



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Guía Metodológica para la aplicación de Ingeniería de  
Transporte en Urbanismo Táctico.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
INGENIERA CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE  
CONSTRUCCIONES**

**Autora:**

**MARIA DE LOS ANGELES ANDRADE ORDOÑEZ**

**Director:**

**CHRISTIAN MARCELO MOYANO TOBAR**

**CUENCA, ECUADOR**

**2020**

## DEDICATORIA

*Al final de cada etapa únicamente nos queda la certeza de lo amado, es por ello que el presente trabajo de tesis va dedicado para cada una de las personas que forman parte de mi vida y que me invitaron a no descansar hasta cumplir mi sueño, inundándome de paz, amor y gozo.*

*De manera especial a mi hermano Fernando quien me abrazó al enfrentarme a mis más grandes miedos, me impulsó y confió en mí al momento de tomar la decisión más importante de mi vida, sin ti nada de esto sería posible.*

*A mi mentor y amigo Dr. Douglas Calvo de la Paz quien me enseñó que el autocontrol y la perseverancia son las verdaderas claves del éxito, las constantes pláticas, retas, cariño y risas terminaron por convencerme que soy indestructible.*

## AGRADECIMIENTO

*Muy pocas veces en la vida la palabra gracias no justifica el inmenso amor y gratificación que se siente al mirar atrás y observar a todas las personas que física y energéticamente me acompañaron en un andar lleno de felicidad y me miran hoy culminar uno de mis sueños.*

*A mis padres Luis y María quienes son el más claro ejemplo de entrega, sacrificio y perseverancia, gracias por no tener más que amor y benevolencia, por guiarme en este sueño y sostener mi mano cuando las cosas se complicaron.*

*A mis hermanos Carlos y Fernando por impulsarme y apoyarme incondicionalmente durante toda mi vida.*

*A mis abuelitos y tíos quienes con sonrisas y palabras de aliento calmaron cualquier tempestad y me ayudaron a comprender que hasta las utopías están a mí alcance.*

*A mi mejor amiga María Paula, así como a Cristhian, Karla y todos aquellos que formaron parte de este proceso de autoconocimiento y aprendizaje, quienes festejaron mis victorias como las suyas y me acompañaron en mis derrotas.*

*A Milo mi espejo más tierno y mi compañero de vida.*

*A mi alma mater Universidad del Azuay y en especial al Maestro Ing. Christian Marcelo Moyano Tobar Mgtr. director de la presente tesis quien me permitió desarrollar tan importante tema bajo su constante guía y no fue indiferente al momento de compartir su experiencia personal.*

## CONTENIDO

<b>Índice de tablas</b> .....	VII
<b>Índice de figuras</b> .....	X
<b>RESUMEN</b> .....	XIV
<b>ABSTRACT</b> .....	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVO GENERAL:</b> .....	3
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> .....	3
<b>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:</b> .....	4
<b>ALCANCE</b> .....	5
<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	6
<b>CAPÍTULO I: CONCEPTOS GENERALES</b> .....	14
1.1 El peatón.....	14
1.1.1 Terminología.....	15
1.1.2 Espacio físico requerido.....	15
1.1.3 Velocidad de los peatones.....	17
1.1.4 Velocidad de viaje peatonal.....	18
1.2 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.....	19
1.2.1 NIVELES DE SERVICIO PARA PASARELAS, ACERAS, RAMPAS Y CALLES PEATONALES.....	19
1.2.2 NIVELES DE SERVICIO EN ÁREAS DE ESPERA.....	22
1.3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA EL NIVEL DE SERVICIO DE PASARELAS, ACERAS, RAMPAS Y CALLES PEATONALES.....	24
1.4 NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS AISLADAS.....	28
1.5 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PARA PEATONES.....	39
1.6 SEÑALIZACIÓN VERTICAL VIAL.....	46
<b>CAPÍTULO II: PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA</b> .....	50

2.1 Espacio Público.....	51
2.2 Movilidad Sostenible .....	51
2.3 Ciudades Sostenibles .....	52
2.4 Ciudades Seguras .....	52
2.5 Ciudades Caminables.....	53
2.6 Planificación de transporte.....	53
2.7 Lista de requerimientos o prioridades.....	55
2.8 Metodología de evaluación.....	61
<b>CAPÍTULO III: APLICACIÓN EN EL CASO DE ESTUDIO, AVENIDA DON BOSCO.....</b>	<b>64</b>
3.1 Localización .....	65
3.2 Definición de tramos .....	65
3.3 Composición de tramo.....	66
3.4 Aforos peatonales .....	68
3.5 Niveles de iluminación.....	69
3.6 Señalética vertical.....	70
3.7 Análisis de resultados .....	73
3.7.1 Nivel de Servicio de las Aceras .....	73
3.7.2 Nivel de Servicio en el Paso Peatonal ubicado entre la avenida Don Bosco y avenida Loja.....	78
3.7.3 Sistemas de iluminación .....	84
3.7.4 Señalética vertical .....	89
3.8 Análisis de los resultados .....	93
3.9 Propuesta de urbanismo táctico .....	100
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>111</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>

ANEXO 1: Conteo manuales de peatones, ciclistas, vehículos privados y buses efectuados durante los días 30 de junio y 3 de julio del 2020 en la Avenida Don Bosco. ....	115
ANEXO 2: Planos de la intervención táctica sobre los 400 metros de la Avenida Don Bosco y sus especificaciones en los diferentes tramos. ....	126

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio A. ...	19
<b>Tabla 2:</b> Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio B. ...	20
<b>Tabla 3:</b> Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio C. ...	20
<b>Tabla 4:</b> Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio D. ...	21
<b>Tabla 5:</b> Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio E. ...	21
<b>Tabla 6:</b> Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio F. ....	22
<b>Tabla 7:</b> Ancho efectivo de mobiliario urbano y paisajismo. ....	26
<b>Tabla 8:</b> Determinación del nivel de servicio. ....	38
<b>Tabla 9:</b> Parámetros para la selección de la clase iluminación (M) de CONELEC 005/14. ....	42
<b>Tabla 10:</b> Parámetros fotométricos para vías de tráfico motorizado de CONELEC 005/14. ....	43
<b>Tabla 11:</b> Niveles de Iluminaación RTE 069 INEN. ....	43
<b>Tabla 12:</b> Matriz de evaluación de la categoría de Seguridad, asignación de indicadores y peso. ....	58
<b>Tabla 13:</b> Matriz de evaluación de la categoría de Comodidad, asignación de indicadores y peso. ....	59
<b>Tabla 14:</b> Matriz de evaluación de la categoría de Inclusión y Confort, asignación de indicadores y peso. ....	60
<b>Tabla 15:</b> Días y horas que se realizaron los aforos peatonales. ....	69
<b>Tabla 16:</b> Especificación de cada una de las señales verticales y su registro fotográfico. ....	71
<b>Tabla 17:</b> Parámetros y puntuación para la evaluación de señalética vertical. ....	73
<b>Tabla 18:</b> Nivel de servicio de las aceras en el tramo T1, Santa María-Avenida Loja. ....	76
<b>Tabla 19:</b> Nivel de servicio de las aceras que conforman el tramo T2. ....	76
<b>Tabla 20:</b> Nivel de servicio en el tramo T3, Miguel de Cervantes-Francisco de Orellana. ....	77
<b>Tabla 21:</b> Detalles del nivel de servicio F. ....	77
<b>Tabla 22:</b> Datos para la obtención de tiempo-espacio disponible. ....	79
<b>Tabla 23:</b> Datos para calcular el tiempo en el área de espera. ....	79
<b>Tabla 24:</b> Datos para el cálculo del área peatonal de circulación en la esquina. ....	80

<b>Tabla 25:</b> Datos sobre el cruce peatonal para el cálculo del tiempo-espacio disponible. ....	81
<b>Tabla 26:</b> Datos para el cálculo del tiempo-espacio efectivo disponible. ....	81
<b>Tabla 27:</b> Velocidad según el HCM2010. ....	82
<b>Tabla 28:</b> Datos para el cálculo del tiempo de ocupación del cruce peatonal. ....	82
<b>Tabla 29:</b> Datos para el cálculo de los factores de ajuste. ....	83
<b>Tabla 30:</b> Detalle de las lecturas de intensidad luminosa. ....	85
<b>Tabla 31:</b> Resultados de Iluminación promedio y uniformidad. ....	87
<b>Tabla 32:</b> Resultados de la evaluación del nivel de iluminación según ciertos parámetros. ....	87
<b>Tabla 33:</b> Parámetros fotométricos para vías de tráfico motorizado de CONELEC 005/14. ....	88
<b>Tabla 34:</b> Resultados de la evaluación cada una de las señaléticas a lo largo de la avenida Don Bosco. ....	90
<b>Tabla 35:</b> Evaluación del estado actual de la Avenida Don Bosco correspondiente a la categoría de Seguridad Sw. ....	94
<b>Tabla 36:</b> Evaluación del estado actual de la Avenida Don Bosco correspondiente a la categoría de Comodidad Cw. ....	95
<b>Tabla 37:</b> Evaluación del estado actual de la Avenida Don Bosco correspondiente a la categoría de Inclusión Iw. ....	96
<b>Tabla 38:</b> Resumen de la categoría de evaluación Seguridad del estado actual de de la Avenida Don Bosco. ....	97
<b>Tabla 39:</b> Resumen de la categoría de evaluación Comodidad del estado actual de de la Avenida Don Bosco. ....	98
<b>Tabla 40:</b> Resumen de la categoría de evaluación Inclusión y Confort del estado actual de de la Avenida Don Bosco. ....	99
<b>Tabla 41:</b> Conteo vehicular en el paso peatonal de la Avenida Don Bosco y Avenida Loja durante el período de 11:15 a 13:15. ....	115
<b>Tabla 42:</b> Conteo peatonal en el paso peatonal de la Avenida Loja durante el período de 11:15 a 13:15. ....	116
<b>Tabla 43:</b> Conteo peatonal en el paso peatonal de la Avenida Don Bosco durante el período de 11:15 a 13:15. ....	117
<b>Tabla 44:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15. ....	118

<b>Tabla 45:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00. ....	119
<b>Tabla 46:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15. ....	120
<b>Tabla 47:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00. ....	121
<b>Tabla 48:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15. ....	122
<b>Tabla 49:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00. ....	123
<b>Tabla 50:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15. ....	124
<b>Tabla 51:</b> Conteo de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00. ....	125

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Tráfico vehicular y cuellos de botella en el sector El Vado, conexión entre las avenidas Doce de Abril, Tres de Noviembre y la subida de La Condamine. ....	7
<b>Figura 2:</b> Propuesta del proceso táctico ejecutado en el sector El Vado, dirigido por el laboratorio investigativo LlactaLab. ....	7
<b>Figura 3:</b> Antes y después de ejecutar el proceso de UT en el edificio monumental del centro cultural Benjamín Carrión – Quito, implementación de luces de Led en la Ruta de las Experiencias. ....	8
<b>Figura 4:</b> Peatonalización de la calle Jorge Washington usando pintura e impresiones inspiradas en especies de hojas nativas de las áreas de Quito. ....	8
<b>Figura 5:</b> Proceso de reorganización de espacios peatonales y pacificación del tráfico a través de UT en Medellín. ....	9
<b>Figura 6:</b> Proceso de reorganización de espacios peatonales y pacificación del tráfico a través de UT en Medellín. ....	9
<b>Figura 7:</b> Antes y después de aplicar el proceso de UT con enfoque de género en Bogotá. Suba- Nuestro Jardín-NerioGuevara. ....	10
<b>Figura 8:</b> Peatonalización del Paseo de Banderas en el centro de Santiago de Chile. ....	10
<b>Figura 9:</b> Antes y después de implementar el proceso táctico en la Avenida Broadway, New York-Estados Unidos. ....	11
<b>Figura 10:</b> Antes y después del proceso de peatonalización en la emblemática calle Maderos-México. ....	12
<b>Figura 11:</b> Estado previo y posterior a la intervención táctica en la «Supermanzana» del Poblenou-Barcelona-España. ....	13
<b>Figura 12:</b> Espacio mínimo requerido en espacios peatonales. ....	16
<b>Figura 13:</b> Medidas de la elipse corporal del peatón. ....	16
<b>Figura 14:</b> Espacio peatonal requerido según HCM 2000. ....	16
<b>Figura 15:</b> Relación entre la velocidad viandante y la densidad. ....	18
Recuperado de Highway Capacity Manual 2000. ....	18

<b>Figura 16:</b> Nivel de servicio A.....	20
<b>Figura 17:</b> Nivel de servicio B.....	20
<b>Figura 18:</b> Nivel de servicio C.....	20
<b>Figura 19:</b> Nivel de servicio D.....	21
<b>Figura 20:</b> Nivel de servicio E.....	21
<b>Figura 21:</b> Nivel de servicio F.....	22
<b>Figura 22:</b> Nivel de servicio A.....	22
<b>Figura 23:</b> Nivel de servicio B.....	23
<b>Figura 24:</b> Nivel de servicio C.....	23
<b>Figura 25:</b> Nivel de servicio D.....	23
<b>Figura 26:</b> Nivel de servicio E.....	24
<b>Figura 27:</b> Nivel de servicio F.....	24
<b>Figura 28:</b> Ajuste de anchos para obstáculos fijos.....	25
<b>Figura 29:</b> Metodología para determinar el nivel de servicio en intersecciones semafóricas.....	28
<b>Figura 30:</b> Geometría de una esquina de intersección y movimientos peatonales del HCM 2010.....	29
<b>Figura 31:</b> Geometría de una intersección semafórica para la aplicación de las fórmulas de la HCM 2010.....	32
<b>Figura 32:</b> Conjunto de movimientos permitidos en la intersección.....	37
<b>Figura 33:</b> Altura de señales en zonas urbanas tomando en cuenta peatones y vehículos estacionados de RTE INEN 004-1:2011.....	48
<b>Figura 34:</b> Orientación recomendada para las señales de RTE INEN 004-1:2011.....	49
<b>Figura 35:</b> Criterios de calidad relacionados con el paisaje peatonal de Ciudades para la gente de Jan Gehl.....	55
<b>Figura 36:</b> Establecimientos del área de estudio, limitándolo con la avenida Loja y Francico de Orellana.....	65

<b>Figura 37:</b> Señalización y delimitación de los tramos e intersecciones que conforman el área de estudio.....	66
<b>Figura 38:</b> Registro fotográfico de la situación actual en el tramo T2 de la avenida Don Bosco.....	67
<b>Figura 39:</b> Registro fotográfico de la situación actual en el tramo T2 de la avenida Don Bosco.....	68
<b>Figura 40:</b> Multímetro Digital Multifuncional TP8229.....	69
<b>Figura 41:</b> Localización y definición de las diferentes señales verticales.....	70
<b>Figura 42:</b> Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 11h15-13h15. Martes 30 de junio 2020.....	74
<b>Figura 43:</b> Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 17h00-19h00. Martes 30 de junio 2020.....	74
<b>Figura 44:</b> Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 11h15-13h15. Viernes 3 de julio 2020.....	75
<b>Figura 45:</b> Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 17h00-19h00. Viernes 3 de julio 2020.....	75
<b>Figura 46:</b> Reconocimiento visual de los niveles de servicio de las aceras en la zona de estudio.....	78
<b>Figura 47:</b> Descripción de los flujos peatonales en la hora de máxima demanda peatonal en la intersección de la avenida Don Bosco y avenida Loja.....	81
<b>Figura 48:</b> Detalle del flujo peatonal en la avenida Loja y que intervienen en el paso peatonal de la avenida Don Bosco.....	81
<b>Figura 49:</b> Detalle de ubicación de las lámparas a lo largo de la avenida Don Bosco.....	84
<b>Figura 50:</b> Detalle de los 134 puntos de lectura de intensidad luminosa a lo largo de la avenida Don Bosco.....	85
<b>Figura 51:</b> Polígono de evaluación de cada una de las señales verticales y sus 5 parámetros de evaluación.....	91
<b>Figura 52:</b> Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco.....	103

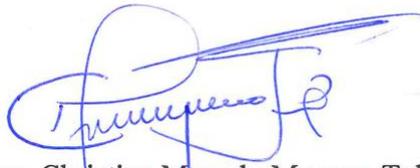
<b>Figura 53:</b> Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco. Render nocturno destacando pintura reflectiva sobre el pavimento. ....	104
<b>Figura 54:</b> Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco.....	105
<b>Figura 55:</b> Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco.....	106
<b>Figura 56:</b> Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco.....	107

# GUÍA METODOLÓGICA PARA LA APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE EN URBANISMO TÁCTICO

## RESUMEN

La carencia de parámetros de ingeniería de transporte dentro del urbanismo táctico ha imposibilitado diseñar una propuesta funcionalmente eficiente, es por ello que, la presente investigación tiene como objetivo generar una guía metodológica en base a 3 matrices de evaluación fundadas sobre parámetros de seguridad, comodidad, inclusión y confort, que junto con sus mecanismos de cálculo e interpretación aplicables sobre la infraestructura vial y peatonal dan como resultado el índice de caminabilidad en la zona de estudio, determinante al momento de realizar intervenciones. Finalmente, el análisis concebirá plasmar los conceptos de movilidad sostenible y caminabilidad en una propuesta táctica dentro de la avenida Don Bosco.

**Palabras claves:** Urbanismo Táctico, modos no motorizados, infraestructura vial y peatonal, movilidad sostenible y caminabilidad.



Ing. Christian Marcelo Moyano Tobar.  
**Director del trabajo de titulación.**



Ing. José Vázquez Calero.

**Director de la carrera**



Maria de los Angeles Andrade Ordoñez.

**Autora**

# METHODOLOGICAL GUIDE FOR THE APPLICATION OF TRANSPORTATION ENGINEERING IN TACTICAL URBAN PLANNING

## ABSTRACT

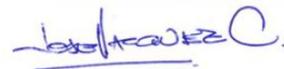
The lack of transport engineering parameters within tactical urban planning has made it impossible to design a functionally efficient proposal. Thus, this research aimed at generating a methodological guide based on 3 evaluation matrices: safety, comfort, inclusion and comfort, which together with its calculation and interpretation mechanisms applicable to road and pedestrian's infrastructure give as the walkability index in the study area, a determining factor at the time of performing urban interventions. Finally, the analysis will conceive to translate the concepts of sustainable mobility and walkability in a tactical proposal along the Don Bosco avenue.

**Keywords: Tactical:** Urbanism, non-motorized modes, road and pedestrian infrastructure, sustainable mobility and walkability.



Ing. Christian Marcelo Moyano Tobar.

**Director del trabajo de titulación.**



Ing. José Vázquez Calero.

**Director de la carrera**



Maria de los Angeles Andrade Ordoñez.

**Autora**



Translated by:

Maria de los Angeles Andrade Ordoñez.



## INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años la sociedad ha normalizado las deficientes condiciones bajo las cuales se desenvuelven los peatones y ciclistas, es claro que los modos motorizados bajo una premisa de crecimiento social y económico poco a poco fueron desapropiando del espacio público a los peatones, de modos tan silencios y sutiles, que los personajes más importantes en la escala de movilidad comenzaron a girar en torno a la seguridad, comodidad y confort del vehículo privado.

En medio de este proceso invasivo nace el Urbanismo Táctico (UT) como una solución a un esquema social que claramente no estaba funcionando; con un conjunto de proyectos participativos da soluciones rápidas y de bajos costos a problemas de movilidad, seguridad y contaminación ambiental.

El generar una guía de estrategias metodológicas que tome en cuenta las diferentes variables que forman parte del entorno del espacio público y la manera en que cada una de estas se encuentra afectada, garantiza que las decisiones de procesos tácticos llevados a cabo sean perdurables a lo largo de los años y generen un impacto que involucre de manera conjunta a la infraestructura vial y modos no motorizados. Bajo este concepto se establecen tres capítulos de desarrollos con un caso de aplicación en el que se demuestra el funcionamiento de la guía metodológica propuesta.

Las variables, parámetros y metodologías bajo las que se evaluará cada uno de los elementos que conforman la infraestructura vial se encuentran conceptualizados dentro del capítulo I, mismo que junto con el capítulo II y sus conceptos sobre sostenibilidad, caminabilidad y movilidad sostenible permitirá generar tres matrices bajo las categorías de: seguridad, comodidad, inclusión y confort, en donde se conocerán los puntos más destacados que serán sometidos a procesos urbanos de alta impacto dentro de la funcionalidad de los elementos de infraestructura vial y peatonal.

Finalmente, la información concebida se plasmará en un caso de estudio de 400 metros dentro de la avenida Don Bosco, sector que fue escogido por el potencial turístico y gastronómico que simboliza dentro del cantón Cuenca; sin embargo,

muchas de las características físicas que presenta requieren un proceso de redistribución y modificación del espacio público. Las decisiones tomadas darán como resultado una propuesta de UT basada en los indicadores de cada una de las variables estudiadas, su índice de caminabilidad, tiempo de ejecución, funcionalidad, seguridad de peatones y ciclistas, pero sobre todo que garantice una experiencia sensorial altamente disfrutable y perdurable con el tiempo.

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Desarrollar una guía didáctica con estrategias metodológicas basada en los conocimientos de la ingeniería de transporte que al asociarse con el urbanismo táctico brinden soluciones óptimas para modos no motorizados.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Analizar y procesar las diferentes especificidades y parámetros de los modos no motorizados.
2. Proponer un modelo de inventario sobre el entorno de la infraestructura vial y peatonal.
3. Generar una propuesta de urbanismo táctico a manera de caso de estudio dentro de la avenida Don Bosco.

## **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:**

1. ¿De qué manera las estrategias de aprovechamiento para espacios públicos se consolidan en propuestas de recuperación y formación de nuevos espacios sociales?
2. ¿La ingeniería de transporte puede contribuir en la implementación de proyectos de urbanismo táctico para modos no motorizados?

## **ALCANCE**

El nivel de conocimiento que se pretende generar, inicia con una investigación profunda sobre características y parámetros previamente establecidos en modos no motorizados, procesamiento y análisis de la información, en base a la ingeniería de transporte, así como también entender la manera en la que las diferentes variables logran correlacionarse entre sí.

Posteriormente, se estudia el entorno y la infraestructura vial y peatonal que lo conforman, estableciendo de esta manera una lista de prioridades o requisitos de mayor influencia dentro de la seguridad, comodidad, inclusión y confort del peatón, los cuales serán impactados de manera positiva con un conjunto de propuestas sostenibles y económicamente viables que podrán ser implementadas bajo cualquier situación e independiente del ambiente en el que se encuentre, teniendo en cuenta los criterios dentro de la guía de aplicación formulada para procesos de UT.

Como producto final se proporcionará la aplicación de los conocimientos adquiridos en un caso de estudio dentro del área de la avenida Don Bosco, asociando de esta manera la creatividad, ingenio y ciencia, mismos que serán plasmados en planos renderizados generados con la ayuda de un software arquitectónico (ARCHICAD23), dando la idealización más exacta posible de la realidad, visualizando con ello, la manera armónica en la que se conjugarán elementos ya existentes y la incorporación de nuevos mecanismos, que aunque no sean de gran magnitud, permitirán un cambio sostenible con el tiempo, pero sobretodo priorizando al ser humano como respuesta a los presentes problemas de contaminación, inseguridad y vulnerabilidad.

## ESTADO DEL ARTE

Debido a la creciente demanda de la sociedad por mejorar la calidad de vida, transformar las calles y devolver el espacio público arrebatado por el vehículo privado, se crea una corriente a nivel mundial que se ha encargado de generar impactos positivos a través de la intervención urbana micro espacial de espacios sub utilizados, llamada Urbanismo Táctico (UT).

Basándose en criterios de planificación, el UT coloca a la persona como agente de cambio y vocera de las necesidades de sus barrios, parques y espacios públicos, generando en base a diferentes criterios, un conjunto de propuestas de ejecución en tiempos y costos mínimos, las cuales permitirán una movilidad activa y cambios físicos a largo plazo, creando conciencia y convirtiendo a ciudades en ambientes más humanos. El resultado de esta asociación permite la consolidación y aceptación de proyectos sostenibles a través del tiempo y que tengan como objetivo principal el ralentizar los altos niveles de contaminación ambiental y problemas de accesibilidad.

Cuenca ha logrado enfrentar sus problemas sociales, ecológicos, de movilidad y estéticos partiendo de los fundamentos encontrados en el Plan de Movilidad y Espacios Públicos de la ciudad 2015-2025, en el cual se analiza el sistema de movilidad actual y su proyección a un ambiente que integre al peatón y le devuelva la calidad ambiental; en el tomo II dentro de los capítulos 12 y 13, se plantea no únicamente la asociación de transporte público, bicicletas y peatones, sino además la reestructuración y rehabilitación de calles, aceras y espacios compartidos priorizándolos como puntos de encuentro y esparcimiento, añadiéndoles valor social y ambiental a través de criterios de planeación y acupuntura urbana (Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2015). Por otro lado, el grupo de investigación LlactaLab de la Universidad de Cuenca considera a la ciudad como un escenario para el análisis de varios proyectos entre los que se destacan “Pies y Pedales” (LlactaLab, 2015) en el cual se condujo a la estructuración de Cuenca como una ciudad caminable y multidisciplinaria; en el año 2019 presenta y ejecuta el proceso de UT en el sector del Vado evaluando el comportamiento de las aproximadamente cincuenta mil personas que transitan diariamente por el sector, de las cuales diecisiete mil son peatones y

solo un tercio usa el vehículo privado. El proceso a más de armonizar y brindar un mejoramiento del espacio público a bajo costo, genera un sistema de movilidad activa en el que se restringe la capacidad de giro, se añade una ciclovía y mobiliario urbano, atacando al espacio tomado por el vehículo privado y otorgando a peatones y ciclistas la seguridad en su entorno (Zhingre, 2019). Como resultado de este proceso, se ha evidenciado la disminución de los niveles de tráfico en el sector y la permanencia de un proyecto que inició como una prueba experimental.



**Figura 1:** Tráfico vehicular y cuellos de botella en el sector El Vado, conexión entre las avenidas Doce de Abril, Tres de Noviembre y la subida de La Condamine.  
Recuperado de <https://ww2.elmercurio.com.ec/2019/09/17/cambios-probaran-orden-del-transito-en-el-vado-en-un-experimento-desde-manana-hasta-el-martes/>



**Figura 2:** Propuesta del proceso táctico ejecutado en el sector El Vado, dirigido por el laboratorio investigativo LlactaLab.  
Recuperado de <https://ww2.elmercurio.com.ec/2019/09/25/se-mantienen-las-pruebas-sobre-transito-en-el-vado-por-inicio-de-clases-en-la-universidad/>

En el 2016, la asociación Human Cities Coalition, junto con los vecindarios, decidieron atacar los problemas de seguridad y falta de humanidad de la ciudad de Quito, elaborando un conjunto de procesos de UT, los cuales inician con la creación de 200 m<sup>2</sup> de áreas verdes y 200 árboles sembrados, acompañados de la pintura y

jardines verticales en muros olvidados, cerca de 1 kilómetro de luces led para la Ruta de las Experiencias. El reto hito de estos procesos fue combatir la alta molestia derivada de los problemas de smog producido por buses y vehículos en la calle Jorge Washington; como resultados de los estudios, la solución brindada fue la peatonalización y cierre al paso de vehículos, equipamiento del sector con mobiliario e incremento de áreas verdes. Otro desarrollo importante se evidencia en la Zona Mariscal Alfaro León, sitio donde se planifica la implementación de ciclovías y espacios verdes (Urbanos, 2017).



**Figura 3:** Antes y después de ejecutar el proceso de UT en el edificio monumental del centro cultural Benjamín Carrión – Quito, implementación de luces de Led en la Ruta de las Experiencias. Recuperado de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2017/01/28/ruta-de-la-experiencia-intervencion-de-urbanismo-tactico-en-quito/>



**Figura 4:** Peadonalización de la calle Jorge Washington usando pintura e impresiones inspiradas en especies de hojas nativas de las áreas de Quito. Recuperada de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2017/01/28/ruta-de-la-experiencia-intervencion-de-urbanismo-tactico-en-quito/>

A nivel internacional, existen grandes exponentes dentro del UT y la movilidad sostenible; Bronx en Bogotá, muestra como el UT permite la intervención en espacios públicos, escenarios urbanos, vías vehiculares y senderos peatonales, los cuales modifican la manera de ver y vincular un sector abandonado, peligroso y desapropiado, dinamizándolo y mejorando su calidad de vida y por ende dar paso al

desarrollo social (Galvis Rojas, 2018). Por otro lado, Medellín, una ciudad diseñada de manera integral para resolver sus problemas de movilidad, invierte anualmente hasta 50 millones de pesos en procesos tácticos de urbanismo, con el objetivo de minimizar el tráfico en el centro occidente y sectores cercanos al parque Lleras, protegiendo a los peatones de los elevados accidentes existentes y la tasa anual cercana a los 90 muertos que presenta. La intervención ejecutada tuvo como prioridad la construcción de pasos peatonales, amueblamiento urbano (bancas y macetas), pintura en las calles, aceras y espacios públicos compartidos que evitan las maniobras inadecuadas (Serna Osorio, 2018).



**Figura 5:** Proceso de reorganización de espacios peatonales y pacificación del tráfico a través de UT en Medellín.

Recuperado de

<https://www.medellincuenta.com/?NavigationTarget=navurl://958fb36d0722c68e8f44930ac842cd9a>



**Figura 6:** Proceso de reorganización de espacios peatonales y pacificación del tráfico a través de UT en Medellín.

Recuperado de

<https://www.medellincuenta.com/?NavigationTarget=navurl://958fb36d0722c68e8f44930ac842cd9a>  
Las causas para generar un proyecto de UT con altos impactos sociales son muy variadas, pero parten de un denominador común, la inseguridad. Bogotá en el último año, decide generar una propuesta con un enfoque de género, en el cual, se pretende crear espacios públicos seguros para mujeres y niñas con los que se sientan identificadas. La arquitecta Laura Rojas encabeza el proyecto piloto de UT “*Me Muevo Segura*” en Bicistema, juntando de esta manera, cuatro intervenciones; iniciando con la pintura de murales, ampliación de espacios públicos,

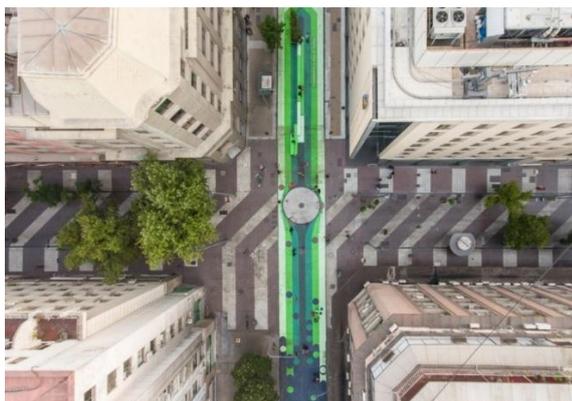
implementaciones de ciclovías, limpieza y protección de zonas cercanas a los ríos. Los procesos ejecutados permitieron observar que es necesario mantener un plan de mantenimiento en ciertos puntos y motivar a los ciudadanos para que su uso sea consciente (Baraya, 2020).



**Figura 7:** Antes y después de aplicar el proceso de UT con enfoque de género en Bogotá. Suba-Nuestro Jardín-NerioGuevara.

Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/933210/renovacion-y-regeneracion-de-espacio-publico-mediante-urbanismo-tactico-con-enfoque-de-genero-en-bogota>

En Latinoamérica, Santiago de Chile ejecuta un proceso de planeación urbana, convirtiendo el Paseo de Bandera en una calle peatonal con mobiliario, pintura y ciclovías; fueron cerca de 400 metros lineales los que otorgaron al peatón y ciclista un espacio seguro e integral. El proceso fue de gran impacto social debido a su uso anterior como aparcamiento, grandes niveles de tráfico y a la construcción de la línea 13 del metro, por lo que su cierre significó la redistribución del vehículo privado por calles aledañas y la disminución de inseguridad y contaminación ambiental en el centro de la capital chilena (ArchDaily Equipo editorial, 2018).



**Figura 8:** Peatonalización del Paseo de Banderas en el centro de Santiago de Chile.

Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/885881/colorida-intervencion-busca-transformar-en-paseo-peatonal-emblematica-calle-de-santiago-centro>

El UT a nivel mundial ha presentado transformaciones impresionantes que en un principio tal vez diferentes municipios no aceptaron, ni mucho menos idealizaron la

utopía que significaría transfigurar los centros más transcurridos de sus ciudades en lugares seguros para los modos no motorizados, dentro de los casos más emblemáticos a nivel mundial, se encuentra la transformación de la Avenida Broadway, Nueva York y la calle Madero del centro histórico de la Ciudad de México.

En el año 2009, bajo la creciente influencia de generar cambios que favorezcan la humanización de diferentes espacios públicos, la comisaria de la ciudad de Nueva York, Janette Sadik-Khan, decide tomar medidas sobre el corazón de la ciudad y uno de los lugares más turísticos a nivel mundial debido a las altas cifras peatonales las cuales fueron de 356,000 caminantes al día atravesando Times Square, el 89% del área total de espacio público era ocupado por el vehículo privado, desplazando de esta manera al 82% de peatones a la acera y veredas, ocasionando un 137% de accidentabilidad en comparación con intersecciones cercanas al sector. A pesar de que la iniciativa de peatonalizar la Avenida Broadway en un principio fue una decisión tomada únicamente para implementarse los fines de semana, con el pasar del tiempo y con los buenos resultados obtenidos, se convirtió en un cambio permanente, mejorando las condiciones de circulación y seguridad vial para los peatones, añadiendo mobiliario urbano y potencializando la capacidad turística y urbana del sector. El proceso de UT implementado mostro en el 2016 el aumento notable de peatones llegando a la cifra de 480,000 revelando de esta manera el impacto social positivo (Sadik-Khan & Solomonow, 2016).



**Figura 9:** Antes y después de implementar el proceso táctico en la Avenida Broadway, New York- Estados Unidos.

Recuperado de <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/urbanismo-tactico-3-ventajas-en-la-ejecucion-de-proyectos-en-las-ciudades/>

Con la tendencia de protagonizar los procesos de rehabilitación de espacios públicos, una de las vías arteriales más importantes en la ciudad de México, la calle Francisco I. Madero en el 2010 cierra el paso al tránsito vehicular y prioriza el acceso peatonal, a través de un proyecto de mejoramiento y renovación integral, el cual se basa en cuatro ejes principales: movilidad, accesibilidad, mobiliario e imagen urbana. Considerando a la calle Madero como una trayectoria de paso y no un destino final cuenta con cuatro estaciones de transporte colectivo en un radio menor de 200 metros. La calle cuenta con una incapacidad notoria de brindar a los ciudadanos y turistas la seguridad, comodidad y accesibilidad; los problemas observables no giraban únicamente entorno a la circulación del vehículo privado, sino también a las deficiencias topográficas. La propuesta final permitió generar un espacio de disfrute cultural y urbano aprovechando las características arquitectónicas del centro histórico de la Ciudad de México, los cambios generados partieron de señalética apropiada y el accionar de la policía para cerrar el acceso a modos motorizados; posteriormente, se mejoraron las condiciones de la calle, alumbrado público, equipamiento y jardinerías. Esta intervención no es estática sino por el contrario con el paso de los años se han ido incorporando elementos que potencializan su valor cultural (García Ortega, 2015).



**Figura 10:** Antes y después del proceso de peatonalización en la emblemática calle Maderos-México.

Recuperado de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Calle\\_Francisco\\_I.\\_Madero\\_\(Ciudad\\_de\\_M%C3%A9xico\)#/media/Archivo:Avenida\\_Madero\\_Mexico\\_Centro\\_Historico.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Calle_Francisco_I._Madero_(Ciudad_de_M%C3%A9xico)#/media/Archivo:Avenida_Madero_Mexico_Centro_Historico.jpg) y <https://www.maspormas.com/ciudad/calle-madero-centro/>

Europa, por otro lado, presenta un menor número de procesos de UT debido a que sus ciudades se encuentran conformadas en bases a ideologías sostenibles y humanísticas. Dentro de los casos de mayores impactos se reconoce el proyecto de Supermanzanas

en Barcelona, ciudad que a pesar de ser una de las más compactas dentro del continente, presenta problemas viales y sociales, con una densidad de 7.000 automóviles diarios, ocupando el 60% del espacio público y 700 personas muertas de manera prematura como consecuencia de los niveles de contaminación atmosférica; por lo que, se necesita una intervención que genere un cambio positivo. El proyecto cuenta con alrededor de 17 km<sup>2</sup> sobre la malla de Cerdà durante el periodo 2016-2019 y surge de la necesidad de generar una respuesta segura y saludable para los ciudadanos. Iniciando con la intervención de la Supermanzana del Poblenou, con un área de 400 m<sup>2</sup>, se transformó 3 carriles de circulación y una faja de aparcamiento en 1 carril de circulación lenta y zonas de esparcimiento, áreas deportivas o mercados efímeros. A pesar de que la iniciativa tomo dos fases para el diseño e implementación y el impacto social generado, éste fue muy drástico para los conductores, pero se logró que los resultados trascendieran con el tiempo y coloquen a los modos no motorizados como un sujeto prioritario en los sistemas de movilidad (Bravo, 2018).



**Figura 11:** Estado previo y posterior a la intervención táctica en la «Supermanzana» del Poblenou-Barcelona-España.

Recuperado de <https://www.publicspace.org/es/obras/-/project/k081-poblenou-s-superblock>

# CAPÍTULO I: CONCEPTOS GENERALES

## 1.1 El peatón

El urbanismo táctico propone generar una propuesta que parte de la necesidad de brindar un espacio de protección y rediseño de la geometría de las calles, corrigiendo de esta manera el estado actual de intersecciones que generan cruces inseguros, peligros para los peatones por las altas velocidades y giros no autorizados; respuestas que serán generadas en torno al protagonista de los sistemas de movilidad: el peatón.

El actor principal que se encuentra condicionando los resultados de la presente investigación y bajo el cual se procuran tomar soluciones que precautelen su seguridad y bienestar tanto físico como mental, es el peatón; agente que con el paso de los años ha sido revalorizado y tomado en cuenta para procesos de análisis y diseño dentro de la ingeniería de transporte.

Refiriéndose el Pedestrian Planning and Design Guide de Nueva Zelanda del 2008, se define al peatón como:

La persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones los que empujan cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones o las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas con motor o sin él (p. 17).

Y según el Highway Capacity Manual del 2010 lo define como “(...) una persona que se moviliza “a pie” o que puede usar un aparato equipado con ruedas que no es un vehículo”.

La definición del peatón implica además un conjunto de características como la velocidad, flujo y densidad; terminologías que permitirán evaluar y poner un rango de calificación a los espacios que son ocupados de acuerdo a su capacidad y nivel de servicio. Sin embargo, las condiciones medidas se relacionan entre sí y con el entorno ambiental, estableciendo con ello que la comodidad, seguridad y convivencia son

factores que van desde la experiencia al caminar, control climático, refugios de tránsito, pendientes, rampas y direcciones de las vías; mismas que son más que una letra que define el nivel de servicio, sino las condiciones que facilitan el viaje del peatón, separación de los peatones y el tráfico.

### **1.1.1 Terminología**

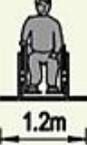
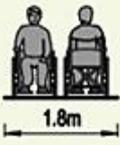
Se deben tener claras las siguientes definiciones brindadas por el Highway Capacity Manual de 2010:

- Flujo de peatones: número de peatones que transitan por un punto definido por unidad de tiempo; expresado en peatones por 15 minutos (p/15min o p/min).
- Flujo de peatones por unidad de ancho: el flujo promedio de peatones por unidad de ancho de acera efectivo. Su unidad es p/min/ft.
- Densidad de peatones: número promedio de peatones por unidad de área de la acera o área de espera, la unidad es expresada en peatones por metro o pie cuadrado (p/ft<sup>2</sup>, p/m<sup>2</sup>).
- Velocidad promedio del peatón: velocidad promedio de marcha de los peatones; expresa en pies o metros por segundo (ft/s, m/s).

### **1.1.2 Espacio físico requerido**

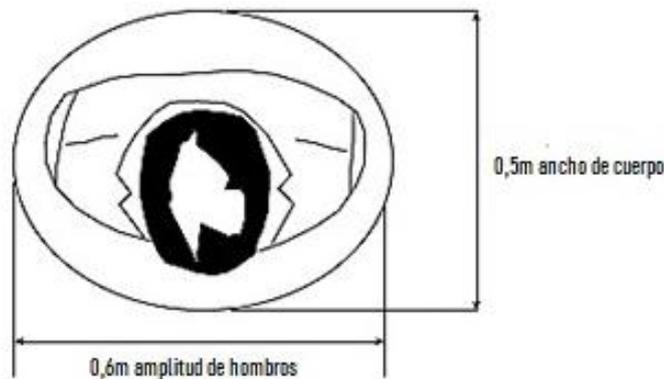
Se le ha otorgado al peatón uno de los lugares más destacados dentro de los conceptos de movilidad urbana y sostenible, es por ello que el espacio para sus maniobras y desplazamientos son diseñados en dependencia de los diferentes tipos de mecanismos usados, los cuales van desde carritos, sillas de ruedas u otros.

Las condiciones de espaciamento según el Pedestrian Planning and Design Guide está configurado de acuerdo a los diferentes objetos y sus características particulares que son usados por los peatones.

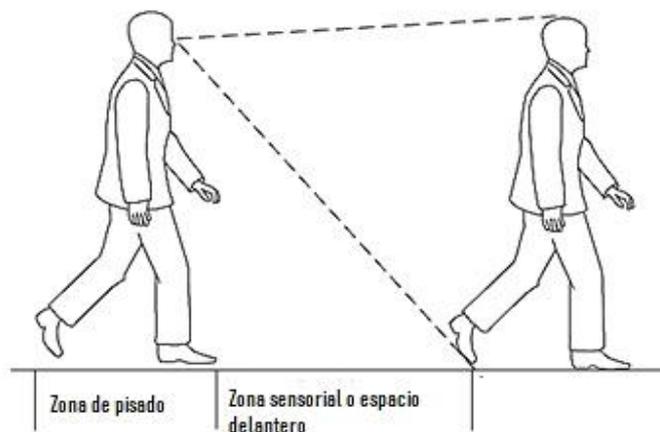
	<p>a) Ancho disponible de 1000 mm para personas con discapacidades ambulatorias. Esto permite un paso del 80 por ciento de personas que usan sillas de ruedas.</p>		<p>c) Un ancho libre de 1500 mm permite el paso de una silla de ruedas y un cochecito de manera simultánea.</p>
	<p>b) Personas que usan silla de reudas requieren un ancho libre de 1,2m.</p>		<p>d) Para permitir el paso cómodo de dos sillas de reudas es necesario un ancho de 1,8m.</p>

**Figura 12:** Espacio mínimo requerido en espacios peatonales.  
Recuperado de Pedestrian Planning and Desing Guide.

La caracterización del espacio personal que ocupan los peatones está establecida de acuerdo a la elipse que se forma con su cuerpo al momento de caminar, tomando de esta manera un área de 0.30 m<sup>2</sup>, según lo establecido por el HCM 2000.



**Figura 13:** Medidas de la elipse corporal del peatón.  
Recuperado de Highway Capacity Manual 2000.



**Figura 14:** Espacio peatonal requerido según HCM 2000.  
Recuperado de Highway Capacity Manual 2000.

El dimensionamiento de los espacios requeridos para cada peatón fija de manera directa la velocidad de viaje y el número de personas que atraviesan por un punto en un determinado período de tiempo, manteniendo los criterios de seguridad y comodidad para cada peatón.

El HCM 2000, establece un criterio de evaluación para las instalaciones de peatones utilizando un área de 0,75 m<sup>2</sup> como zona de amortiguamiento.

### **1.1.3 Velocidad de los peatones**

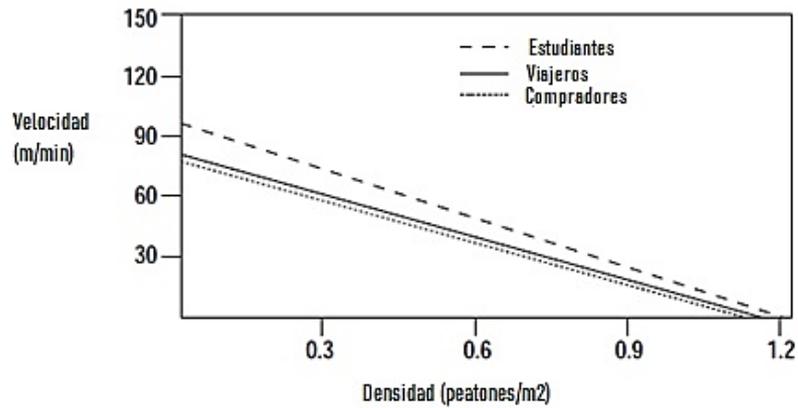
Dentro del análisis de movilidad peatonal, la velocidad de caminado es una variable afectada por una serie de factores que van desde las características de peatones (edad, género y condición física), peculiaridades y propósitos de caminata, longitud de caminar, características geométricas de las aceras, condiciones ambientales hasta la densidad peatonal y retardos en cruces.

Debido a las particularidades que se puede presentar en el grupo de peatones, el Highway Capacity Manual de 2010 estima la velocidad de acuerdo al número de peatones de edad igual o superior a los 65 años, teniendo de esta manera:

- Si 20% de personas o menos son mayores a los 65 años la velocidad sería de 4.0 ft/s ( $\approx 1.2$  m/s).
- Si el número de personas mayores es superior al 20%, la velocidad se estima a 3.3 ft/s ( $\approx 1$  m/s).

A medida que el porcentaje de personas mayores aumente, la disminución de la velocidad será del 25%; sin embargo, existen factores como la baja velocidad de los niños o el flujo total de peatones. En un flujo libre de peatones adultos saludables, la velocidad es de 5 ft/s ( $\approx 1.5$  m/s).

Al igual que en el flujo vehicular, el flujo peatonal posee una relación fundamental entre tres variables esenciales como: velocidad, densidad y volumen. A través de la relación existente se observa que la velocidad, como elemento significativo, disminuye a medida que el volumen y densidad de viandantes aumenta.



**Figura 15:** Relación entre la velocidad viandante y la densidad.  
Recuperado de Highway Capacity Manual 2000.

#### 1.1.4 Velocidad de viaje peatonal

Es la velocidad que resulta de combinar la demora incurrida en el cruce de una intersección más la longitud del segmento. Sus valores son menores a la velocidad promedio.

La velocidad de viaje generalmente oscila entre los 4.0 ft/s; un valor igual o menor a 2.0 ft/s es poco recomendable.

$$S_{Tp,seg} = \frac{L}{\frac{L}{S_p} + d_{pp}} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Donde:

$S_{Tp,seg}$  = Velocidad de viaje peatonal (m/s),

$L$  = Longitud del segmento (m),

$S_p$  = Velocidad promedio del peatón (m/s),

$d_{pp}$  = Demora peatonal por andar de manera paralela al segmento.

## 1.2 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

La calidad y el nivel de desempeño del flujo de peatones en los diferentes lugares por los que pueden desplazarse está definido entorno a variables o rangos como: caudales, espacio entre peatones y sobre todo velocidad, variable observable y fácil de medir.

El Highway Capacity Manual de 2010 propone la caracterización de los flujos peatonales entorno a los estudios de capacidad (número máximo de personas que tienen una probabilidad razonable de desplazarse por un punto determinado en un período de tiempo, generalmente 1 hora) y niveles de servicio (calidad en base a las condiciones operacionales de la vía). La determinación del flujo de peatones deberá realizarse en condiciones controladas y de tráfico peatonal uniforme.

La escala propone seis niveles de servicio los cuales van desde A (flujo libre) a F (flujo forzado) para definir los distintos tramos.

### 1.2.1 NIVELES DE SERVICIO PARA PASARELAS, ACERAS, RAMPAS Y CALLES PEATONALES

En el capítulo 11 del *Highway Capacity Manual 2010*, se plantea la metodología de evaluación que permita conocer las condiciones de flujo y espacio por peatón disponibles en pasarelas, aceras, rampas y calles peatonales, considerando al mismo tiempo las conveniencias de los peatones, comodidad y seguridad.

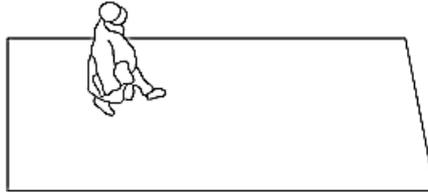
#### Nivel de servicio A:

El peatón tiene la capacidad de moverse en el camino deseado, sin la necesidad de alterar los movimientos de otros peatones.

**Tabla 1:** Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio A.

<b>Espacio promedio:</b>	>5,6 m <sup>2</sup> /p
<b>Tasa de flujo:</b>	≤16 p/min/m

Recuperado de *Highway Capacity Manual 2010*.



**Figura 16:** Nivel de servicio A.  
Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

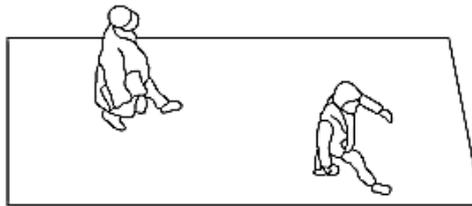
### Nivel de servicio B:

El peatón tiene el suficiente espacio para desplazarse de manera libre, eludiendo otros peatones y conflictos entre ellos, ajustándose a la ruta. Los peatones empiezan a ser conscientes de otros.

**Tabla 2:** Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio B.

<b>Espacio promedio:</b>	>3,7-5,6 m <sup>2</sup> /p
<b>Tasa de flujo:</b>	>16-23 p/min/m

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.



**Figura 17:** Nivel de servicio B.  
Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

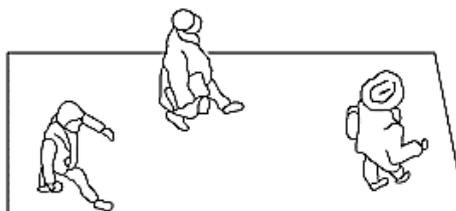
### Nivel de servicio C:

El peatón tiene el espacio suficiente para eludir conflictos con peatones en la misma dirección y la necesidad frecuente de ajustarse a la ruta. Los peatones del sentido opuesto generan conflictos menores produciendo velocidades y flujos menores.

**Tabla 3:** Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio C.

<b>Espacio promedio:</b>	>2,2-3,7 m <sup>2</sup> /p
<b>Tasa de flujo:</b>	>23-33 p/min/m

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.



**Figura 18:** Nivel de servicio C.  
Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

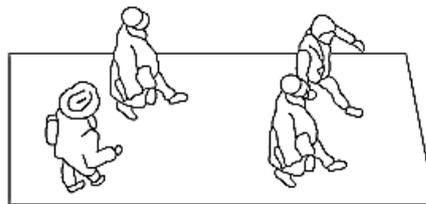
### Nivel de servicio D:

Se limita la posibilidad de eludir conflictos con otros peatones, existen flujos cruzados e inversos lo que provocan cambios de velocidad y la posición de los peatones. A este nivel la posibilidad de pasar peatones de velocidades inferiores es restringida, dando como resultado un flujo razonablemente fluido.

**Tabla 4:** Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio D.

<b>Espacio promedio:</b>	>1,4-2,2 m <sup>2</sup> /p
<b>Tasa de flujo:</b>	>33-49 p/min/m

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.



**Figura 19:** Nivel de servicio D.

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010

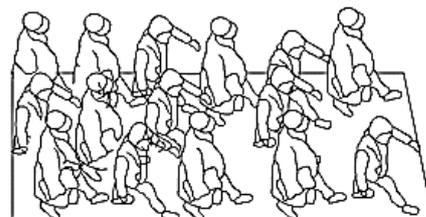
### Nivel de servicio E:

El peatón ajusta su velocidad a un rango inferior, no existe la posibilidad de pasar a los peatones más lentos por lo contrario se mezclan en el pelotón. Se presenta una dificultad extrema en movimientos transversales o inversos. La acera bajo estas condiciones se acerca a su límite de capacidad de diseño.

**Tabla 5:** Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio E.

<b>Espacio promedio:</b>	>0,75-1,4 m <sup>2</sup> /p
<b>Tasa de flujo:</b>	>49-75 p/min/m

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.



**Figura 20:** Nivel de servicio E.

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010

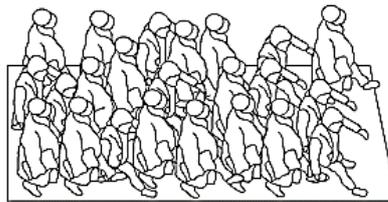
### Nivel de servicio F:

La velocidad de marcha está restringida, el contacto con otros peatones es inevitable. Las características del flujo son esporádico e inestable, así como imposible en el caso de flujos transversales e inversos.

**Tabla 6:** Condiciones de espacio promedio y flujo peatonal Nivel de servicio F.

<b>Espacio promedio:</b>	$\leq 0,75 \text{ m}^2/\text{p}$
<b>Tasa de flujo:</b>	Variable

Recuperado de *Highway Capacity Manual 2010*.



**Figura 21:** Nivel de servicio F.

Recuperado de *Highway Capacity Manual 2010*

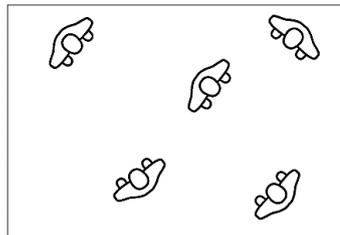
### 1.2.2 NIVELES DE SERVICIO EN ÁREAS DE ESPERA

Adicionalmente en el capítulo 11 del *Highway Capacity Manual 2010* se establecen los niveles de servicio y la metodología bajo la cual se evaluarán las áreas de espera.

#### Nivel de servicio A

*Espacio promedio de peatón*  $> 1,2 \text{ m}^2/\text{p}$

Los peatones pueden circular y mantenerse de pie libremente sin molestar a otros ciudadanos en el área o dentro de la cola.



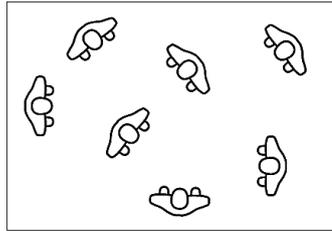
**Figura 22:** Nivel de servicio A.

Recuperado de *Highway Capacity Manual 2010*.

#### Nivel de servicio B

*Espacio promedio de peatón*  $> 0,9-1,2 \text{ m}^2/\text{p}$

La circulación ya sea permanente o parcial se vuelve restringida y se trata de evitar conflictos que molesten a otros ciudadanos en el área o dentro de la cola.

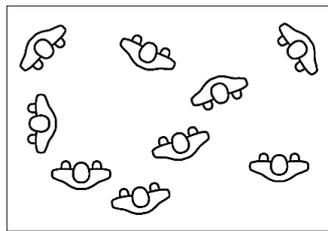


**Figura 23:** Nivel de servicio B.  
Recuperado de Highway Capacity Manual 2010.

### Nivel de servicio C

*Espacio promedio de peatón >0,6-0,9 m<sup>2</sup>/p*

La densidad de los peatones se encuentra dentro del rango de comodidad personal; por lo tanto, la circulación y mantenerse de pie dentro del área de espera molesta al resto de peatones.

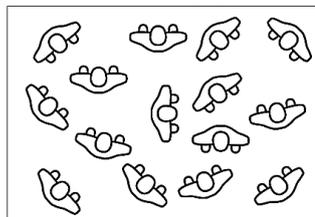


**Figura 24:** Nivel de servicio C.  
Recuperado de Highway Capacity Manual 2010.

### Nivel de servicio D

*Espacio promedio de peatón >0,3-0,6 m<sup>2</sup>/p*

El nivel de densidad peatonal es incómodo, por lo que los movimientos hacia adelante son realizados únicamente en grupo. La circulación dentro del área está claramente restringida y es posible estar de pie sin chocarse.

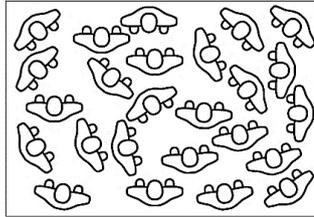


**Figura 25:** Nivel de servicio D.  
Recuperado de Highway Capacity Manual 2010.

### Nivel de servicio E

*Espacio promedio de peatón  $>0,3-0,2\text{m}^2/\text{p}$*

Los peatones podrían entrar en conflictos con otros en períodos cortos de tiempo, la circulación no es posible y se vuelve inevitable el contacto físico.

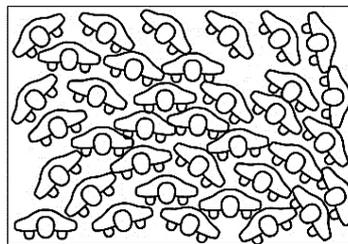


**Figura 26:** Nivel de servicio E.  
Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

### Nivel de servicio F

*Espacio promedio de peatón  $\leq 0,2\text{ m}^2/\text{p}$*

El conjunto de personas dentro del área de descanso se encuentra en contacto físico inevitable. El nivel de densidad es extremadamente incómodo y no es posible realizar movimiento alguno.



**Figura 27:** Nivel de servicio F.  
Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

## 1.3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA EL NIVEL DE SERVICIO DE PASARELAS, ACERAS, RAMPAS Y CALLES PEATONALES

### PASO 1: Determinación del ancho efectivo de la pasarela o acera

Corresponde la proporción efectiva del área que puede ser ocupada por el peatón, misma que se ve limitada por el conjunto de características y obstáculos lineales. La fórmula matemática permite conocer el ancho efectivo en un punto determinado, expresándose de la siguiente manera:

$$W_E = W_T - W_O$$

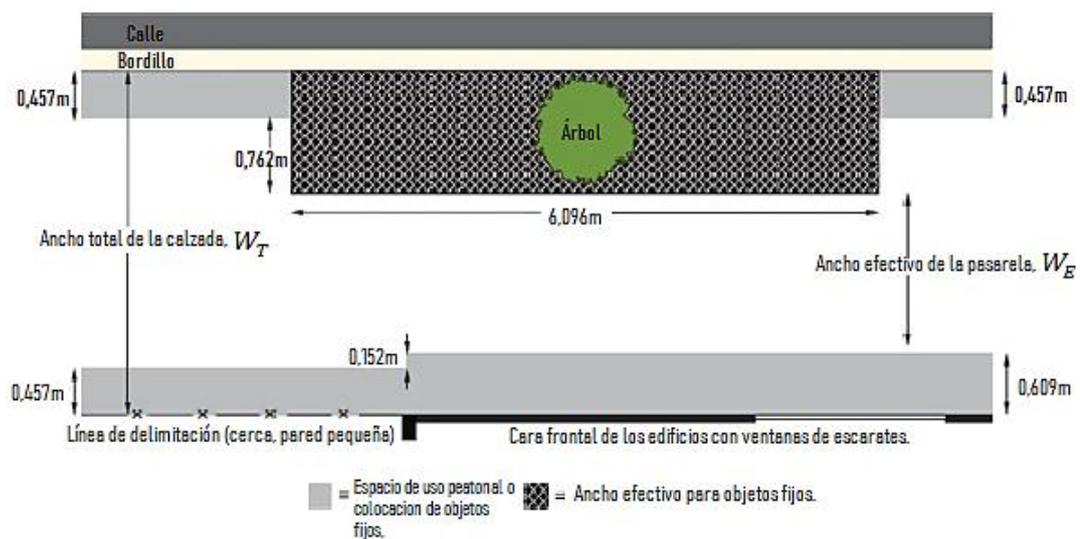
[Ecuación 2]

Donde:

$W_E$  = Ancho efectivo de la pasarela.

$W_T$  = Ancho total de la calzada.

$W_O$  = Suma de anchuras efectivas de objeto fijo y distancias tímidas de característica lineal en un punto dado a lo largo de la pasarela.



**Figura 28:** Ajuste de anchos para obstáculos fijos.  
Recuperado de *Highway Capacity Manual 2000*.

La distancia o espacio de uso peatonal o colocación de objetos constituye el espacio de amortiguamiento otorgado por los mismos peatones para evitar accidentes como: caerse de las aceras, roces con edificios y otros peatones parados debajo de techos de tiendas, así como de carga y descarga de objetos. En el espacio ocupado por objetos fijos, es importante tener en cuenta la anchura efectiva o ancho fijo y su espacio inutilizado funcionalmente como: los espacios entre los parquímetros, áreas al frente de los bancos y sillas.

El espacio ocupado por los objetos fijos se encuentra establecido por el HCM del 2010, clasificándolo y teniendo de esta manera:

**Tabla 7:** Ancho efectivo de mobiliario urbano y paisajismo.

<b>OBJETO FIJO</b>	<b>ANCHO EFECTIVO (m)</b>
<b>Mobiliario Urbano</b>	
Poste de luz	0,762-1,067
Postes y cajas de semáforo	0,914-1,219
Alarmas contra incendios (cajas)	0,762-1,067
Hidratantes contra incendios	0,762-0,914
Señales de tráfico	0,6096-0,762
Botes de basura (0,50m de diámetro)	0,914
Paradas de autobuses	1,828-2,134
Bancos	1,524
<b>Mobiliario de Paisajismo</b>	
Árboles	0,914-1,219
Jardineras	1,524

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

## **PASO 2: Cálculo del flujo de peatones**

Los procedimientos de análisis otorgados por el HCM se basan en la demanda horaria de peatones convertida en el flujo máximo o flujo pico dentro de 15 minutos, de esta manera el nivel de servicio se basa en los 15 minutos más activos dentro de la hora consecutiva.

$$v_{15} = \frac{v_h}{4 \times PHF} \quad \text{[Ecuación 3]}$$

Donde:

$v_{15}$  =Flujo de peatones durante el pico de 15 min (p/h).

$v_h$  =Demanda de peatones durante la hora de análisis (p/h).

$PHF$  = Factor de hora pico.

Posteriormente, se debe convertir el flujo de peatones pico en los 15 minutos en un flujo unitario por ancho efectivo, expresado en las unidades de peatones por minuto por ancho efectivo del camino.

$$v_p = \frac{v_{15}}{15 \times W_E} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

### **PASO 3: Cálculo del espacio promedio por peatón**

El espacio peatonal puede ser obtenido a través de observaciones en campo, mediante las cuales se puede medir un espacio y fácilmente determinar el número máximo de peatones que lo atraviesan en un tiempo determinado; se lo considera también como el inverso de la densidad.

$$A_p = \frac{S_p}{v_p} \quad \text{[Ecuación 5]}$$

Donde:

$A_p$  =Espacio peatonal ( $m^2/p$ ).

$S_p$  =Velocidad peatonal (m/min).

$v_p$  =Flujo de peatones por unidad de ancho (p/m/min).

### **PASO 4: Determinar el nivel de servicio**

El nivel de servicio es una característica que permite conocer el estado actual de cualquier área de ocupación de los peatones, en función de la velocidad bajo diferentes circunstancias de caminado y la existencia de objetos fijos u obstáculos. Es importante, primero establecer frente a qué tipo de infraestructura vial nos encontramos y referirnos a las tablas anteriores del HCM 2010.

### **PASO 5: Cálculo de volumen por capacidad de radio (v/c)**

Puede ser calculado en base a los siguientes valores de capacidad exclusivos para las diferentes facilidades peatonales:

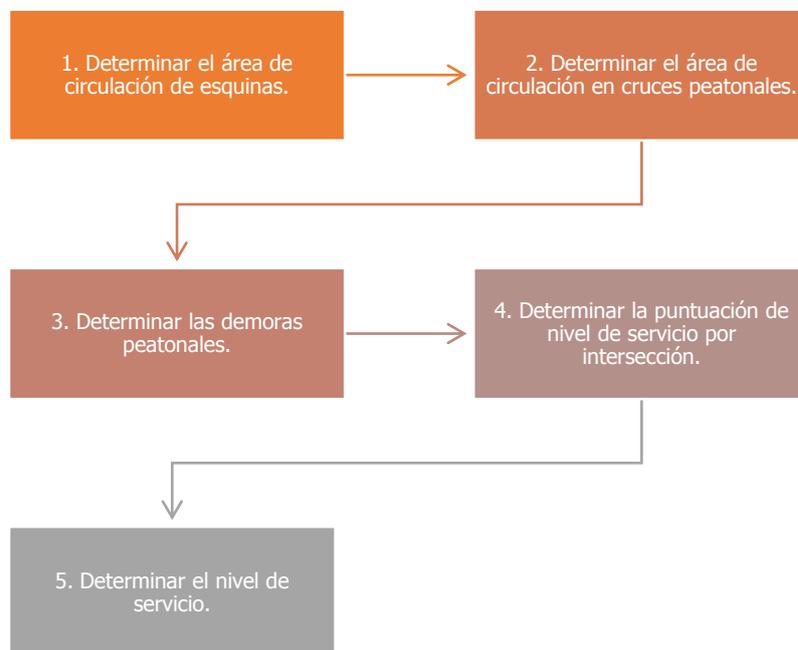
- Pasarelas con flujos aleatorios: 75p/min/m.
- Pasarelas con flujos de pelotones (promedio sobre los 5 minutos): 59p/min/m.
- Área de cruce: 55p/min/m sumando ambos flujos.
- Escaleras en dirección de ascenso: 49p/min/m.

## 1.4 NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS AISLADAS

El nivel de servicio otorgado a las diferentes áreas de uso peatonal, es una medida concedida a través de una serie de criterios e indicadores de los viajeros, que parten de la percepción en cuanto a la calidad de la infraestructura viaria y al ejercicio realizado.

El HCM 2010 proporciona una metodología para la evaluación del desempeño de intersecciones semafóricas aisladas separando los cruces peatonales y las esquinas de intersección, manteniendo variables específicas para cada una de ellas y limitándose siempre a las especificaciones de ordenanzas locales. La metodología para peatones es aplicada de manera sistemática y basándose en 5 pasos que dan como resultado el nivel de servicio para cruces peatonales y esquinas.

Las demoras peatonales representan el tiempo promedio que dispone el peatón para tenerla oportunidad legal de atravesar la intersección; es por ello que los niveles de servicio están condicionados a la experiencia que percibe el peatón.



**Figura 29:** Metodología para determinar el nivel de servicio en intersecciones semafóricas.

Recuperado de *Highway Capacity Manual 2010*.

## PASO 1: Determinación del área de circulación de esquinas

Se debe evaluar el desempeño de cada una de las esquinas de la intersección y compararla con el tiempo y espacio disponible para una demanda peatonal de diseño. Parámetros como las imitaciones físicas de diseño y la señalética de disponibilidad de tiempo resultan críticos en la determinación final del nivel de servicio.

### A. Cálculo de Tiempo-Espacio Disponible

El tiempo y espacio total de circulación y espera en las esquinas de intersección es igual al área neta de la esquina y la longitud de ciclo, dando de esta forma:

$$TS_{corner} = C(W_a W_b - 0.215R^2) \quad \text{[Ecuación 6]}$$

Donde:

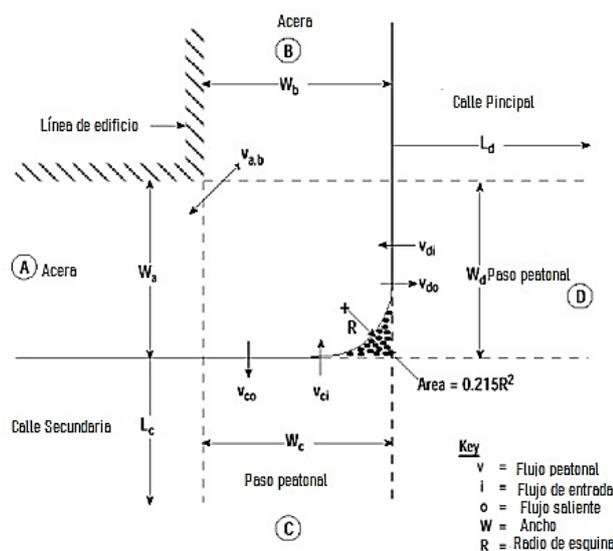
$TS_{corner}$  = Tiempo-espacio disponible en la esquina ( $m^2$ -s).

$C$  = Longitud del ciclo (s).

$W_a$  = Ancho total de la calzada a la acera A (m).

$W_b$  = Ancho total de la calzada a la acera B (m).

$R$  = Radio del bordillo de la acera (m).



**Figura 30:** Geometría de una esquina de intersección y movimientos peatonales del HCM 2010. Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

En el caso de que el radio de curvatura  $R$  es mayor a  $W_a$  o  $W_b$ , la variable debe ser igual al valor menor de  $W_a$  o  $W_b$ .

B. Cálculo del tiempo en el área de espera.

El tiempo promedio de espera se encuentra representado en base al tiempo promedio que un peatón espera para cruzar la calle cuando sale de una esquina hacia su objetivo. La ecuación presentada se basa en el puesto de llegada de los peatones y la manera en la que se distribuyen uniformemente durante el ciclo.

$$Q_{tdo} = \frac{N_d(C - g_{Walk,mi})^2}{2C} \quad \text{[Ecuación 7]}$$

Donde:

$Q_{tdo}$  = Tiempo total que le toma al peatón esperar para cruzar la calle principal durante un ciclo (p-s).

$g_{Walk,mi}$  = Tiempo efectivo de caminata para la fase de servicio en calles secundarias a través de movimientos (s).

$N_{do}$  = Número de peatones que llega a la esquina en cada ciclo para cruzar la calle principal (p).

$$N_{do} = \frac{v_{do}}{3,600} C \quad \text{[Ecuación 8]}$$

$v_{do}$  = Flujo peatonal que llega a la esquina para cruzar la calle principal (p/h).

$C$  = Longitud del ciclo (s).

En el caso de que la fase de prestación de servicio a los peatones se encuentre accionada con semáforos peatonales y las áreas de descanso no estén habilitadas o los semáforos estén previamente programados, se aplica la siguiente fórmula:

$$g_{Walk,mi} = Walk_{mi} + 4.0 \quad \text{[Ecuación 9]}$$

Si la fase de prestación de servicio a los peatones se da a través de semáforos peatonales áreas de descanso habilitados:

$$g_{Walk,mi} = D_{p,mi} - Y_{mi} - R_{c,mi} - PC_{mi} + 4.0 \quad [\text{Ecuación 10}]$$

En el caso de no tener un semáforo peatonal:

$$g_{Walk,mi} = D_{p,mi} - Y_{mi} - R_{c,mi} \quad [\text{Ecuación 11}]$$

Donde:

$g_{Walk,mi}$  = Configuración del paseo peatonal para la fase que sirve en calles secundarias a través de movimientos (s).

$PC_{mi}$  = Espacio peatonal despejado para la fase que sirve en calles secundarias a través de movimientos (s).

$D_{p,mi}$  = Duración de la fase que sirve para calles secundarias a través de movimientos (s).

$Y_{mi}$  = Intervalo amarillo de cambio de fase para calles secundarias a través de movimientos (s).

$R_{c,mi}$  = Intervalo rojo de fase que sirve para las calles secundarias a través de movimientos (s).

### C. Cálculo del tiempo-espacio de circulación.

El espacio de tiempo disponible para la circulación peatonal es igual al espacio de tiempo total disponible menos al espacio de tiempo ocupado por los peatones que esperan para cruzar. Para efectos de cálculo se toma un valor de 0,4645 m<sup>2</sup>/p, que resulta de la multiplicación del tiempo total de espera por el área de espera ocupada por cada peatón.

A través de variables anteriormente definidas resulta la ecuación del espacio de tiempo disponible para la circulación de peatones  $TS_c$ , sus unidades son m<sup>2</sup>/s:

$$TS_c = TS_{corner} - [0,4645(Q_{tdo} + Q_{tco})] \quad [\text{Ecuación 12}]$$

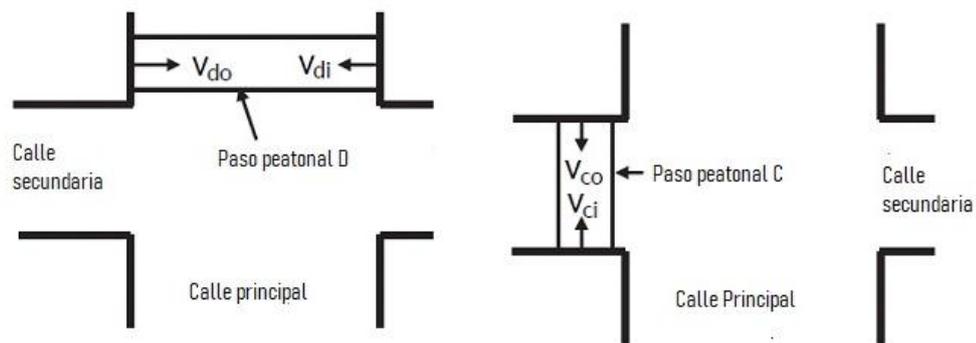
NOTA: Los subíndices *co* y *do* permiten conocer desde qué esquina a través del cruce peatonal se encuentran arribando los peatones.

D. Cálculo del área peatonal de circulación en la esquina.

El área peatonal de circulación en las esquinas resulta de la división del espacio de tiempo disponible para la circulación peatonal entre el tiempo que consumen los peatones. La ecuación usada para el cálculo asume un tiempo de circulación promedio de 4.0 segundos, teniendo de esta manera:

$$M_{corner} = \frac{TS_c}{4.0N_{tot}} \quad [\text{Ecuación 13}]$$

$$N_{tot} = \frac{v_{ci} + v_{co} + v_{di} + v_{do} + v_{a,b}}{3,600} C \quad [\text{Ecuación 14}]$$



**Figura 31:** Geometría de una intersección semafórica para la aplicación de las fórmulas de la HCM 2010.

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

Donde:

$M_{corner}$  = Área de circulación de la esquina por peatón ( $m^2/p$ ).

$N_{tot}$  = Número total de peatones que llegan en cada ciclo ( $p$ ).

$v_{ci}$  = Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar una calle secundaria ( $p/h$ ).

$v_{co}$  = Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar una calle secundaria (p/h).

$v_{di}$  = Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar una calle principal (p/h).

$v_{a.b}$  = Flujo de peatones viajando de la acera A hacia la acera B, o viceversa (p/h).

Los valores obtenidos pueden ser comparados con los rangos del espacio promedio otorgado por los niveles de servicio de acera, rampas, etc., anteriormente especificados que permitirán establecer un juicio sobre el desempeño de las esquinas de una intersección.

## **PASO 2: Determinación del área de circulación de cruces peatonales**

La metodología expuesta permite evaluar el desempeño de cada cruce peatonal por separado. Los subíndices “do” y “di” son reemplazados con “co” y “ci”, denotando de esta manera: longitud y ancho de los cruces peatonales; asimismo, “mi” es reemplazado con “mj” asociado con las variables de tiempo durante la fase y movimientos en la calle principal.

A. Establecer la velocidad de marcha.

La velocidad promedio del peatón permite evaluar el desempeño de esquinas de aceras y cruces peatonales. La variable  $S_p$  está influenciada por factores como la edad del peatón y la calidad de las aceras. Los rangos de velocidad ya fueron expuestos anteriormente; sin embargo, en el caso de que existan mejoras del 10% o más, la velocidad se reduce en un 0.0914 m/s.

B. Cálculo del Tiempo-Espacio disponible.

$$TS_{cw} = L_d W_d g_{Walk,mi} \quad \text{[Ecuación 15]}$$

Donde:

$TS_{cw}$  = Disponibilidad de tiempo-espacio del cruce peatonal ( $m^2$ -s).

$L_d$  = Longitud del cruce peatonal (m).

$W_d$  = Ancho efectivo del cruce peatonal (m).

$g_{Walk,mi}$  = Tiempo de marcha efectivo para la fase de servicio en la calle secundaria.

### C. Cálculo del Tiempo-Espacio efectivo disponible.

El espacio-tiempo con el que cuenta el viandante ante un cruce peatonal se debe ajustar en base al efecto que tienen los vehículos al momento de girar y la ocupación del vehículo, calculada entorno al barrido que producen las llantas, el ancho del cruce peatonal y el tiempo tomado para adelantar este espacio.

$$TS_{cw}^* = TS_{cw} - TS_{tv} \quad \text{[Ecuación 16]}$$

$$TS_{tv} = 40N_{tv}W_d \quad \text{[Ecuación 17]}$$

$$N_{tv} = \frac{v_{lt,perm} + v_{rt} - v_{rtor}}{3,600} C \quad \text{[Ecuación 18]}$$

Donde:

$TS_{cw}^*$  = Espacio-tiempo efectivo disponible para cruces peatonales ( $m^2$ -s)

$TS_{tv}$  = Tiempo-espacio ocupado por los vehículos que giran ( $m^2$ -s)

$N_{tv}$  = Número de vehículos que giran durante la caminata y en los espacios despejados que dejan los peatones (veh).

$v_{lt,perm}$  = Flujo de demanda permitido en los giros a la izquierda (veh/h).

$v_{rt}$  = Flujo de demanda en los giros a la derecha (veh/h).

$v_{rtor}$  = Flujo de demanda de giros a la derecha en rojo (veh/h).

D. Cálculo del tiempo de servicio de peatones.

El tiempo de servicio de los peatones sobre el área de cruce se calcula en base a su ancho. Este tiempo se considera desde la salida del primer peatón hasta la llegada del último a la esquina

opuesta.

$$N_{ped,do} = N_{do} \frac{C - g_{walk,mi}}{C} \quad [\text{Ecuación 19}]$$

Si el ancho del cruce peatonal  $W_d$  es mayor a los 3.048 m; entonces:

$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_d} + 2.7 + \frac{N_{ped,do}}{W_d} \quad [\text{Ecuación 20}]$$

Si el ancho del cruce peatonal  $W_d$  es menor a los 3.048 m; entonces:

$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_d} + 0.27N_{ped,do} \quad [\text{Ecuación 21}]$$

Donde:

$t_{ps,do}$  = Tiempo de servicio por peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal (s).

$N_{ped,do}$  = Número de peatones que esperan en la esquina para cruzar la calle principal (p).

La Ecuación 19 proporciona una estimación del número de peatones que cruzan como grupo luego de la indicación verde en los semáforos peatonales y la dirección de viaje en el mismo cruce. Finalmente, las ecuaciones 20 y 21 permite calcular el tiempo de servicio para los peatones quienes esperan en una esquina o la otra antes de cruzar la calle principal.

E. Cálculo del tiempo de ocupación del cruce peatonal.

El tiempo de ocupación de los cruces peatonales resulta del producto del tiempo de servicio peatonal y el número de peatones que atraviesan el cruce durante el ciclo.

$$T_{occ} = t_{ps,do}N_{do} + t_{ps,di}N_{di} \quad [\text{Ecuación 22}]$$

$$N_{di} = \frac{V_{di}}{3,600} \quad [\text{Ecuación 23}]$$

Donde:

$T_{occ}$  = Tiempo de ocupación en el cruce peatonal (p/s).

$N_{di}$  = Número de peatones que llegan a la esquina en cada ciclo para atravesar la calle principal.

F. Cálculo del área de circulación en el cruce peatonal.

El espacio de circulación previsto para cada peatón ( $m^2/s$ ) es determinado por variables previamente definidas y representada en la ecuación:

$$M_{cw} = \frac{TS_{cw}^*}{T_{occ}} \quad [\text{Ecuación 24}]$$

El área obtenida es comparada con los rangos anteriormente establecidos en cuanto a los niveles de servicio de aceras y rampas, definiendo de esta manera un juicio sobre el desempeño de los cruces peatonales de las intersecciones.

### **PASO 3: Determinación del retraso peatonal**

El cálculo de la demora peatonal (s/p) mientras se espera para cruzar la calle principal en ambas direcciones se realiza de la siguiente manera:

$$d_p = \frac{(C - g_{Walk,mi})^2}{2C} \quad [\text{Ecuación 25}]$$

En el caso en que el retraso experimentado por los peatones es superior a los 30 s/p, estos se vuelven impacientes y producen una alta probabilidad de que no cumplan con

las indicaciones de los semáforos peatonales. En el caso someter a los peatones a demoras de 10 s/p o inferiores se cumplirá con las indicaciones.

#### PASO 4: Determinación de la puntuación del nivel de servicio para la intersección

La calificación sobre el nivel de servicio de la intersección para los peatones será realizada en base a la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$I_{p,int} = 0.5997 + F_w + F_v + F_S + F_{delay} \quad [\text{Ecuación 26}]$$

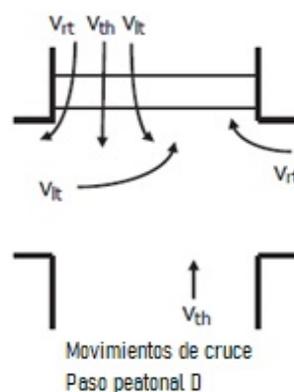
$$F_w = 0.681(N_d)^{0.514} \quad [\text{Ecuación 27}]$$

$$F_v = 0.00596 \left( \frac{V_{rtor} + V_{lt,perm}}{4} \right) - N_{rtci,d}(0.0027n_{15,mj} - 0.1946) \quad [\text{Ecuación 28}]$$

$$F_S = 0.00013n_{15,mj}S_{85,mj} \quad [\text{Ecuación 29}]$$

$$F_{delay} = 0.0401 \ln(d_{p,d}) \quad [\text{Ecuación 30}]$$

$$n_{15,mj} = \frac{0.25}{N_d} \sum_{i \in m_d} v_i \quad [\text{Ecuación 31}]$$



**Figura 32:** Conjunto de movimientos permitidos en la intersección.  
Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

Donde

$F_w$  = Factor de ajuste de la sección transversal.

$F_v$  = Factor de ajuste para el volumen de vehículos motorizados.

$F_S$  = Factor de ajuste para la velocidad de vehículos motorizados.

$F_{delay}$  = Factor de ajuste para las demoras peatonales.

$N_d$  = Número de carriles de tráfico que atraviesan el cruce peatonal (ln).

$N_{rtci,d}$  = Número de isletas de canalización de giro a la derecha a lo largo del paso peatonal.

$n_{15,mj}$  = Conteo durante períodos de 15min de los vehículos que viajan en la calle principal (veh/ln).

$S_{85,mj}$  = El percentil 85 de la velocidad en el segmento medio de la calle (mi/h).

$d_{p,d}$  = Retraso de los peatones al atravesar el cruce peatonal (s/p).

$v_i$  = Demanda del flujo para los movimientos i (veh/h).

$m_d$  = Conjunto de todos los movimientos que los automóviles pueden realizar en el cruce peatonal.

La demanda de flujo  $v_{lt,perm}$  se encuentra asociada con los giros a la izquierda, los cuales se dan al mismo tiempo que los cruces peatonales; por otra parte, el flujo de demanda  $v_{rtor}$  está afectado por los giros y cruces sobre los pasos peatonales. El número de islas de canalización  $N_{rtci}$  debe ser una cifra entera.

### PASO 5: Determinación del nivel de servicio

Con los resultados obtenidos en el paso 4, se determinará el nivel de servicio de cada cruce peatonal en base a la siguiente tabla:

**Tabla 8:** Determinación del nivel de servicio.

<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Calificación</b>
<b>A</b>	$\leq 2.0$
<b>B</b>	$>2.00-2.75$
<b>C</b>	$>2.75-3.50$
<b>D</b>	$>3.50-4.25$
<b>E</b>	$>4.25-5.00$
<b>F</b>	$>5.00$

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

## **1.5 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PARA PEATONES**

Dentro de las características más importantes para la seguridad vial y peatonal se encuentran todos los sistemas de iluminación, los cuales van desde alumbrado público y semáforos, hasta luces led dentro de los cruces peatonales y reductores de velocidad; es por ello que deben ser tomados en cuenta dentro del diseño de sostenible y eficiente de zonas transitables de las ciudades.

La correcta y homogénea iluminación para peatones tiene como propósito eliminar o evitar los posibles daños que estos pueden sufrir, permitirles la correcta lectura de señales y aumentar la seguridad en el momento que los vehículos entran en conflicto con los peatones en cruces. Por el contrario, la deficiencia e incorrecta instalación en los sistemas de iluminación en zonas peatonales provoca un bajo nivel y por lo tanto la penumbra (luz muy focalizada en la superficie de los pasos o deslumbramiento de los conductores) arriesgando de esta manera la seguridad y bienestar de los peatones, quienes pueden aparecer de manera repentina ante los conductores.

### **1.5.1 Iluminación dentro de los cruces peatonales**

Los pasos o cruces peatonales constituyen los puntos más críticos dentro de las ciudades debido a la necesidad de garantizar la visibilidad para los peatones y los conductores que se acercan, dentro de este concepto se debe considerar:

- Escalones/escaleras, rampas y pasarelas,
- Pasos inferiores, e
- Islas peatonales.

Con el objetivo de lograr un correcto posicionamiento e instalación de postes de alumbrado público, se deberá identificar:

- Pasos peatonales usados en las noches.
- El riesgo que sufren los peatones en cada ubicación.
- Nivel de iluminación dependiendo de cada ubicación.

En lo que respecta a los sistemas de iluminación para diferentes ambientes se debe tener en consideración el papel que juegan las texturas y colores, ya que de alguna

manera permitirá determinar el resplandor o sombra. Se debe garantizar además la operación continua, logrando de esta manera que la iluminación en cualquier circunstancia sea suficiente y que en el caso de que una lámpara dejase de funcionar, la lámpara contigua proporcione la luz necesaria.

### **1.5.2 Metodología de medición de iluminación**

Se considera alumbrado público a todos los sistemas de iluminación que permiten el desarrollo normal y seguro de actividades vehiculares y peatonales en cualquier momento del día, condicionando de esta manera características como velocidad y comodidad para los conductores. Suministrada únicamente en áreas que cuente con la presencia de mobiliario urbano, vías públicas, parques y distintos espacios de circulación; la iluminación debe ser evaluado bajo las diferentes condiciones de diseño y estructura.

El procedimiento posteriormente expuesto es el usado por la empresa eléctrica de Quito basándose en la metodología expuesta por la Norma Técnica Colombiana NTC 900 (Tercera Edición), misma que se fundamenta en la Comisión Internacional de Iluminación CIE 140-2000. La aplicación de la metodología mostrada se describirá de la siguiente manera:

#### *a) Ubicación del sitio*

La planificación y criterios aplicados en las mediciones parten de tener en cuenta la ubicación, situación actual y el número de lámparas en funcionamiento.

#### *b) Equipo*

Las zonas en las que se deberán medir la iluminancia serán parques, plazas, vías y áreas recreativas; por lo que, es indispensable el uso de un instrumento que permita conocer la intensidad de la luz, llamado: luxómetro. La Empresa Eléctrica de Quito, en cada luxómetro usado exige el cumplimiento de los siguientes requerimientos:

- La inclinación del plano de trabajo o el plano proyectado por la lámpara debe de ser el mismo.

- El análisis de las medidas realizadas deber tener en consideración el error debido al grado de exactitud del equipo y su sistema de calibración.
- La persona encargada de la medición no deberá interferir con la luz que llega a la zona de trabajo.

*c) Procedimiento*

1. Establecer una matriz de medición o malla, tomando en cuenta una separación entre puntos de 5 a 8 metros.
2. En el caso de tratarse de parques o centros recreativos se realizará mínimo 30 lecturas, en zonas pequeñas se tomará en puntos específicos.
3. Verificar los valores obtenidos con una segunda lectura.

### **1.5.3 Criterios y parámetros de iluminación**

El diseño de alumbrado público llevado a cabo por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito busca el cumplimiento de ciertas restricciones, criterios y parámetros expuestos por el Consejo Nacional de Electricidad en su Resolución No. CONELEC 005/14 “Prestaciones del Servicio de Alumbrado Público General” y por el Instituto Ecuatoriano de Normalización a través del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 069 “Alumbrado Público” en el 2016.

#### **CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD CONELEC 005/14 “Prestación del Servicio de Alumbrado Público”**

La metodología presentada en la resolución permite definir el nivel de iluminación promedio y mínimo en general a través de la ponderación de parámetros en vías con tráfico motorizado.

Los datos obtenidos en cada una de las lecturas con un conjunto de ecuaciones permitirán establecer parámetros de comparación establecidos de acuerdo al tipo de vía especificado en la tabla 12.

Para la determinación de la clase de M se usa la función en base a la siguiente relación:

$$M = \left( 6 - \sum V_{ps} \right) \quad \text{[Ecuación 32]}$$

Donde:

$M$  = Clase de iluminación, va de M1 a M6.

$\sum V_{ps}$  = Sumatoria de los parámetros en la siguiente tabla 9.

**Tabla 9:** Parámetros para la selección de la clase iluminación (M) de CONELEC 005/14.

<b>Parámetros</b>	<b>Opciones</b>	<b>Valor de Ponderación (Vp)</b>	<b>Vp seleccionado</b>
<b>Velocidad</b>	Bajo	1	
	Muy Bajo	0	
<b>Volumen de Tráfico</b>	Elevado	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
	Muy Bajo	-1	
<b>Composición de Tráfico</b>	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado	2	
	Peatones y tráfico motorizado	1	
	Peatones y ciclistas solamente	1	
	Peatones solamente	0	
	Ciclistas solamente	0	
<b>Vehículos Parqueados</b>	Se permite	0,5	
	No se permite	0	
<b>Iluminación Ambiental</b>	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
			$\sum V_{ps} =$

Recuperado del Consejo Nacional de Electricidad CONELEC 005/14 "Prestación del Servicio de alumbrado Público".

En el caso de que el resultado obtenido no es un número entero, se deberá aproximar al menor valor de la sumatoria revolución CONELEC resolución No. 005/14.

Los parámetros fotométricos son valores de iluminación horizontal (nivel del piso) divididos en 6 clases de M1 a M6.

**Tabla 10:** Parámetros fotométricos para vías de tráfico motorizado de CONELEC 005/14.

Clase de Iluminación	TIPO DE SUPERFICIE				Incremento de Umbral <i>Ti</i> (%)	Relación de alrededor SR
	SECO		MOJADO			
	$L_{av} \left( \frac{cd}{m^2} \right)$	$U_o$	$U_f$	$U_f$		
<b>M1</b>	2.0	0.40	0.7	0,15	10	0,5
<b>M2</b>	1.5	0.40	0.7	0,15	10	0,5
<b>M3</b>	1.0	0.40	0.6	0,15	15	0,5
<b>M4</b>	0.75	0.40	0.6	0,15	15	0,5
<b>M5</b>	0.5	0.35	0.4	0,15	15	0,5
<b>M6</b>	0.3	0.35	0.4	0,15	20	0,5

Recuperado del Consejo Nacional de Electricidad CONELEC 005/14 “Prestación del Servicio de alumbrado Público”.

## REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO (RTE) INEN 069 “Alumbrado Público”

El Instituto Ecuatoriano de Normalización establece siete clases de iluminación para las vías peatonales que garantizan la seguridad de peatones y ciclistas permitiendo distinguir texturas y diseño del pavimento, configuraciones de bordillos, escalones, marcas y señales.

En el caso de haberse determinado una o varias zonas en las que haya incrementado o pueda incrementarse el índice de criminalidad, la categorización de la luz puede variar uno o dos grados superiores a la resultante de la tabla 11. Los valores de iluminación de la tabla 12 deben satisfacer las distintas vías peatonales.

**Tabla 11:** Niveles de Iluminación RTE 069 INEN.

Clases de Iluminación	Tipos de Vías	Velocidad
<b>M1</b>	Carreteras de calzada separada con cruces a distinto nivel y accesos controlados (Autopistas y autovías). Tráfico diario alto $\geq 25000$	>60km/h
	Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitado (vías rápidas). Tráfico diario alto $\geq 15000$	>60km/h
	Carreteras interurbanas sin separación de aceras y carriles de bicicletas, carreteras locales en zonas rurales sin vías de servicio Tráfico diario alto $\geq 7000$	>60km/h
	Vías colectoras, carreteras interurbanas con acceso no restringido, vías urbanas de tráfico importante rápidas radiales y distribución urbana, vías principales de la ciudad y travesía de población Tráfico diario alto $\geq 25000$	>60km/h
<b>M2</b>	Carreteras de calzada separada con cruces a distinto nivel y accesos controlados (Autopistas y autovías). Tráfico diario media $\geq 15000$ y $< 25000$	>60km/h

<b>M2</b>	Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitado (vías rápidas). Tráfico diario medio y bajo < 15000	>60km/h
	Carreteras interurbanas sin separación de aceras y carriles de bicicletas, carreteras locales en zonas rurales sin vías de servicio Tráfico diario alto <7000	>60km/h
	Vías colectoras, carreteras interurbanas con acceso no restringido, vías urbanas de tráfico importante rápidas radiales y distribución urbana, vías principales de la ciudad y travesía de población Tráfico diario media $\geq 15000$ y <25000	>60km/h
	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante, vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales Tráfico diario $\geq 7000$	30-60km/h
	Carreteras locales en áreas rurales Tráfico diario $\geq 7000$	30-60km/h
	<b>M3</b>	Carreteras de calzada separada con cruces a distinto nivel y accesos controlados (Autopistas y autovías). Tráfico diario baja <15000
Carreteras interurbanas sin separación de aceras y carriles de bicicletas, carreteras locales en zonas rurales sin vías de servicio Tráfico diario alto <7000		>60km/h
Vías colectoras, carreteras interurbanas con acceso no restringido, vías urbanas de tráfico importante rápidas radiales y distribución urbana, vías principales de la ciudad y travesía de población Tráfico diario media $\geq 7000$ y <15000		>60km/h
Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante, vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales Tráfico diario $\geq 7000$		30-60km/h
Carreteras locales en áreas rurales Tráfico diario $\geq 7000$		30-60km/h
<b>M4</b>		Carreteras interurbanas sin separación de aceras y carriles de bicicletas, carreteras locales en zonas rurales sin vías de servicio Tráfico diario alto <7000
	Vías colectoras, carreteras interurbanas con acceso no restringido, vías urbanas de tráfico importante rápidas radiales y distribución urbana, vías principales de la ciudad y travesía de población Tráfico diario media <7000	>60km/h
	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante, vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales Tráfico diario <7000	30-60km/h
	Carreteras locales en áreas rurales Tráfico diario <7000	30-60km/h
<b>M5</b>	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante, vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales Tráfico diario <7000	30-60km/h
	Carreteras locales en áreas rurales Tráfico diario <7000	30-60km/h
<b>M6</b>	Carreteras locales en áreas rurales Tráfico diario <7000	30-60km/h

Recuperado del REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO (RTE) INEN 069 “Alumbrado Público”.

Con el objetivo de determinar el número de lecturas o puntos de medición se forma una cuadrícula o malla en dirección longitudinal, con espaciamientos determinados por la ecuación 33:

$$D = \frac{S}{N} \quad \text{[Ecuación 33]}$$

Donde:

$D$  = Es el espaciamiento entre los puntos en la dirección longitudinal (m).

$S$  = Espacio entre luminarias (m).

$N$  = Número de puntos de cálculo en la dirección longitudinal con los siguientes valores:

$$\text{Para } S \leq 30m, N = 10$$

*Para  $S > 30m$ , el número menor que resulte de  $D \leq 3m$*

La primera fila de puntos de lectura debe ser tomados a una distancia  $D/2$  más allá de la primera luminaria (m).

Iluminación Promedio:

$$E_p = \frac{\sum E_i}{n} \quad \text{[Ecuación 34]}$$

Donde:

$E_p$  = Iluminación promedio.

$E_i$  = Iluminación en cada uno de los puntos de la malla.

$n$  = Número de puntos.

Uniformidad Promedio

$$U_o = \frac{E_{\min}}{E_p} \quad \text{[Ecuación 35]}$$

Donde:

$U_o$  = Uniformidad promedio.

$E_p$  = Iluminación promedio.

$E_{min}$  = Es el punto de menor iluminancia, de todos los puntos a considerar en el cálculo.

## **1.6 SEÑALIZACIÓN VERTICAL VIAL**

Los sistemas de señalización vertical de tránsito están diseñados para guiar a peatones y vehículos a través de la infraestructura vial, limitando, prohibiendo e incluso advirtiendo la existencia de peligros que no están claramente visibles. El análisis óptimo para la colocación de señalética parte de la selección de puntos o lugares esenciales y brinda como resultado el número de señales y la distancia a la que se instalarán, evitando de esta manera la contaminación visual y la pérdida de efectividad de las mismas.

Por el momento no existe un tipo de metodología que permita la evaluación de las diferentes señales viales; por el contrario, su diseño y colocación se debe regir al *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 Señalización Vial*, el cual en sus lineamientos establece un conjunto de requisitos básicos a ser cumplidos:

- Cumplir y satisfacer una necesidad;
- Ser visible y llamar la atención del usuario;
- Contener, transmitir un mensaje claro y simple;
- Inspirar respeto, y
- Colocarse de modo que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial.

El conjunto de características con lo que debe presentar cualquier tipo de señalética vial, independientemente del objetivo que esté cumpliendo son:

### **6.6.1 Mensaje**

Los símbolos, números, letras o leyendas usados deben transmitir un mensaje claro, sencillo y visible, independiente del lugar en el que se use y correspondiendo a un sistema internacional normalizado.

Dentro del tipo de letra usada se basará en seis series con letras mayúsculas y números, las cuales van de la serie A hasta la F referente a letra angosta, media y ancha. En el caso de la serie E se presenta una modificación siendo más gruesa que la normal. La importancia del tipo de serie y letras usadas permite conocer el lugar al que van destinados los mensajes y por ende el tipo de señalética.

Las señales preventivas, reglamentarias y aquellas destinadas a obras viales usarán la serie D y E debido a la buena legibilidad que presentan a distancia. Las señales de estacionamiento y todas aquellas que serán observadas a bajas velocidades llevarán la serie A y B.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización dentro del capítulo de *Señalización Vial: Vertical*, proporciona la distancia de legibilidad para el tamaño de letra en señales normalizadas.

**Tabla 12:** Distancia en metros legible para los tipos de serie C,D,E y E modificada de RTE INEN 004-1:2011.

<b>SERIE DE LETRAS</b>	<b>DISTANCIA DE LEGIBILIDAD EN METROS POR 10mm DE TAMAÑO DE LETRA</b>
<b>C</b>	5m
<b>D</b>	6m
<b>E</b>	7m
<b>E modificada</b>	7,5m

Recuperado de El Instituto Ecuatoriano de Normalización dentro del capítulo de Señalización Vial: Vertical.

### 1.6.2 Uniformidad de ubicación

De acuerdo a la normativa vigente las señales se instalarán al lado derecho de las vías, permitiendo únicamente una por poste; sin embargo, cuando las señales se complementan con información o transmiten mensajes para la misma dirección pueden agruparse, evitando siempre la contaminación visual.

Ante la necesidad de proporcionar mensajes diferentes en una misma ubicación la distancia de separación estará dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Distancia en m} = 0,6V \quad [\text{Ecuación 36}]$$

Donde:

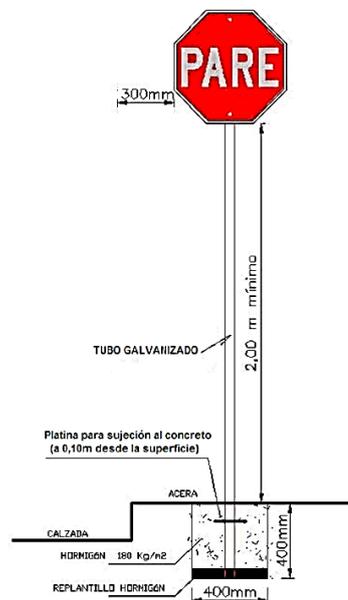
$V$  = la velocidad promedio (km/h) a la que circulan de manera libre el percentil 85 de vehículos.

La colocación de la señalética vial en las zonas urbana dependerá de la presencia de aceras y el tipo de bordillos que presenten, teniendo de esta manera:

- Calle con aceras se establece a un mínimo de 300mm del filo del bordillo y máximo 1m.
- Calle con bordillos semi-montables o montables como parterres o islas de tránsito con separación mínima de 500mm.
- Vías arteriales para tráfico expreso y vías urbanas sin acera se respetará una distancia de libre por lo menos de 600mm al borde o espaldón o filo exterior de la berma, además la separación debe encontrarse entre 2,00m a 5,00m.

La altura reglamentaria estará en función de la presencia de peatones y vehículos estacionados. Si se necesita evitar obstrucciones peatonales la señal no deberá tener una altura menor a 2,00m desde la superficie de la acera hasta el borde inferior de la señal. Si se desea evitar o disminuir la interferencia con vehículos estacionados se recomienda una altura de 2,20m desde la acera hasta el borde inferior de la señal.

En el caso de que los peatones y vehículos estacionados no representen un inconveniente la altura no deberá ser menor a 1,50m desde la acera hasta el borde inferior de la señal.

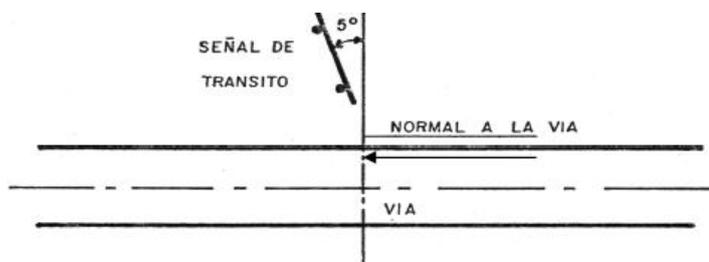


**Figura 33:** Altura de señales en zonas urbanas tomando en cuenta peatones y vehículos estacionados de RTE INEN 004-1:2011.

Recuperado de El Instituto Ecuatoriano de Normalización dentro del capítulo de Señalización Vial: Vertical RTE INEN 004-1:2011.

### 1.6.3 Orientación:

La correcta colocación de señales permite corregir y evitar cierto tipo de accidentes de tránsito como: el deslumbramiento provocado por las luces de los vehículos con la superficie de la señalética. Por lo tanto, el ángulo de recomendación es de 5°.



**Figura 34:** Orientación recomendada para las señales de RTE INEN 004-1:2011.  
Recuperado de El Instituto Ecuatoriano de Normalización dentro del capítulo de Señalización Vial:  
Vertical RTE INEN 004-1:2011.

Características como la retroreflectividad e iluminación permiten que los colores, formas y mensajes puedan ser reconocidos durante el día o la noche, bajo cualquier circunstancia.

### 1.6.4 Iluminación:

- Los símbolos, mensajes o fondo de las señales podrán ser iluminados por una luz dentro o detrás de la cara de la señal a través de un material translúcido.
- Las señales trabajan de manera independiente con una luz acoplada o montada sobre la cara total.

### 1.6.5 Retroreflectividad:

- Señales preventivas y regulatorias: la retroreflectividad se basará únicamente en el fondo amarillo y blanco, sin destacar las leyendas y los bordes con colores oscuros.
- Señales de servicio: las leyendas y bordes que tengan colores blanco y amarillo deberán retroreflejarse sobre los fondos oscuros.
- Señales informativas: las leyendas y bordes con colores blancos o amarillos y fondos oscuros se tendrán que retroreflectorizarse.

## **CAPÍTULO II: PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA**

El concepto de aplicación de un proceso de urbanismo táctico parte del empoderamiento y colaboración de profesionales y ciudadanos que se verán altamente impactados a causa de la decisión tomada. Es importante reconocer que cualquier decisión que implique un proceso de modificación o construcción dentro de un espacio público o privado manipulan la calidad de vida de las personas; es por ello, que se procura garantizar de alguna manera el correcto funcionamiento de los diseños aportados.

Fue el arquitecto y consultor de diseño urbano Jan Gehl (citado en Martínez Gaete, 2016) quien expresó: “hemos roto todas las reglas para hacer felices a los automóbiles”, con el paso de los años las ciudades buscan cada vez más espacios sustentables, seguros y vitales recurriendo muchas de las veces a mecanismo de peatonalización a través de procesos de ordenamiento de espacio público y gestión del tráfico debido a las grandes tasas de accidentalidad, incrementos exponenciales del número de vehículos privados y malestares de salud dentro de los habitantes.

La experiencia de caminar cada vez se ha ido disminuyendo debido a los problemas y deficiencia que muestran las infraestructuras viales, peatonales y de mobiliario urbano. Los peatones tienen el derecho sobre el espacio público, un derecho que permita ejercer las experiencias sensoriales a las que están expuestos bajo parámetros dignos e íntegros.

La Constitución de la República del Ecuador del 2008 y en su modificación vigente del 2011, en sus Artículos 23 y 31 defiende y promueve la ocupación de los espacios públicos como un derecho para los/as ecuatorianos/as, así como garantizar las calidades de seguridad e inclusión que debe poseer cada una de ellas.

Las personas tienen derecho a acceder y participar del espacio público como ámbito de deliberación, intercambio cultural, cohesión social y promoción de la igualdad en la diversidad. El derecho a difundir en el espacio público las propias expresiones culturales se ejercerá sin más limitaciones que las que

establezca la ley, con sujeción a los principios constitucionales (Const., 2008, art. 23).

Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía (Const., 2008, art. 31).

El generar un inventario basado en las condiciones de las diferentes infraestructuras implica no solo el conocimiento de parámetros brindados por la ingeniería de transporte (elementos cuantitativos), sino también el correcto manejo de conceptos urbanos (elementos cualitativos), dando como respuesta una lista de prioridades o requerimientos que garanticen la correcta ejecución de un proceso táctico y su prevalencia con el paso del tiempo, impactando de manera positiva al peatón y a los sistemas de movilidad pública y privada.

## **2.1 Espacio Público**

Se constituye como espacio público el conjunto de todos los factores físico-territoriales y socio-culturales que en su conjunto forman una red de elementos dentro de los cuales no se encuentran únicamente los parques, plazas o bulevares, sino también las calles, aceras y paradas de buses relacionados de manera compleja con la historia propia de la ciudad.

Considerándose además como puntos tangibles, accesibles y visibles, los espacios públicos componen lugares de protección del peatón, de materialización y humanización de calles, aceras, parques y plazas que armonicen con la arquitectura propia de la época y equipe de manera abierta y cerrada al ambiente; su función principal es el no aislar al ciudadano y limitarlo a un espacio de relación privado (casa); priorizando la relación de éste con la cultura urbana (Borja, 2003).

## **2.2 Movilidad Sostenible**

El World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) define a la movilidad sostenible como aquella que permita satisfacer la necesidad de moverse libremente, acceder, comunicar, comercializar o establecer relaciones sin sacrificar valores humanos o ecológicos básicos actuales o futuros. Este concepto además abarca la protección de los colectivos más vulnerables como: peatones, ciclistas y personas con movilidad reducida garantizando el acceso universal en lugares públicos, transporte público colectivo o medios no motorizados (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2009).

La movilidad sostenible además busca priorizar los corredores de transporte colectivo, zonas peatonales y ambientes comunitarios, bajo las condiciones de planificación urbana (Velásquez M., 2015).

### **2.3 Ciudades Sostenibles**

Con el paso de los años los niveles de contaminación ambiental se vuelven uno de los indicadores más importantes dentro de la calidad de vida de los ciudadanos de una urbe, este indicador entre muchos factores abarca la cantidad de energía que consume el parque automotor; por lo que, para denominar una ciudad sostenible, es importante disminuir el porcentaje de personas que actualmente se movilizan en vehículos privados y públicos.

Una ciudad sostenible parte de la priorización del tránsito de peatones y ciclistas y estructurando sus espacios públicos bajo conceptos que favorezcan una red de circulación que se interrelacione con el transporte público manteniendo un acceso igualitario y sencillo a los espacios públicos e infraestructuras. Es importante reconocer que una ciudad sostenible ocupa menos estacionamientos, evita amontonamientos y reduce el impacto ambiental.

### **2.4 Ciudades Seguras**

La clasificación de una ciudad bajo el concepto de seguridad parte de brindarle al peatón y ciclista una adecuada protección contra delitos, espacios de circulación

amplios sin impedimentos físicos que dificulten su deseo de moverse y adecuada iluminación, asegurando de esta manera un entorno vial propicio.

Por lo tanto, una ciudad segura trabaja en base a la percepción que los ciudadanos muestran frente a su realidad. El brindar el diseño de un plan de planificación urbano y parte del análisis de las características urbanas y culturales, geometría y tipología de las calles, pero sobre todo del modificar la vitalidad urbana en un sector determinado, bajo el criterio afirmado por Gehl (2014) “una ciudad vital se convierte en una urbe valorada y también segura” (p.99).

## **2.5 Ciudades Caminables**

Son aquellas que otorgan a los individuos el espacio público que se les fue arrebatado, bajo condiciones que impulsen a la creación de hábitos nuevos en sus vidas (caminar, pasear, disfrutar) concediendo calidad urbana a la ciudad y estructuras bajo sensaciones de pertenencia y confiabilidad. Estas ciudades poseen caminos claramente distinguidos en los que peatones y ciclistas puedan estar sensorialmente abierto a vivir una experiencia distinta a la trayectoria destino a destino.

Las ciudades caminables son aquellas que cumplen con las características anteriormente mencionadas como seguridad, sostenibilidad, sustentabilidad y salud. El convertir los diferentes espacios de la urbe en caminables implica la formación de planes estratégicos y sistemas de diseño que prioricen de manera cómoda y confortable las condiciones necesarias para la circulación del peatón y que evalúen el impacto generado dentro de las necesidades particulares de la ciudad.

## **2.6 Planificación de transporte**

El asociar dos conceptos y encontrar un punto claro en común que contribuya a la generación de conocimiento se vuelve complicado, en especial cuando los conceptos se basan en metodologías diferentes. El hablar de urbanismo táctico e ingeniería de transporte se convierte en algo casi inaudito por su gran brecha de gestión y diseño de proyectos.

El desafío es claro, y con el objetivo de rescatar la movilidad peatonal y ciclista, se concibe una lista de prioridades, la cual sirve como antesala para la elaboración de un

proyecto funcional, sostenible, pero sobre todo partiendo de ideas creativas que solucionen los problemas sociales, ambientales, culturales y de movilidad. El proyecto además de cumplir con estas características debe ser ejecutado en tiempos cortos y con presupuestos limitados.

El planificar un sistema de transporte entorno a las necesidades de los peatones, implica el devolver el espacio arrebatado por el vehículo privado como: veredas, cruces peatonales, esquinas y paradas de buses; pero también el crear un sistema que controle las velocidades y tiempos de cruce peatonal, manejando al mismo tiempo un sentimiento de seguridad y pertenencia al ambiente público que se pretenda impactar.

### **2.6.1 Criterios de calidad según Jan Gehl**

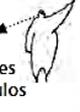
En el cuarto capítulo del libro Ciudades para la gente, Gehl plantea 12 criterios desde 3 realidades como son: protección, confort y placer, que permiten establecer ambientes peatonales de calidad en estados óptimos que puedan ser usados tanto en el día como en la noche y bajo cualquier cambio climático, como se muestra en la Fig. 36. La lista de lineamientos a tomarse en cuenta genera que el peatón y ciclista estén en la capacidad de gozar sensorialmente de su espacio público libre de riesgos físicos generados por pares similares y por los vehículos automotores.

Los 12 criterios expuestos a continuación deberán ser tomados en cuenta para generar una lista de requerimientos que, a pesar de no cumplir con todos, abarque la mayoría de ellos y por tanto aquellos que puedan ser evaluados de manera cuantitativa y cualitativa (Gehl, 2014).

Cualquier proyecto de planificación del sistema de transporte peatonal, con el objetivo de garantizar su utilidad debe tener en cuenta al momento de su diseño el cumplir con estos 12 requerimientos que, a pesar de ser medidas cualitativas, pueden ser llevadas al plano cuantitativa a través de las herramientas otorgadas por la ingeniería de transporte.

Al centrarse en los corredores peatonales y la reducción en el número de vehículos que circulan diariamente en ciertos sectores, falta de iluminación, incapacidad de brindarles a los peatones el espacio en pasarelas y aceras necesarias y zonas de aparcamiento en lugares de espacio limitado, la lista de requerimientos generada

tomará en cuenta 9 de los 12 criterios, evaluados de acuerdo a las metodologías presentes en el HCM 2010, Resolución No. CONELEC 005/14 “Prestaciones del Servicio de Alumbrado Público General”, el Instituto Ecuatoriano de Normalización a través del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 069 “Alumbrado Público” y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 Señalización Vial.

protección	<p><b>Protección del tránsito y los accidentes — sensación de seguridad física</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Protección para los peatones</li> <li>Eliminar el temor al tránsito</li> </ul> 	<p><b>Protección del crimen y la violencia — sensación de seguridad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ámbito público vital</li> <li>Miradas en la calle</li> <li>Funciones que se solapan de día y de noche</li> <li>Buena iluminación</li> </ul> 	<p><b>Protección de las molestas experiencias sensoriales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Viento</li> <li>Lluvia y nieve</li> <li>Frío y calor</li> <li>Polución</li> <li>Polvo, ruido, reflejos del sol</li> </ul> 
confort	<p><b>Oportunidades para caminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lugares para caminar</li> <li>Ausencia de obstáculos</li> <li>Buenas superficies</li> <li>Accesibilidad para todos</li> <li>Fachadas interesantes</li> </ul> 	<p><b>Oportunidades para permanecer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto de borde y zonas atractivas donde pararse y permanecer</li> <li>Apoyaturas donde pararse</li> </ul> 	<p><b>Oportunidades para sentarse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas para sentarse</li> <li>Aprovechar las ventajas: la vista, el sol y las personas</li> <li>Buenos lugares donde sentarse</li> <li>Bancos en donde descansar</li> </ul> 
	<p><b>Oportunidades para mirar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Distancias razonables</li> <li>Visuales sin obstáculos</li> <li>Vistas interesantes</li> <li>Iluminación artificial (cuando oscurece)</li> </ul> 	<p><b>Oportunidades para hablar y escucharse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajos niveles de ruido</li> <li>Equipamiento urbano que ofrezca lugares donde se pueda charlar</li> </ul> 	<p><b>Oportunidades para el juego y el ejercicio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alentar a la creatividad, la actividad física, el ejercicio y el juego</li> <li>De día y de noche</li> <li>En verano y en invierno</li> </ul> 
placer	<p><b>Escala</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Edificios y espacios diseñados acorde con la escala humana</li> </ul> 	<p><b>Oportunidades para disfrutar los aspectos positivos del clima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El sol y la sombra</li> <li>El calor y el fresco</li> <li>Las brisas</li> </ul> 	<p><b>Oportunidades para mirar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Buen diseño y detalles adecuados</li> <li>Buenos materiales</li> <li>Visuales atractivas</li> <li>Árboles, plantas y agua</li> </ul> 

**Figura 35:** Criterios de calidad relacionados con el paisaje peatonal de Ciudades para la gente de Jan Gehl.

Recuperado de Espacios para la gente de Jan Gehl.

## 2.7 Lista de requerimientos o prioridades

El decidir la ejecución de una intervención táctica va mucho más allá de observar y evaluar las condiciones de tráfico de una intersección o sector determinado, claro que serán los primeros en recibir el impacto al ver sus zonas de circulación limitadas, no solo por el espacio que ocupan, sino también, por las velocidades a las que se ven forzados a circular.

El urbanismo táctico abarca la comodidad, seguridad, inclusión y atractivo en todo su proyecto y a través de una serie de decisiones y diseños conduce a que el ciudadano experimente sensorialmente estas características, creando oportunidades de caminar, sentarse, disfrutar y mirar su entorno. La ingeniería de transporte y las normativas vigentes hasta la fecha, permitirán que los procesos de planificación, diseño y ejecución sean realizados de manera mucho más ordenada y que se incluyan aspectos que no fueron tomados en cuenta anteriormente como: la iluminación, señalética, entre otros.

La lista de prioridades abarca cuatro grandes grupos: seguridad, comodidad, inclusión y atractivo placer, cada uno de ellos con metodologías que darán una categoría antes y después del proceso táctico, garantizando de esta manera la eficiencia y utilidad del proceso de aplicación sobre el espacio público.

#### *Seguridad:*

Al ser el primer factor de evaluación, la seguridad abarca un campo muy amplio ya que dentro de él se encuentra la protección de accidentes, tránsito, crimen, violencia y cambios ambientales. La metodología presentada en el capítulo I otorga los lineamientos necesarios para evaluar el estado actual de veredas, cruces peatonales, sitios de espera, niveles de iluminación y correcta colocación de señalética.

La seguridad además nos permite conocer el área efectiva sobre la que se trabajará y lograr en base a esto, el garantizar el espacio necesario por peatón requerido; asimismo, garantizar la iluminación necesaria en aceras y evitar la existencia de puntos ciegos, eliminar conflictos de deslumbramientos y cruce de peatones y lectura de la señalética.

#### *Comodidad:*

Este factor se basa en los tiempos de circulación a través de los pasos peatonales, confort y oportunidades de descanso en las áreas de espera, la existencia de mobiliario y equipamiento urbano suficiente que permita que los ciudadanos puedan apreciar sensorialmente el espacio público.

Espacios de espera temporales y paradas de buses deben poseer las protecciones contra cambios ambientales como sol, lluvia y granizo; al mismo tiempo, los basureros y

señaléticas deben ser colocados de forma que no interfieran con la circulación peatonal y ciclista.

### *Inclusión y Confort:*

Todos los sistemas de circulación deben poseer la capacidad de integrarse a las condiciones de los ciudadanos sin discriminar o estigmatizar sus necesidades particulares, manteniendo de esta manera un diseño universal que conduzca a los espacios públicos a ser parte de un sistema incluyente y de reparto equitativo para peatones, ciclistas y usuarios del transporte público.

El implementar un proyecto urbano que sea inclusivo y que logre adaptarse a las necesidades de ciudadanos con diferentes discapacidades intelectuales y físicas ubica a la ciudad bajo conceptos de sustentabilidad, caminabilidad y seguridad; sin embargo, es necesario crear y asegurar lugares que permitan el disfrute sensorial, movilización y seguridad en los espacios públicos e infraestructuras viales y peatonales.

Debido a los costos generados, en el inventario se evaluará únicamente la existencia de mecanismos inclusivos, espacios suficientes de circulación y señales horizontales y verticales. A pesar de llegar a evaluarlas, es importante reconocer su existencia y tener en cuenta su crucial participación en la planificación de un proceso de urbanismo táctico.

La lista de requerimientos presentada a continuación es generada a través de niveles de servicio, mismos que nos permitirán conocer la realidad presente de aceras, pasos peatonales, paradas de buses, áreas de espera, etc., y el nivel al que se llegará luego de aplicar el proceso táctico.

Los sistemas de señalética horizontal son evaluados de acuerdo al cumplimiento de sus características, pero también a la existencia de los mismos. La iluminación, por otra parte, nos brinda un plano general de la intensidad a la que se encuentran trabajando las lámparas y si la misma cubre las necesidades de los ciudadanos y se encuentra bajo los límites reglamentarios.

**Tabla 12:** Matriz de evaluación de la categoría de Seguridad, asignación de indicadores y peso.

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño		Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje				
	Si	No			Excelente	Muy Bueno	Aceptable	Pobre	No Aceptable
					1	0,75	0,50	0,25	0
S Seguridad $S_w=0,50$	Tráfico calmado, sistemas de iluminación diseñado para peatones, señalización.	Conflictos con modos motorizados.	Lineamientos de tránsito $S_{w1}=0,50$	Volumen de tráfico.	<250 veh/h	250-500 veh/h	500-750 veh/h	450-1000 veh/h	>1000 veh/h
				Nivel de servicio de aceras.	NDS A	NDS B	NDS C	NDS D	NDS E NDS F
				Nivel de servicio de áreas de espera.	NDS A	NDS B	NDS C	NDS D	NDS E NDS F
				Nivel de servicio de cruces peatonales.	NDS A	NDS B	NDS C	NDS D	NDS E NDS F
				Nivel de servicio de parada de bus.	NDS A	NDS B	NDS C	NDS D	NDS E NDS F
				Control de velocidad	Zonas de 30km/h con elementos de reducción de velocidad.	Zonas de 50km/h con elementos de reducción de velocidad.	Elementos de reducción de velocidad en estado óptimo.	Pocos elementos de reducción de velocidad en mal estado.	Nada
			Señalización y marcas $S_{w2}=0,30$	Presencia de señalética vertical.	Uniformidad de ubicación. Orientación (5°). Iluminación. Reflectividad.	Ubicación menor a la recomendada. Orientación (5°). Iluminación. Reflectividad.	Ubicación mayor a la recomendada. Orientación (2°). Iluminación. Baja reflectividad.	Mal ubicada. Orientación (0°). Bajos niveles de iluminación y reflectividad.	Mal ubicada. Orientación (0°). Pérdida de reflectividad e iluminación.
				Cruces peatonales seguros.	Marcas de pintura en el pavimento claramente visibles. Semáforo peatonal. Tiempo suficiente de cruce para peatones.	Marcas de pintura en el pavimento claramente visibles. Tiempo suficiente de cruce para peatones.	Marcas de pintura en el pavimento borrosas. Tiempo suficiente de cruce para peatones.	Marcas de pintura en el pavimento borrosas. Tiempo insuficiente de cruce para peatones.	Sin marcas de pintura en el pavimento Tiempo insuficiente de cruce para peatones.
			Iluminación $S_{w3}=0,20$	Iluminación natural.	Alta	-	Media	-	Baja
				Nivel de iluminación artificial	Postes de luz tipo lápiz y lámpara totalmente disponibles.	Postes de luz tipo lápiz y lámpara parcialmente disponibles.	Únicamente postes tipo lámpara.	Postes de luz funcionando de manera pobre.	Inactividad de los postes de luz.
				Nivel para el que fue diseñado	Si	-	-	-	No

Recuperado de The Pleasure of Walking: An Innovative Methodology to Assess Appropriate Walkable Performance in Urban Areas to Support Transport Planning.

**Tabla 13:** Matriz de evaluación de la categoría de Comodidad, asignación de indicadores y peso.

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño		Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje				
	Si	No			Excelente <i>1</i>	Muy Bueno <i>0,75</i>	Aceptable <i>0,50</i>	Pobre <i>0,25</i>	No Aceptable <i>0</i>
<i>C</i> Comodidad <i>C<sub>w</sub>=0,30</i>	Caminos nivelados y nítidos.	Maleza, obstáculos, partes inestables y caminos sin nivelar.	Características geométricas <i>C<sub>w1</sub>=0,70</i>	Superficie peatonal.	Niveladas, lisas sin imperfecciones.	Niveladas con fisuras y pequeños hundimientos.	Poco nivelada, con grandes fisuras y hundimientos.	Sin nivelación, fisuras, hundimientos y material despegándose.	Sin nivelación, rugosa y en pésimas condiciones.
				Ancho efectivo de pasarela.	>3m	2-3m	-	1-2m	<1m
				Flujo peatonal en aceras.	≤16 p/min/m	16-23 p/min/m	23-33 p/min/m	33-49 p/min/m	>49 p/min/m
				Espacio promedio por peatón en aceras.	<5,6 m <sup>2</sup>	3,7-5,6 m <sup>2</sup>	2,2-3,7 m <sup>2</sup>	1,4-2,2 m <sup>2</sup>	≤1,4 m <sup>2</sup>
				Espacio promedio por peatón en áreas de espera.	>1,2 m <sup>2</sup>	0,9-1,2 m <sup>2</sup>	0,6-0,9 m <sup>2</sup>	0,3-0,6 m <sup>2</sup>	≤0,3 m <sup>2</sup>
				Pendiente	<2%	2-5%	5-7%	7-8%	>8%
			Dificultad para caminar <i>C<sub>w2</sub>=0,30</i>	Obstáculos.	Ninguno	Escasos	Pocos	Continuos	Demasiado

Recuperado de The Pleasure of Walking: An Innovative Methodology to Assess Appropriate Walkable Performance in Urban Areas to Support Transport Planning.

Tabla 14: Matriz de evaluación de la categoría de Inclusión y Confort, asignación de indicadores y peso.

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño		Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje				
	Si	No			Excelente	Muy Bueno	Aceptable	Pobre	No Aceptable
					<i>1</i>	<i>0,75</i>	<i>0,50</i>	<i>0,25</i>	<i>0</i>
<i>I</i> Inclusión y Confort <i>I<sub>w</sub>=0,20</i>	Calles cubiertas, bien mantenidas, mobiliario urbano apropiado, correctos niveles de servicio y vida peatonal.	Calles desordenadas, suelos mono funcionales, sin equipamiento urbano y sin sistemas inclusivos y de conectividad con modos no motorizados.	Equipamiento urbano <i>I<sub>w1</sub>=0,30</i>	Mobiliario urbano	Disponibles, bien mantenidos y parcialmente cubiertos.	Parcialmente disponibles, conservados.	Disponibilidad pobre, sin mantenimiento.	Vandalismo.	No disponibles.
				Basureros.	Suficientes y correctamente ubicados.	-	Escasos y considerados un obstáculo para los peatones.	-	Ninguno.
			Infraestructura <i>I<sub>w2</sub>=0,45</i>	Sistemas inclusivos.	Existencia de rampas y cambios de relieves en las superficies de esquinas, aceras y pavimento. Señalización correctamente ubicada.	Existencia de rampas y cambios de relieves. Señalización pobre y mal ubicada.	Existencia de rampas y cambios de relieves.	Existencia de rampas.	Ninguno
				Ciclovia	Existencia de ciclovías interconectadas, funcionales y correcta señalización.	Existencia de ciclovías interconectadas, poco funcionales y correcta señalización.	Existencia de ciclovías que no se conectan. Hundimientos y material perdido. Pobre señalización	Existencia de ciclovías sin conexión. Hundimientos y material perdido, sin señalización.	Falta de existencia.
			Arquitectura <i>I<sub>w3</sub>=0,25</i>	Edificación y patrimonio.	Casas separadas de máximo 3 plantas.	Edificios pequeños de máximo 3 plantas.	Edificios altos de máximo 9 plantas.	Edificios altos de máximo 10 plantas.	Edificios altos y torres de más de 10 plantas.
				Vegetación	Continua y variada.	Dispersa y variada.	Escasa y monótona.	Escasa.	Ninguna.
				Mezcla de ambientes	Ambientes/ actividades mezcladas y continuo	Moderadamente mezclados.	Ambientes monofuncionales y residenciales	Ambientes residenciales.	Únicamente paredes y vallas o ninguna.

Recuperado de The Pleasure of Walking: An Innovative Methodology to Assess Appropriate Walkable Performance in Urban Areas to Support Transport Planning.

## 2.8 Metodología de evaluación

La matriz de evaluación generada está formada por tres categorías: *Seguridad*, *Comodidad*, *Inclusión* y *Confort*, cada una de ellas cuenta con 8 indicadores, los cuales serán divididos en 25 subgrupos con el mismo nivel de incidencia.

El cálculo del estado actual de un entorno urbano, infraestructura y sistemas de transporte con el que cuenta una calle o sector de una ciudad, parte del rendimiento de cada uno de los elementos que lo conforman asociados entre sí a través de procesos de ponderación, en los cuales se resalta claramente la relevancia de los indicadores y categorías en los que se encuentra. La escala de puntuación va desde 1 a 0, siendo 1 excelente, 0,75 muy bueno, 0,50 aceptable, 0,25 pobre y 0 no aceptable; adicionalmente la puntuación nos dará la pauta para enfocar el proceso táctico y determinar las áreas correctas que se desea impactar (Appolloni, Corazza, & D'Alessandro, 2019).

Las tablas 12, 13 y 14 cuentan con subgrupos dentro de cada indicador los cuales poseen el mismo grado de importancia, por ello el indicador tomará el valor promedio correspondiente a todo el grupo, permitiendo de esta manera que se inicie con el proceso de cálculo otorgado por el artículo *The Pleasure of Walking: An Innovative Methodology to Assess Appropriate Walkable Performance in Urban Areas to Support Transport Planning* de la revista Sustainability.

### 2.8.1 Cálculo

El índice de caminabilidad parte del desglose de las matrices anteriormente proporcionadas, convirtiéndose en un estudio que se deberá realizar en cada una de las calles de una red o vecindario, siendo necesario el conocimiento de la longitud total del manzano y de las calles que lo conforman. El análisis proporcionado en la Ecuación 37 es el mismo que debe realizarse en cada una de las categorías.

$$S_{WC1} = S_{w1}[(a \times S_{w1}) + (b \times S_{w2}) + (c \times S_{w3})] \quad [\text{Ecuación 37}]$$

Donde:

$S_{WC1}$  = Índice de seguridad en la calle 1.

$S_{w1}$  = Peso por la categoría de seguridad.

$S_{w1}, S_{w2}, S_{w3}$  = Peso de los indicadores.

$a, b, c$  = Calificaciones promediadas asignadas en el rango de 0-1 para cada uno de los indicadores.

NOTA: El puntaje total para el vecindario dentro de cada categoría se calcula como la sumatoria de todos los índices en cada una de las calles.

La Ecuación 38 agrupa la puntuación de cada una de las categorías analizadas en cada uno de los vecindarios.

$$S_{DSCO} = \sum_{1}^n S_{WC-i} \quad \text{[Ecuación 38]}$$

El proceso se reitera en cada una de las categorías en las tablas 12, 13 y 14, encontrando de esta manera el **índice de calle**, como se muestra en la Ecuación 39:

$$IC_1 = S_{WC1} + C_{WC1} + I_{WC1} \quad \text{[Ecuación 39]}$$

Parámetros como la longitud de calles y la longitud total del vecindario trabajan como elementos independientes en la determinación del índice de caminabilidad, sin considerarlos despreciables.

$$T - WIC_i = \frac{l \times IC_i}{L} \quad \text{[Ecuación 40]}$$

Donde:

$l$  = Longitud de la calle (m).

$L$  = Longitud del manzano o red (m).

El proceso se reitera en cada una de las calles y en la Ecuación 41 se obtiene el índice total de caminabilidad del barrio o manzana:

$$T - WIC_{Tot} = \sum_{1}^n T - WIC_i \quad \text{[Ecuación 41]}$$

### 2.8.1.1 Cálculos Adicionales:

Cada uno de los indicadores en las diferentes calles del vecindario o manzana pueden obtener su peso de **media ponderada** (MP) comparado con la longitud de la red.

$$S_{w1}MP = \frac{1}{L} \times \sum_1^n (a_i \times l_i) \quad [\text{Ecuación 42}]$$

Donde:

$a$  = La puntuación dada en cada indicador está asociada con la calle y se encuentra entre los valores 0-1.

$l$  = Longitud de la calle (m).

$L$  = Longitud del manzano o red (m).

La Ecuación 43 se puede repetir para los indicadores dentro del mismo parámetro, determinando de esta manera la media ponderada por indicador. Por ejemplo, teniendo en cuenta la categoría de Seguridad se tiene:

$$SMP_{Tot} = (S_{w1} \times S_{w1}MP) + (S_{w2} \times S_{w2}MP) + (S_{w3} \times S_{w3}MP) \quad [\text{Ecuación 43}]$$

Posteriormente se puede calcular el valor promedio de todo el vecindario.

$$VPT = (S_w \times SMP_{Tot}) + (C_w \times CMP_{Tot}) + (I_w \times IMP_w) \quad [\text{Ecuación 44}]$$

Los pesos de las categorías  $S_w$ ,  $C_w$  e  $I_w$  están proporcionados por las tablas 12, 13 y 14.

### **CAPÍTULO III: APLICACIÓN EN EL CASO DE ESTUDIO, AVENIDA DON BOSCO**

Tradición, cultura y gastronomía son los conceptos que envuelven a seis cuadras ubicadas en la Avenida Don Bosco, con siete picanterías y restaurantes, constituye uno de los destinos turísticos más populares en el cantón Cuenca funcionando los 365 días del año y conservando en su cocina recetas milenarias (Redacción Regional Sur., 2014).

Ubicado al suroeste del cantón, su gran referente gastronómico y agradable olor logra sobreponerse al humo de diésel emitido por las tres líneas de buses que atraviesan la avenida en ambas direcciones. Sin embargo, contrario al increíble potencial turístico que presenta, las condiciones peatonales, urbanas y viales existentes transforman la experiencia sensorial vivida en un evento poco favorable y limita de gran manera el disfrute de los visitantes (Redacción El Tiempo, 2016).

Categorizada dentro de la jerarquía del viario urbano como una vía colectora, misma que permite una velocidad de circulación de 50 km/h; la avenida Don Bosco es una de las vías de altos niveles de tráfico dentro de la ciudad conformada por: 2 carriles unidireccionales, 10 metros de calzada de hormigón en buenas condiciones, 2 veredas de 2 metros cada una, señalética y postes de iluminación adecuadamente posicionados dentro de las veredas brindando condiciones óptimas para la circulación de los modos motorizados (Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2015).

El poder generar un proyecto táctico en esta locación en particular, parte del conjunto de inconvenientes y deficiencias que viven peatones, habitantes del sector y ciclistas, mismos que de manera clara logran ejemplificar la completa pérdida de interés en la seguridad peatonal y social del sector, pero sobre todo la manera en la que las necesidades y confort del vehículo privado se convierten en una prioridad.

### 3.1 Localización

Limitado por la avenida Loja y Francisco de Orellana, cuenta con 400 metros dentro de los cuales se identifican cuatro paradas de buses, dos intersecciones semafóricas y dos pasos peatonales. El fragmento de estudio además cuenta con actividades bancarias y de comercio a sus alrededores, así como también de un ambiente residencial.

Debido a la limitada disponibilidad de recursos con los que se contaron, los aforos peatonales y vehiculares necesarios en el estudio fueron restringidos y se vio necesario la segmentación del área en tramos.



**Figura 36:** Establecimientos del área de estudio, limitándolo con la avenida Loja y Francisco de Orellana.

Recuperado de Google Maps 2013.

### 3.2 Definición de tramos

Como producto de las particularidades que presenta cada una de las cuadras fue vital el dividir el sector de estudio en tres tramos (T1, T2 y T3), limitado por las intersecciones (I1 e I2) localizados en los pasos peatonales de la avenida Loja y Francisco de Orellana. La avenida consta con dos carriles de sentido único que permite la movilidad de vehículos livianos y tres líneas de buses: 5, 12 y 25, las cuales cuentan con cuatro paradas sin mobiliario urbano que delimite este espacio.

Debido a la inexistencia de ciclovías, los ciclistas deben invadir la calzada o vereda para lograr su circulación poniendo en alto riesgo su seguridad. A lo largo de la avenida el aparcamiento de vehículos está restringido; sin embargo, no representa un impedimento para los conductores, quienes abandonan sus vehículos por períodos superiores a los 45 minutos dentro de la calzada.



Figura 37: Señalización y delimitación de los tramos e intersecciones que conforman el área de estudio.

Recuperada de Google Maps 2013.

### 3.3 Composición de tramo

El tramo T1 abarcando desde la avenida Loja hasta la calle Santa María cuenta con dos paradas de buses localizadas una en cada acera, sin zonas de aparcamiento, por lo que los conductores recurren a calles aledañas como Santa María y Juan Coloma para estacionar sus vehículos. Las aceras se encuentran en condiciones deterioradas, las zonas verdes están descuidadas, la falta de equipamiento urbano y ciclovía son bastante notorias, ya que producen serios conflictos entre modos motorizados y no motorizados. En este tramo además se estudiará el nivel de servicio del paso peatonal ya que fue usado de manera concurrente por los peatones.

En tramo T2 limitado entre las calles Santa María y Miguel de Cervantes, presenta un ambiente mucho más residencial y cuenta con la presencia del Supermaxi Don Bosco y la bodega Central Coral. Los vehículos cuentan con estacionamiento dentro del Supermaxi; sin embargo, la presencia de una parada de bus cercana y las demoras en

el tráfico producto de los giros de vehículos convierte al sector en un lugar mucho más vulnerable para los peatones y ciclistas.

Adicional a estas particularidades, se nota la presencia de una compañía de taxis, misma que lleva a cabo sus procesos de carga y descarga dentro de la calzada. Producto de la falta de un paso peatonal o la falta de uso de los dos existentes en cada extremo de la zona de estudio, las personas atraviesan la avenida sorteando su suerte entre el tráfico.

Las aceras por otro lado se presentan en buenas condiciones, pero son invadidas por plantas o árboles, limitando el ancho efectivo de circulación para los peatones y visibilidad para los vehículos.

El tramo final de estudio T3, visualmente muestra las peores condiciones no solo por aceras con anchos efectivos reducidos a causa de restaurantes, tiendas de barrio y diferentes emprendimientos que invaden parte de las mismas, sino también a las condiciones poco aceptables que poseen sus superficies, áreas verdes que con el paso del tiempo se han convertido en basureros y vehículos que convierten en zonas de aparcamiento a la calzada producto de la presencia de una de las sucursales de la Cooperativa Jardín Azuayo.

Es importante reconocer que a lo largo de los 400 metros recorridos la ausencia de basureros en las veredas, pintura sobre el pavimento, mantenimiento dentro de las áreas verdes y señales y finalmente la ausencia de paradas de buses que protejan a los peatones de inclemencias climáticas, fueron sobresalientes. Se suma a la problemática la existencia de un paso peatonal ubicado en la calle Francisco de Orellana no frecuentado por peatones debido a la lejanía con las paradas de buses.



**Figura 38:** Registro fotográfico de la situación actual en el tramo T2 de la avenida Don Bosco.  
Registro Propio.



**Figura 39:** Registro fotográfico de la situación actual en el tramo T2 de la avenida Don Bosco.  
Registro Propio.

### **3.4 Aforos peatonales**

Con el objetivo de conocer los niveles de servicio de cada una de las aceras, pasos peatonales y áreas de espera se realizó aforos peatonales con la modalidad de conteo manual en sitio durante dos días: martes 30 de junio y viernes 3 de julio del presente año. Los conteos peatonales se realizaron en dos puntos ubicados en la intersección I1 y dentro del tramo T2, los puntos fueron previamente fijados en base al análisis del sector y las claras diferenciaciones que estos presentaban.

Todas las medidas realizadas fueron en intervalos de 15 minutos, permitiendo determinar primeramente la hora pico de circulación de los peatones y posteriormente el volumen de circulación en cada acera.

Como producto de la falta de disponibilidad el proceso contó únicamente con la participación de tres personas, mismos que fueron distribuidos de la siguiente manera: las dos primeras ubicadas en la línea cebrada de la avenida Don Bosco y avenida Loja y la tercera persona ubicada a la altura del Supermaxi, las locaciones establecidas permitieron tener una visual de todo el sector. Los conteos no tomaron en cuenta únicamente a los peatones sino también a ciclistas en cada uno de los extremos, proceso que consentirá posteriormente el definir la necesidad o no de implementar un espacio de ciclo vía.

Áreas de espera tales como: esquinas y paradas de buses fueron descargadas para la evaluación del nivel de servicio, ya que no contaban con áreas claramente delimitadas, semáforos peatonales o acumulaciones claras en las esquinas para cruzar, los peatones preferían a travesar la avenida desde puntos medios o circulaban por la calzada de manera diagonal.

Los siguientes fueron los intervalos de evaluación:

**Tabla 15:** Días y horas que se realizaron los aforos peatonales.

<b>Martes, 30 de junio</b>	11h15-13h15	17h00-19h00
<b>Viernes, 3 de julio</b>	11h15-13h15	17h00-19h00

Registro Propio.

### 3.5 Niveles de iluminación

Los niveles de iluminación con los que se cuentan en la avenida Don Bosco son proporcionados por un conjunto de 25 lámparas distribuidas a lo largo de las aceras de 12 metros de altura, mismos que serán evaluados bajo la metodología proporcionada en el capítulo I, teniendo de esta manera 134 puntos de lectura cada 3 metros.

Las lecturas serán realizadas con ayuda de un Multímetro Digital Multifuncional TP8229 TEKPOWER, mismo que cuenta con un luxómetro que permitirá medir la intensidad luminosa en unidades lux, con un margen de error del 5%.



**Figura 40:** Multímetro Digital Multifuncional TP8229.  
Registro Propio.

Al ser los datos tomados en unidades luxes y la tabla 10 proporcionada por el CONELC de parámetros para vías de tráfico motorizado en unidades de candelas por metros cuadrados, se requiere de un proceso de conversión en donde se debe conocer el ángulo del haz luminoso y la distancia de medición (Genovez Zúñiga, 2015).

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen por metro cuadrado}$$

$$1 \text{ lumen a 1 metro de distancia} = 1 \text{ candela}$$

### 3.6 Señalética vertical

La avenida Don Bosco cuenta con un conjunto de 16 señales verticales las cuales se clasifican en: 5 señales informativas, 6 señales reglamentarias, 1 señal informativa de destino y 4 señales de direccionamiento de vía. Como resultado de la evaluación se tendrá un polígono de 5 esquinas en las que se ubicará cada uno de los criterios siendo estos: orientación, retroreflectividad, altura, iluminación y uniformidad.

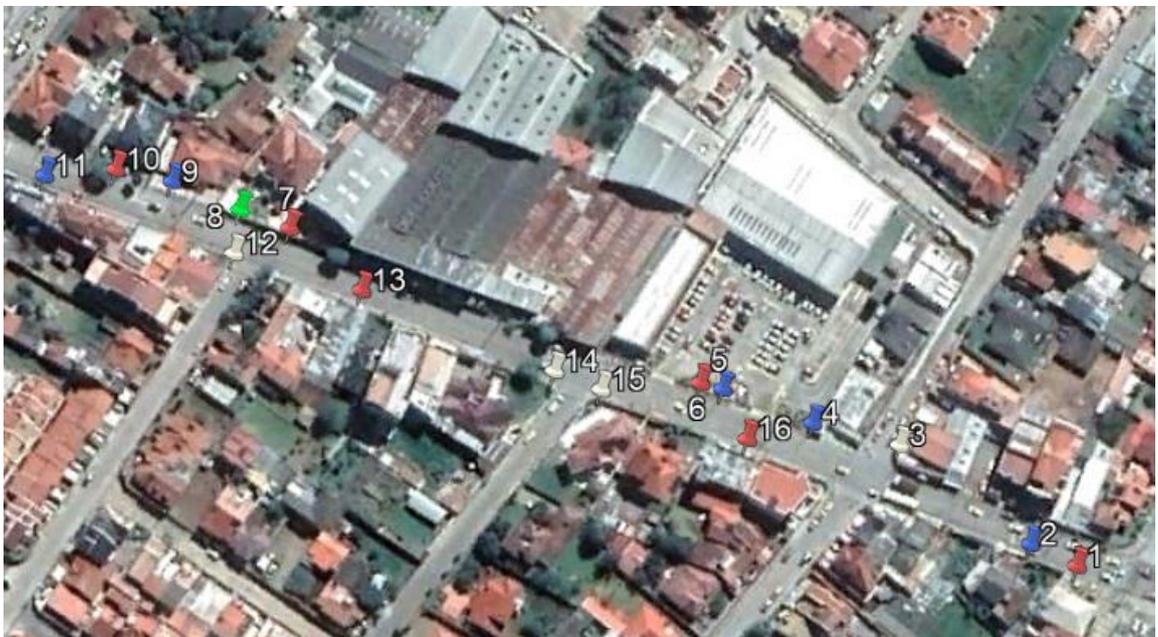


Figura 41: Localización y definición de las diferentes señales verticales.  
Recuperado de Google Maps 2013.

**Tabla 16:** Especificación de cada una de las señales verticales y su registro fotográfico.

1	Señal Reglamentaria 1	
2	Señal Informativa 2	
3	Señal de direccionamiento de vía 3	
4	Señal Informativa 4	
5	Señal Informativa 5	
6	Señal Reglamentaria 6	
7	Señal Reglamentaria 7	

8	Señal informativa de destino 8	
9	Señal Informativa 9	
10	Señal Reglamentaria 10	
11	Señal Informativa 11	
12	Señal de direccionamiento de vía 12	
13	Señal Reglamentaria 13	
14	Señal de direccionamiento de vía 14	
15	Señal de direccionamiento de vía 15	
16	Señal Reglamentaria 16	

Registro Propio.

El formato usado en cada una de las señales es el siguiente:

Tabla 17: Parámetros y puntuación para la evaluación de señalética vertical.

<b>Clasificación de la zona</b>	<b>Zona urbana con aceras y bordillos.</b>			
<b>Tipo de señalética</b>				
<b>Parámetros de Evaluación</b>				<b>Total</b>
<b>Rangos</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
<b>Orientación</b>	<b>5°</b>	<b>&lt; 5°</b>	<b>&gt; 5°</b>	
<b>Retroreflectividad</b>	Colores de fondo, leyendas, borde claramente reconocidos por peatones, ciclistas y conductores. Mantenimiento y limpieza adecuada.	Leves pérdidas de colores destacados en fondo, bordes y leyendas. Presencia de manchas, mensajes y stickers que impiden la lectura de la señal.	Carencia de colores en los fondos, pérdida de los colores oscuros, manchas completas que impiden la lectura de la señal.	
<b>Altura</b>	2m	2 – 2,20m	> 2,20m o < 2 m	
<b>Iluminación</b>	Luz por dentro o detrás de la cara de la señal.	Luz acolada o montada sobre la señal.	Carencia de luz en la señal y a sus alrededores.	
<b>Uniformidad</b>	0,30m - 1m	-	> 1m o < 0,30 m	

Registro Propio.

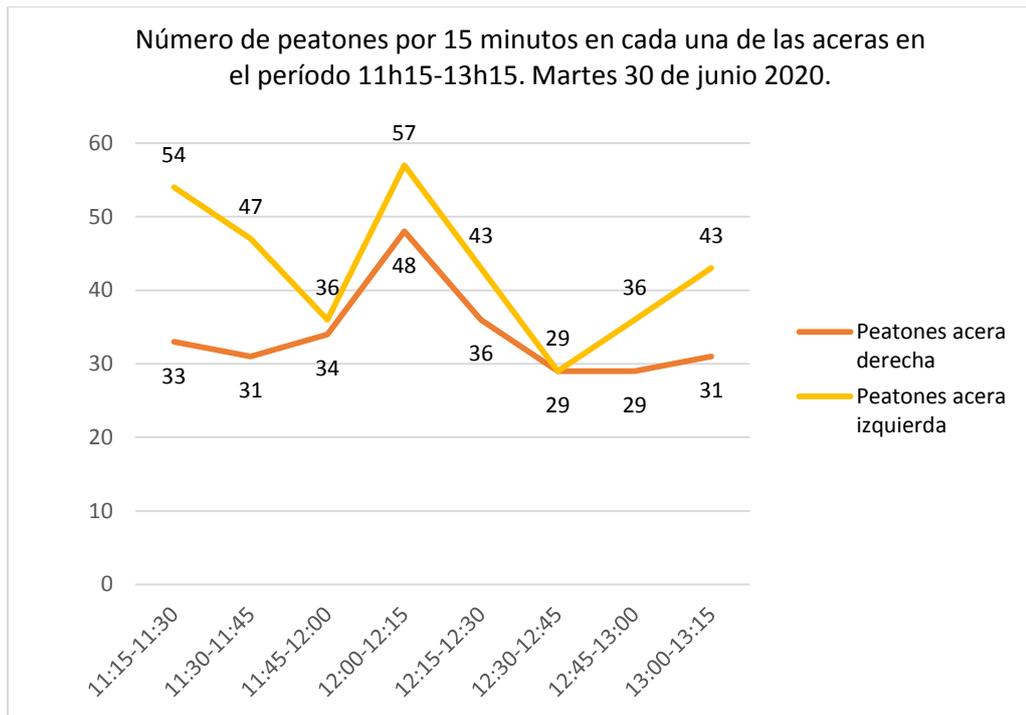
### 3.7 Análisis de resultados

#### 3.7.1 Nivel de Servicio de las Aceras

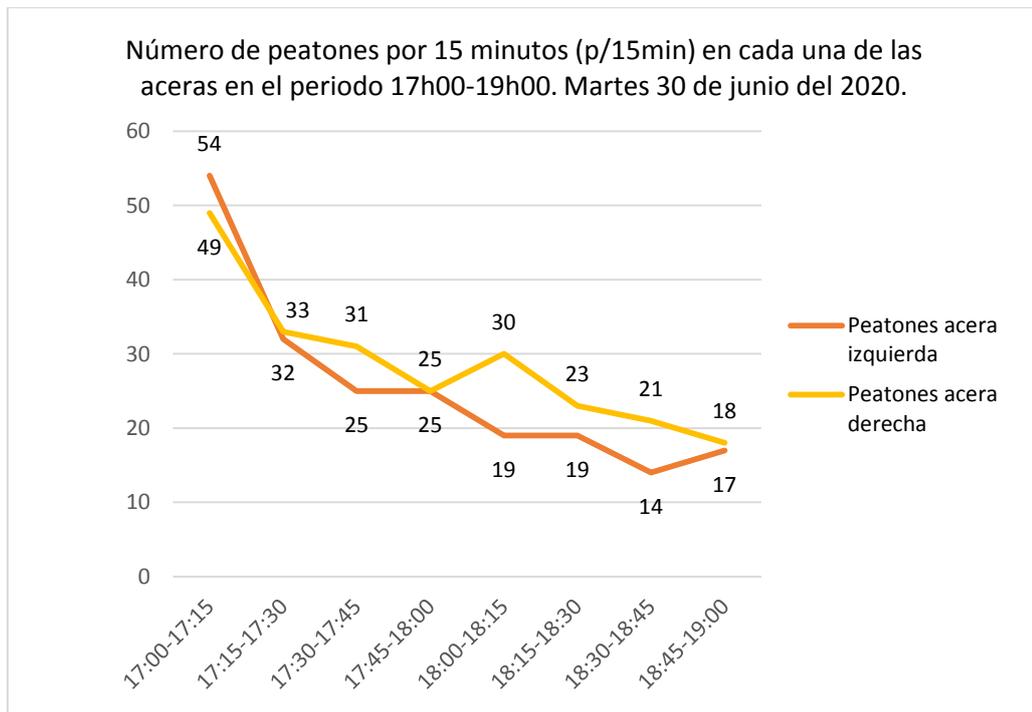
Los aforos peatonales realizados los días martes 30 de junio y viernes 3 de julio del 2020 permitieron establecer la hora pico y el flujo máximo de peatones dentro de los 15 minutos de mayor concurrencia, datos que nos llevaban a calcular el nivel de servicio de las siete aceras que conforman la zona de estudio.

En el proceso fue importante tomar los datos de cada una de las aceras por separado definiéndolas como derecha a la que limita con el Supermaxi Don Bosco e izquierda a aquella que ubicada al frente de esta. Debido a los limitados recursos con los que se contó y la longitud prolongada, se realizó un conteo general para las siete aceras.

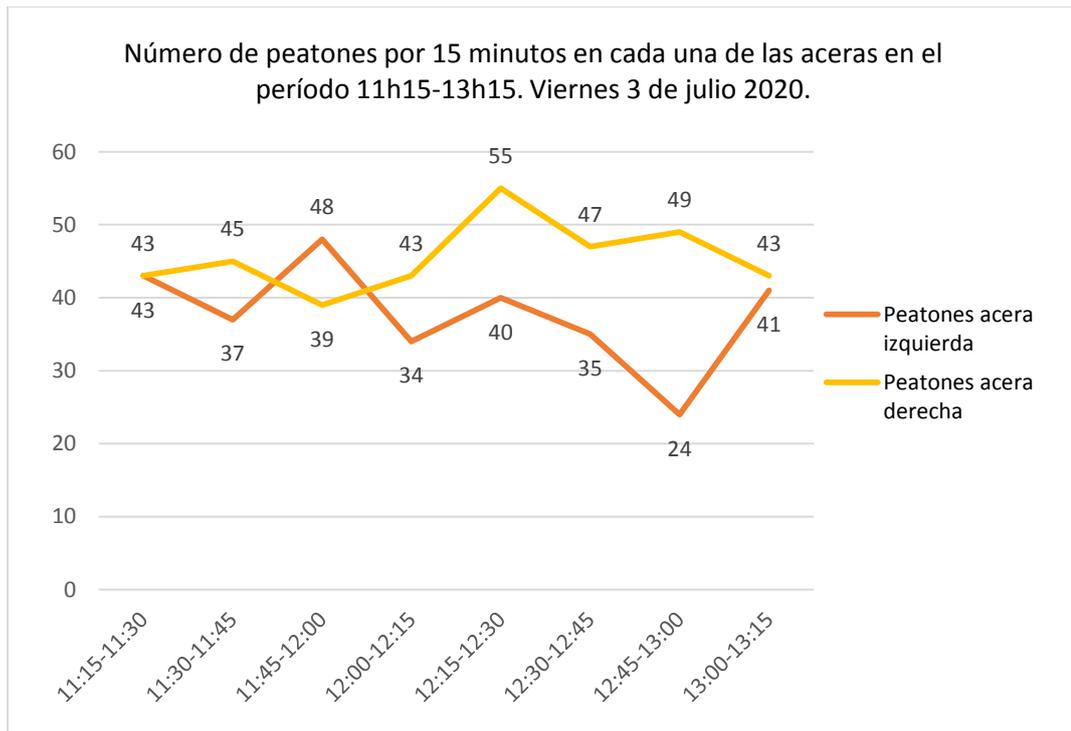
Los datos tabulados fueron los siguientes:



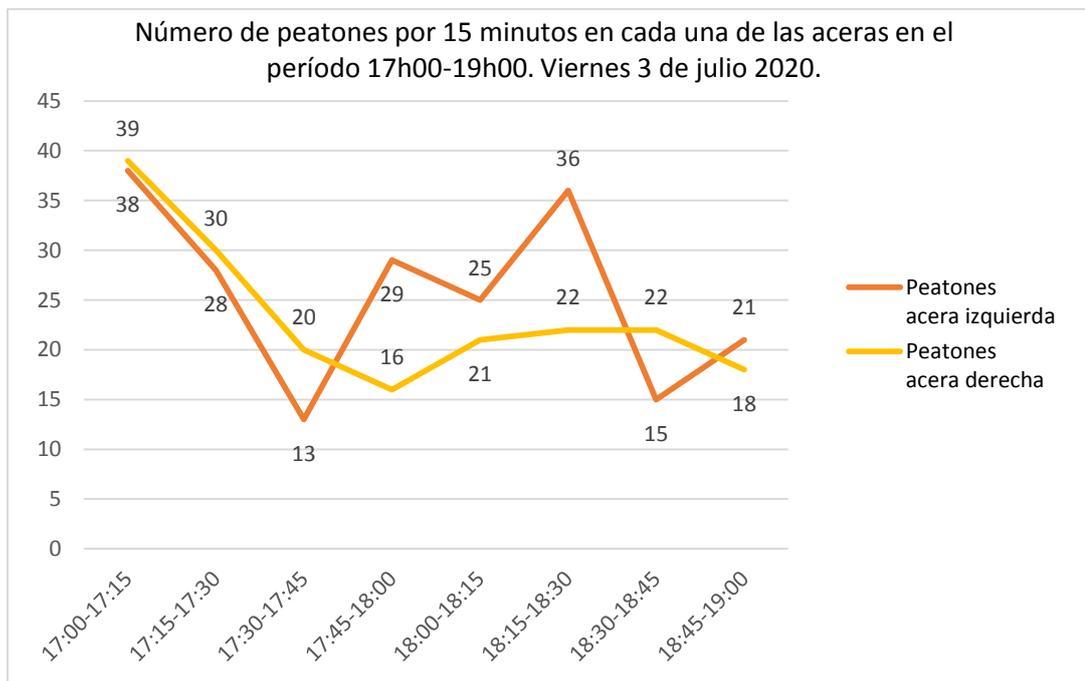
**Figura 42:** Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 11h15-13h15. Martes 30 de junio 2020. Registro Propio.



**Figura 43:** Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 17h00-19h00. Martes 30 de junio 2020. Registro Propio.



**Figura 44:** Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 11h15-13h15. Viernes 3 de julio 2020. Registro Propio.



**Figura 45:** Número de peatones por 15 minutos en cada una de las aceras en el período 17h00-19h00. Viernes 3 de julio 2020. Registro Propio.

Dentro de la información obtenida y la necesidad de usar los datos más desfavorables para el proceso de identificación de niveles de servicio y posteriores diseños se manejó un flujo de 57 peatones en 15 minutos mismos que fueron de 57 peatones para las

aceras de la derecha, durante el periodo de 12h00 a 12h15 el día martes 30 de junio. Por otra parte, las aceras izquierdas fueron evaluadas bajo un flujo de 54 peatones en 15 minutos del día viernes 3 de julio en el período de 17h00 a 17h15.

Se estableció un ancho de 2 metros para cada una de las aceras y una velocidad de 1,2 m/s en donde el 20% de los viandantes o menos son mayores a los 65 años. En el caso de los objetos fijos que permiten conocer el ancho efectivo de circulación fueron diferentes en cada acera debido a la diversidad de objetos fijos existentes, de la misma manera se tomó el ancho de objeto fijo más desfavorable o para el cual el ancho de circulación se reducía en gran manera.

Con los datos ya reunidos y claramente diferenciados entre sí, se obtuvo el flujo unitario efectivo y el espacio peatonal disponible, resultados que posteriormente serán cotejados con los establecidos por el HCM 2010.

**Tabla 18:** Nivel de servicio de las aceras en el tramo T1, Santa María-Avenida Loja.

<b>Aceras T1 Santa María-Avenida Loja</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>
Ancho objetos fijos (m)	1	0.4
Ancho efectivo (m)	1	1.6
Flujo v15 (p/h)	57	54
Flujo unitario por ancho efectivo (p/min/m)	3,80	2,250
Espacio Peatonal (m2/p)	0,316	0,533

Registro Propio.

**Tabla 19:** Nivel de servicio de las aceras que conforman el tramo T2.

<b>Aceras T2</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	
	Calle Miguel de Cervantes y Santa María	Calle La Niña y La Pinta	La Pinta y Santa María
Ancho objetos fijos (m)	1.2	0.75	1.1
Ancho efectivo (m)	0.8	1.25	0.9
Flujo v15 (p/h)	54	54	57
Flujo unitario por ancho efectivo (p/min/m)	4,50	2,88	4,22
Espacio Peatonal (m2/p)	0,267	0,417	0,284

Registro Propio.

**Tabla 20:** Nivel de servicio en el tramo T3, Miguel de Cervantes-Francisco de Orellana.

<b>Parámetros</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>
Ancho objetos fijos (m)	1.5	0.8
Ancho efectivo (m)	0.5	1.2
Flujo v15 (p/h)	57	54
Flujo unitario por ancho efectivo (p/min/m)	7,6	3,00
Espacio Peatonal (m <sup>2</sup> /p)	0,158	0,40

Registro Propio.

Los valores obtenidos dentro de las siete aceras respecto al espacio peatonal (m<sup>2</sup>/p) son inferiores al 0,75 m<sup>2</sup>/p establecido en el capítulo 11 correspondiente al nivel de servicio de pasarelas, aceras, rampas y calles peatonales del *Highway Capacity Manual 2010*, reconociéndolos de esta manera dentro de la categoría de Nivel de Servicio F. En el caso del flujo unitario por unidad de ancho efectivo es variable de acuerdo a la normativa; sin embargo, son valores que oscilan entre 2,250 p/min/m a 7,6 p/min/m.

**Tabla 21:** Detalles del nivel de servicio F.  
**Nivel de Servicio F**

Espacio promedio:	≤0,75 m <sup>2</sup> /p
Tasa de flujo:	Variable

Recuperado de *Highway Capacity Manual 2010*.

Es claro reconocer que el ancho efectivo de las aceras se ve reducido por la mala distribución de las diferentes áreas verdes y el descuido de las mismas, las cuales en especial dentro del tramo T1 y T3 se han convertido en basureros, sumándole la inadecuada repartición y ubicación de la señalética vertical, así como postes de iluminación y barreras metálicas convierten a las aceras en espacios que no cumplen con las medidas mínimas para la circulación peatonal.

La situación que experimentan ciclistas no es diferente al de los peatones llegando a niveles inclusive en donde peatones y ciclistas se pelean por espacios de circulación y protección dentro de las aceras.



Figura 46: Reconocimiento visual de los niveles de servicio de las aceras en la zona de estudio. Recuperado de Google Maps 2013.

### 3.7.2 Nivel de Servicio en el Paso Peatonal ubicado entre la avenida Don Bosco y avenida Loja

Dentro de la infraestructura vial que disponía la zona de estudio se encuentran dos pasos peatonales, ubicados a los extremos y limitando con la avenida Loja y la calle Francisco de Orellana, aunque las similitudes de estos pasos peatonales son: su funcionalidad, falta de semáforos peatonales y escaso mantenimiento, mismo que provoca desvanecimientos sobre las marcaciones del pavimento; la diferencia relevante es la utilidad que los peatones le otorgan a estos espacios.

En el caso del paso peatonal localizado en la avenida Don Bosco y Francisco de Orellana, los peatones le brindan una importancia nula y prefieren atravesar la calle de acera a acera por cualquier otro punto; por lo tanto, los datos no son relevantes y no expresan su nivel de servicio real.

Centrando los recursos en el paso peatonal de la avenida Don Bosco y avenida Loja, se realizó un aforo peatonal y vehicular, en donde se analizaron los movimientos permitidos de manera independiente durante la hora de máxima demanda.

La metodología para intersecciones señalizadas en el capítulo 18 del HCM 2010, abarca un proceso algo complejo al momento de la toma de datos, ya que implica el estudio de cada uno de los peatones y sus comportamientos no únicamente en el paso peatonal, sino en el conjunto de aceras, áreas de espera y calles que conforman la intersección.

## Cálculo de Tiempo-Espacio Disponible

Con el objetivo de conocer el tiempo y espacio de circulación y espera en las esquinas que experimentan los peatones se debe tener en cuenta:

**Tabla 22:** Datos para la obtención de tiempo-espacio disponible.

<b>Datos:</b>	
Longitud de ciclo C:	85s
Ancho total de la acera en la avenida Don Bosco $W_a$ :	2m
Ancho total de la acera en la avenida Loja $W_b$ :	2m
Radio de la esquina R:	7m

Registro Propios.

El radio de curvatura de la esquina es superior al ancho de las aceras por lo que debe tomarse el menor valor entre estas dos variables  $W_a$  y  $W_b$ .

Por lo tanto:

$$TS_{corner} = 266,9m^2 \text{ por segundo}$$

## Cálculo del tiempo en el área de espera

Para calcular el tiempo que le toma al peatón el cruzar la avenida Don Bosco durante cada ciclo, se necesita conocer el tiempo efectivo de caminata para la fase de servicio en calles secundarias y el número de peatones que lleva a la esquina en cada ciclo.

Debido a la ausencia de un semáforo peatonal, la configuración del tiempo efectivo de caminata es dependiente a las características del ciclo semafórico en la calle secundaria, siendo esta la avenida Loja.

**Tabla 23:** Datos para calcular el tiempo en el área de espera.

<b>Datos:</b>	
Duración del ciclo semafórico en la calle secundaria $D_{p,mi}$ :	85s
Intervalo amarillo de cambio de fase para calles secundarias $Y_{mi}$ :	3s
Intervalo rojo de fase para calles secundarias $R_{c,mi}$ :	50s

Registro Propio.

Teniendo de esta manera:

$$g_{Walk,mi} = 32 \text{ segundos}$$

El volumen total que llegan a la esquina durante la hora de máxima demanda es de 34 peatones; por lo que el número de peatones preparados para atravesar la avenida Don Bosco en cada uno de los ciclos es:

$$N_{do} = 0,685 \text{ peatones}$$

Por lo tanto, el tiempo en las aceras es de:

$$Q_{tdo} = 11,31 \text{ peatones por segundo}$$

### Cálculo del tiempo-espacio de circulación

En este proceso es importante tener en cuenta el tiempo total que le toma al peatón esperar para cruzar la calle principal y secundaria durante cada ciclo.

$$Q_{tco} = 5,778 \text{ peatones por segundo}$$

$$TS_c = 181,44 \text{ m}^2 \text{ por segundo}$$

### Cálculo del área peatonal de circulación en la esquina

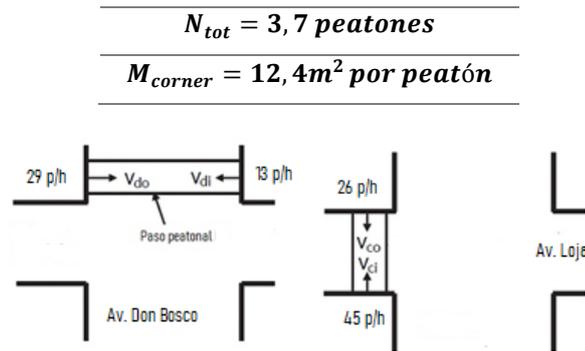
El conjunto de movimientos de los peatones que cruzan a lo largo de la calle principal y secundaria, así como a lo largo del paso peatonal son claves en la determinación del área peatonal de circulación en las esquinas que dispone cada uno de los peatones.

**Tabla 24:** Datos para el cálculo del área peatonal de circulación en la esquina.

<b>Datos:</b>	
Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar una calle secundaria $v_{ci}$ :	45p/h
Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar una calle secundaria $v_{co}$ :	26p/h
Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar una calle principal $v_{di}$ :	13p/h
Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar una calle principal $v_{do}$ :	29p/h
Flujo de peatones viajando de la acera A hacia la acera B $v_{a,b}$ :	42p/h

Registro Propio.

Por lo tanto;



**Figura 47:** Descripción de los flujos peatonales en la hora de máxima demanda peatonal en la intersección de la avenida Don Bosco y avenida Loja.  
Registro Propio.

### Cálculo del Tiempo-Espacio disponible

**Tabla 25:** Datos sobre el cruce peatonal para el cálculo del tiempo-espacio disponible.

**Datos:**

Longitud del cruce peatonal $L_d$ :	10 m
Ancho efectivo del cruce peatonal $W_d$ :	6 m

Registro Propio.

Por lo tanto;

$$TS_{cw} = 1920 \text{ peatones por segundo}$$

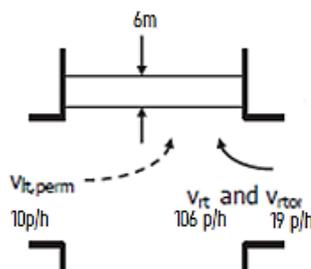
### Cálculo del Tiempo-Espacio efectivo disponible

**Tabla 26:** Datos para el cálculo del tiempo-espacio efectivo disponible.

**Datos:**

Flujo de demanda permitido en los giros a la izquierda $v_{lt,perm}$ :	10p/h
Flujo de demanda de giros a la derecha $v_{rt}$ :	106p/h
Flujo de demanda de giros a la derecha en rojo $v_{rtor}$ :	19p/h

Registro Propio.



**Figura 48:** Detalle del flujo peatonal en la avenida Loja y que intervienen en el paso peatonal de la avenida Don Bosco.  
Registro Propio.

El ajustar el tiempo-espacio ocupado por el viandante al factor de ocupación de los vehículos y el tiempo que tardan en girar; da como resultado:

$$\begin{array}{c} \hline N_{tv} = 2,29 \text{ veh.} \\ \hline TS_{tv} = 549,67 \text{ m}^2 \text{ por segundo} \\ \hline TS_{cw}^* = 1370,33 \text{ m}^2 \text{ por segundo} \\ \hline \end{array}$$

### Cálculo del tiempo de servicio de peatones

Al ser el ancho del cruce peatonal superior a 3,048 metros se aplica la Ecuación 20.

**Tabla 27:** Velocidad según el HCM2010.

**Datos:**

$$\text{Velocidad Peatonal } S_p: \quad 1,2\text{m/s}$$

Recuperado de *Highway Capacity Manual* 2010.

Obteniendo de esta manera:

$$\begin{array}{c} \hline N_{ped,do} = 0,427 \text{ peatones} \\ \hline t_{ps,do} = 11,65 \text{ s} \\ \hline \end{array}$$

### Cálculo del tiempo de ocupación del cruce peatonal

**Tabla 28:** Datos para el cálculo del tiempo de ocupación del cruce peatonal.

**Datos:**

$$\begin{array}{c} \hline \text{Tiempo de servicio por los peatones que llegan a la esquina para cruzar} \\ \text{la calle secundaria } t_{ps,di}: \quad 11,611\text{s} \\ \hline \end{array}$$

Registro Propio.

Por lo tanto;

$$\begin{array}{c} \hline N_{di} = 0,289 \text{ peatones} \\ \hline T_{occ} = 15,104\text{s} \\ \hline \end{array}$$

### Cálculo del área de circulación en el cruce peatonal

$$M_{cw} = 90,73 \text{ m}^2 \text{ por s}$$

## Determinación del retraso peatonal

$$d_p = 16,524 \text{ segundos por cada peatón}$$

## Determinación de la puntuación del nivel de servicio para la intersección

Tabla 29: Datos para el cálculo de los factores de ajuste.

<b>Datos:</b>	
Demanda del flujo para los movimientos $v_i$ :	969,75veh
Número de carriles de tráfico que atraviesan el cruce peatona $N_d$ :	2
Número de islas de canalización a la derecha a lo largo del paso peatonal $N_{rtci,d}$ :	0
Percentil 85 de la velocidad en el segmento medio de la calle $S_{85,mj}$ :	40km/h
Conjunto de movimientos realizados en el cruce peatonal $m_d$ :	6

Registro Propio.

De esta manera los factores de ajuste son:

$$n_{15,mj} = 121,22$$

$$F_w = 0,972$$

$$F_v = 0,043$$

$$F_S = 0,392$$

$$F_{delay} = 0,112$$

En base a los datos generados en este proceso se establece el nivel de servicio del paso peatonal como:

$$I_{p,int} = 2,120$$

El valor obtenido cotejado con los parámetros brindados en la Tabla 8 del capítulo 1, establece un **Nivel de Servicio B** para el paso peatonal ubicado en la avenida Don Bosco y avenida Loja.

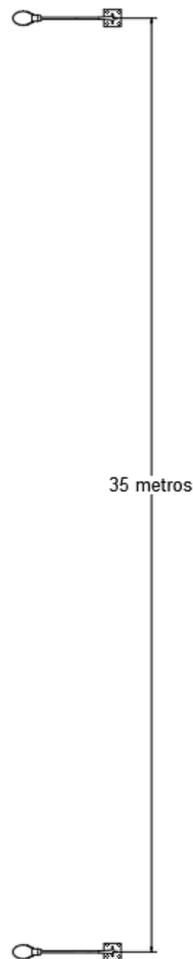
### 3.7.3 Sistemas de iluminación

Los niveles de intensidad y uniformidad luminoso dentro de la avenida Don Bosco son proporcionadas por 23 lámparas funcionales de 12 metros de altura y 30 centímetros de diámetro, ubicadas a distancias de 27 y 35 metros entre ellas.

Con la aplicación de la metodología proporcionada por CONELEC se establece el número de puntos de lectura y el espaciamiento entre estos puntos, teniendo de esta manera:

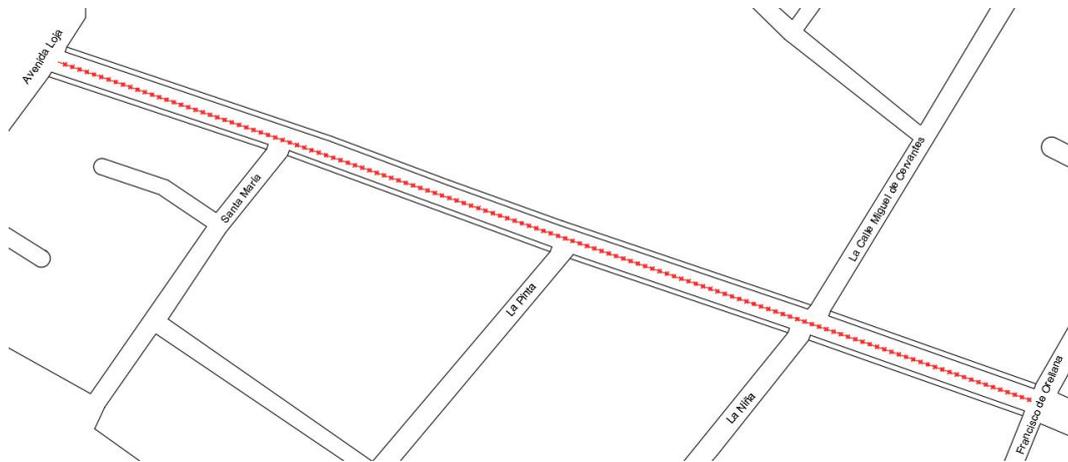
$$\text{Sí } S \leq 30m, N = 10,$$

*Sí  $S > 30m$ , el número menor que resulte de  $D \leq 3m$*



**Figura 49:** Detalle de ubicación de las lámparas a lo largo de la avenida Don Bosco.  
Registro Propio.

En este caso de estudio se toma un espaciamiento entre lámparas de 35 metros y cumpliendo con un distanciamiento entre puntos de lectura de 3 metros se tienen 134 puntos de lectura a lo largo de la avenida.



**Figura 50:** Detalle de los 134 puntos de lectura de intensidad luminosa a lo largo de la avenida Don Bosco. Registro Propio.

La lectura de datos inició en el semáforo de la calle Francisco de Orellana y con la ayuda del Multímetro Digital Multifuncional TP8229 TEKPOWER se obtuvieron los siguientes valores:

**Tabla 30:** Detalle de las lecturas de intensidad luminosa.

<b>Punto</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Punto</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Punto</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Unidad</b>
<b>1</b>	10	Lux	<b>13</b>	6	Lux	<b>25</b>	<b>77</b>	Lux
<b>2</b>	13	Lux	<b>14</b>	10	Lux	<b>26</b>	40	Lux
<b>3</b>	10	Lux	<b>15</b>	13	Lux	<b>27</b>	20	Lux
<b>4</b>	16	Lux	<b>16</b>	20	Lux	<b>28</b>	27	Lux
<b>5</b>	30	Lux	<b>17</b>	43	Lux	<b>29</b>	33	Lux
<b>6</b>	27	Lux	<b>18</b>	30	Lux	<b>30</b>	30	Lux
<b>7</b>	16	Lux	<b>19</b>	27	Lux	<b>31</b>	33	Lux
<b>8</b>	20	Lux	<b>20</b>	30	Lux	<b>32</b>	27	Lux
<b>9</b>	10	Lux	<b>21</b>	37	Lux	<b>33</b>	20	Lux
<b>10</b>	10	Lux	<b>22</b>	33	Lux	<b>34</b>	16	Lux
<b>11</b>	13	Lux	<b>23</b>	33	Lux	<b>35</b>	30	Lux
<b>12</b>	6	Lux	<b>24</b>	57	Lux	<b>36</b>	33	Lux
<b>37</b>	43	Lux	<b>70</b>	6	Lux	<b>103</b>	27	Lux
<b>38</b>	36	Lux	<b>71</b>	10	Lux	<b>104</b>	23	Lux
<b>39</b>	47	Lux	<b>72</b>	4	Lux	<b>105</b>	30	Lux
<b>40</b>	50	Lux	<b>73</b>	6	Lux	<b>106</b>	30	Lux

<b>41</b>	33	Lux	<b>74</b>	33	Lux	<b>107</b>	40	Lux
<b>42</b>	20	Lux	<b>75</b>	33	Lux	<b>108</b>	47	Lux
<b>43</b>	16	Lux	<b>76</b>	20	Lux	<b>109</b>	33	Lux
<b>44</b>	27	Lux	<b>77</b>	13	Lux	<b>110</b>	30	Lux
<b>45</b>	23	Lux	<b>78</b>	13	Lux	<b>111</b>	33	Lux
<b>46</b>	23	Lux	<b>79</b>	20	Lux	<b>112</b>	23	Lux
<b>47</b>	13	Lux	<b>80</b>	27	Lux	<b>113</b>	27	Lux
<b>48</b>	30	Lux	<b>81</b>	30	Lux	<b>114</b>	30	Lux
<b>49</b>	27	Lux	<b>82</b>	20	Lux	<b>115</b>	33	Lux
<b>50</b>	33	Lux	<b>83</b>	16	Lux	<b>116</b>	20	Lux
<b>51</b>	30	Lux	<b>84</b>	16	Lux	<b>117</b>	33	Lux
<b>52</b>	6	Lux	<b>85</b>	16	Lux	<b>118</b>	40	Lux
<b>53</b>	13	Lux	<b>86</b>	27	Lux	<b>119</b>	13	Lux
<b>54</b>	20	Lux	<b>87</b>	37	Lux	<b>120</b>	33	Lux
<b>55</b>	13	Lux	<b>88</b>	33	Lux	<b>121</b>	40	Lux
<b>56</b>	27	Lux	<b>89</b>	13	Lux	<b>122</b>	30	Lux
<b>57</b>	13	Lux	<b>90</b>	13	Lux	<b>123</b>	33	Lux
<b>58</b>	30	Lux	<b>91</b>	5	Lux	<b>124</b>	13	Lux
<b>59</b>	16	Lux	<b>92</b>	20	Lux	<b>125</b>	20	Lux
<b>60</b>	16	Lux	<b>93</b>	33	Lux	<b>126</b>	23	Lux
<b>61</b>	20	Lux	<b>94</b>	30	Lux	<b>127</b>	27	Lux
<b>62</b>	33	Lux	<b>95</b>	23	Lux	<b>128</b>	50	Lux
<b>63</b>	64	Lux	<b>96</b>	10	Lux	<b>129</b>	47	Lux
<b>64</b>	67	Lux	<b>97</b>	10	Lux	<b>130</b>	40	Lux
<b>65</b>	54	Lux	<b>98</b>	10	Lux	<b>131</b>	30	Lux
<b>66</b>	6	Lux	<b>99</b>	4	Lux	<b>132</b>	20	Lux
<b>67</b>	6	Lux	<b>100</b>	6	Lux	<b>133</b>	17	Lux
<b>68</b>	10	Lux	<b>101</b>	13	Lux	<b>134</b>	30	Lux
<b>69</b>	<b>4</b>	Lux	<b>102</b>	23	Lux			

Registro Propio.

Los valores tomando se encuentran muy dispersos teniendo de esta manera valores mínimos de 4 luxes y un máximo de 77 luxes, estos valores permiten reconocer que no existirá una uniformidad adecuada, además se acreditan los valores superiores a los 33 luxes a los restaurantes existentes en el sector y a la presencia de lámparas tipo faroles en el tramo T2 ubicados en el cerramiento del Supermaxi Don Bosco.

Aplicando las ecuaciones 34 y 35 y con el objetivo de conocer los valores finales de intensidad luminosa y uniformidad que posteriormente serán comparados con los

parámetros fotométricos correspondientes para este tipo de vías para modos motorizados se obtiene:

**Tabla 31:** Resultados de Iluminación promedio y uniformidad.

	<b>Lux</b>	<b>Cd/m2</b>
<b>Total</b>	3333	
<b>n</b>	134	
<b>Ep</b>	24,87	1,979
<b>Emin</b>	4	0,318
<b>Uo</b>	0,161	0,161

Registro Propio.

La tabla 9 del capítulo I posee un conjunto de parámetros a considerar como: velocidad, volumen y composición de tráfico, vehículos parqueados e iluminación ambiental mismos que permite conocer el tipo de iluminación M bajo el que se evaluará el sector.

**Tabla 32:** Resultados de la evaluación del nivel de iluminación según ciertos párametros.

<b>Parámetros</b>	<b>Opciones</b>	<b>Valor de Ponderación (Vp)</b>	<b>Vp seleccionado</b>
<b>Velocidad</b>	Bajo	1	<b>1</b>
	Muy Bajo	0	
<b>Volumen de Tráfico</b>	Elevado	1	<b>0.5</b>
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
	Muy Bajo	-1	
<b>Composición de Tráfico</b>	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado	2	<b>2</b>
	Peatones y tráfico motorizado	1	
	Peatones y ciclistas solamente	1	
	Peatones solamente	0	
	Ciclistas solamente	0	
<b>Vehículos Parqueados</b>	Se permite	0,5	<b>0</b>
	No se permite	0	
<b>Iluminación Ambiental</b>	Alta	1	<b>1</b>
	Moderada	0	
	Baja	-1	
			<b><math>\sum V_{ps} = 4</math></b>

Registro Propio.

Aplicando la ecuación 32 se obtiene el nivel final de iluminación:

$$M = \left( 6 - \sum V_{ps} \right)$$

$$M = (6 - 4)$$

$$M = 2$$

El valor correspondiente a la sumatoria de la cuantía de cada uno de los parámetros en el caso de ser decimal (4.50) debe acercarse al entero menor, teniendo de esta manera un nivel de iluminación M2.

El nivel de iluminación M2 corresponde a vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante, vías distribuidoras locales o accesos a zonas residenciales, con un tráfico diario  $\geq 7000$  vehículos y velocidades entre los 30-60 km/h.

**Tabla 33:** Parámetros fotométricos para vías de tráfico motorizado de CONELEC 005/14.

	<b>SECO</b>		
	$L_{av} \left( \frac{cd}{m^2} \right)$	$U_o$	$U_f$
<b>M2</b>	1,5	0,40	0,7

Recuperado del Consejo Nacional de Electricidad CONELEC 005/12 "Prestación del Servicio de Alumbrado Público".

Los valores obtenidos luego del proceso de lectura NO CUMPLEN con los establecidos por la tabla del CONELEC; en el caso del nivel de iluminación es superior al valor sugerido de 1.50 y la uniformidad al ser de 0,161 inferior al 0,4 produce sobre la calzada un efecto cebra en donde debido a la dispersión de los datos se conoce que existen lugares con excesos de iluminación en especial cercanos a los restaurantes y lugares en donde la falta de lámparas o faroles producen un efecto de inseguridad para peatones y ciclistas sin afectar notoriamente a conductores.

El conjunto de 25 lámparas que conforman el sistema de iluminación a lo largo de los 400 metros de la zona de estudio están distribuidos de manera irregular con espaciamientos variables dando como resultado excesos de iluminación en las esquinas y deficiencias a lo largo del tramo T1 y T2 en donde los espaciamientos llegan incluso a los 35 metros, acreditándose de esta manera la falta de uniformidad

que presenta el sector. Es importante reconocer de 2 de las 25 lámparas no son funcionales.

La falta de mantenimiento y cuidado en los árboles localizados dentro de las aceras constituyen un problema, ya que, a más de reducir el ancho efectivo de circulación para los peatones, genera puntos negros dentro de las aceras en donde los niveles de inseguridad social podrían aumentar; adicionalmente genera sombra sobre la calzada generando un cambio dentro de la cantidad e intensidad luminosa que originalmente brinda las lámparas y la cantidad que reciben los conductores o que se refleja sobre la calzada.

El nivel de iluminación dentro de la avenida afecta de manera indirecta a la retroreflectividad de la señalética, misma que será mucho más difícil de reconocer en la noche.

#### **3.7.4 Señalética vertical**

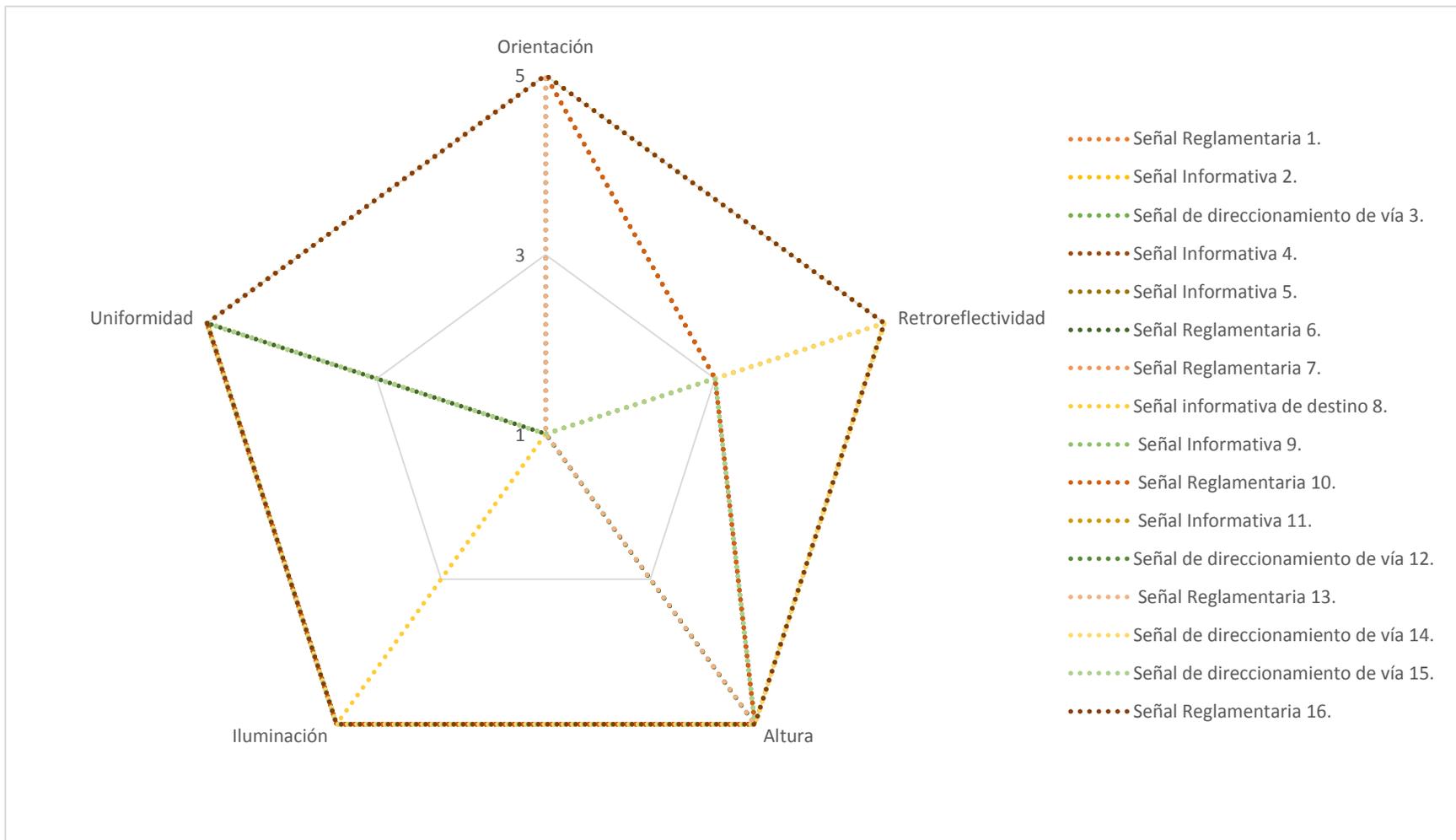
El conjunto de las 16 señales verticales ubicadas en las aceras a lo largo de los 400 metros de la avenida Don Bosco, fueron relacionados en base a 5 variables y estableciendo una cuantía de evaluación en donde 5 representa la puntuación más alta o favorable, 3 aceptable y 1 la más desfavorable.

Este proceso permite conocer las deficiencias claras de cada una de las señales y cuál es la característica más deficiente o sobre la que se debe trabajar según lo establecido por el *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 Señalización Vial*.

**Tabla 34:** Resultados de la evaluación cada una de las señaléticas a lo largo de la avenida Don Bosco.

Parámetro	Señal Reglamentaria 1.	Señal Informativa 2.	Señal de direccionamiento de vía 3.	Señal Informativa 4.	Señal Informativa 5.	Señal Reglamentaria 6.	Señal Reglamentaria 7.	Señal informativa de destino 8.
Orientación	5	5	1	5	5	5	5	1
Retroreflectividad	3	5	5	3	5	1	5	5
Altura	5	5	5	5	5	5	5	5
Iluminación	5	5	5	5	5	1	5	5
Uniformidad	5	5	5	5	5	5	5	1
Parámetro	Señal Informativa 9.	Señal Reglamentaria 10.	Señal Informativa 11.	Señal de direccionamiento de vía 12.	Señal Reglamentaria 13.	Señal de direccionamiento de vía 14.	Señal de direccionamiento de vía 15.	Señal Reglamentaria 16.
Orientación	5	5	5	1	5	1	1	5
Retroreflectividad	5	3	5	3	1	5	3	5
Altura	5	5	5	5	5	5	5	5
Iluminación	5	5	5	5	5	5	5	5
Uniformidad	5	5	5	5	5	5	5	5

Registro Propio.



**Figura 51:** Polígono de evaluación de cada una de las señales verticales y sus 5 parámetros de evaluación.  
Registro Propio.

Dentro de los parámetros evaluados se pudo conocer claramente que el único en cumplir con lo establecido en la normativa fue la altura, con valores entre 2 metros y un máximo de 2,20 metros, por lo que el conjunto de señalética no se convierte en un problema significativo con respecto a la altura de los peatones.

Es importante reconocer que dentro de este grupo existieron inconvenientes claros con la ubicación, uniformidad y orientación de la señal informativa de destino 8, misma que no cumple con el ángulo de orientación sugerido de  $5^\circ$ , limitando de esta manera la lectura de la señal por los conductores a pesar de cumplir con los niveles de retroreflectividad que fueron óptimos, debido a que la inclinación superior a los  $5^\circ$  en uno de sus extremos la vuelve inestable. Ocupando todo el ancho de la acera se convierte en un obstáculo para los peatones y ciclistas, sin cumplir con el mínimo de 30 centímetros en la esquina y reduciendo de esta manera el ancho efectivo para la circulación.

Las señales funcionalmente importantes como las representadas en la señal Reglamentaria 6 y 13, mismas que delimitan el espacio de la calzada impidiendo el estacionamiento, cuentan con niveles deficientes de retroreflectividad en donde los colores rojo y negro se encuentran desvanecidos, pese a esto, en el día con dificultad pueden ser reconocidos; sin embargo, en la noche y a causa de la iluminación proporcionados deja de cumplir su objetivo.

Existen señales en donde la falta de mantenimiento y limpieza se ven reflejadas en un conjunto de actos vandálicos que impiden o dificultan su lectura, teniendo dentro de este grupo a las señales: Informativa 4, Reglamentaria 10, Direccionamiento de vía 12 y 15.

El sistema de iluminación que presenta de manera general la avenida Don Bosco proporciona la luz suficiente a cada una de las señales; sin embargo, esta puede verse afectada en un grado mínimo por la sombra producida por los árboles. En el caso particular de la señal Reglamentaria 6, el poste de iluminación no la enfoca directamente, teniendo que aprovecharse de esta manera la luz emitida por los faroles en el cerramiento del Supermaxi.

Las señales 3, 12, 14 y 15 destinadas para el direccionamiento de vía cumplen con el grado de orientación respecto a las calles transversales a la avenida convirtiéndolas de esta manera en objetos fijos que, a más de limitar el ancho efectivo de la acera,

confunden a los conductores que se dirigen a lo largo de la avenida Don Bosco al momento de reconocer los movimientos permitidos dentro de cada una de estas calles.

### **3.8 Análisis de los resultados**

A través del análisis individual y con los resultados obtenidos en cada uno de los elementos que conforman la infraestructura vial y peatonal disponible en la avenida Don Bosco se logra determinar el índice de caminabilidad dentro de los 400 metros de la zona de estudio.

Las tres matrices mostradas a continuación nos permitirán ratificar con base científica y técnica la decisión de aplicar un proceso táctico, al mismo tiempo que brinda la claridad necesaria al conocer cuáles son las zonas y elementos que necesitan ser modificados, potencializados o redireccionados; teniendo como resultado una propuesta basada en un concepto que no distorsione la arquitectura del sector, respaldada en criterios extraídos de la ingeniería de transporte, costos y tiempos de ejecución mínimos, pero sobre todo que perdure con el tiempo.

Los 400 metros que se encuentran estudiados en la presente tesis conformaran la longitud total de calle aplicada en las ecuaciones de cálculo; sin embargo, al momento de escoger la manzana o red de vecindarios bajo la cual girará el resultado se determinó el más desfavorable, otorgándole de esta manera la variable al vecindario delimitado por la calle Miguel de Cervantes y Avenida Loja, el que cuenta con un perímetro de 270,08 metros.

Tabla 35: Evaluación del estado actual de la avenida Don Bosco correspondiente a la categoría de Seguridad Sw.

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño		Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje				
	Si	No			Excelente <i>1</i>	Muy Bueno <i>0,75</i>	Aceptable <i>0,50</i>	Pobre <i>0,25</i>	No Aceptable <i>0</i>
S Seguridad <i>S<sub>w</sub>=0,50</i>	Tráfico calmado, sistemas de iluminación diseñado para peatones, señalización.	<b>Conflictos con modos motorizados.</b>	Lineamientos de tránsito <i>S<sub>w1</sub>=0,50</i>	Volumen de tráfico.	<250 veh/h	250-500 veh/h	<b>500-750 veh/h</b>	450-1000 veh/h	>1000 veh/h
				Nivel de servicio de aceras.	NDS A	NDS B	NDS C	NDS D	<b>NDS E</b> <b>NDS F</b>
				Nivel de servicio de cruces peatonales.	NDS A	<b>NDS B</b>	NDS C	NDS D	NDS E NDS F
				Control de velocidad.	Zonas de 30km/h con elementos de reducción de velocidad.	<b>Zonas de 50km/h con elementos de reducción de velocidad.</b>	Elementos de reducción de velocidad en estado óptimo.	Pocos elementos de reducción de velocidad en mal estado.	Nada
			Señalización y marcas <i>S<sub>w2</sub>=0,30</i>	Presencia de señalética vertical.	<b>Uniformidad de ubicación. Orientación (5°). Iluminación. Reflectividad.</b>	Ubicación menor a la recomendada. Orientación (5°). Iluminación. Reflectividad.	Ubicación mayor a la recomendada. Orientación (2°). Iluminación. Baja reflectividad.	Mal ubicada. Orientación (0°). Bajos niveles de iluminación y reflectividad.	Mal ubicada. Orientación (0°). Pérdida de reflectividad e iluminación.
				Cruces peatonales seguros.	Marcas de pintura en el pavimento claramente visibles. Semáforo peatonal. Tiempo suficiente de cruce para peatones.	<b>Marcas de pintura en el pavimento claramente visibles. Tiempo suficiente de cruce para peatones.</b>	Marcas de pintura en el pavimento borrosas. Tiempo suficiente de cruce para peatones.	Marcas de pintura en el pavimento borrosas. Tiempo insuficiente de cruce para peatones.	Sin marcas de pintura en el pavimento. Tiempo insuficiente de cruce para peatones.
			Iluminación <i>S<sub>w3</sub>=0,20</i>	Iluminación natural.	<b>Alta.</b>	-	Media.	-	Baja.
				Nivel de iluminación artificial.	Postes de luz tipo lápiz y lámparas. totalmente disponibles.	Postes de luz tipo lápiz y lámparas. parcialmente disponibles.	<b>Únicamente postes tipo lámpara.</b>	Postes de luz funcionando de manera pobre.	Inactividad de los postes de luz.
				Nivel para el que fue diseñado.	Si.	-	-	-	<b>No.</b>

Registro Propio.

Tabla 36: Evaluación del estado actual de la avenida Don Bosco correspondiente a la categoría de Comodidad Cw

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño		Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje				
	Si	No			Excelente	Muy Bueno	Aceptable	Pobre	No Aceptable
					<i>1</i>	<i>0,75</i>	<i>0,50</i>	<i>0,25</i>	<i>0</i>
C Comodidad <i>C<sub>w</sub>=0,30</i>	Caminos nivelados y nítidos.	<b>Maleza, obstáculos, partes inestables y caminos sin nivelar.</b>	Características geométricas <i>C<sub>w1</sub>=0,70</i>	Superficie peatonal.	Niveladas, lisas sin imperfecciones.	Niveladas con fisuras y pequeños hundimientos.	Poco nivelada, con grandes fisuras y hundimientos.	<b>Sin nivelación, fisuras, hundimientos y material despegándose.</b>	Sin nivelación, rugosa y en pésimas condiciones.
			Ancho efectivo de pasarela.	>3m	2-3m	-	1-2m	<1m	
			Flujo peatonal en aceras.	<b>≤16 p/min/m</b>	16-23 p/min/m	23-33 p/min/m	33-49 p/min/m	>49 p/min/m	
			Espacio promedio por peatón en aceras.	<5,6 m <sup>2</sup>	3,7-5,6 m <sup>2</sup>	2,2-3,7 m <sup>2</sup>	1,4-2,2 m <sup>2</sup>	<b>≤1,4 m<sup>2</sup></b>	
			Pendiente.	<b>&lt;2%</b>	2-5%	5-7%	7-8%	>8%	
			Dificultad para caminar <i>C<sub>w2</sub>=0,30</i>	Obstáculos.	Ninguno.	Escasos.	Pocos.	<b>Continuos.</b>	Demasiado.

Registro Propio.

Tabla 37: Evaluación del estado actual de la avenida Don Bosco correspondiente a la categoría de Inclusión Iw.

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño		Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje				
	Si	No			Excelente <i>1</i>	Muy Bueno <i>0,75</i>	Aceptable <i>0,50</i>	Pobre <i>0,25</i>	No Aceptable <i>0</i>
I Inclusión y Confort <i>I<sub>w</sub>=0,20</i>	Calles cubiertas, bien mantenidas, mobiliario urbano apropiado, correctos niveles de servicio y vida peatonal.	<b>Calles desordenadas, suelos monofuncionales, sin equipamiento urbano y sin sistemas inclusivos y de conectividad con modos no motorizados.</b>	Equipamiento urbano <i>I<sub>w1</sub>=0,30</i>	Mobiliario urbano.	Disponibles, bien mantenidos y parcialmente cubiertos.	Parcialmente disponibles, conservados.	Disponibilidad pobre, sin mantenimiento.	<b>Vandalismo.</b>	No disponibles.
				Basureros.	Suficientes y correctamente ubicados.	-	Escasos y considerados un obstáculo para los peatones.	-	<b>Ninguno.</b>
			Infraestructura <i>I<sub>w2</sub>=0,45</i>	Sistemas inclusivos.	Existencia de rampas y cambios de relieves en las superficies de esquinas, aceras y pavimento. Señalización correctamente ubicada.	Existencia de rampas y cambios de relieves. Señalización pobre y mal ubicada.	Existencia de rampas y cambios de relieves.	Existencia de rampas.	<b>Ninguno.</b>
				Ciclovia.	Existencia de ciclovías interconectadas, funcionales y correcta señalización.	Existencia de ciclovías interconectadas, poco funcionales y correcta señalización.	Existencia de ciclovías que no se conectan. Hundimientos y material perdido. Pobre señalización.	Existencia de ciclovías sin conexión. Hundimientos y material perdido, sin señalización.	<b>Falta de existencia.</b>
			Arquitectura <i>I<sub>w3</sub>=0,25</i>	Edificación y patrimonio.	<b>Casas separadas de máximo 3 plantas.</b>	Edificios pequeños de máximo 3 plantas.	Edificios altos de máximo 9 plantas.	Edificios altos de máximo 10 plantas.	Edificios altos y torres de más de 10 plantas.
				Vegetación.	Continua y variada.	Dispersa y variada.	<b>Escasa y monótona.</b>	Escasa.	Ninguna.
				Mezcla de ambientes.	Ambientes/ actividades mezcladas y continuo.	Moderadamente mezclados.	Ambientes monofuncionales y residenciales.	<b>Ambientes residenciales.</b>	Únicamente paredes y vallas o ninguna.

Registro Propio.

## Cálculo de los índices a, b y c de cada una de las categorías

Seguridad  $S_w$

Tabla 38: Resumen de la categoría de evaluación Seguridad del estado actual de de la avenida Don Bosco.

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño	Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje
S Seguridad $S_w=0,50$	Conflictos con modos motorizados.	Lineamientos de tránsito $S_{w1}=0,50$	Volumen de tráfico.	500-750 veh/h <b>ACEPTABLE</b>
			Nivel de servicio de aceras.	NDS E NDS F <b>NO ACEPTABLE</b>
			Nivel de servicio de cruces peatonales.	NDS B <b>MUY BUENO</b>
			Control de velocidad.	Zonas de 50km/h con elementos de reducción de velocidad. <b>MUY BUENO</b>
		Señalización y marcas $S_{w2}=0,30$	Presencia de señalética vertical.	Uniformidad de ubicación. Orientación (5°). Iluminación. Reflectividad. <b>EXCELENTE</b>
				Cruces peatonales seguros.
		Iluminación $S_{w3}=0,20$	Iluminación natural.	Alta. <b>EXCELENTE</b>
			Nivel de iluminación artificial.	Únicamente postes tipo lámpara. <b>ACEPTABLE</b>
			Nivel para el que fue diseñado.	No. <b>NO ACEPTABLE</b>

Registro Propio.

Por lo tanto;

<b>Lineamientos de tránsito (a):</b>	0,50
<b>Señalización y marcas (b):</b>	0,875
<b>Iluminación (c):</b>	0,75
<b><math>S_{wc}</math>:</b>	0,331

Comodidad  $C_w$

**Tabla 39:** Resumen de la categoría de evaluación Comodidad del estado actual de de la avenida Don Bosco.

<b>Categoría de Evaluación</b>	<b>Idea de desempeño</b>	<b>Indicadores de evaluación</b>	<b>Subcategoría de indicadores de evaluación</b>	<b>Evaluación y Puntaje</b>
<p><math>C</math> Comodidad <math>C_w=0,30</math></p>	<p>Maleza, obstáculos, partes inestables y caminos sin nivelar.</p>	<p>Características geométricas <math>C_{w1}=0,70</math></p>	Superficie peatonal.	Sin nivelación, fisuras, hundimientos y material despegándose. <b>POBRE</b>
			Ancho efectivo de pasarela.	<1m <b>NO ACEPTABLE</b>
			Flujo peatonal en aceras.	$\leq 16$ p/min/m <b>EXCELENTE</b>
			Espacio promedio por peatón en aceras.	$\leq 1,4$ m <sup>2</sup> <b>NO ACEPTABLE</b>
			Pendiente.	<2% <b>EXCELENTE</b>
		Dificultad para caminar $C_{w2}=0,30$	Obstáculos.	Continuos. <b>POBRE</b>

Registro Propio.

Por lo tanto;

<b>Características geométricas (a):</b>	0,45
<b>Dificultad para caminar (b):</b>	0,25
<b><math>C_{wc}</math>:</b>	0,113

## Inclusión y Confort $I_w$

Tabla 40: Resumen de la categoría de evaluación Inclusión y Confort del estado actual de de la avenida Don Bosco.

Categoría de Evaluación	Idea de desempeño	Indicadores de evaluación	Subcategoría de indicadores de evaluación	Evaluación y Puntaje
$I$ Inclusión y Confort $I_w=0,20$	Calles desordenadas, suelos monofuncionales, sin equipamiento urbano y sin sistemas inclusivos y de conectividad con modos no motorizados.	Equipamiento urbano $I_{w1}=0,30$	Mobiliario urbano.	Vandalismo. <b>POBRE</b>
			Basureros.	Ninguno. <b>NO ACEPTABLE</b>
		Infraestructura $I_{w2}=0,45$	Sistemas inclusivos.	Ninguno. <b>NO ACEPTABLE</b>
			Ciclovia.	Falta de existencia. <b>NO ACEPTABLE</b>
		Arquitectura $I_{w3}=0,25$	Edificación y patrimonio.	Casas separadas de máximo 3 plantas. <b>EXCELENTE</b>
			Vegetación.	Escasa y monótona. <b>ACEPTABLE</b>
Mezcla de ambientes.	Ambientes residenciales. <b>POBRE</b>			

Registro Propio.

Por lo tanto;

<b>Equipamiento Urbano(a):</b>	0,50
<b>Infraestructura (b):</b>	0
<b>Arquitectura (c):</b>	0,583
<b><math>I_{wc}</math>:</b>	0,059

Finalmente, el índice de caminabilidad obtenido es de:

$$\underline{\underline{T-W_{ic}: \quad \mathbf{0,746}}}$$

El resultado conseguido refleja un estado aceptable de manera general dentro del sector, no obstante, al evaluar de manera individual las categorías se analiza claras deficiencias en la cantidad y calidad de mobiliario urbano, sistemas inclusivos y una redistribución del espacio ocupado por el vehículo privado.

### 3.9 Propuesta de urbanismo táctico

La propuesta táctica generada para los 400 metros de la avenida Don Bosco potencializa la seguridad, comodidad, inclusión y confort de los peatones y ciclistas, con la ayuda de mecanismos que permitan la redistribución del ancho total de la calzada y veredas que lo conforman. Las decisiones tomadas durante el proceso fueron fundamentadas en base a los resultados obtenidos en cada uno de los análisis realizados.

El ancho total de 14 metros fue distribuido de la siguiente manera:

- Dos carriles unidireccionales de 3 metros cada uno.
- Dos veredas de 2,50 metros cada una.
- Una ciclovía de 2,40 metros, formada por dos carriles de circulación y separadas de la calzada por piezas de concreto de 60 centímetros a lo largo de la zona de estudio.

Los incrementos en el ancho total de las aceras se debieron a los niveles de servicio F que puntuaron cada una de ellas, adicional a este proceso las áreas verdes existentes fueron reformuladas. El ancho efectivo que dispone cada una de las aceras no se verá claramente afectado por la presencia de objetos fijos ya que las jardineras, poste de iluminación, basureros y señales verticales ocuparan un espacio de 50 centímetros, mismo que permitirá generar una barrera para que los ciclistas y peatones no invadan sus espacios.

La implementación de un ciclovía fue la solución encontrada a la demanda de 61 ciclistas en el período de máxima demanda y un total de 210 ciclistas circulantes durante los períodos en los que se realizaron los aforos peatonales; este proceso a más de brindar seguridad, comodidad y formar un sistema de transporte inclusivo fomenta la formación de una ciudad sostenible.

Conjuntamente con estos procesos fue importante trabajar en la formación de paradas de buses que protejan a las personas de las inclemencias climáticas, por ello se propone una parada de bus de 3 metros de largo y 1 metro de ancho formada por tubos metálicos cuadrados de 10x10 centímetros y una plancha de policarbonato que forma el techo.

La señalética vertical es sometida a una distribución diferente permitiendo que se encuentre dentro de este rango de 50 centímetros, procesos de mantenimiento y limpieza, pero sobre todo reemplazar aquellas que perdieron su orientación y niveles de retroreflectividad.

Los niveles de iluminación por su parte no eran los más adecuados y debido a la ausencia de uniformidad que presentaban, brindan una sensación de inseguridad en las noches para los viandantes; se propone de esta manera el uso de 26 lámparas, 13 en cada una de las aceras con un ángulo de 360° de iluminación. Las lámparas colocadas no tendrán ningún obstáculo ya que se procederá a la tala de árboles, mismo que por el descuido y falta de mantenimiento representan un peligro para la seguridad e integridad de los ciudadanos.

Los colores y formas que se muestran en la propuesta fueron escogidos de manera que provoquen un impacto visual para los peatones y ciclistas, usando una paleta inspirada en la bandera de Cuenca, gamas de rojos y amarillos, otorgándole un sentido de pertenencia al sector; la figura geométrica usada es el triángulo, no solo por su facilidad de trazado y pintura; sino por la capacidad de acoplarse a los pasos peatonales y no provocar diseños visualmente pesados.

La ciclovía posee una particularidad en su pintura, misma que posee características fluorescentes permitiendo que durante la noche los colores observados sean más vivos y den la apariencia de contar con sistemas de iluminación en su calzada.

Con el objetivo de contribuir con el potencial turístico y gastronómico de la avenida Don Bosco se delimitan los restaurantes existentes con marcaciones en las veredas, generando un foco de atención y limitando el espacio que los vendedores poseen para la colocación de sus platillos y preparaciones.

En el **Anexos 2** se presenta con detalle los planos concebidos como resultados de la propuesta, mismo que cuentan con: la determinación de la zona intervenida, el estado actual de la zona de estudio y su especificación del tramo intervenido, propuesta táctica a aplicarse en el tramo y sus especificaciones de acuerdo a la cantidad y tipo de mobiliario urbano que posee y sección vial.

Los renders elaborados con un carácter mucho más visual y realista muestran la manera en que los procesos de redistribución del espacio público trabajan y se ajustan con el entorno existente resguardando la integridad del peatón y ciclista.

El antes y después del sector de estudio se presentan en un conjunto de 5 renders y registros fotográficos, mismo que se observan a continuación:



Figura 52: Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco. Registro Propio.



ANTES

DESPUÉS

Render nocturno, destaca pintura reflectiva



Figura 53: Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco. Render nocturno destacando pintura reflectiva sobre el pavimento.  
Registro Propio.



**Figura 54:** Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco.  
Registro Propio.



Figura 55: Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco.  
Registro Propio.



Figura 56: Antes y después de la propuesta de intervención táctica a lo largo de los 400 metros de la Avenida Don Bosco. Registro Propio.

## CONCLUSIONES

La presente tesis proporciona criterios establecidos en matrices que sirven como una guía metodológica basada en criterios urbanos: Seguridad, Comodidad, Inclusión y Confort los cuales están asociados con parámetros obtenidos de a partir de la ingeniería de transporte para modos no motorizados.

La guía metodológica formada por tres matrices cuenta con un sistema fundamentado en estrategias de trabajo que permite calcular el índice de caminabilidad de manera específica para cada una de las calles analizadas y así posteriormente obtener un valor ponderado en cada una de las categorías, mismo que se compara con el índice de caminabilidad de cada red o vecindario.

La ingeniería de transporte contribuye a formar un conjunto de estrategias que buscan respetar e incrementar los niveles de seguridad para modos no motorizados, cuantificando el espacio disponible que se le fue otorgado luego de los procesos de distribución existente y en base a un estudio analítico forjar una propuesta de alto impacto social, de esta manera el espacio público de la ciudad deja de ser visto como un laboratorio vivo y da como resultado una propuesta táctica con dos ejes de manejo principal, la planificación urbana y la planificación de transporte.

- Los parámetros y variables de análisis cuentan con sistemas y mecanismos de cálculo e interpretación basándose en la puntuación de los niveles de servicio y calidad mismos que determinarán la funcionalidad de las diferentes infraestructuras viales, centrándose de esta manera en: aceras, pasarelas, rampas, calles peatonales, áreas de espera, cruces peatonales, sistemas de iluminación y señalización vertical vial.
- La guía metodológica formado por tres matrices cuenta con un sistema de metodología que permite calcular el índice de caminabilidad de manera diferente para cada una de las calles y posteriormente obtener un valor ponderado en base a cada categoría y compararlo con el índice total del vecindario.

- Luego de haber procesado y analizado la información adquirida dentro de la avenida Don Bosco se puede concluir que:
  - Las condiciones físicas bajo las cuales se encuentran las aceras dentro de los 400 metros de la avenida Don Bosco son claramente deficientes, con superficies irregulares y rugosas que impiden una circulación agradable para los peatones.
  - Los niveles de servicio que resultaron del estudio en las siete aceras que conforman la zona de estudio están puntuados como F debido al ancho efectivo mínimo que disponen.
  - Las veredas no disponen de infraestructuras o mecanismos que permitan la inclusión de sillas de ruedas y carriolas de bebés.
  - Los pasos peatonales ubicados a los extremos se encuentran en buenas condiciones; sin embargo, el ubicado en la calle Francisco de Orellana posee marcaciones en el pavimento que se están desvaneciendo y es poco frecuentado por peatones. Por otro lado, el paso peatonal ubicado en la avenida Loja posee un nivel de servicio B.
  - La inexistencia de mobiliario urbano tales como: basureros, paradas de buses y áreas de descanso fueron modificadas luego del proceso táctico estableciendo 4 paradas de buses con protecciones para peatones sobre las inclemencias climáticas acompañadas de basureros.
  - Los niveles de iluminación con lo que se cuenta presentan una uniformidad de 0,161 considerada baja, misma que provoca sobre la calzada una especie de efecto cebrá e inseguridad para los peatones y ciclistas, sometiendo de esta manera a una redistribución de 26 postes a lo largo de las aceras de la avenida Don Bosco acompañadas de macetas y áreas verdes pequeñas, mismas que lo protegen y delimitan el espacio.
  - Las señales verticales cuentan con marcaciones que impiden su lectura y minimizan sus características retroreflectividad, bajos niveles de orientación y una correcta altura. Cada una de las

señales deberán ser sometidas a procesos de mantenimiento y limpieza.

- Con los aforos realizados se calculan un número total de 210 ciclistas circulando entre la calzada y las veredas, brindándose como solución la implementación de una ciclovía en ambas direcciones.
- Los espacios de restaurantes se encuentran invadiendo y limitando el espacio público de los peatones, contaminando sus alimentos e irrespetando las leyes municipales. Con el objetivo de proporcionar un espacio sensible llamativos en el que los ciudadanos se sientan seguros se realizarán marcaciones en las aceras.

## RECOMENDACIONES

Con el objetivo de mejorar futuras investigaciones se recomienda:

- El uso de equipos de alta tecnología como láseres para los conteos peatonales de manera que los mismo optimicen las lecturas y análisis de los datos. En el caso de no disponerse de dicha tecnología es necesario construir un equipo de personas que estudien los movimientos y se localicen en cada una de las esquinas, áreas de esperas y en la mitad de las aceras con el objetivo de eliminar datos repetitivos.
- Las lecturas de iluminación se realizarán con un luminancímetro, mismo que brindará las unidades adecuadas ( $\text{candelas/m}^2$ ) evitando usar sistemas de conversión y determinación de ángulos de iluminación.
- Proporcionar renders con la modelación de edificios, casas y mobiliario que ya actualmente posee la zona de estudio, facilitando de esta manera visualizar de qué manera se adaptas mecanismos actuales y futuro.
- Implementar y ejecutar la propuesta generada en plataformas de ingeniería (AISUM) para observar el comportamiento que posee el sector intervenido.
- Realizar un trabajo conjunto entre la academia y la Empresa de Movilidad (EMOV) poniendo a disponibilidad la propuesta generada y la guía metodológica para futuros estudios que tengan como objetivo de brindar mayor sostenibilidad, espacios de caminabilidad y resguardar la integridad de todos los modos no motorizados dentro del cantón Cuenca.

## BIBLIOGRAFÍA

- Araneda, C. (2018). Urbanismo táctico, la Teletón del espacio público. *Plataforma Arquitectura*.
- Appolloni, L., Corazza, M., & D'Alessandro, D. (24 de Junio de 2019). The Pleasure of Walking: An Innovative Methodology. *Sustainability*.
- ArchDaily Equipo editorial. (2018). Colorida intervención busca transformar en paseo peatonal emblemática calle de Santiago Centro. *ArchDaily*.
- Baraya, S. (2020). Renovación y regeneración de espacio público mediante urbanismo táctico con enfoque de género en Bogotá. *ArchDaily Editorial*.
- Bravo, D. (2018). «Supermanzana» del Poblenu. *Publicspace*.
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones* (Vol. 9na). Alfaomega.
- Carlozama, R. (2015). *Centro multicultural de desarrollo integral Comunitario* . Quito.
- Constitución de la Republica del Ecuador [Const]. (2008). *Artículo 23 [Derecho del Buen Vivir-Sección Cuarta-Cultura y Ciencia]*. Montecristi: Asamblea Constituyente de Ecuador
- Galvis Rojas, A. (2018). Principios de acupuntura urbana para la revitalización del Bronx en Bogotá. *Universidad Católica de Collombia*.
- Garber, N., & Hoel, L. (1988). *Traffic and Highway Engineering*. St. Paul West Pub. Co.
- Gehl, J. (2006). *La humanización del ESPACIO URBANO*. Barcelona: Reverté S.A.
- Gehl, J. (2014). *Espacios para la gente*. Buenos Aires: Infinito.
- Genovez Zúñiga, I. (2015). Eficiencia energética en el servicio de alumbrado público del Ecuador. (*Tesis de maestría*). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Grupo Urbano Medellín . (2018). Urbanismo Táctico . *Grupo Urbano Medellín*.

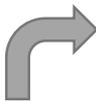
- HCM 2008. (2008). *Highway Capacity Manual*. Washington D.C: Transportaation Research.
- HCM 2010. (2010). *Highway Capacity Manual*. Washington D.C: Transportaation Research.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2015). *Plan de Movilidad y Espacios Públicos 2015-2025*. Cuenca.
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (21 de Mayo de 2009). *Glosario de Movilidad Sostenible*. Barcelona: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, ISTAS. Obtenido de <https://blogs.elpais.com/eco-lab/2010/05/diccionario-breve-de-movilidad-sostenible.html>
- Lefebvre, H. (1968). *El derecho de la ciudad*. Madrid: Capitan Swing.
- Martínez Gaete, C. (8 de Agosto de 2016). 5 consejos de diseño urbano elaborados por el arquitecto Jan Gehl. *Plataforma Arquitectura*.
- Mayer, L. (2019). Acupuntura Urbana . *F3 Arquitectura* .
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile. (2017). *La dimensión humana en el espacio público*. Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile.
- Paladines , O. (2017). *APROXIMACIÓN CRÍTICA AL MODELO DE CENTRALIDADES URBANAS: CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE ESPACIOS PÚBLICOS DE INCLUSIÓN EN UN CORREDOR VERDE, PARQUE LINEAL CAUPICHO, SUR DE QUITO*. . Quito: Pontifica Universidad Catolica de Quito .
- Ramirez, M. J., & Kapstein, P. (2016). Regeneración urbana integrada: Proyecto de acupuntura en Medellín. *REVISTARQUIS*.
- Redacción El Tiempo. (27 de Abril de 2016). La avenida Don Bosco y sus platos típicos. *El Tiempo*.
- Rodriguez Silva, J. C. (2019). Acerca del urbanismo táctico. *Arquitectura y Cuidades*.
- Redacción regional Sur. (24 de Julio de 2014). Seis cuadras de tradición gastronómica en la avenida Don Bosco en Cuenca. *El Telégrafo*.

- Sadik-Khan, J., & Solomonow, S. (15 de Abril de 2016). Battle for a New Times Square: An Excerpt from Streetfight. *URBANLAND*.
- Serna Osorio, J. F. (2018). Urbanismo táctico: pedagogía y arte en sintonía con la movilidad humana. *Medellín cuenta de primera fuente*.
- Urbanos. (2017). Ruta de la Experiencia: intervención de urbanismo táctico en Quito . *Plataforma Urbana*.
- Vallejo, M. Á. (2016). *Acupuntura urbana en el centro consolidado de la ciudad de Loja: Rehabilitando el espacio público por medio de elementos urbanos genéricos*. Loja.
- Velásquez M., C. (2015). ESPACIO PÚBLICO Y MOVILIDAD URBANA Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM). (*Tesis doctoral*). Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Vieira, E. J., Ito, G., Ashino, T., Yamamoto, L., & Deno, T. (2014). Análisis del diseño urbano contemporáneo de America Latina. *ASUS (Valdivia)*.
- Zhingre, A. (17 de Septiembre de 2019). Cambios probarán orden del tránsito en El Vado, en un experimento desde mañana hasta el martes. *El Mercurio*.

## ANEXOS

### **ANEXO 1: Conteo manuales de peatones, ciclistas, vehículos privados y buses efectuados durante los días 30 de junio y 3 de julio del 2020 en la Avenida Don Bosco.**

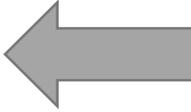
**Tabla 41:** Conteo vehicular en el paso peatonal de la Avenida Don Bosco y Avenida Loja durante el período de 11:15 a 13:15.

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b> <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONTRUCCIONES</b>			
<b>Conteo Vehicular en el Paso Peatonal de la Avenida Don Bosco y avenida Loja durante el período de 11:15 a 13:15.</b>			
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.			
Ciudad: Cuenca		Fecha: 3 de Julio 2020	
Direccionamiento:	Calle Miguel de Cervantes-Avenida Loja.		
Intervalo de Tiempo			
11:15-11:30	31	65	33
11:30-11:45	27	45	36
11:45-12:00	31	60	33
12:00-12:15	35	60	30
12:15-12:30	27	552	30
12:30-12:45	24	46	35
12:45-13:00	39	64	25
13:00-13:15	34	57	25
<b>TOTAL:</b>	248	949	247

Registro Propio.

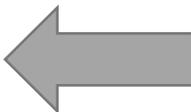
Durante todo el período de conteo vehicular se observó la presencia de 24 buses de transporte urbano.

**Tabla 42:** Conteo peatonal en el paso peatonal de la Avenida Loja durante el período de 11:15 a 13:15.

 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b>  <b>CONSTRUCCIONES</b></p>		
<b>Conteo Peatonal en el Paso Peatonal ubicado en la Avenida Loja durante el período de 11:15 a 13:15.</b>		
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.		
Ciudad: Cuenca		Fecha: 3 de Julio 2020
Direccionamiento:	Avenida Loja.	
Intervalo de Tiempo		
11:15-11:30	4	15
11:30-11:45	9	9
11:45-12:00	5	7
12:00-12:15	8	14
12:15-12:30	6	12
12:30-12:45	9	14
12:45-13:00	10	3
13:00-13:15	5	5
<b>TOTAL:</b>	56	79

Registro Propio.

**Tabla 43:** Conteo peatonal en el paso peatonal de la Avenida Don Bosco durante el período de 11:15 a 13:15.

 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b>  <b>CONSTRUCCIONES</b></p>		
<p><b>Conteo Peatonal en el Paso Peatonal ubicado en la Avenida Don Bosco durante el período de 11:15 a 13:15.</b></p>		
<p>Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.</p>		
<p>Ciudad: Cuenca</p>		<p>Fecha: 3 de Julio 2020</p>
<p>Direccionamiento:</p>	<p>Avenida Don Bosco.</p>	
<p>Intervalo de Tiempo</p>		
<p>11:15-11:30</p>	<p>11</p>	<p>4</p>
<p>11:30-11:45</p>	<p>8</p>	<p>5</p>
<p>11:45-12:00</p>	<p>5</p>	<p>3</p>
<p>12:00-12:15</p>	<p>4</p>	<p>1</p>
<p>12:15-12:30</p>	<p>6</p>	<p>5</p>
<p>12:30-12:45</p>	<p>10</p>	<p>6</p>
<p>12:45-13:00</p>	<p>4</p>	<p>6</p>
<p>13:00-13:15</p>	<p>2</p>	<p>3</p>
<p><b>TOTAL:</b></p>	<p>50</p>	<p>33</p>

Registro Propio.

**Tabla 44:** Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15.

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b> <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b> <b>CONSTRUCCIONES</b>		
<b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera derecha de la Avenida Don Bosco durante el período de 11:15 a 13:15.</b>		
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.		
Ciudad: Cuenca		Fecha: 30 de Junio 2020
Direccionamiento:	Avenida Don Bosco.	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	54	2
11:30-11:45	47	4
11:45-12:00	36	6
12:00-12:15	57	9
12:15-12:30	43	0
12:30-12:45	29	7
12:45-13:00	36	2
13:00-13:15	43	6
<b>TOTAL:</b>	345	36

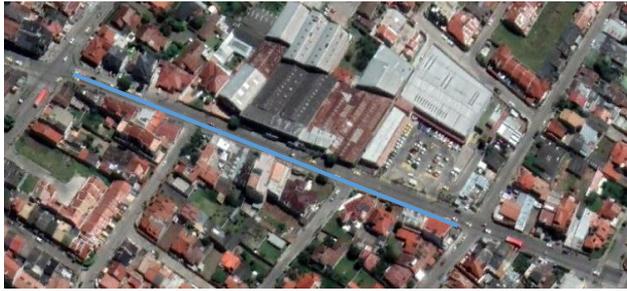
Registro Propio.

**Tabla 45:** Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00.

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b> <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b> <b>CONSTRUCCIONES</b>		
<b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera derecha de la Avenida Don Bosco durante el período de 17:00 a 19:00.</b>		
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.		
Ciudad: Cuenca		Fecha: 30 de Junio 2020
Direccionamiento:	Avenida Don Bosco.	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	49	12
11:30-11:45	33	6
11:45-12:00	31	13
12:00-12:15	25	11
12:15-12:30	30	12
12:30-12:45	23	5
12:45-13:00	21	7
13:00-13:15	18	7
<b>TOTAL:</b>	230	73

Registro Propio.

**Tabla 46:** Conteo de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15.

 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b>  <b>CONSTRUCCIONES</b></p>		
<p><b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco durante el período de 11:15 a 13:15.</b></p>		
<p>Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.</p>		
<p>Ciudad: Cuenca</p>		<p>Fecha: 30 de Junio 2020</p>
<p>Direccionamiento:</p>	<p>Avenida Don Bosco.</p>	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	33	3
11:30-11:45	31	2
11:45-12:00	34	6
12:00-12:15	48	3
12:15-12:30	36	1
12:30-12:45	29	7
12:45-13:00	29	4
13:00-13:15	31	5
<b>TOTAL:</b>	271	31

Fuente Propia.

**Tabla 47:** Conteo de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 30 de junio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00.

 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b>  <b>CONSTRUCCIONES</b></p>		
<p><b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco durante el período de 17:00 a 19:00.</b></p>		
<p>Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.</p>		
<p>Ciudad: Cuenca</p>		<p>Fecha: 30 de Junio 2020</p>
<p>Direccionamiento:</p>	<p>Avenida Don Bosco.</p>	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	54	10
11:30-11:45	32	8
11:45-12:00	25	13
12:00-12:15	25	9
12:15-12:30	19	13
12:30-12:45	19	4
12:45-13:00	14	4
13:00-13:15	17	9
<b>TOTAL:</b>	205	70

Registro Propio.

**Tabla 48:** Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15.

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b> <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b> <b>CONSTRUCCIONES</b>		
<b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera derecha de la Avenida Don Bosco durante el período de 11:15 a 13:15.</b>		
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.		
Ciudad: Cuenca		Fecha: 3 de Julio 2020
Direccionamiento:	Avenida Don Bosco.	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	43	9
11:30-11:45	45	3
11:45-12:00	39	4
12:00-12:15	43	1
12:15-12:30	55	14
12:30-12:45	47	7
12:45-13:00	49	6
13:00-13:15	43	6
<b>TOTAL:</b>	364	50

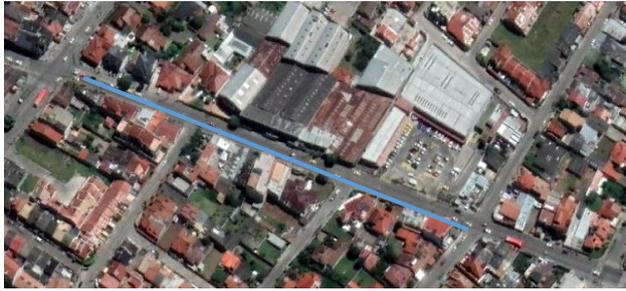
Registro Propio.

**Tabla 49:**Conteo de peatones y ciclistas en la acera derecha de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00.

 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b> <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b> <b>CONTRUCCIONES</b>		
<b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera derecha de la Avenida Don Bosco durante el período de 17:00 a 19:00.</b>		
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.		
Ciudad: Cuenca		Fecha: 3 de Julio 2020
Direccionamiento:	Avenida Don Bosco.	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	39	1
11:30-11:45	30	6
11:45-12:00	20	8
12:00-12:15	16	6
12:15-12:30	21	8
12:30-12:45	22	4
12:45-13:00	22	7
13:00-13:15	18	7
<b>TOTAL:</b>	188	47

Registro Propio.

**Tabla 50:** Cuento de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 11:15 a 13:15.

 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b>  <b>CONSTRUCCIONES</b></p>		
<b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco durante el período de 11:15 a 13:15.</b>		
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.		
Ciudad: Cuenca		Fecha: 3 de Julio 2020
Direccionamiento:	Avenida Don Bosco.	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	43	4
11:30-11:45	37	3
11:45-12:00	48	3
12:00-12:15	34	11
12:15-12:30	40	7
12:30-12:45	35	6
12:45-13:00	24	5
13:00-13:15	41	10
<b>TOTAL:</b>	<b>302</b>	<b>49</b>

Registro Propio.

**Tabla 51:** Cuento de peatones y ciclistas en la acera izquierda de la Avenida Don Bosco, el 3 de julio del 2020 durante el período de 17:00 a 19:00.

 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE</b>  <b>CONTRUCCIONES</b></p>		
<b>Conteo de Peatones y Ciclista en la acera izquierda de la avenida Don Bosco durante el período de 17:00 a 19:00.</b>		
Autora: María de los Ángeles Andrade Ordóñez.		
Ciudad: Cuenca		Fecha: 30 de Julio 2020
Direccionamiento:	Avenida Don Bosco.	
		
Intervalo de Tiempo	Total de peatones	Total de ciclistas
11:15-11:30	38	4
11:30-11:45	28	12
11:45-12:00	13	7
12:00-12:15	29	6
12:15-12:30	25	2
12:30-12:45	36	8
12:45-13:00	15	10
13:00-13:15	21	6
<b>TOTAL:</b>	<b>205</b>	<b>55</b>

Registro Propio.

**ANEXO 2: Planos de la intervención táctica sobre los 400 metros de la Avenida Don Bosco y sus especificaciones en los diferentes tramos.**

Documento: Laminas Finales.pdf