Universidad de Ibagué
Comprometidos con el desarrollo regional

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE 2 KM DE CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ, TOLIMA.

ROOSELVELT JULIAN ANDRADE ALVEAR **2520131103**
JUAN DIEGO RAMIREZ NAVARRO **2520142069**

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL

Ibagué, 2019

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE 2 KM DE CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ, TOLIMA.

ROOSELVELT JULIAN ANDRADE ALVEAR 2520131103
JUAN DIEGO RAMIREZ NAVARRO 2520142069

Trabajo de grado que se presenta como requisito parcial para optar al título de:
INGENIERO CIVIL

Director (a):
ING. VALENTINA SANCHEZ PERALTA
Docente catedrático Universidad de Ibagué

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
Ibagué, 2019

La virtud más grande de un profesional es su paciencia para vencer las dificultades.

Agradecimientos

En agradecimiento a nuestras familias, docentes y directivos que han estado apoyando nuestro proceso en la universidad, en especial a Dios que guiará nuestros pasos como profesionales éticos en nuestra sociedad.

Resumen

Se elaboraron **640 encuestas** en diferentes sectores de la ciudad de Ibagué. Estas encuestas pretendían conocer la opinión de los cinco actores viales principales. Los resultados se resumieron en tablas y figuras para facilitar su comprensión. Finalmente, de su posterior análisis, el sector más viable estaba comprendido entre la **calle 10** y la **calle 37** sobre la **carrera 5**, debido a su mayoridad de encuestados. Un factor importante es medir el flujo vehicular para escoger entre una infraestructura segregada o integrada de acuerdo a la velocidad de tránsito promedio del lugar, simplificada a 60 km/h como velocidad máxima en ciudad, resultando la **segregación visual** como la más idónea. Otro parámetro igual de importante es el ancho promedio de la vía, así que fue oportuno dividir el tramo general en 12 partes para medir su ancho en ambos sentidos, al costado derecho en dirección al centro es de **9.54 m** y hacia la calle 37 de **9.63 m**, concluyendo que las dimensiones para un ancho de vía superior a **7 m** se escoge una **ciclorruta**, de lo contrario se opta por un **carril ciclopreferente**.

Palabras clave: actores viales, flujo vehicular, segregación visual, ciclorruta, ciclopreferente

Abstract

640 surveys were carried out in different sectors of the city of Ibagué. These surveys sought the opinion of the five main road players. The results were summarized in tables and figures to facilitate their understanding. Finally, from its later analysis, the most viable sector was between **10th and 37th Street** on **Carrera 5th**, due to its majority of respondents. An important factor is to measure the vehicle flow to choose between a segregated or integrated infrastructure according to the average traffic speed of the place, simplified to 60 km/h as the maximum speed in city, resulting in **visual segregation** as the most appropriate. Another parameter equally important is the average width of the track, so it was convenient to divide the general section into 12 parts to measure its width in both directions, the right side towards the center is **9.54 m** and towards street 37 of **9.63 m**, concluding that the dimensions for a track gauge of more than **7 m** are chosen a **cycloband**, otherwise we opt for a **cyclpreferent rail**.

Keywords: road players, vehicle flow, visual segregation, cycloband, cyclpreferent

Contenido

Pág.

Resumen ..... **IX**

Lista de tablas ..... **XIII**

Introducción **15**

1. Resultado de las encuestas **16**
1.1 Medio de Transporte 17
1.2 ¿Usa bicicleta? 18
1.3 ¿Hace falta ciclo-infraestructura? 22
1.4 ¿Afectaría la movilidad del sector? 25
1.5 ¿Usaría infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo? 28

2. Análisis y elección del sector **29**
2.1 Medio de Transporte 29
2.2 ¿Usa bicicleta? 29
2.3 ¿Hace falta ciclo-infraestructura? 29
2.4 ¿Afectaría la movilidad del sector? 30
2.5 ¿Usaría infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo? 30

3. Medición de flujo vehicular en el sector **31**

4. Ancho promedio de la vía **34**

5. Diseño de la Ciclo-Infraestructura **37**
5.1 Dimensiones 37
5.2 Velocidad de Referencia 38
5.3 Trazado en planta 39
5.4 Trazado en alzado 39
5.4.1 Pendientes longitudinales y transversales 39
5.4.2 Distancia de visibilidad y de frenado 41
5.5 Intersecciones 42
5.6 Señalización 44
5.6.1 Horizontal 44
5.6.2 Vertical 47
5.6.3 Segregadores de flujo 49

6. Conclusiones y recomendaciones **51**
6.1 Conclusiones 51
6.2 Recomendaciones 51

7. Bibliografía **53**

A. Anexo: Modelo encuestas **55**

Lista de figuras

Pág.

Figura 1.1- 1. Medios de transporte calle 60 17
Figura 1.1- 2. Medios de transporte carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)....17
Figura 1.1- 3. Medio de transporte carrera 5 (Calle 10 – Calle 37) 17
Figura 1.1- 4. Medio de transporte Avenida Mirolindo (Via sena)....17
Figura 1.1- 5. Medio de transporte Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)....17
Figura 1.2- 1. Uso de bicicleta Calle 60 18
Figura 1.2- 2. Uso de bicicleta Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60) 19
Figura 1.2- 3. Uso de bicicleta Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37) 19
Figura 1.2- 4. Uso de bicicleta Avenida Mirolindo (Via sena) 20
Figura 1.2- 5. Uso de bicicleta Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25) 20
Figura 1.2- 6. Grafica de barras del uso de la bicicleta por sector 21
Figura 1.3- 1. Hace falta ciclo-infraestructura Calle 60....22
Figura 1.3- 2. Hace falta ciclo-infraestructura Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60) 22
Figura 1.3- 3. Hace falta ciclo-infraestructura Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37) 23
Figura 1.3- 4. Hace falta ciclo-infraestructura Avenida Mirolindo (Via sena) 23
Figura 1.3- 5. Hace falta ciclo-infraestructura Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25) ..24
Figura 1.3- 6. Grafica de barras de la necesidad de ciclo-infraestructura por sector 24
Figura 1.4- 1. Afecta la movilidad Calle 60 25
Figura 1.4- 2. Afecta la movilidad Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60) 25
Figura 1.4- 3. Afecta la movilidad Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37) 26
Figura 1.4- 4. Afecta la movilidad Avenida Mirolindo (Via sena) 26
Figura 1.4- 5. Afecta la movilidad Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)....27
Figura 1.4- 6. Grafica de barras percepción de movilidad por sector 27
Figura 1.5- 1. Grafica de barras percepción de la inclinación del uso de la ciclo-infraestructura....28
Figura 3 - 1. Criterios de integración/segregación en función del volumen y la velocidad del tránsito motorizado 31
Figura 3 - 2. Criterio de selección transito promedio por hora - velocidad....32
Figura 4.1- 1. Diseño del paso entre ciclorruta a carril ciclopreferencial, calle 19....35
Figura 5.1- 1. Dimensiones Ciclorruta, CBC-1-S 37
Figura 5.1- 2. Dimensiones del Carril ciclopreferente....38
Figura 5.2- 1. Ubicación puntual de la pendiente mencionada....39
Figura 5.4.1- 1. Subdivisión en tramos más pequeños para posterior análisis....40
Figura 5.5- 1. Dimensiones del resalto trapezoidal....42
Figura 5.5- 2. Dimensiones del resalto pompeyano para el proyecto....42
Figura 5.5- 3. Diseño del cruce de la calle 15 con Carrera 5....43
Figura 5.5- 4. Diseño del cruce de la calle 21 con Carrera 5....43
Figura 5.6.1- 1. Flechas 44
Figura 5.6.1- 2. Pictograma....45
Figura 5.6.1- 3. Leyendas 45
Figura 5.6.1- 4. Velocidad máxima del Carril Ciclo-adaptado....46
Figura 5.6.1- 5. Elementos combinados 46
Figura 5.6.2- 1. SR-30 Velocidad Máxima 47
Figura 5.6.2- 2. SR-37 Uso exclusivo Bicicleta....47
Figura 5.6.2- 3. SR-37A. Carril Ciclo-preferencial 47
Figura 5.6.2- 4. SP-25 Proximidad a resalto....48
Figura 5.6.2- 5. SR-37 Ubicación de resalto....48
Figura 5.6.2- 6. SIC-07 Inicio Ciclorruta....48
Figura 5.6.2- 7. SIC-08 Fin de Ciclorruta....48
Figura 5.6.3- 1. Delineador Tubular Simple 49
Figura 5.6.3- 2. Bordillo no traspasable....49

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1.1- 1. Resultado resumido del medio de transporte usado 18
Tabla 1.2- 1. Resultado resumido del uso de la bicicleta 21
Tabla 1.3- 1. Resultado resumido falta de ciclo-infraestructura por sector 24
Tabla 1.4- 1 Resultado resumido percepción de movilidad por sector 27
Tabla 1.5- 1. Resultado resumido de la inclinación del uso de la ciclo-infraestructura .28
Tabla 3 - 1. Conteo carrera 5 con calle 20, 7:45 a.m - 8:45 a.m 31
Tabla 3 - 2. Conteo carrera 5 con calle 30, 11:45 a.m. - 12:45 p.m.....31
Tabla 3 - 3.Resumen del conteo sobre la carrera 5 del transporte motorizado 33
Tabla 4- 1. Resultado de las mediciones hechas en dirección al centro costado derecho 34
Tabla 4- 1. Resultado de las mediciones, en dirección a la calle 37 costado derecho .34
Tabla 5.2- 1. Velocidades de diseño según la pendiente calculada 38
Tabla 5.4.1- 1. Análisis elaborado a partir de la figura 5.4.1-1 con AutoCad.....40
Tabla 5.4.2- 1. Distancia de frenado y de visibilidad en función de la velocidad 45 km/h y la pendiente 41

Introducción

La aparición de la bicicleta no tiene una fecha exacta, porque existieron diferentes prototipos y autores, lo que sí se sabe es que la bicicleta apareció a finales del siglo XVIII en Europa y tuvo gran apogeo hasta finales de la segunda guerra mundial, cuando el uso del carro se disparó. Fue hasta finales de los setenta, justo después de la primera crisis mundial de petróleo (1973), que países como Dinamarca, Suecia, Holanda, Bélgica, Alemania y entre otros; se hizo fundamental el uso de bicicletas (Gómez, 2016).

Ahora hablando en un contexto más cercano, el 11 de diciembre de 1974 los bogotanos hicieron una protesta pacífica, para exigir espacios que permitieran la movilización en bicicleta, lo que hoy conocemos como ciclovía (León, 2017). Fue hasta el plan de desarrollo de 1998-2001 que el proyecto CicloRuta cobró vida (IDU, 2016) y posteriormente en la alcaldía de Antanas Mockus (2001-2003) se hicieron los primeros 10 kilómetros de extensión; hoy ya cuentan con 410 (Activo, 2016).

En Ibagué, las ciclorutas tuvieron importancia con el gobierno del actual alcalde Guillermo Alfonso Jaramillo (2016-2019), el cual mediante su plan de, se ideó el programa movilidad para la gente y para la vida, dentro de este propuso la meta de recuperar y construir 10 Km de infraestructura para bicicletas (Alcaldia de Ibagué, 2016), de los cuales a mediados del 2018 se han implementado 5.4 Km sobre la avenida ferrocarril (Vallejo, 2018).

Cuando se habla de bicicleta se asocia a calidad de vida, su uso mejora la salud general autopercibida, la salud mental y disminuye la sensación de soledad (El Espectador, 2018). A Esto le debe apostar la ciudad musical de Colombia, ya que Ibagué ocupa el primer lugar en casos de suicidio en el país, con 39 cifras en el 2018 (Alerta Tolima, 2019). Si se estimula el uso de la bicicleta podría contribuir en la disminución de estos casos.

Este trabajo tiene como objetivo el diseño de una infraestructura en algún sector de la ciudad donde sea necesario para la comunidad aledaña y se perciba inseguro para los ciclistas la circulación con los demás actores viales. Para tal asunto es necesario medir la percepción vial de las personas que transitan el sector o que sean habitantes de la ciudad, a su vez se debe medir el flujo de transito como el ancho de la vía. Después de elaborado el diseño, su divulgación e implementación no corresponde a este trabajo, del mismo modo al análisis de precios y demás aspectos legales o normativos para llevar a cabo este proyecto.

Los avances realizados en este trabajo de grado pueden servir como pauta para elaborar un proyecto más sofisticado y detallado para presentarse ante cualquier organismo que desee invertir en este tipo de ideas.

1. Resultado de las encuestas

Se hicieron seiscientos cuarenta (640) encuestas para comprender la necesidad de ciclo-infraestructura en algún sector de Ibagué, el cual se propone cinco (5) tramos en la ciudad que a plena vista son viables, los cuales son la Calle 60, Carrera 5 entre Calle 37 – Calle 60, Carrera 5 entre Calle 10 – Calle 37, Avenida Mirolindo (Via sena) y Avenida Ambalá entre la Universidad de Ibagué – Calle 25.

Con las encuestas se pretendió identificar el sector más favorable para desarrollar el proyecto de acuerdo a la opinión de las personas, el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** contiene las preguntas que se usaron para tal fin. Estas encuestas se realizaron a los diferentes actores viales que transitaban por el lugar y a personas quienes se les compartían la encuesta mediante un enlace a formularios de google, la información recolectada en campo se subía aquí mismo. La población encuestada se dividió de acuerdo a los cinco (5) principales actores viales:

- Peatón
- Motociclista
- Automovilista
- Ciclista
- Usuario de Transporte Público

Para hacer una comparativa de las respuestas entre los diferentes actores viales se optó por generalizar las preguntas que apuntaban a un mismo objetivo del siguiente modo:

- Medio de transporte
- ¿Usa bicicleta?
- ¿Hace falta ciclo-infraestructura?
- ¿Afectaría la movilidad del sector?
- ¿Usaría infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo?

1.1 Medio de Transporte

Es preciso separar la población por el tipo de transporte ya que cada actor vial presenta necesidades diferentes desde su percepción de movilidad. A continuación se presentan unas figuras representativas de los medios de transportes usuales y en la siguiente página una tabla resumiendo los resultados:

Figura 1.1- 1. Medios de transporte calle 60

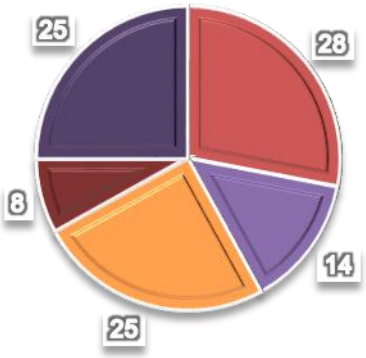


Figura 1.1- 2. Medios de transporte carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)

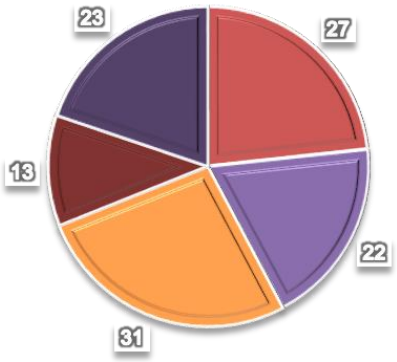


Figura 1.1- 3. Medio de transporte carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)

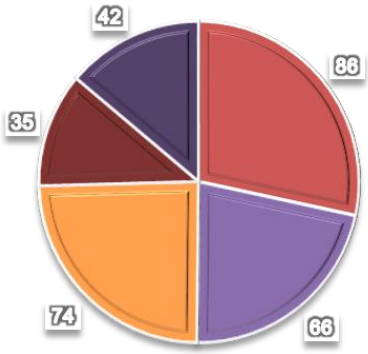


Figura 1.1- 4. Medio de transporte Avenida Mirolindo (Via sena)

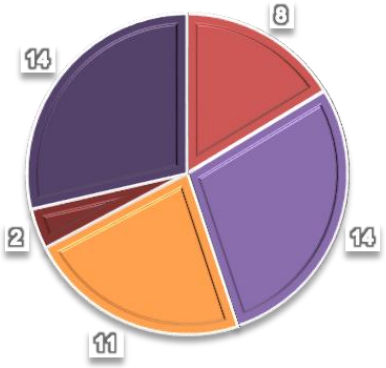


Figura 1.1- 5. Medio de transporte Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)

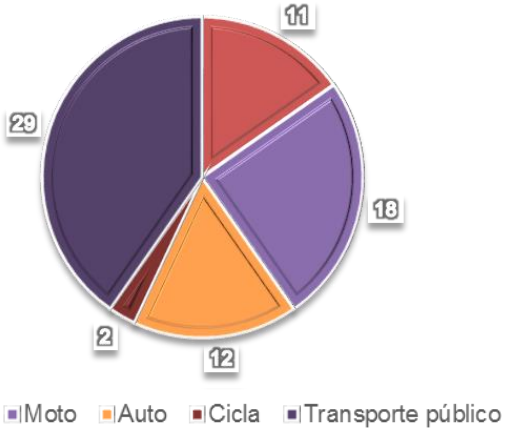


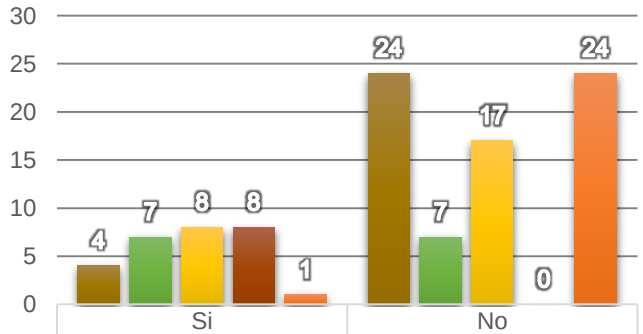
Tabla 1.1- 1. Resultado resumido del medio de transporte usado

	A pie	Moto	Auto	Cicla	Transporte público	**Total por sector**
Calle 60	28	14	25	8	26	100
Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)	27	22	31	13	23	116
Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)	86	66	74	35	42	303
Avenida Mirolindo (Via sena)	8	14	11	2	14	49
Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)	11	18	12	2	29	72
Total por medio de Transporte	160	134	153	60	134	640

1.2 ¿Usa bicicleta?

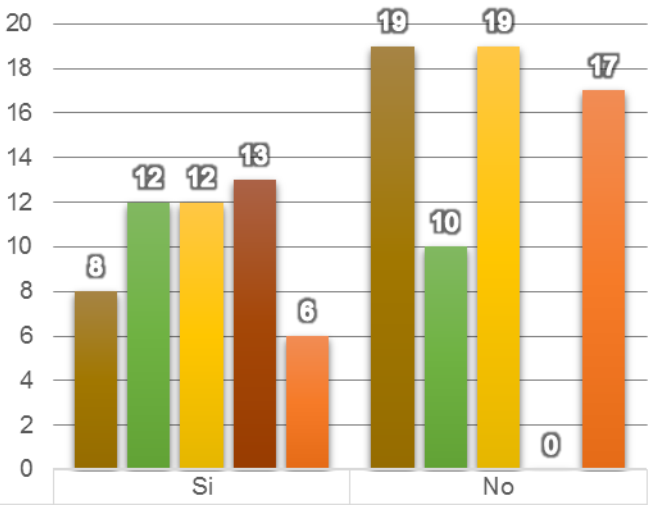
Como es entendible la ciclo-infraestructura va dirigida principalmente a la población que utiliza la bicicleta como medio de transporte principal o recreativo, esto hace que haya la necesidad de cuantificarlo. Al final del subcapítulo hay una tabla donde está consignado el resultado de todos los sectores junto con una gráfica de barras como representación.

Figura 1.2- 1. Uso de bicicleta Calle 60



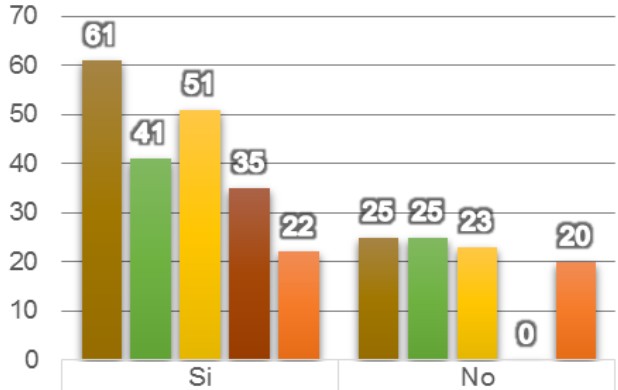
	Si	No
Peatón	4	24
Motociclista	7	7
Automovilista	8	17
Ciclista	8	0
Usuario de transporte Publico	1	24

Figura 1.2- 2. Uso de bicicleta Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)



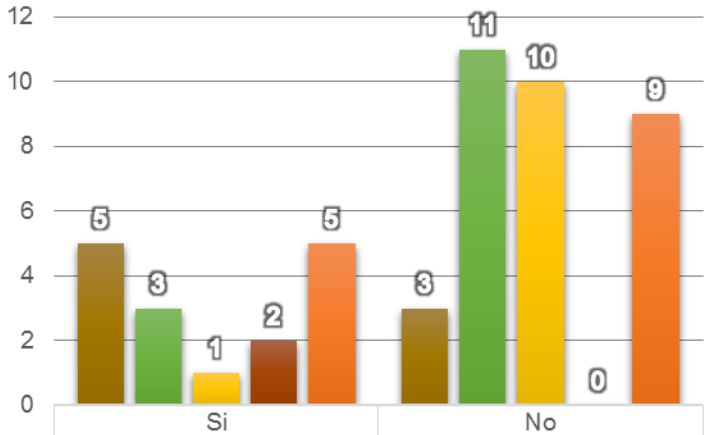
	Si	No
Peatón	8	19
Motociclista	12	10
Automovilista	12	19
Ciclista	13	0
Usuario de transporte Publico	6	17

Figura 1.2- 3. Uso de bicicleta Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)



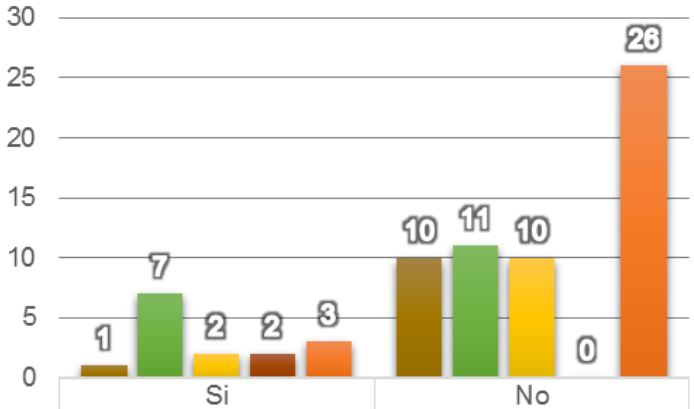
	Si	No
Peatón	61	25
Motociclista	41	25
Automovilista	51	23
Ciclista	35	0
Usuario de transporte Publico	22	20

Figura 1.2- 4. Uso de bicicleta Avenida Mirolindo (Via sena)



	Si	No
Peatón	5	3
Motociclista	3	11
Automovilista	1	10
Ciclista	2	0
Usuario de transporte Publico	5	9

Figura 1.2- 5. Uso de bicicleta Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)

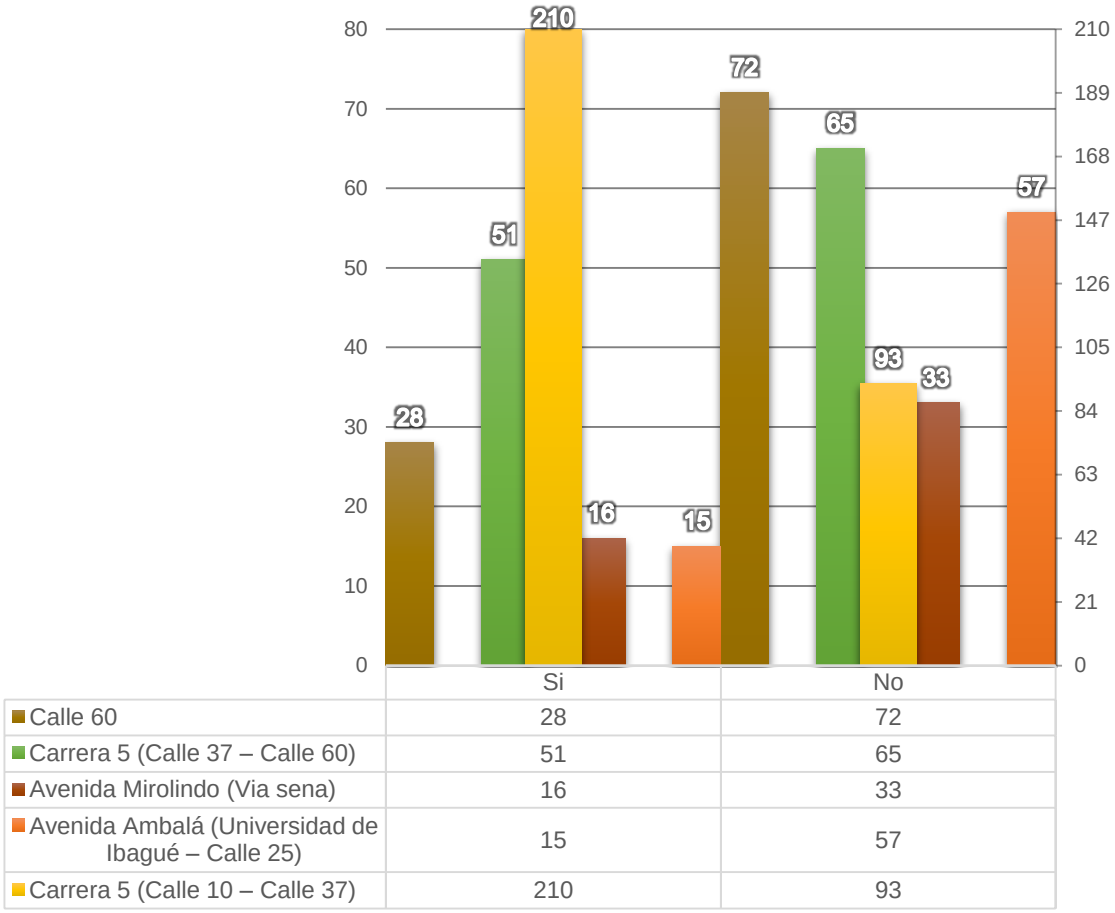


	Si	No
Peatón	1	10
Motociclista	7	11
Automovilista	2	10
Ciclista	2	0
Usuario de transporte Publico	3	26

Tabla 1.2- 1. Resultado resumido del uso de la bicicleta

	Peatón	Motociclista	Automovilista	Ciclista	Transporte público	Total Si/No
Calle 60	4	7	8	8	1	28
	24	7	17	0	24	72
Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)	8	12	12	13	6	51
	19	10	19	0	17	65
Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)	61	41	51	35	22	210
	25	25	23	0	20	93
Avenida Mirolindo (Via sena)	5	3	1	2	5	16
	3	11	10	0	9	33
Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)	1	7	2	2	3	15
	10	11	10	0	26	57
Total por Actor Vial	160	134	153	60	133	640

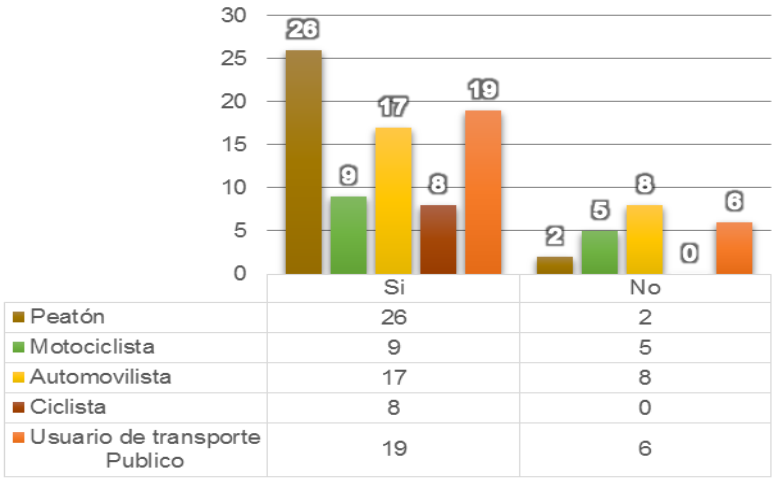
Figura 1.2- 6. Grafica de barras del uso de la bicicleta por sector



1.3 ¿Hace falta ciclo-infraestructura?

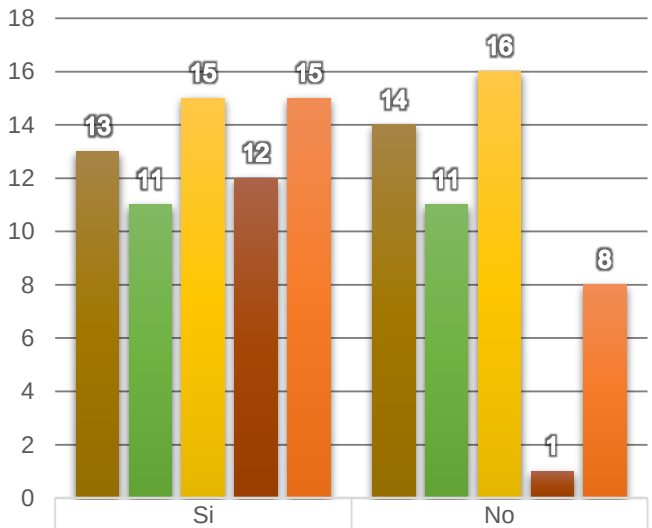
El propósito de las encuestas es para encontrar el sector más viable para implementar la infraestructura, partiendo del discernimiento de las personas donde ellos ven que haga falta una.

Figura 1.3- 1. Hace falta ciclo-infraestructura Calle 60



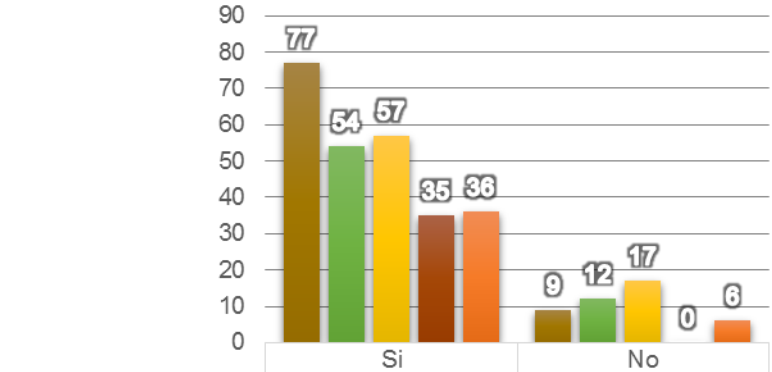
	Si	No
Peatón	26	2
Motociclista	9	5
Automovilista	17	8
Ciclista	8	0
Usuario de transporte Publico	19	6

Figura 1.3- 2. Hace falta ciclo-infraestructura Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)



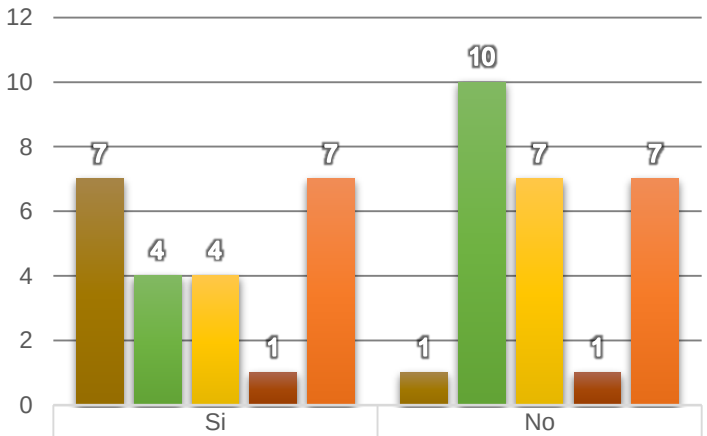
	Si	No
Peatón	13	14
Motociclista	11	11
Automovilista	15	16
Ciclista	12	1
Usuario de transporte Publico	15	8

Figura 1.3- 3. Hace falta ciclo-infraestructura Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)



	Si	No
Peatón	77	9
Motociclista	54	12
Automovilista	57	17
Ciclista	35	0
Usuario de transporte Publico	36	6

Figura 1.3- 4. Hace falta ciclo-infraestructura Avenida Mirolindo (Via sena)



	Si	No
Peatón	7	1
Motociclista	4	10
Automovilista	4	7
Ciclista	1	1
Usuario de transporte Publico	7	7

Figura 1.3- 5. Hace falta ciclo-infraestructura Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)

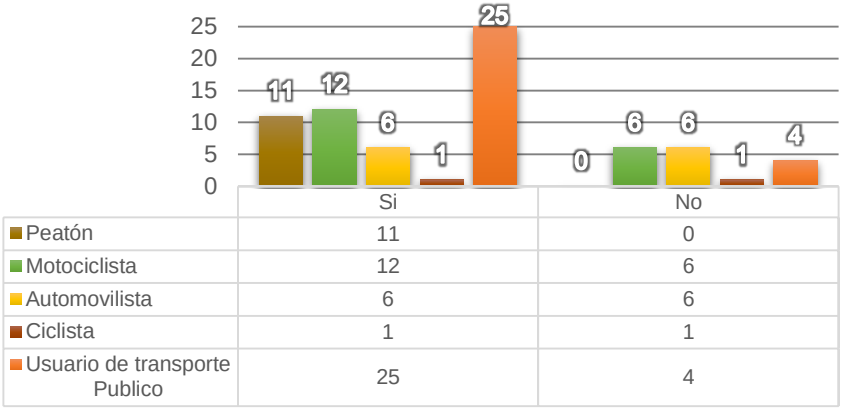
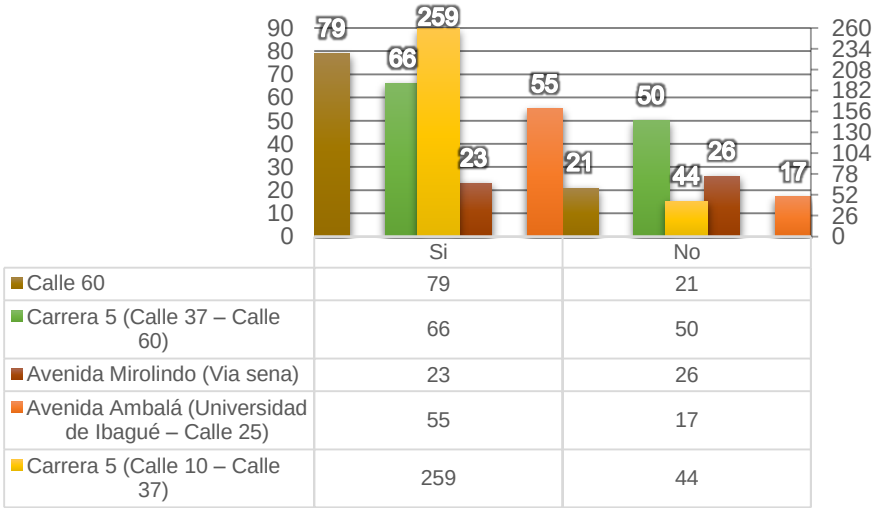


Tabla 1.3- 1. Resultado resumido falta de ciclo-infraestructura por sector

	Peatón	Motociclista	Automovilista	Ciclista	Transporte público	Total Si/No
Calle 60	26	9	17	8	19	79
	2	5	8	0	6	21
Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)	13	11	15	12	15	66
	14	11	16	1	8	50
Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)	77	54	57	35	36	259
	9	12	17	0	6	44
Avenida Mirolindo (Via sena)	7	4	4	1	7	23
	1	10	7	1	7	26
Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)	11	12	6	1	25	55
	0	6	6	1	4	17
Total por Actor Vial	160	134	153	60	133	640

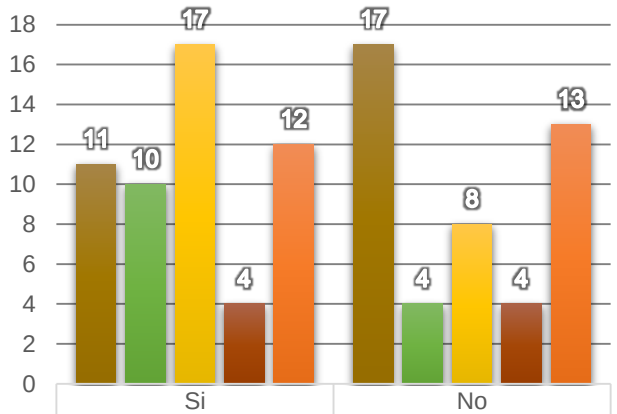
Figura 1.3- 6. Grafica de barras de la necesidad de ciclo-infraestructura por sector



1.4 ¿Afectaría la movilidad del sector?

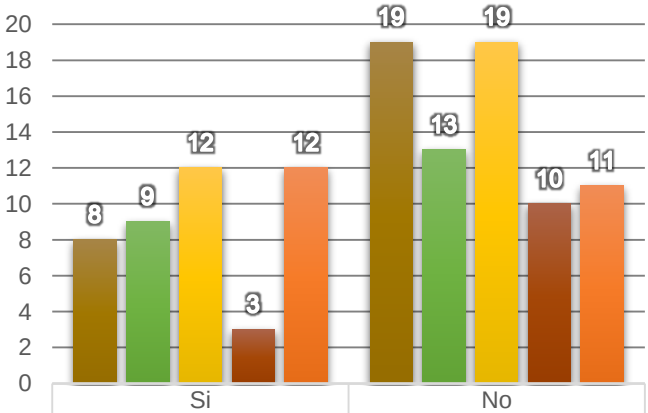
En el subcapítulo anterior se cuantificó si en el lugar donde se hizo la encuesta se necesitaba una ciclo-infraestructura, en este subcapítulo se contrasta la necesidad de una con la percepción de movilidad que tiene cada actor vial.

Figura 1.4- 1. Afecta la movilidad Calle 60



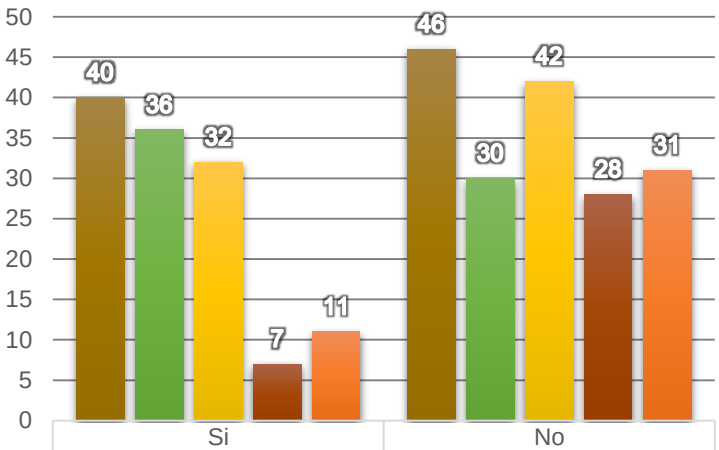
	Si	No
Peatón	11	17
Motociclista	10	4
Automovilista	17	8
Ciclista	4	4
Usuario de transporte Publico	12	13

Figura 1.4- 2. Afecta la movilidad Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)



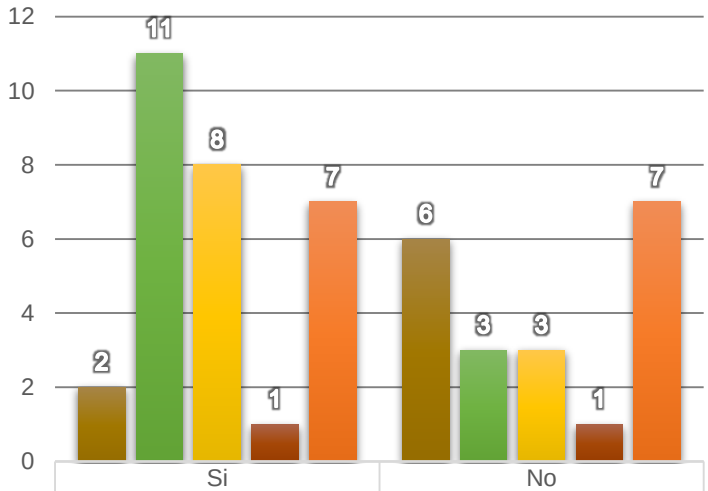
	Si	No
Peatón	8	19
Motociclista	9	13
Automovilista	12	19
Ciclista	3	10
Usuario de transporte Publico	12	11

Figura 1.4- 3. Afecta la movilidad Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)



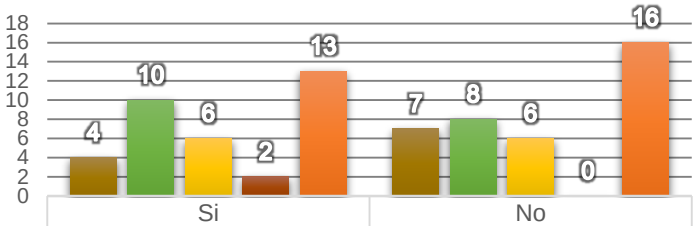
	Si	No
Peatón	40	46
Motociclista	36	30
Automovilista	32	42
Ciclista	7	28
Usuario de transporte Publico	11	31

Figura 1.4- 4. Afecta la movilidad Avenida Mirolindo (Via sena)



	Si	No
Peatón	2	6
Motociclista	11	3
Automovilista	8	3
Ciclista	1	1
Usuario de transporte Publico	7	7

Figura 1.4- 5. Afecta la movilidad Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)

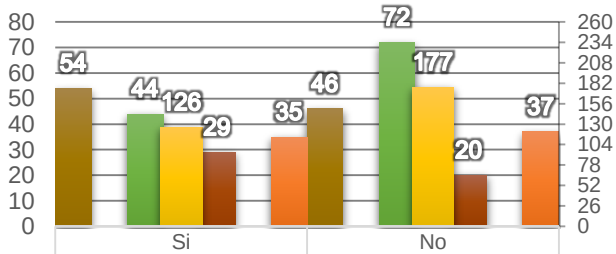


	Si	No
Peatón	4	7
Motociclista	10	8
Automovilista	6	6
Ciclista	2	0
Usuario de transporte Publico	13	16

Tabla 1.4- 1 Resultado resumido percepción de movilidad por sector

	Peatón	Motociclista	Automovilista	Ciclista	Transporte público	Total Si/No
Calle 60	11	10	17	4	12	54
	17	4	8	4	13	46
Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)	8	9	12	3	12	44
	19	13	19	10	11	72
Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)	40	36	32	7	11	126
	46	30	42	28	31	177
Avenida Mirolindo (Via sena)	2	11	8	1	7	29
	6	3	3	1	7	20
Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)	4	10	6	2	13	35
	7	8	6	0	16	37
Total por Actor Vial	160	134	153	60	133	640

Figura 1.4- 6. Grafica de barras percepción de movilidad por sector



	Si	No
Calle 60	54	46
Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)	44	72
Avenida Mirolindo (Via sena)	29	20
Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)	35	37
Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)	126	177

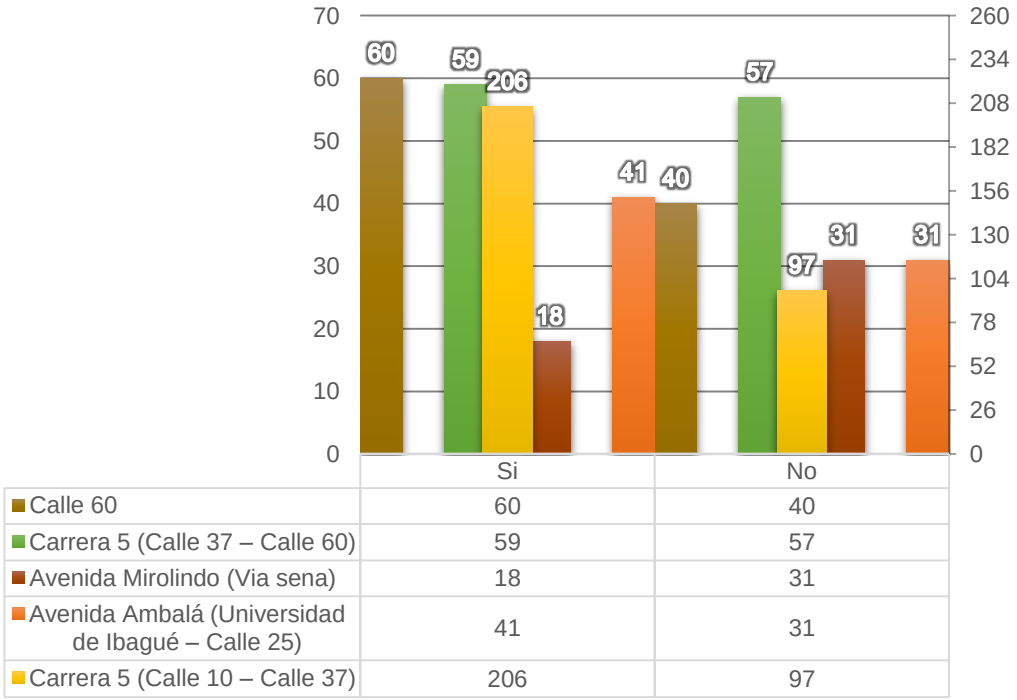
1.5 ¿Usaría infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo?

Un proyecto nace de una necesidad que ve la comunidad, no tan solo consiste en formular un proyecto y ejecutarlo sin tener en cuenta la opinión de los directos involucrados. Por este motivo hay que medir el hecho de que una vez esté la ciclo-infraestructura, las personas en verdad la usen. En las siguientes tablas se pretende lograr este objetivo:

Tabla 1.5- 1. Resultado resumido de la inclinación del uso de la ciclo-infraestructura

	Peatón	Motociclista	Automovilista	Ciclista	Transporte público	Total Si/No
Calle 60	23	7	8	8	14	60
	5	7	17	0	11	40
Carrera 5 (Calle 37 – Calle 60)	12	10	12	13	12	59
	15	12	19	0	11	57
Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37)	61	44	48	34	19	206
	25	22	26	1	23	97
Avenida Mirolindo (Via sena)	7	2	1	1	7	18
	1	12	10	1	7	31
Avenida Ambalá (Universidad de Ibagué – Calle 25)	11	7	6	1	16	41
	0	11	6	1	13	31
Total por Actor Vial	160	134	153	60	133	640

Figura 1.5- 1. Grafica de barras percepción de la inclinación del uso de la ciclo-infraestructura



2. Análisis y elección del sector

Las encuestas que se hicieron en la carrera 5 entre calle 10 con calle 37 tienen más aceptación en comparación con los demás tramos, partiendo del hecho que se cuenta con información más sólida, en el sentido de que se encuestaron más personas que los demás sectores. Como se evidencia en la Tabla 1.1- 1. Resultado resumido del medio de transporte usado, se hicieron 303 encuestas sobre este trayecto. Ahora bien, hay que ver los resultados por separado para percibir el nivel de aceptación por parte de la comunidad sobre este proyecto.

2.1 Medio de Transporte

En La Tabla 1.1- 1. Resultado resumido del medio de transporte usado, las personas que se identificaron como ciclistas tiene la menor cifra (35 ciclistas), pero es un factor común en todos los lugares donde se hicieron la encuesta, las personas que usan este medio de transporte no motorizado tiende a ser menor en comparación con los otros, esto posiblemente se debe a muchos factores que no se pretende ahondar con este trabajo. Este punto no descarta el proyecto en sí, más que todo era para fraccionar la población y encontrar un análisis más detallado.

2.2 ¿Usa bicicleta?

Este trabajo es para diseñar una ciclo-infraestructura en un sector de Ibagué donde se requiera, tanto por necesidad como por demanda. La demanda se cuantificaba por los biciusuarios de esta comunidad, así que este punto de la encuesta, donde se pregunta el uso de la bicicleta, es para identificar si la población a la que iba dirigida es suficiente.

La Figura 1.2- 3. Uso de bicicleta Carrera 5 (Calle 10 – Calle 37), muestra que desde los peatones hasta los usuarios de transporte público la mayoría usan bicicleta, demostrando que la demanda es más que aceptable, se hace la sumatoria de las personas que tienen bicicleta, el resultado total es de 210 encuestados, suponiendo el 69,31% de los encuestados del sector en cuestión.

2.3 ¿Hace falta ciclo-infraestructura?

En el inciso anterior de cierta forma se mide la demanda, en este punto se evalúa la necesidad de una ciclo-infraestructura en la carrera 5 entre calle 10 y calle 37, entonces la pregunta se enfoca en determinar si las personas consideran que se debe implementar en este lugar. En la Tabla 1.3- 1. Resultado resumido falta de ciclo-infraestructura por sector se denota que el 85,47% de los encuestados del sector mencionado afirman que es necesario una ciclo-infraestructura en el sitio.

2.4 ¿Afectaría la movilidad del sector?

La respuesta a esta pregunta se consigue con un conteo vehicular, para entender el flujo que se presenta a diferentes horas del día por esta calle. Al igual se agregó este interrogante en la encuesta, para así obtener una idea generalizada de la situación de movilidad del lugar.

De acuerdo a la Tabla 1.4- 1 Resultado resumido percepción de movilidad por sector, el 58,42% negaron el hecho de que la ciclo-infraestructura perjudicaría la movilidad de la zona en estudio. Haciendo un análisis más específico, se observa que los actores viales tienden a decir que este proyecto no afectaría la movilidad en este tramo en análisis, sin embargo estas opiniones están igualmente divididas.

2.5 ¿Usaría infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo?

Hasta el momento el proyecto tiene buena expectativa, tanto en demanda como en necesidad, ahora es necesario saber si una vez implementado la ciclo-infraestructura las personas realmente la usen, por este motivo se preguntó a todos los actores viales si la usarían una vez la instauren en este lugar. El 67,98% de las personas encuestadas afirmaron que usarían la ciclo-infraestructura, aunque es una cantidad apenas favorable, es útil para decidir que el proyecto tiene viabilidad.

3. Medición de flujo vehicular en el sector

Este parámetro muestra la opción más adecuada entre una ciclo-infraestructura segregada o integrada en la calle con los demás vehículos. Ahora bien, esta debe tener como prioridad la seguridad de los ciclistas, se logra cuando se identifica la intensidad y la velocidad del tránsito motorizado. De ahí nació la necesidad de hacer mediciones de flujo vehicular en las horas picos en dos puntos del tramo escogido en el mismo día, más en específico sobre la carrera 5 con calle 20 desde las 7:45 a.m hasta las 8:45 a.m y posteriormente en la calle 30 desde las 11:45 a.m. hasta las 12:45 p.m. Las siguientes tablas se anotaron dichas mediciones:

Tabla 3 - 1. Conteo carrera 5 con calle 20, 7:45 a.m - 8:45 a.m

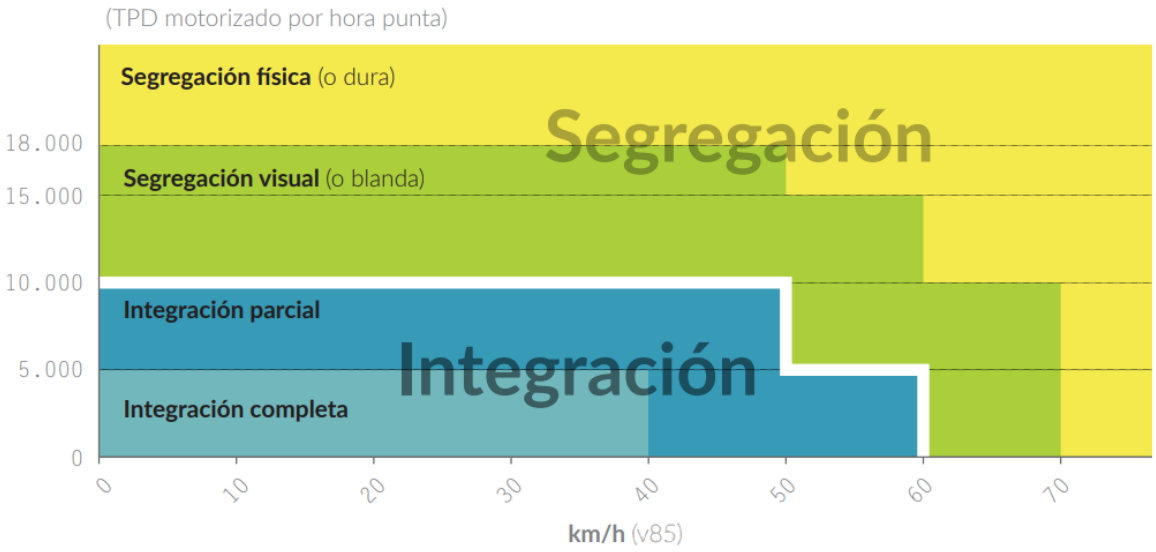
SENTIDO VIA	TRANSPORTE PUBLICO		TRANSPORTE PRIVADO		TRANSPORTE NO MOTORIZADO	
Hacia la calle 10	**Buses/microbuses**	116	**Automóvil**	528	**Cicla**	22
	Taxis	179	**Motocicleta**	369		
Hacia la calle 37	**Buses/microbuses**	95	**Automóvil**	186	**Cicla**	36
	Taxis	142	**Motocicleta**	264		

Tabla 3 - 2. Conteo carrera 5 con calle 30, 11:45 a.m. - 12:45 p.m

SENTIDO VIA	TRANSPORTE PUBLICO		TRANSPORTE PRIVADO		TRANSPORTE NO MOTORIZADO	
Hacia la calle 10	**Buses/microbuses**	104	**Automóvil**	155	**Cicla**	24
	Taxis	148	**Motocicleta**	261		
Hacia la calle 37	**Buses/microbuses**	122	**Automóvil**	555	**Cicla**	32
	Taxis	187	**Motocicleta**	357		

De la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016, pág. 88) en el inciso *3.2.3.1 intensidad y velocidad del tránsito motorizado*, en palabras explicitas afirman que para “decidir si es mejor optar por una infraestructura segregada o adaptaciones de la calzada” tienen como pauta el siguiente diagrama:

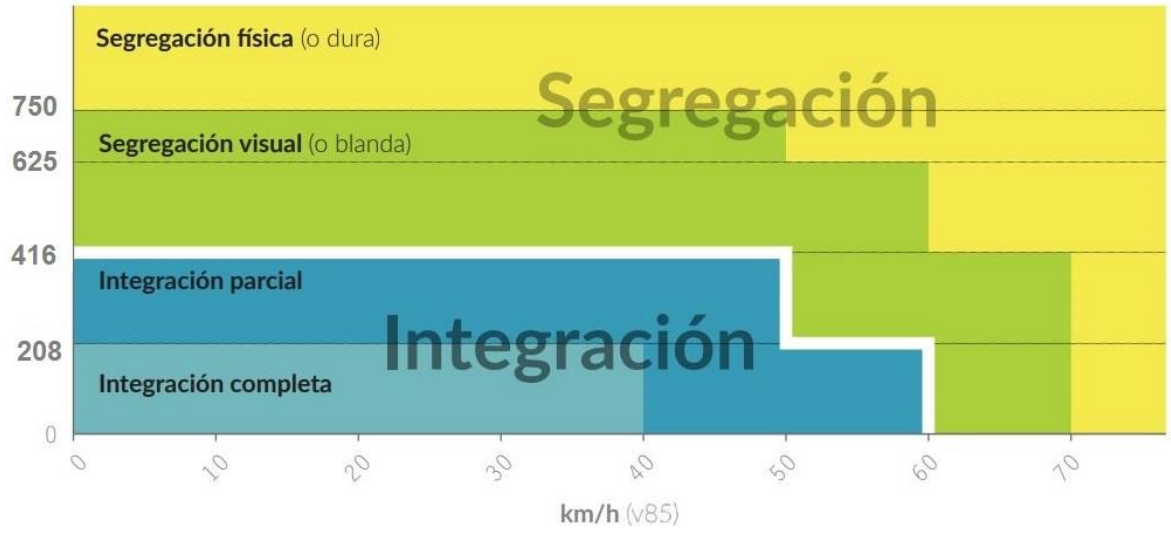
Figura 3 - 1. Criterios de integración/segregación en función del volumen y la velocidad del tránsito motorizado



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

Se hace la suposición que el transito promedio diario del diagrama, fue extraído en una estación permanente con una duración de 24 horas. Por tanto si se divide el valor del TPD con la duración de la estación, se obtiene la transito promedio por hora. Así que la gráfica anterior quedaría de la siguiente forma:

Figura 3 - 2. Criterio de selección transito promedio por hora - velocidad



Conociendo los límites para determinar la infraestructura más adecuada para el tramo en cuestión. Se hace la sumatoria de los vehículos motorizados, en las distintas horas, además se debe tener en cuenta que “tres motocicletas ocupan el espacio de un vehículo”, (El Tiempo, 2008). La siguiente tabla resume lo anteriormente dicho:

Tabla 3 - 3.Resumen del conteo sobre la carrera 5 del transporte motorizado

HORA	SENTIDO VIA	TRANSPORTE MOTORIZADO
7:45 a.m - 8:45 a.m	Hacia la calle 10	946
	Hacia la calle 37	511
11:45 a.m - 12:45 a.m	Hacia la calle 10	494
	Hacia la calle 37	983

En conclusión, se escoge segregación física durante todo el tramo, puesto que en ambos sentidos de la vía el transporte motorizado del conteo realizado, está por encima del límite establecido 750 de volumen de transito promedio horario en las horas punta. Este parámetro puede ser modificado de acuerdo a otros factores que se analizarán en los siguientes capítulos.

4. Ancho promedio de la vía

Un parámetro importante que configura el diseño de las vías es el ancho de circulación vehicular en la calle. Se fracturó el tramo en 11 partes para medir su ancho en ambos sentidos, comenzando en la intersección de la carrera 5 con calle 10 y terminando en la calle 37 de la misma carrera. En total se hicieron 24 mediciones en ambos trayectos, cada 280 m aproximadamente, en dirección al centro se impuso el sufijo (A) y hacia la calle 37 el sufijo (B). Los puntos de referencia se tomaron con la ayuda de google earth, las coordenadas geográficas eran arrojadas en WGS84 (Latitud y Longitud), posteriormente se convirtieron en MAGNA-SIRGAS Bogotá. En la siguiente tabla está contenido la información recolectada de la medición junto a sus coordenadas:

Tabla 4- 1. Resultado de las mediciones hechas en dirección al centro, costado derecho

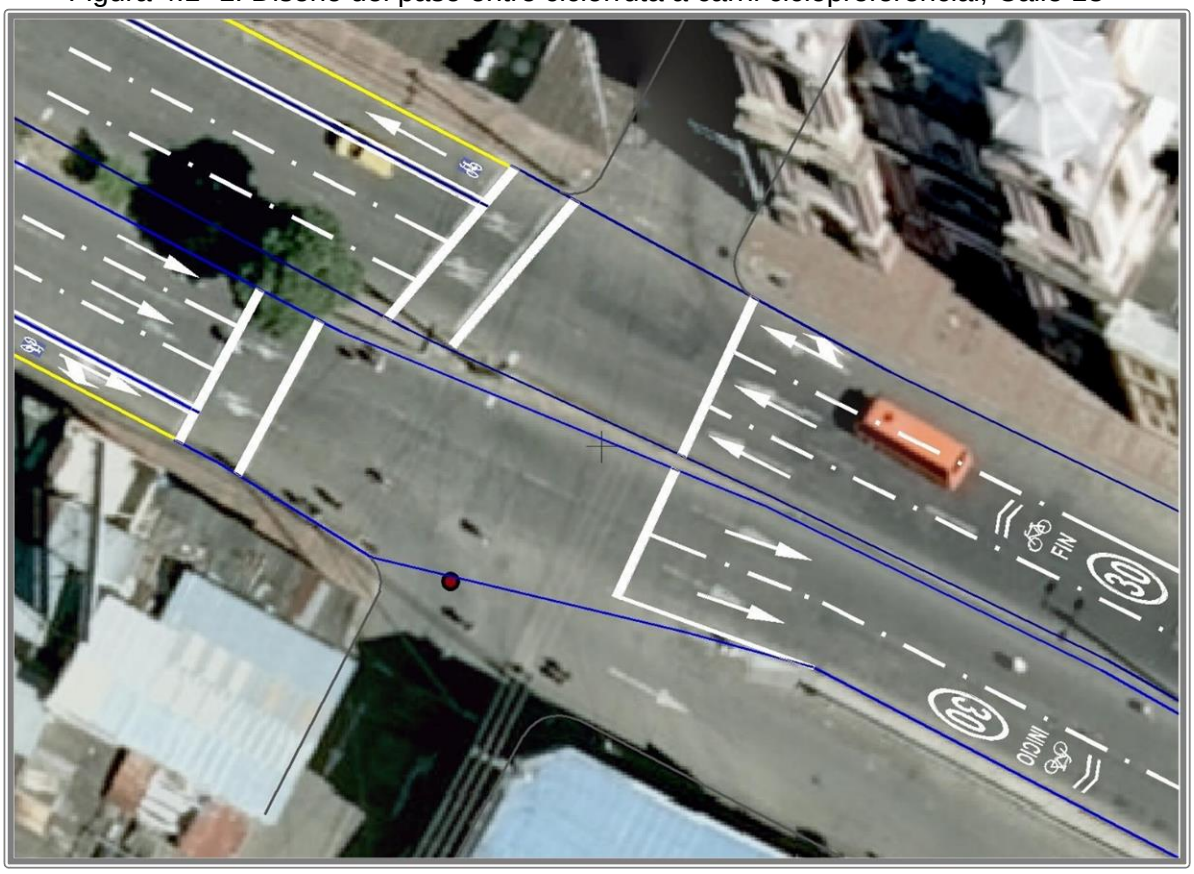
Punto	**Longitud (m)**	**Coordenadas Geográficas WGS84**		**Coordenadas Bogotá Magna**	
		Longitud (° decimales)	*Latitud (° decimales)*	*Centroide X (m)*	*Centroide Y (m)*
1ª	5.81	-75.241288	4.445941	870827.09005	983484.91590
2ª	7.11	-75.239044	4.444762	871075.93705	983355.05415
3ª	10.83	-75.236727	4.443782	871332.96470	983246.34580
4A	10.42	-75.234485	4.442610	871581.67380	983116.30545
5A	6.79	-75.233390	4.442032	871703.11430	983052.21570
6A	10.20	-75.232223	4.441511	871832.53820	982994.30845
7A	10.49	-75.229811	4.440752	872100.17425	982910.00925
8A	12.32	-75.227341	4.440246	872374.31890	982853.57460
9A	9.84	-75.224836	4.439968	872652.32030	982822.44425
10A	9.87	-75.222325	4.439714	872931.03775	982793.88630
11A	11.01	-75.219933	4.438904	873196.47665	982703.89680
12A	9.81	-75.217504	4.438214	873465.92565	982627.10335
Promedio	9.54				

Tabla 4- 2. Resultado de las mediciones, en dirección a la calle 37, costado derecho

Punto	**Longitud (m)**	**Coordenadas Geográficas WGS84**		**Coordenadas Bogotá Magna**	
		Longitud (° decimales)	*Latitud (° decimales)*	*Centroide X (m)*	*Centroide Y (m)*
1B	5.83	-75.241320	4.445878	870823.48705	983478.97960
2B	8.12	-75.239084	4.444683	871071.48385	983346.36450
3B	10.11	-75.236778	4.443683	871327.36170	983235.41470
4B	9.47	-75.234537	4.442516	871575.92835	983105.89435
5B	6.70	-75.233421	4.441973	871699.71430	983045.67695
6B	10.06	-75.232273	4.441388	871827.00955	982980.72435
7B	11.53	-75.229847	4.440625	872096.14810	982895.89270
8B	11.49	-75.227359	4.440117	872372.31945	982839.37665
9B	10.39	-75.224859	4.439846	872649.75055	982808.92395
10B	10.39	-75.222349	4.439592	872928.33250	982780.40990
11B	10.36	-75.219980	4.438781	873191.24465	982690.32770
12B	11.15	-75.217549	4.438101	873460.95600	982614.69055
Promedio	9.63				

En el capítulo preliminar, se optó por ciclo-infraestructura con segregación física o ciclorruta, pero en este capítulo se analiza por fragmentos de vía si es la más correcta durante todo el tramo. En concordancia a la ciclo-infraestructura para ciudades colombianas (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) la ciclorruta (CR) a nivel de calzada (C) de un sentido (1) sin estacionamiento (s), CR-C-1-S ocupa 2.25 m de ancho mínimo, sí se suma los 5 m de ocupación que tendrían dos carros en la vía, entonces para implementar la CR se recomienda 7.25 m como mínimo. Cuando el ancho de la vía sea menor que el analizado, pasaría a ser en una vía ciclo-adaptada, más en específico en un carril ciclo preferente (ver Figura 4.1- 1. Diseño del paso entre ciclorruta a carril ciclopreferencial, Calle 1).

Figura 4.1- 1. Diseño del paso entre ciclorruta a carril ciclopreferencial, Calle 18

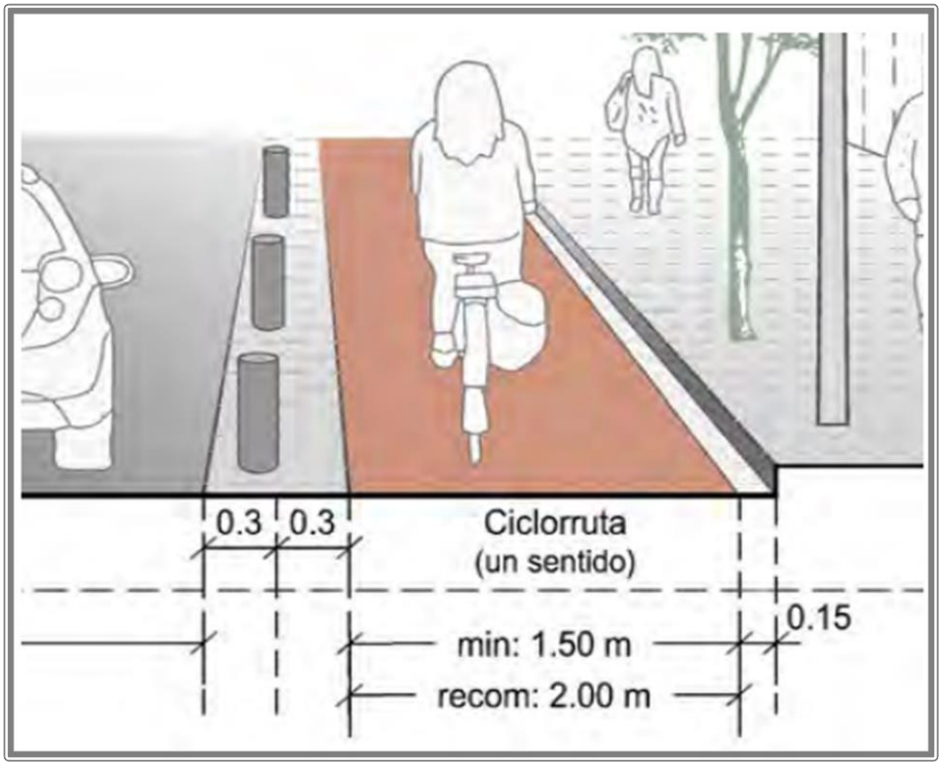


5. Diseño de la Ciclo-Infraestructura

5.1 Dimensiones

Se había establecido que el tipo de vía ciclista a utilizar es una ciclorruta cuando el ancho de la vía fuera superior a 7.25 m. La siguiente imagen corresponde a las dimensiones de referencia para el diseño óptimo:

Figura 5.1- 1. Dimensiones Ciclorruta, CR-C-1-S con bolardos



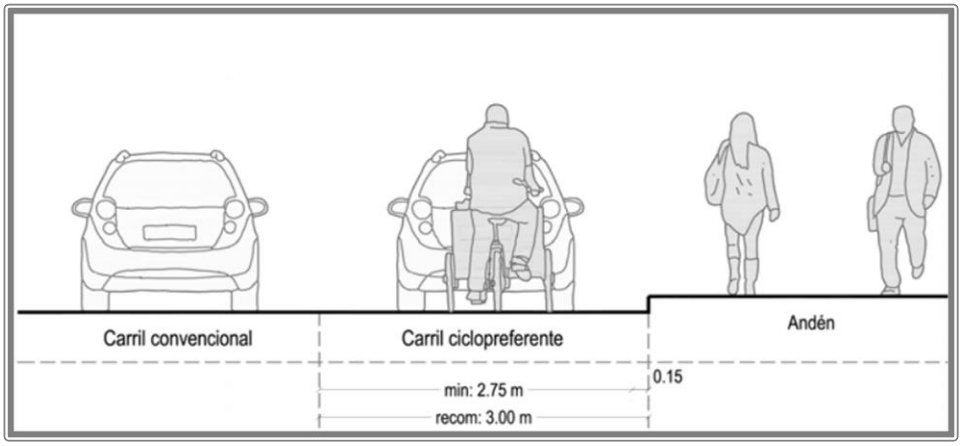
Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

El ancho mínimo en la anterior figura es de 2.25 m, teniendo en cuenta los 15 cm de resguardo de bordillo[1], en el proyecto se considera el resguardo dentro de los 2.25 m. La ciclorruta se ajustará al costado derecho, en el carril de transito lento. Un ciclista ocupa 0.70 m de ancho mínimo y 1 metro de circulación; esto Indica que tendría 0.50 m de seguridad. En el caso que el ancho de la vía sea menor a 7.25 m, se diseña bajo los criterios de una vía ciclo-adaptada[2].

[1] "Hilera de bloques de piedra, de hormigón o ladrillos que separa la acera de la calzada." (Construmática, 2019)

[2] "Calles o espacios públicos que son especialmente acondicionadas para la circulación en bicicleta pero no suponen un uso exclusivo de las vías" (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

Figura 5.1- 2. Dimensiones del Carril ciclopreferente



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

Esta opción es viable cuando el ancho de la vía es mayor o igual a 5.5 m, puesto que para el carril convencional se necesita como mínimo 2.5 m y los 3 m restantes para el ciclopreferencial. Como sucede en el recorrido comprendido entre la calle 15 y la calle 10, y el puente sobre la calle 19.

5.2 Velocidad de Referencia

Este parámetro es determinante para configurar diferentes aspectos durante el diseño. Un biciusuario fácilmente puede alcanzar en pendientes continuas velocidades de hasta 40 km/h en descenso. En el caso de Ibagué difieren las pendientes durante el tramo, se hace un análisis con la herramienta de dibujo AutoCad para encontrar la mayor pendiente, la cual está entre la calle 27 y 28 como se indica en la

Tabla 5.2- 1. Velocidades de diseño según la pendiente calculada

VELOCIDAD DE DISEÑO SEGÚN LA PENDIENTE			
Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	45 km/h	50 km/h
9	45 km/h	50 km/h	55 km/h

Fuente: Proyectos Tipo, Construcción de cicloinfraestructura y servicios complementarios

Figura 5.2- 1. Ubicación puntual de la pendiente mencionada. La separación entre las curvas de nivel 1220 y 1215 m.s.n.m es de 58,1 m, efectuando el cálculo de la pendiente sería aproximadamente del 9%. En la Tabla 5.2- 1. Velocidades de diseño según la pendiente calculada, para esta pendiente en un tramo de 25-75 m la velocidad de referencia es **45km/h**, considerado tanto para pendientes en descenso como en ascenso.

Tabla 5.2- 1. Velocidades de diseño según la pendiente calculada

VELOCIDAD DE DISEÑO SEGÚN LA PENDIENTE			
Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	45 km/h	50 km/h
9	45 km/h	50 km/h	55 km/h

Fuente: Proyectos Tipo, Construcción de cicloinfraestructura y servicios complementarios

Figura 5.2- 1. Ubicación puntual de la pendiente mencionada



5.3 Trazado en planta

En este apartado se diseña los radios mínimos para trazado de curvaturas y radios de giro en intersecciones de vías ciclistas en relación a la velocidad de diseño, en nuestro caso de 45 km/h. Para la cuestión del trazado de curvas, la tabla 23 de la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas por medio de una interpolación arroja un radio mínimo de **35 m**. Finalmente en intersecciones, se debe reducir la velocidad a 20 km/h

por motivos de seguridad, de acuerdo a la tabla 24 de la mencionada guía, el radio de giro es **10 m**.

5.4 Trazado en alzado

5.4.1 Pendientes longitudinales y transversales

Las pendientes limitan las longitudes del tramo, ya que en ascensos largos, mayor esfuerzo por el usuario, y a su vez poca seguridad en los descensos. De ahí parte la exigencia de subdividir el tramo general, para entrar a examinar los distancias entre las curvas de nivel y sus pendientes con la ayuda de AutoCad.

Figura 5.4.1- 1. Subdivisión en tramos más pequeños para posterior análisis

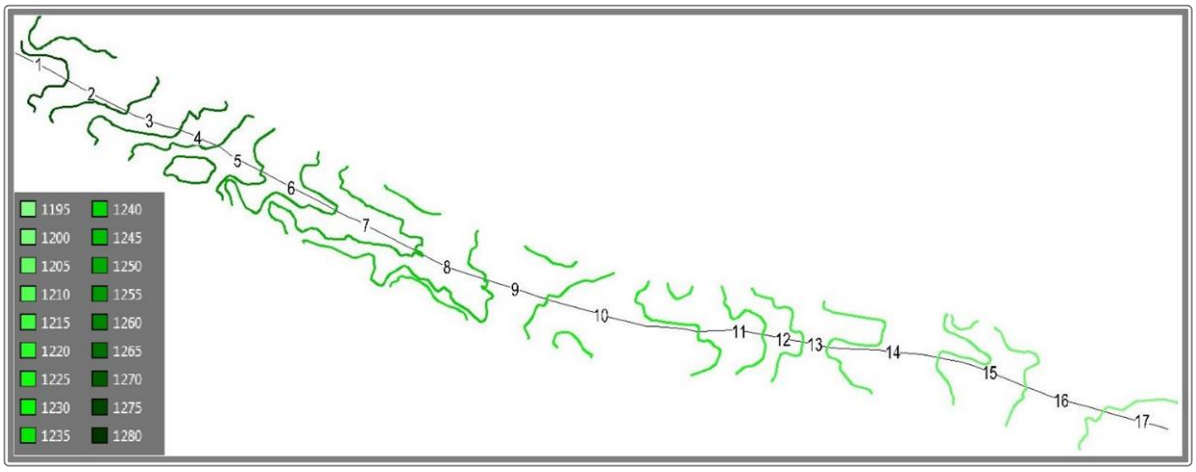


Tabla 5.4.1- 1. Análisis elaborado a partir de la figura 5.4.1-1 con AutoCad

TRAMO	CURVA NIVEL (m.s.n.m)		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	LONG.3<PEND<6 (m)	LONG.8<PEND<10 (m)
1	1277	1275	133.69	1.50		
2	1275	1270	154.30	3.24	491.97	
3	1270	1265	128.34	3.90		
4	1265	1260	95.02	5.26		
5	1260	1255	114.31	4.37		
6	1255	1250	193.47	2.58		
7	1250	1245	222.09	2.25		
8	1245	1240	153.40	3.26	304.04	
9	1240	1235	150.65	3.32		
10	1235	1230	355.94	1.40		
11	1230	1225	147.56	3.39	241.72	
12	1225	1220	94.15	5.31		
13	1220	1215	58.14	8.60		58.1397
14	1215	1210	255.02	1.96		
15	1210	1205	212.50	2.35		
16	1205	1200	186.41	2.68		

17	1200	1197	152.41	1.97		

Los valores de la columna “LONG.3<PEND<6 (m)” y “LONG.8<PEND<10 (m)” es la sumatoria de las longitudes de sus filas correspondientes. La tabla 25 de la guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, contiene las pendientes según la longitud máxima permitida del tramo. Cuando la pendiente es mayor del 3% y menor del 6% (3<Pend<6), la longitud máxima permitida es de 500 m. Sí la pendiente está entre el 8% y el 10% (8<Pend<10) no puede exceder 90 m. Se llega a la conclusión que el tramo, sin tener en cuenta las intersecciones, cumple las condiciones previamente establecidas.

5.4.2 Distancia de visibilidad y de frenado

La distancia de frenado (F) está en función de las pendientes, la superficie del pavimento y su estado (mojado o seco), así como la velocidad del ciclista, (ver ecuación (5.1)) (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016).

$$F = \frac{V^2}{255*(G+f)} + .694V \qquad (5.1)$$

V: Velocidad de diseño (45km/h)

G: Pendiente

f: Coeficiente de fricción

Además se hace la suposición que el tiempo de reacción para el ciclista son 2 segundos (R), (ver ecuación (5.2)).

$$R = \frac{V}{3600} * 2 \qquad (5.2)$$

"La distancia de visibilidad (S) es la suma de la distancia de frenado más la distancia recorrida durante el tiempo de reacción que se supone de 2 s y se puede determinar por la siguiente formula " (DNP, 2017) , (ver ecuación (5.3)):

$$S = f + \mathrm{R} \qquad (5.3)$$

De acuerdo a los valores obtenidos en los capítulos anteriores, la velocidad de diseño es de 45 km/h y las pendientes en gran parte del trazado están entre el 3.24% y 8.60%. Con lo anterior se efectuaron los respectivos cálculos y se destinaron en esta tabla:

Tabla 5.4.2- 1. Distancia de frenado y de visibilidad en función de la velocidad 45 km/h y la pendiente

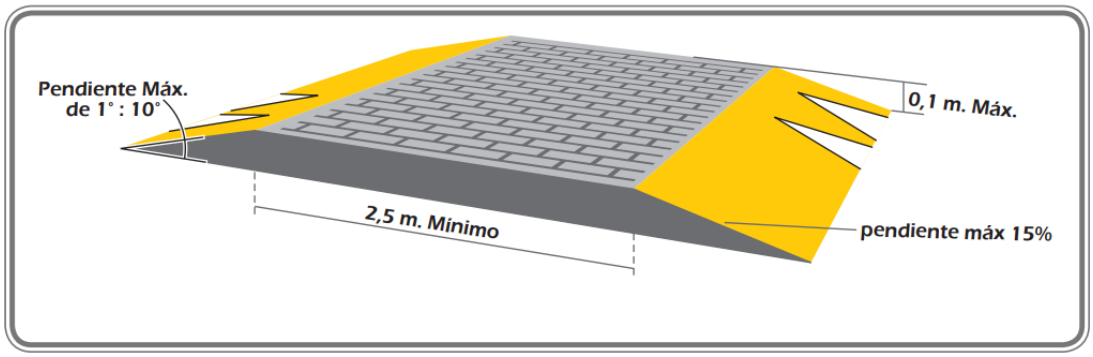
Pendiente, G (%)	Coeficiente de fricción, f	F (m)	R (m)	S (m)
0.00	0.308	57.05	25.00	82.05
3.00	0.283	62.62		87.62
3.24	0.282	63.01		88.01
6.00	0.280	67.41		92.41
8.60	0.275	73.25		98.25

En la Tabla 5.4.1- 2 se consignaron las longitudes reales y sus respectivas pendientes, si se hace la comparativa con la Tabla 5.4.2- 2, claramente se cumple este criterio en cuanto a longitudes. Ahora bien, las fórmulas utilizadas fueron proporcionadas por la cartilla guía para proyectos tipo del DNP y la Guía de cicloinfraestructura, también se usan para calcular la distancia de frenado y visibilidad de un automotor, así que a modo general se concluye que si estás longitudes proporcionan seguridad a un automóvil que tiene mayor masa, por consiguiente puede brindar la suficiente seguridad a un ciclista con mayor maniobrabilidad.

5.5 Intersecciones

Las intersecciones sobre la calle 15, 21, 23, 25 y 29 son cruces convencionales semaforizados. En estos puntos la seguridad es un factor esencial en el diseño, por tanto se deben adoptar medidas que brinden a los ciclistas prioridad sobre los conductores; de ahí parte la idea de utilizar resaltos pompeyanos, como elementos reductores de velocidad cuando esté el semáforo en verde, y como plataforma de espera avanzada para los biciusuarios cuando esté en rojo, esto alentará que cruzar la calle por parte de ellos sea percibida de forma más segura y queda como elemento conector para proyectos a futuro que intersecten esta ciclorruta. Las dimensiones de la pompeyana se extrajeron del inciso 3.16.9. Cruce Peatonal con Resalto Trapezoidal o pompeyano del Manual de señalización Vial del ministerio de transporte de Colombia, resumidas en la siguiente figura:

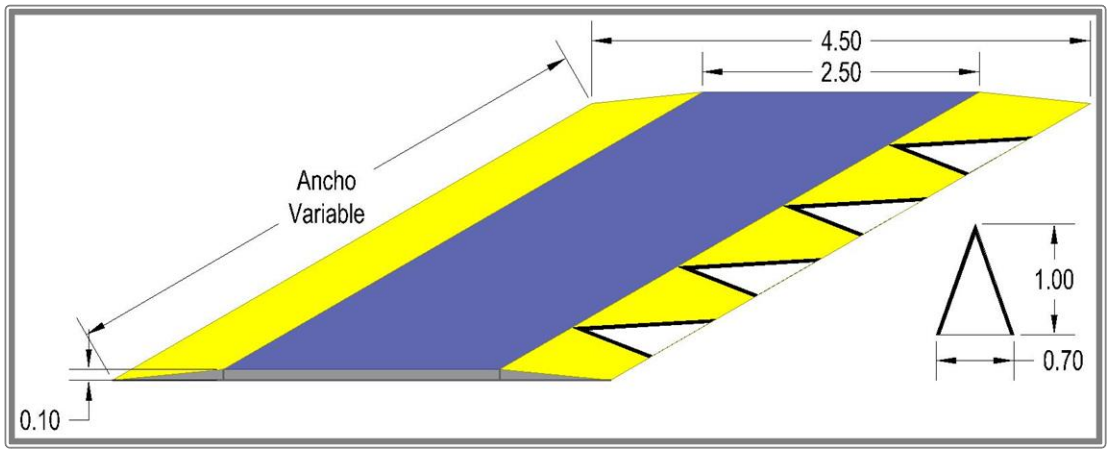
Figura 5.5- 1. Dimensiones del resalto trapezoidal



Fuente: Manual de señalización vial 2015

Para normalizar el diseño, las medidas quedan de la siguiente forma:

Figura 5.5- 2. Dimensiones del resalto pompeyano para el proyecto



En modo de ilustración, las imágenes de la página subsiguiente manifiestan lo anteriormente dicho:

Figura 5.5- 3. Diseño del cruce de la calle 15 con Carrera 5

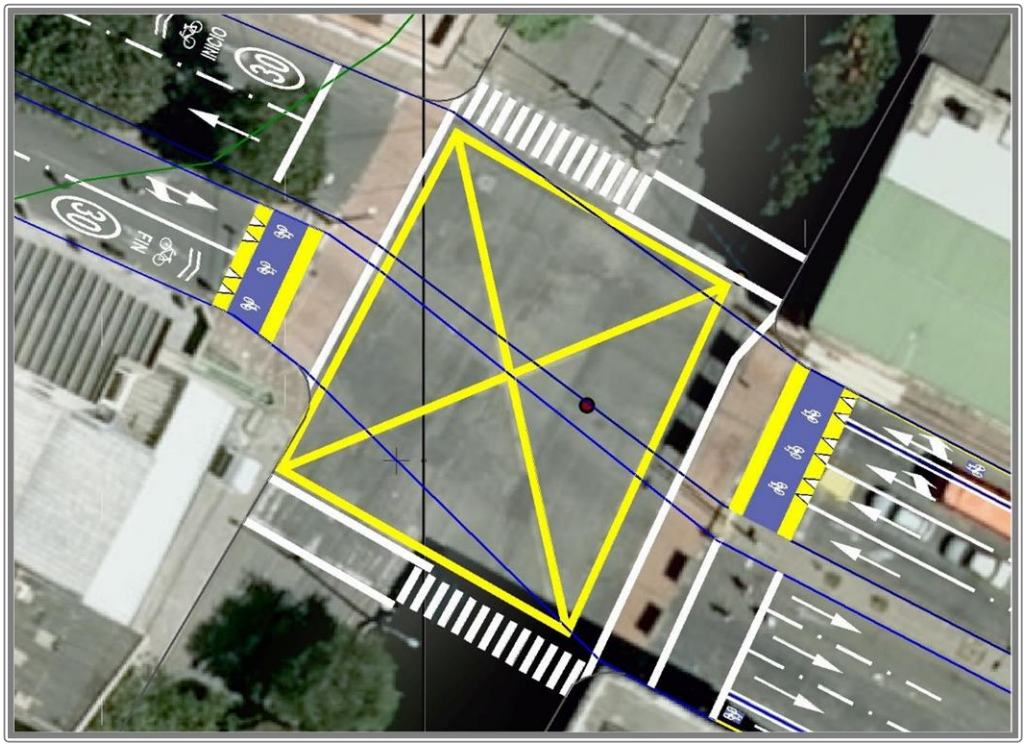
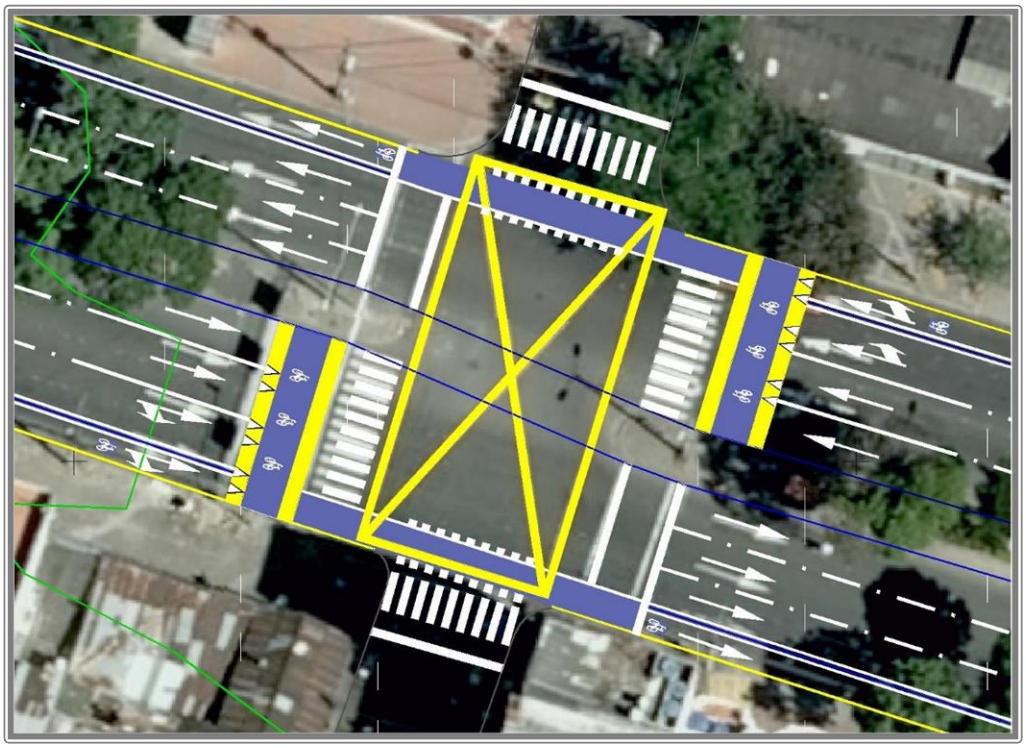


Figura 5.5- 4. Diseño del cruce de la calle 21 con Carrera 5



5.6 Señalización

5.6.1 Horizontal

Tiene como objetivo advertir las reglamentaciones, dimensiones y el uso de la ciclorruta o carril ciclopreferencial por parte de los ciclistas.

- **Líneas blancas:** Esta línea debe ser continua desde el inicio hasta el final, se usa como delimitador entre el carril convencional y la ciclorruta, su ancho es de 15 cm. En el caso del carril ciclopreferencial, las líneas que están se resaltaran de nuevo.

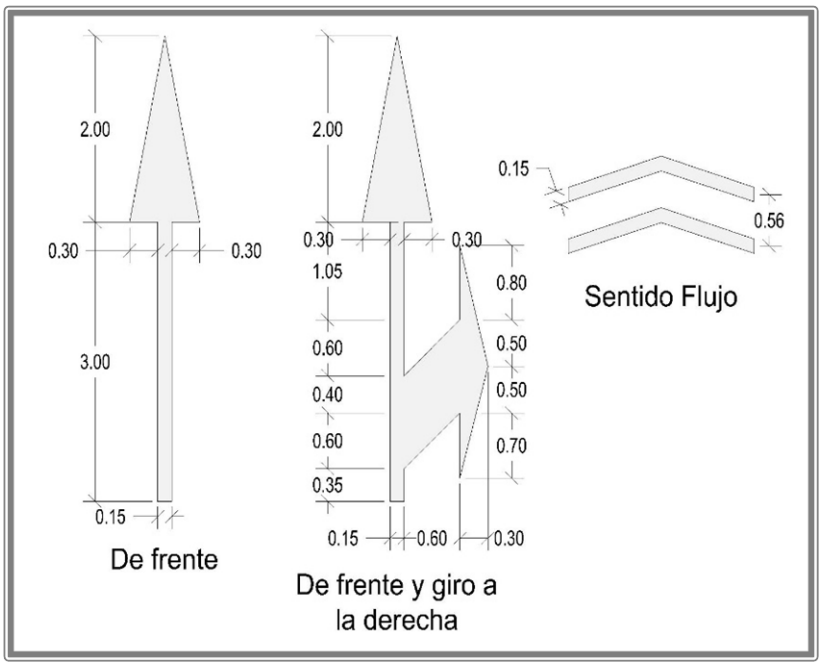
- **Líneas amarillas:** En la ciclorruta se dispondrá al costado izquierdo, para indicar el borde exterior del pavimento y como resguardo de bordillo, el ancho de este debe ser igual a 15 cm.

- **Rellenos azules:** Se usa en las intersecciones para que el ciclista se guie por donde debe transitar, Figura 5.5- 3. Diseño del cruce de la calle 15 con Carrera 5 y Figura 5.5- 4. Diseño del cruce de la calle 21 con Carrera 5 Además sirve de relleno de la parte superior de las pompeyanas Figura 5.5- 2. Dimensiones del resalto pompeyano para el proyecto

- **Flechas:** Para la elaboración del proyecto solamente se van a usar tres tipos. La primera es la flecha de frente, destinada después de las intersecciones. La segunda

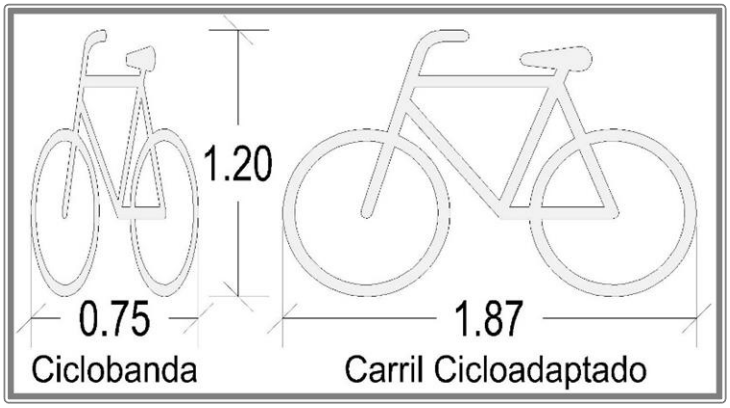
es la flecha de frente y de giro hacia la derecha antes de las intersecciones. Y por último la dirección de flujo de los carriles cicloadaptados.

Figura 5.6.1- 1. Flechas



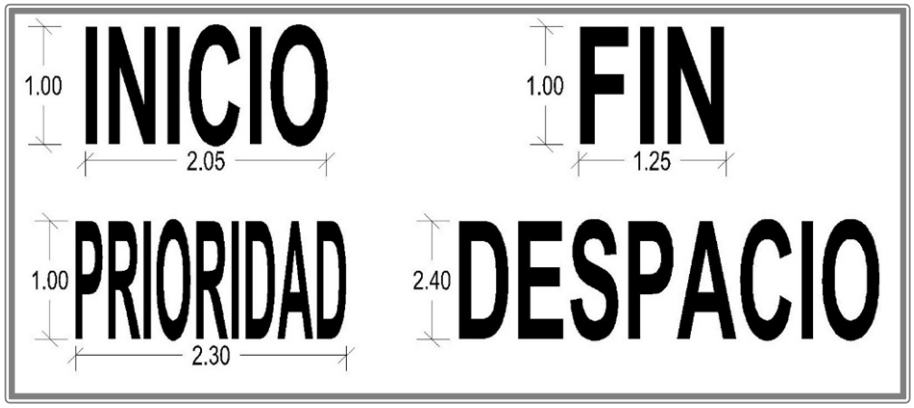
- **Simbolo:** El pictograma de la bicicleta es requerido tanto para la ciclorruta de 75 cm de ancho como el carril ciclopreferencial de 187 cm por 120 cm de alto.

Figura 5.6.1- 2. Pictograma



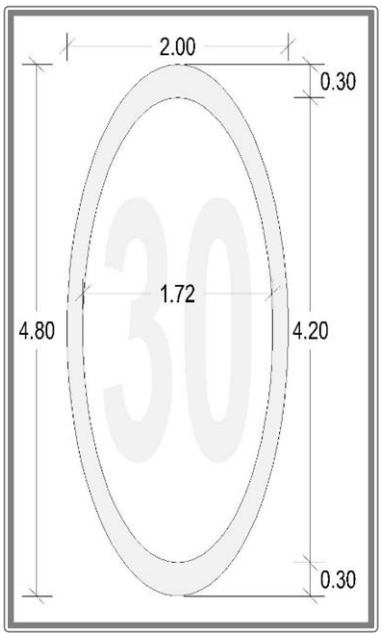
- **Leyenda:** Se considera solamente 4 leyendas necesarias para la implementación de este proyecto, los cuales son “INICIO”, “PRORIDAD”, “FIN” en los tramos donde habrá carril cicloadaptado y “DESPACIO” a 50 m antes de llegar a un cruce semaforizado.

Figura 5.6.1- 3. Leyendas



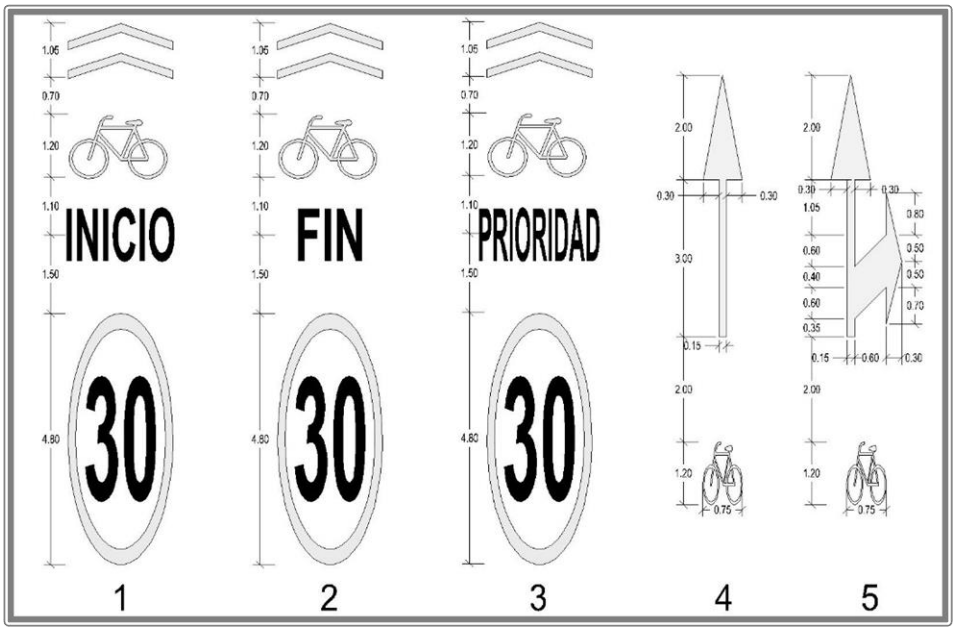
- **Velocidad Máxima:** Se requiere que los carriles ciclo-adaptados tengan circulen a una velocidad prudencial de 30 km/h, para brindarle mayor seguridad a los biciusuarios.

Figura 5.6.1- 4. Velocidad máxima del Carril Ciclo-adaptado



- **Combinados:** Algunos elementos se usan en conjunto para dar una información más clara y concisa. El primer elemento se implementa al comienzo del carril ciclo-preferencial, en contraposición al segundo. El tercer elemento se distribuye cada 100 m a partir del primer elemento. El siguiente elemento se emplea al inicio de las ciclorrutas. Y el último cuando haya un cruce.

Figura 5.6.1- 5. Elementos combinados



5.6.2 Vertical

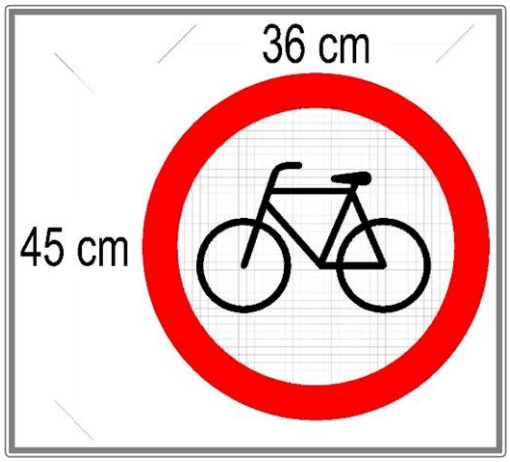
- **Reglamentarias:** “Las señales reglamentarias tienen por objeto indicar a los usuarios las limitaciones, prohibiciones o restricciones en el uso de las ciclorrutas. Estas señales se identifican por el código general SRC” (Ministerio de transporte de Colombia, 2015).

Figura 5.6.2- 1. SR-30 Velocidad Máxima



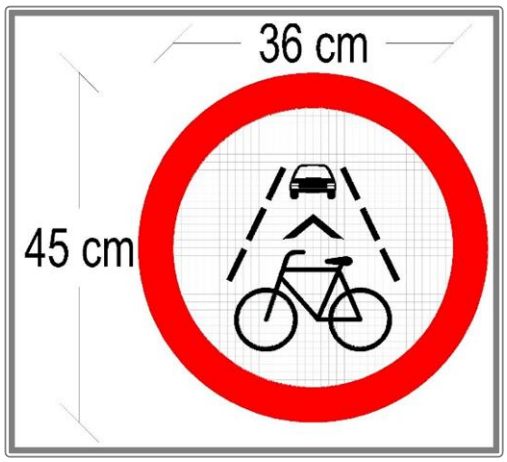
Se dispondrá en diferentes situaciones, a mitad del tramo del carril ciclo-preferencial al costado izquierdo, también a 40 metros de una intersección semaforizada.

Figura 5.6.2- 2. SR-37 Uso exclusivo Bicicleta



Se situara a 40 metros del inicio de la ciclorruta, al costado izquierdo.

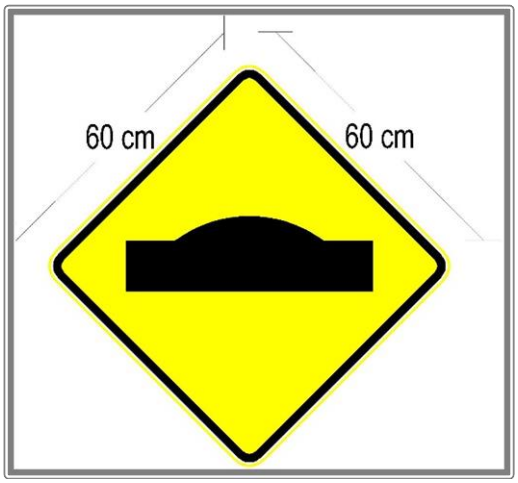
Figura 5.6.2- 3. SR-37A. Carril Ciclo-preferencial



Se situara a 40 metros del inicio del carril ciclo-adaptada, al costado izquierdo.

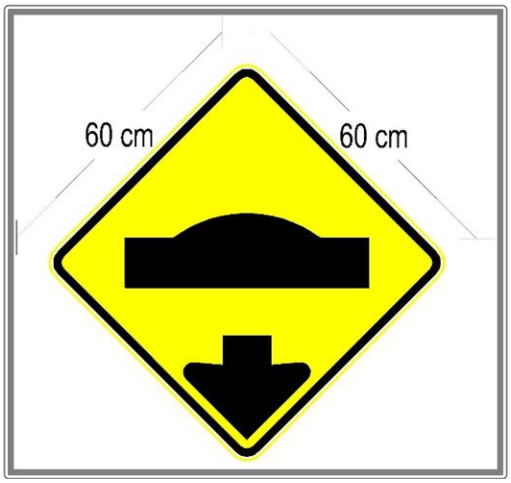
- **Preventivas:** “Las señales preventivas tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.” (Ministerio de transporte de Colombia, 2015).

Figura 5.6.2- 4. SP-25 Proximidad a resalto



Se ubicará a 60 metros de la pompeyana

Figura 5.6.2- 5. SR-37 Ubicación de resalto



Se instalará donde esté la pompeyana, sin entorpecer la función de los semáforos

- **Informativas:** “Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.” (Ministerio de transporte de Colombia, 2015).

Figura 5.6.2- 6. SIC-07 Inicio Ciclorruta



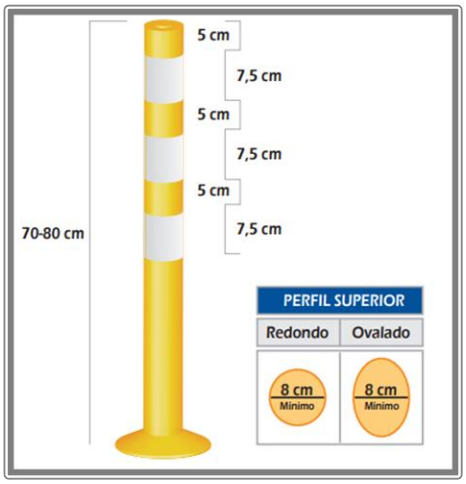
Figura 5.6.2- 7. SIC-08 Fin de Ciclorruta



5.6.3 Segregadores de flujo

- **Delineador Tubular Simple:** Su propósito es indicar a los conductores la segregación de la ciclorruta a modo de prevención, el material es flexible y debe recuperar su estructura después del impacto, se disponen cada 3 metros.

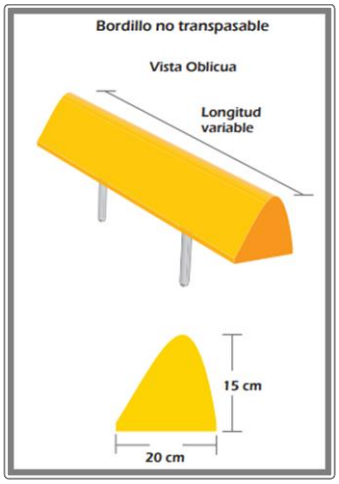
Figura 5.6.3- 1. Delineador Tubular Simple



Fuente: Manual de señalización vial 2015

- **Bordillo:** Su propósito es segregar de la ciclorruta para brindar mayor seguridad para los ciclistas, el costado donde van a estar los automotores debe ser casi horizontal para evitar su traspaso al carril de las ciclas, se instalan a la misma distancia dentro de los delineadores tubulares, máximo cinco.

Figura 5.6.3- 2. Bordillo no traspasable



Fuente: Manual de señalización vial 2015

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

La ciudad de Ibagué requiere una red de ciclo-infraestructura para brindar la suficiente seguridad a los usuarios de ciclas, este trabajo de acuerdo a la orientación constante de la guía de ciclo-infraestructura de Colombia se logró hacer un diseño que contempla diferentes factores. De acuerdo al análisis hecho a las encuestas se determinó que el sector más viable es la carrera 5 entre calle 10 y 37 por la información más sólida y su grado de aceptabilidad. Se eligió segregación física puesto que en ambos sentidos de la vía el transporte motorizado está por encima de 750 volumen de transito promedio horario en las horas punta. Para implementar la ciclorruta se recomienda 7.25 m como ancho mínimo, cuando sea menor a este valor, se ajusta a una vía ciclo-adaptada o carril ciclo preferente, se presenta en el trayecto desde la calle quince hasta la décima y el puente de la diecinueve. Para efectos de diseño de la ciclorruta se especificó como velocidad de referencia 45 km/h tanto para descenso como ascenso, para simplificación y homogeneidad de diseño en ambos sentidos. Para los trazados en planta se define que los radios de giro mínimos permitidos son de 35 m cuestión que se cumple durante todo el recorrido, en giros en intersecciones para futuros proyectos queda definido que se debe reducir la velocidad a 20 km/h con un radio de 10 m como máximo. Las pendientes longitudinales y transversales cumplen las condiciones de distancias establecidas en la guía mencionada, del mismo modo sucede con las distancias de visibilidad y frenado, aunque las formulas planteadas sean a partir de las condiciones de un automotor, caso más crítico que un ciclista si se habla en términos de desaceleración y maniobrabilidad, sirven para diseñar a un caso de seguridad mayor a la real. El tema de toda ciclorruta es lograr que se conectan con las demás, para crear una red por todo la ciudad, de ahí nace la idea que en las intersecciones en general se utilicen resaltos pompeyanos como elementos de avanzada para hacer giros hacia la izquierda, reductores de velocidad para brindar mayor seguridad al ciclista que desee atravesar la calle, y como precedente para proyectos a futuro que intersequen el tratado.

6.2 Recomendaciones

Para tener una información más consolidada se debe hacer una medición del flujo vehicular en varios días y a diferentes horas. Se debe consultar diferentes fuentes al momento de diseñar para recolectar la información necesaria en campo. Se deben hacer una encuesta de percepción que incluya el hecho del uso de resaltos pompeyanos en semáforos, para conocer la discordancia de los actores viales motorizados. En tanto a las distancias de visibilidad y frenado se calculan a partir de automotores, para no caer en errores de sobrediseño es necesario ajustar las formulas a condiciones físicas reales de un ciclista.

7. Bibliografía

Activo. (30 de Noviembre de 2016). *Activo*. Obtenido de Ciclovías y ciclorrutas en Bogotá: https://co.activo.news/ciclismo/ciclovias-y-ciclorrutas-de-bogota/

Alcaldia de Ibagué. (2016). *Plan de Desarrollo (2016-2019).*

Alerta Tolima. (8 de Enero de 2019). *Ibagué continua ocupando el primer lugar en tasa de suicidios*. Obtenido de https://www.alertatolima.com/ibague-continua-ocupando-el-primer-lugar-en-tasa-de-suicidios/

Construmática. (2019). *Contrumática*. Obtenido de Metaportal de Arquitectura, ingenieria y construcción: https://www.construmatica.com/construpedia/Bordillo

DNP. (Febrero de 2017). *Construcción de cicloinfraestructura y servicios complementarios.* Obtenido de Proyectos Tipo: https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/cicloinfraestructura/PTCIcloinfraestructura.pdf

El Espectador. (13 de Agosto de 2018). *La bicicleta es el medio de transporte más saludable*. (A. SINC, Editor) Obtenido de https://www.elespectador.com/noticias/salud/la-bicicleta-es-el-medio-de-transporte-mas-saludable-articulo-805892

El Tiempo. (29 de 08 de 2008). *El Código de Tránsito obliga a las motos a circular por la derecha:*. Obtenido de ¿un contrasentido?: https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489589

Gómez, J. C. (17 de Julio de 2016). *Universidad del Rosario, Revista Nova et Vetera*. Obtenido de Breve historia del ciclismo urbano mundial y su repercusión en Bogotá: http://www.urosario.edu.co/Revista-Nova-Et-Vetera/Vol-2-Ed-17/Cultura/Breve-historia-del-ciclismo-urbano-mundial-y-su-re/

IDU. (2016). *Instituto de Desarrollo Urbano - IDU*. Obtenido de Infraestructura cicloinclusiva: https://www.idu.gov.co/page/cicloruta

León, M. A. (8 de Agosto de 2017). *Revista DC*. Obtenido de La ciclovía: una historia en dos ruedas: http://revistadc.com/cultura/noticias/la-ciclovia-una-historia-en-dos-ruedas

Ministerio de transporte de Colombia. (2015). *Manual de señalización Vial.* Bogotá D.C.: Ministerio de transporte de Colombia.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas.* (C. F. Pardo, & A. Sanz, Edits.) Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Transporte de Colombia.

Vallejo, Y. (10 de Agosto de 2018). *Ecos del Combeima*. Obtenido de ¿Ciclorruta hasta el centro de Ibagué?: http://ecosdelcombeima.com/ibague/nota-130967-ciclorruta-hasta-el-centro-de-ibague

A. Anexo: Modelo encuestas

A final del documento es opcional incluir índices o glosarios. Éstos son listas detalladas y especializadas de los términos, nombres, autores, temas, etc., que aparecen en el trabajo. Sirven para facilitar su localización en el texto. Los índices pueden ser alfabéticos, cronológicos, numéricos, analíticos, entre otros. Luego de cada palabra, término, etc., se pone coma y el número de la página donde aparece esta información.