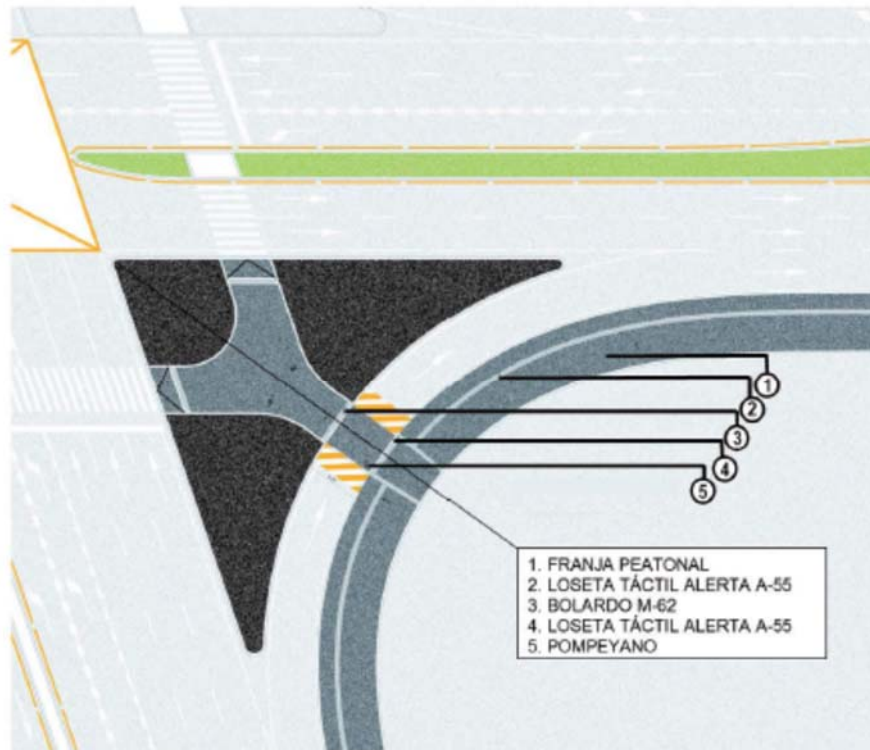
PASO PEATONAL EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA DE DOS VÍAS TIPO VÍA.

- Cruces peatonales perpendiculares.
- Cruces peatonales en giros directos sobre pompeyano.
- Resolución de todos los flujos peatonales.

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

Cruces peatonales en esquinas de intersecciones reguladas por pare o semafóricas

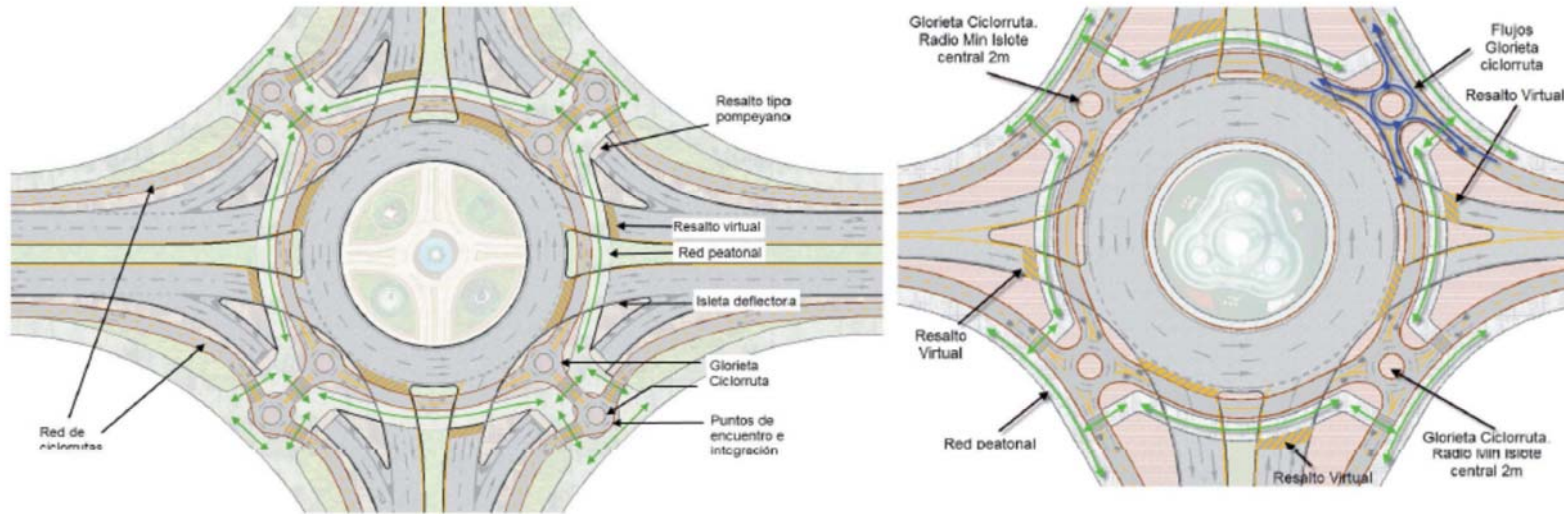
En la Figura B-8, se observa el manejo peatonal de una intersección semaforizada, en la cual no existe ciclorruta. El caso atiende al giro derecho canalizado, cuando este se realiza sin control semafórico y por lo tanto se habilita como sendero demarcado, complementado con un semipompeyano para garantizar la prioridad y el paso seguro de peatones. El ancho del sendero se establece según estudio de tránsito peatonal con un mínimo de 3.5 m.

Figura B-8: Paso peatonal sobre giros derechos

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

Manejo de conflictos con vehículos, peatones intersecciones anulares

De la Figura B-9 a la Figura B-10, se observan diferentes tratamientos peatonales y de ciclistas a nivel para diferentes configuraciones de glorietas en los que se garantiza la integración y conectividad segura de los peatones y ciclistas a la ciudad. El cruce peatonal debe ser identificable a distancia permitiendo al conductor detectarlo con facilidad. Además, se observan las demarcaciones y las diferentes texturas que se utilizan para diferenciar los carriles de circulación vehicular, la ciclorruta y los senderos peatonales, que privilegien la circulación de ciclistas y peatones sobre la circulación vehicular.

Figura B-9: Manejo peatonal y de ciclistas Opciones 1 y 2

OPCIÓN 1: Glorieta a nivel con giros derechos canalizados y ciclorrutas en todos sus ramales:

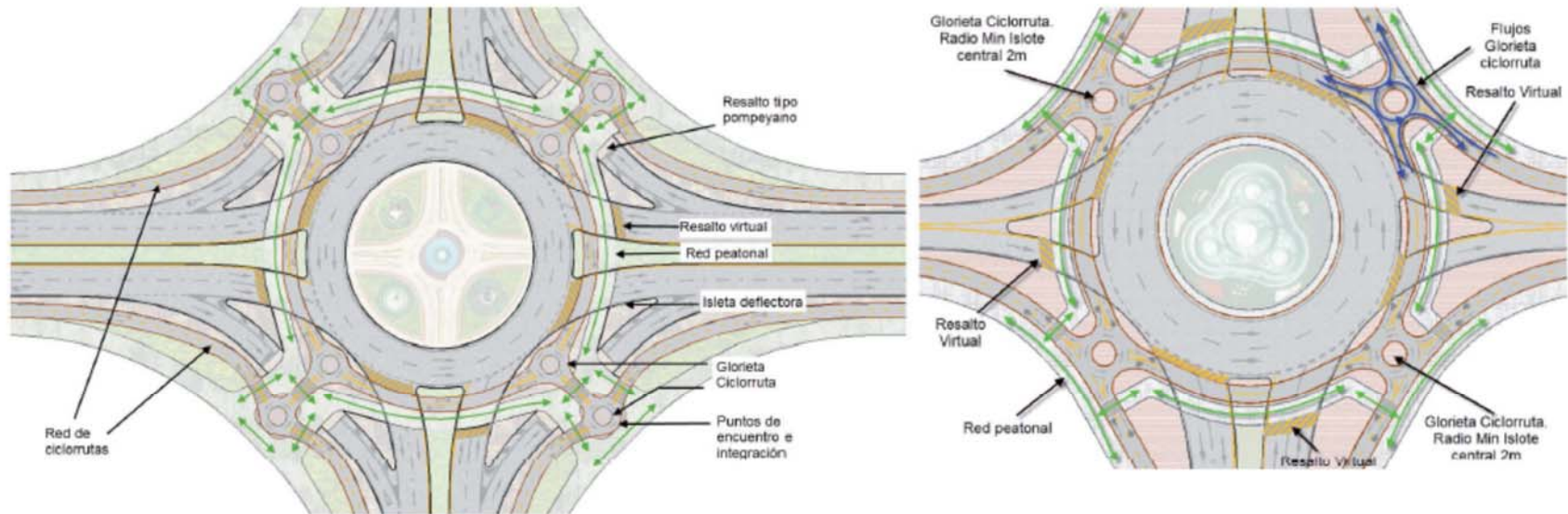
- Peatones y ciclistas cruzan perpendiculares a la intersección con el objetivo de aumentar la visibilidad.
- Peatones cruzan a nivel en giros derechos sobre pompeyano, vehículos se detienen totalmente.
- En conexión de ramales a anillo circular, existen resaltes virtuales para que vehículos cedan totalmente el paso.
- Glorietas en ciclorruta solucionan todos los flujos posibles y permiten conexión a cualquier lugar de la red.

OPCIÓN 2: Intersección tipo glorieta de una vía tipo VAI y una vía local con ciclorruta y sin giros derechos canalizados:

- Peatones y ciclistas cruzan en redes peatonales y de ciclistas paralelos al anillo vial, tratando de generar cruces perpendiculares.
- En conexión de ramales a anillo circular, existen resaltes virtuales para que vehículos se detengan.
- Glorietas en ciclorruta solucionan todos los flujos y permiten conexión a cualquier lugar de la intersección.
- Solución a flujos peatonales posibles.

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

Figura B-10: Manejo peatonal y de ciclistas Opciones 3 y 4



OPCIÓN 3: Glorieta a nivel sin giros derechos canalizados y ciclorutas solo en uno de sus ramales:

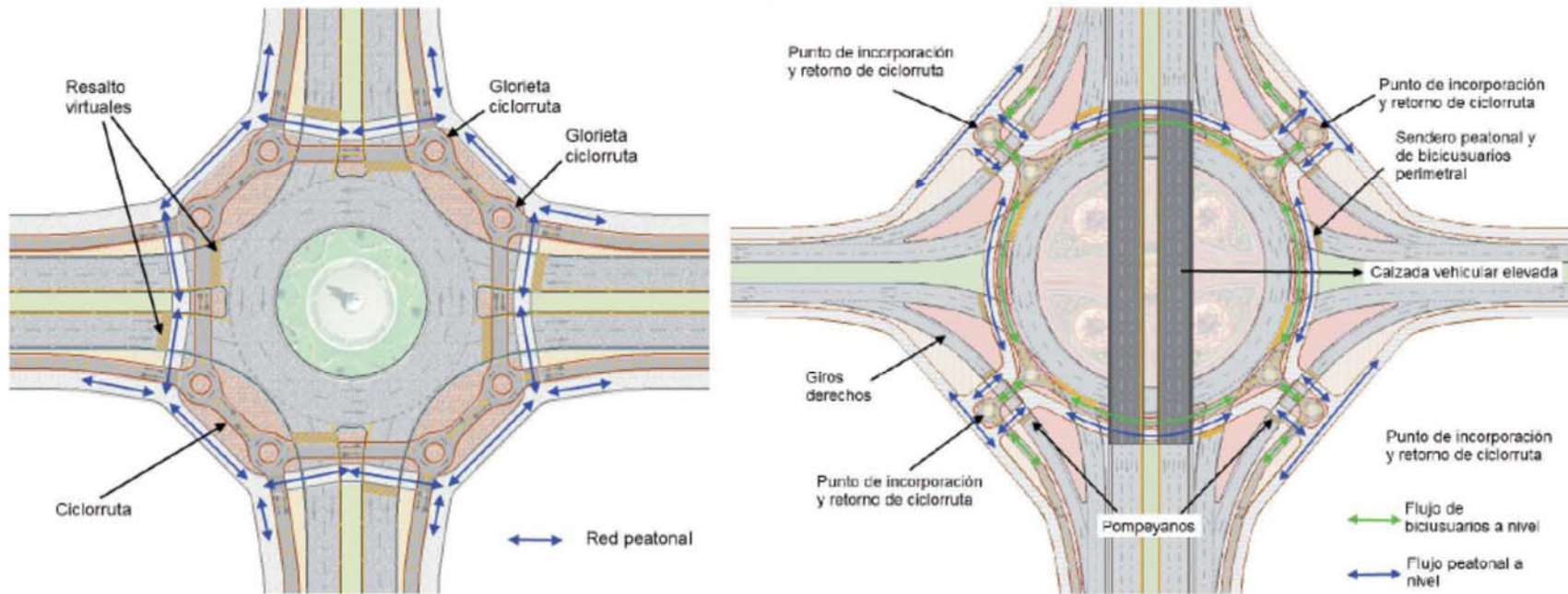
- Peatones y ciclistas hacen uso de infraestructura independiente, paralela al anillo vial.
- En conexión de ramales a anillo circular, existen resaltos virtuales para garantizar que los vehículos cedan el paso.
- Nodos de integración de ciclorutas para solucionar los flujos y permitir la conexión a cualquier lugar de la intersección.
- Existen puntos de integración a ciclorutas en los costados donde se carece de ella.
- Véase detalles Figura 87.

OPCIÓN 4: Intersección tipo glorieta de dos jerarquías viales diferentes, sin giros derechos canalizados y con ciclorruta en uno de los ramales:

- Peatones y ciclistas hacen uso de infraestructura independiente, paralela al anillo vial.
- En conexión de ramales a anillo circular, existen resaltos virtuales para garantizar que los vehículos cedan el paso.
- Miniglorietas en ciclorruta solucionan todos los flujos y permiten conexión a cualquier lugar de la intersección.
- Existen puntos de integración a ciclorutas en los costados donde se carece de ella.
- Véase detalles Figura 87.

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

Figura B-11: Manejo de flujos no motorizados a nivel, en los giros derechos canalizados



OPCIÓN 5: Glorieta a nivel sin giros derechos canalizados y ciclorrutas en todos sus ramales

- Peatones cruzan vías en disposición diagonal
- Pasos de flujos no motorizados perpendiculares a las calzadas vehiculares, para garantizar la visibilidad.
- En conexión de ramales a anillo circular, existen resaltes virtuales para garantizar que los vehículos cedan el paso.
- Nodos de integración de ciclorrutas para solucionar los flujos y permitir la conexión a cualquier lugar de la intersección.
- Véase detalles Figura 88.

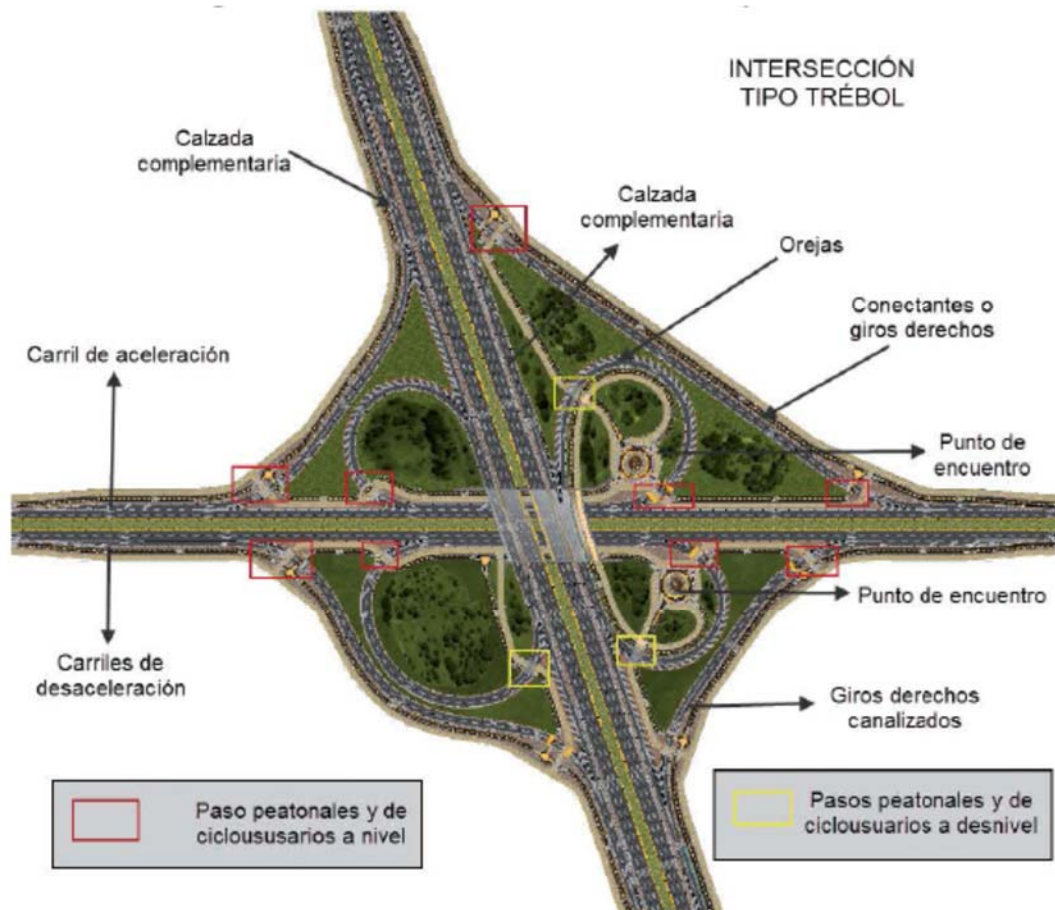
OPCIÓN 6: Paso directo a desnivel + glorieta para solucionar giros izquierdos:

- Flujos peatonales y de ciclistas a nivel en trayectorias paralelas al anillo circular (por debajo del puente vehicular) solucionando todos los flujos.
- En conexión de ramales a anillo circular, existen resaltes virtuales para garantizar que los vehículos cedan el paso.
- Peatones y ciclistas cruzan a nivel en giros derechos sobre semipompeyano, vehículos se detienen totalmente. El cruce es perpendicular a las trayectorias vehiculares para favorecer la visibilidad.
- Miniglorietas en ciclorruta solucionan todos los flujos y permiten conexión a cualquier lugar de la intersección.
- Existen puntos de integración a ciclorrutas en los costados donde se carece de ella.
- Véase detalles Figura 88.

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014).*

INTERSECCIONES CON OREJAS

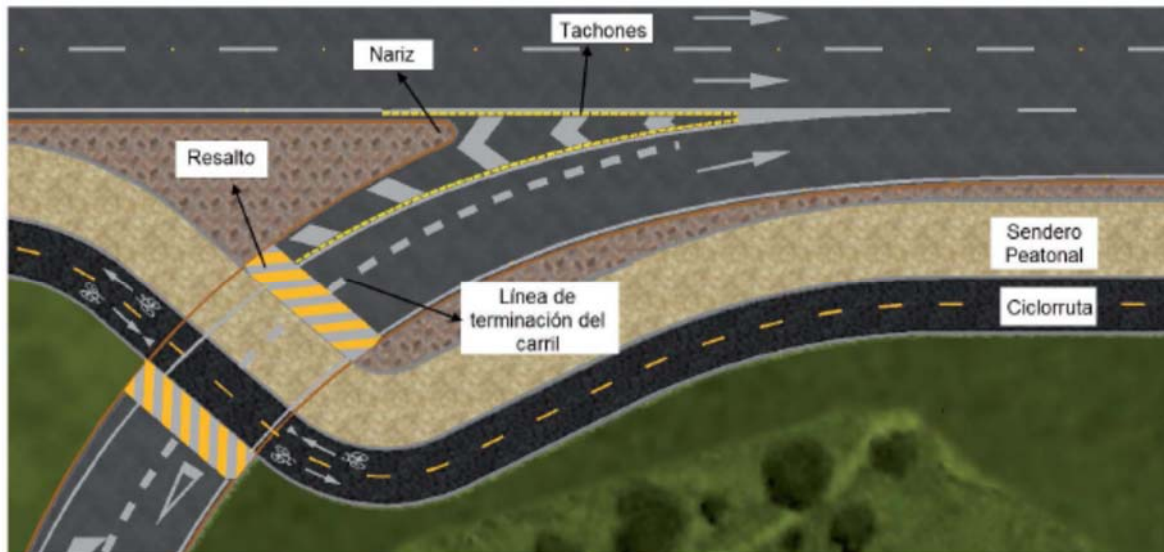
Figura B-12: Manejo de flujos no motorizados a nivel, en los giros derechos canalizados



Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014).*

Figura B-13: Manejo de flujos no motorizados a nivel, en los giros derechos canalizados

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*.

Figura B-14: Manejo de flujos no motorizados a nivel, en los giros derechos canalizados

Fuente: *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá (IDU 2014)*

Bibliografía

- Andersson, H., Lundborg, P., 2007. Perception of own death risk: An analysis of road-traffic and overall mortality risks. *Journal of Risk Uncertainty* 34, 67–84.
- Chagas, M., Lindau, L.A., 2009. Evaluating Pedestrian Safety at Midblock Crossings in Porto Alegre, Brazil. TRB 2010 Annual Meeting CD-Room.
- Chu, X., Guttenplan, M., Baltes, M. R., 2002. Why People Cross Where They Do: The Role of Street Environment. *Transportation Research Record* 1878, 3-10.
- (s. a.). (2013) Manual de señalización de tránsito. Facilidades, explícitas para peatones.
- Echeverry, A., Mera, J. J., Villota, J., Zarate, L. C. (2005). Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali. *Colombia Médica* 36, 79-84.
- Estudio Eurotest (2009). *Comparativa europea de pasos de peatones*.
- Fondo de Prevención Vial (2011). *Identificación y propuestas de solución en cinco puntos críticos de accidentalidad de peatones de cinco ciudades colombianas*.
- Hoogendoorn, S.P., Bovy, P.H.L., 2004. Pedestrian route-choice and activity scheduling theory and models. *Transportation Research Part B* 38, 169–190.
- Hurtado Cortés, A. E. y Torres Ruiz, N. L. (2000). *Estudio de las variables que determinan la localización de los cruces peatonales en Santa Fe de Bogotá*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Instituto de Desarrollo Urbano (2005). *Guía práctica de la movilidad peatonal urbana*. Bogotá.
- Instituto de Desarrollo Urbano (2014). *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D. C.* Bogotá.
- Jiménez Romero D. (2010). Comportamiento peatonal. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Chile.
- MAPFRE, 2005. Estudio Accidentalidad peatonal en nucleos urbanos. Disponible en <http://www.mapfre.com/fundacion/es/seguridad-vial.shtml>.

- Ministerio de Transporte (2015). *Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, manual de señalización. Año 2004 y 2015*. Bogotá.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas (Ecuador) (2013). Procedimiento de operación y seguridad vial. *Norma ecuatoriana vial*, 5.
- Oudejans, R., Michaels, C., Dort, B., Frissen, E., 1996. To Cross or Not to Cross: The Effect of Locomotion on Street-Crossing Behavior. *Ecological Psychology* 8(3), 259-267.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2009). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial: es hora de pasar a la acción*. Recuperado de: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/es/index.html.
- Organización para la Conferencia Europea. Cooperación de Ministros del Desarrollo Económico Transporte. (2006). Gestión de velocidad.
- Ortuzar, J. y Willumsen, L. G. (2008). *Modelos de transporte*. Madrid: Ediciones de la Universidad de Cantabria.
- Oxley, J., Ihsen, E., Fildes, B., Charlton, J., Day, R., 2005. Crossing roads safely:
- Pico Merchán, M. E. (2011). Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública.
- Prieto, J. M. (1984). El papel del psicólogo en la seguridad vial. *Papeles del psicólogo* 16 y 17. Disponible en <http://www.papelesdel psicologo.es/vernumero.asp?id=179>.
- Roche, H. y Vejo, C. (s. f.). Métodos cuantitativos aplicados a la administración. Material de apoyo análisis multicriterio. Recuperado de: www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf.
- Rosenbloom, T., 2009. Crossing at a red light: Behaviour of individuals and groups. *Transportation Research Transportation Research Part F*
- Simpson, G., 2003. An investigation of road crossing in a virtual environment. *Accident Analysis and Prevention* 35, 787–796.
- Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. (2011). *Lineamientos para la elaboración de diseño de señalización, versión 02*. Bogotá