



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

**PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE BICICLETA
PÚBLICA Y POSIBLES RUTAS CICLABLES EN
IBAGUÉ – COLOMBIA**

Trabajo Fin de Máster: Tipo Profesional

Autor: Jaime Ortiz Betancourt

Tutor: Jordi Albert Esparza Soria

Valencia, Septiembre 2015



TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1. Introducción	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo General	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 Alcance y delimitaciones.....	12
1.3 Metodología.....	13
Capítulo 2. Descripción geopolítica y económica de Ibagué - Colombia	14
2.1 Límites, Extensión y Población.....	14
2.2 Clima	15
2.3 Organización Político Administrativa.....	15
2.4 Economía.....	16
Capítulo 3. Experiencias en Europa en relación con la bicicleta pública.....	17
3.1 Beneficios de la bicicleta.....	17
3.1.1 Salud.....	17
3.1.2 Energía.....	18
3.1.3 Rapidez	19
3.1.4 Ambiente.....	19
3.1.5 Ocupación de espacio	21
3.2 Tipos de sistemas de bicicleta pública	22
3.2.1 Parques comunitarios de bicicletas.....	22
3.2.2 Sistemas de atención personal manual.....	23
3.2.3 Sistemas automáticos	23
3.3 La bicicleta pública en Europa	24
3.4 Experiencias en España	30
3.5.1 Servicio de Bicicleta pública en Vitoria – Gasteiz.....	32
3.5.1 Servicio de Bicicleta pública en Barcelona - Bicing	35
3.5.3 Servicio de Bicicleta pública en Sevilla - Sevici.....	38
3.5.4 Servicio de Bicicleta pública en Valencia - Valenbisi.....	40
Capítulo 4. Antecedentes y situación actual de la bicicleta Pública en Colombia	45



4.1 Sistema de bicicleta pública del Valle de Aburrá– Colombia	45
4.1.1 Ubicación y población	45
4.1.2 Antecedentes	46
4.1.3 Situación actual	48
4.2 Sistema de bicicleta pública en Bogotá – Colombia	51
4.2.1 Ubicación y población	51
4.2.2 Antecedentes	54
4.2.3 Situación actual	56
Capítulo 5. Información básica de movilidad en la ciudad de Ibagué - Colombia	60
5.1 Caracterización de la zona según PMM	60
5.2 Estudio Origen – Destino	62
5.3 Transporte público en Ibagué	72
Capítulo 6. Posibles rutas ciclables en la ciudad de Ibagué - Colombia	75
6.1 Selección de posibles rutas ciclables	75
6.1.2 Zonas de destino de viajes en bicicleta	76
6.1.3 Líneas de Deseo	79
6.1.4 Dimensiones del viario existente	80
6.1.4 Red Teórica	86
6.1.5 Red Primaria	87
6.2 Tipología de rutas ciclables	88
6.2.1 Carril-bici	89
6.2.2 Carril-bici protegido	91
6.2.3 Pista acera-bici	93
6.2.4 Senda acera-bici	94
6.2.5 Vía señalizada compartida	96
6.3 Secciones tipo para posibles rutas ciclistas	99
6.3.1 Carril-Bici	100
6.3.2 Carril-bici protegido	101
6.3.3 Pista acera-bici	103
6.3.4 Senda acera-bici	104
6.3.5 Vía señalizada compartida	106



6.4 Tipología de explanada, firmes y pavimentos para posibles rutas ciclistas	107
6.4.1 Explanada	107
6.4.2 Firmes	109
6.4.3 Pavimentos	110
6.5 Sección tipo de explanada, firmes y pavimentos para posibles rutas ciclistas	117
Capítulo 7. Propuesta para el sistema de bicicleta pública en la ciudad de Ibagué - Colombia	119
7.1 Características para implantar el sistema de bicicleta pública	119
7.1.1 Factores exógenos	119
7.1.2 Factores endógenos	123
7.2 Diseño del servicio	128
7.2.1 Calculo de bicicletas, estaciones, anclajes	128
7.2.2 Registro, Tarifas e Información al usuario	132
7.3 Sostenibilidad del sistema de bicicleta pública en Ibagué	135
Capítulo 8. Conclusiones	140
Capítulo 9. Bibliografía	141
Capítulo 10. Anexos	143



LISTADO FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Ibagué - Tolima – Colombia	14
Figura 2. Localización comunas de Ibagué	16
Figura 3. Espacio público utilizado para movilizar a 60 personas	22
Figura 4. Witte Fietsen, Bicicletas blancas – Ámsterdam.....	25
Figura 5. Bycyklen, Bici ciudad – Copenhague	26
Figura 6. Sistema de bicicleta pública de Lyon – Vélo’v	28
Figura 7. Resultado general de los sistemas analizados en Europa	30
Figura 8. Mapa de los sistemas de bicicleta pública en España	32
Figura 9. Accesibilidad de puntos de préstamo año 2010	33
Figura 10. Punto de préstamo de bicicleta en Vitoria – Gasteiz	35
Figura 11. Sistema de bicicleta pública de Barcelona – Bicing.....	36
Figura 12. Bicicleta eléctrica de Barcelona – Bicing	36
Figura 13. Punto de préstamo de bicicleta en Sevilla – Sevici	38
Figura 14. Sistema de bicicleta pública de Valencia – Valenbisi	40
Figura 15. Estación Valenbisi - Valencia	41
Figura 16. Ubicación de las estaciones Valenbisi – Valencia.....	42
Figura 17. Distribución usuarios Valenbisi	43
Figura 18. Ubicación del Valle de Aburrá	45
Figura 19. Estaciones manuales Encicla	49
Figura 20. Estaciones automáticas Encicla	49
Figura 21. Sistema de bicicleta publica del Valle de Aburrá (Encicla)	50
Figura 22. Ubicación Bogotá – Colombia.....	52
Figura 23. Relieve Bogotá - Colombia.....	53
Figura 24. Zonas de operación SBP Bogotá	58
Figura 25. Red de ciclo rutas hasta abril 2013.....	59
Figura 26. Espacio público Carrera 5 con calle 37 - Ibagué	60
Figura 27. Espacio público Carrera 5 con calle 31 - Ibagué	60
Figura 28. Estructura de la ciudad de Ibagué	61



Figura 29. Volumen de bicicletas en la hora pico (12:00 – 13:00) en Ibagué	68
Figura 30. Viajes en bicicleta hora pico en Ibagué	69
Figura 31. Líneas de deseo OD de viajes en bicicleta (12:00 – 13:00) en Ibagué.....	70
Figura 32. Viajes diarios en bicicleta en Ibagué	71
Figura 33. Cobertura de rutas transporte público colectivo en Ibagué	73
Figura 34. Zonas origen de viajes en bicicleta Ibagué	76
Figura 35. Zonas destino de viajes en bicicleta Ibagué	79
Figura 36. Líneas de deseo Ibagué.....	80
Figura 37. Plano topográfico de Ibagué.....	81
Figura 38. Red teórica con líneas de deseo Ibagué	86
Figura 39. Red teórica sin líneas de deseo Ibagué	87
Figura 40. Red primaria ciclable en Ibagué	88
Figura 41. Carril-bici unidireccional, Paris	90
Figura 42. Modelo unidireccional Carril-bici velocidades 50-30 km/h.....	90
Figura 43. Modelo dos bandas Carril-bici velocidades 50-30 km/h	91
Figura 44. Carril-bici protegido bidireccional, Zaragoza.....	92
Figura 45. Modelo bidireccional Carril-bici protegido.....	93
Figura 46. Pista acera-bici bidireccional, Krommenie	93
Figura 47. Modelo unidireccional Pista acera-bici	94
Figura 48. Senda acera-bici Bidireccional, Valencia	95
Figura 49. Modelo de sendas acera-bici unidireccional y bidireccional.....	96
Figura 50. Vía señalizada compartida Zona 30, Madrid	97
Figura 51. Modelo unidireccional en Vía señalizada compartida de velocidad max 30 km/h con resguardo de apertura de puertas de los vehículos aparcados no se puede adelantar al ciclista.....	98
Figura 52. Modelo unidireccional en Vía señalizada compartida según velocidades se permite el adelantamiento de las bicicletas	98
Figura 53. Modelo unidireccional en Vía señalizada compartida con un carril contra corriente límite de velocidad 30 km/h se permite el adelantamiento del ciclista	98
Figura 54. Vista frontal Carril bici unidireccional	100



Figura 55. Vista en planta Carril-bici unidireccional	100
Figura 56. Vista frontal Carril-bici protegido unidireccional	101
Figura 57. Vista en planta Carril-bici protegido unidireccional	101
Figura 58. Vista frontal Carril-bici protegido bidireccional	102
Figura 59. Vista en planta Carril-bici protegido bidireccional	102
Figura 60. Vista frontal Pista acera-bici unidireccional	103
Figura 61. Vista en planta Pista acera-bici unidireccional	103
Figura 62. Vista frontal Senda acera-bici unidireccional	104
Figura 63. Vista en planta Senda acera-bici unidireccional	104
Figura 64. Vista frontal Senda acera-bici bidireccional	105
Figura 65. Vista en planta Senda acera-bici bidireccional	105
Figura 66. Vista frontal Vía señalizada compartida unidireccional vel 30 km/h se permite adelantar	106
Figura 67. Vista en planta Vía señalizada compartida unidireccional vel 30 km/h, se permite adelantar	106
Figura 68. Vista frontal Vía señalizada compartida bidireccional vel 30 km/h, No se permite adelantar	106
Figura 69. Vista en planta Vía señalizada compartida bidireccional vel 30 km/h, No se permite adelantar	107
Figura 70. Carril-bici protegido MBC Pont de les Arts, Valencia	111
Figura 71. Senda acera-bici HM pigmentado, Lleida	112
Figura 72. Adoquín en paseo marítimo, Benicasim	114
Figura 73. Baldosa como pavimento, Sevilla	115
Figura 74. Slurry en vías ciclistas	116
Figura 75. Secciones tipo para pavimentos en vías ciclistas	118
Figura 76. Red ciclista con 78 estaciones cada 300 metros según OBIS - Ibagué	130
Figura 77. Red ciclista con estaciones cada 300 metros, 1ª fase del SBP – Ibagué	131
Figura 78. Página web Valenbisi	134
Figura 79. App móvil Valenbisi	135
Figura 80. Conversión del carburante - Litros a Tep	138



LISTADO GRAFICAS

Grafica 1. Consumo de energía por kilómetro y pasajero (Valores en MJ)	18
Grafica 2. Cuadro comparativo de velocidades de desplazamiento en medio urbano .	19
Grafica 3. Emisiones de CO2 por medio de transporte	21
Grafica 4. Evolución del número sistemas de biciletapública en España.....	31
Grafica 5. Reparto modal de viajes realizados en ciudades capitales.....	39
Grafica 6. Reparto modal interno – Valencia	44
Grafica 7. Porcentaje movilidad en el Valle de Aburrá General.....	48
Grafica 8. Porcentaje movilidad motorizado y no motorizado en el Valle de Aburrá ...	48
Grafica 9. Promedio edades usuarios Encicla 2015.....	50
Grafica 10. Encuesta satisfacción Encicla 2015	51
Grafica 11. Partición modal con viajes mayores a 15 minutos	54
Grafica 12. Partición modal en viajes motorizados.....	55
Grafica 13. Distribución de viajes en bicicleta Bogotá y Soacha	56
Grafica 14. Histograma de viajes totales al día en Ibagué 2008	62
Grafica 15. Viajes diarios por modos en Ibagué 2008.....	63
Grafica 16. Participación parque automotor en Ibagué 2013.....	63
Grafica 17. Histograma de viajes no motorizados al día en Ibagué 2008	64
Grafica 18. Porcentaje viajes no motorizados en Ibagué 2008.....	65
Grafica 19. Histograma diario de viajes en bicicleta en Ibagué 2008	65
Grafica 20. Viajes en bicicleta por propósito de Ibagué 2008.....	66
Grafica 21. Tiempos de viaje en bicicleta por propósito en Ibagué 2008	66
Grafica 22. Histograma diario de viajes en transporte público colectivo en Ibagué	74
Grafica 23. Viajes diarios por modos en Ibagué 2008	121
Grafica 24. Minutos gratis por tamaño de la ciudad según OBIS.....	133



LISTADO TABLAS

Tabla 1. Medias de temperatura y precipitaciones en Ibagué.....	15
Tabla 2. Medidas máximas de concentración de gases en una hora por ciclistas y conductores de coche en un mismo tramo y en un mismo momento	20
Tabla 3. Sistema de Bicicleta Pública en Europa	27
Tabla 4. Evolución de préstamos de bicicleta en Vitoria - Gasteiz (2004-2009).....	33
Tabla 5. Reparto modal y Transporte privado en Barcelona.....	37
Tabla 6. Encuesta origen destino año 2005 del Valle de Aburrá.....	46
Tabla 7. Valores en número de Viajes/día (Encuesta origen destino 2012) VA.....	47
Tabla 8. Parque automotor transporte público en Ibagué I trimestre 2015.....	72
Tabla 9. Empresas y Rutas de Transporte público Colectivo en Ibagué 2010.....	73
Tabla 10. Rutas para la red primaria ciclista de Ibagué.....	88
Tabla 11. Magnitudes de referencia para anchos de rutas ciclables urbanas	89
Tabla 12. Tipologías de las vías de circulación en bicicleta	89
Tabla 13. Anchos carril-bici.....	91
Tabla 14. Anchos Pista-bici	94
Tabla 15. Anchos Aceras-bici	96
Tabla 16. Anchos Vías mixtas o compartidas con tráfico motorizado	99
Tabla 17. Tipos de suelo y formación de la explanada E1.....	108
Tabla 18. Materiales para la formación de explanadas	108
Tabla 19. Espesores mezclas bituminosas con ZN/ZA.....	111
Tabla 20. Espesores mezclas bituminosas con SC	111
Tabla 21. Espesores Hormigón con ZN/ZA	113
Tabla 22. Espesores adoquín con mortero o arena y HM/HA.....	114
Tabla 23. Espesores adoquín con mortero o arena y HM/HA.....	115
Tabla 24. Espesores LB pigmentable y HM/HA	116
Tabla 25. Sistema en relación al tamaño y la densidad de población del municipio...	120
Tabla 26. Características de la movilidad diaria de los ciudadanos de Ibagué	121
Tabla 27. Sistema aconsejado según el desnivel del territorio	122



Tabla 28. Características específicas de la bicicleta en seis sistemas	124
Tabla 29. Ejemplo costes de implementación y funcionamiento Bicing - Barcelona ..	128
Tabla 30. Promedio y mediana de cifras clave del SBP en la muestra OBIS	129
Tabla 31. Calculo según OBIS de bicicletas, Estaciones y Anclajes para Ibagué	129
Tabla 32. Resumen bicicletas, Estaciones y Anclajes del SBP - Ibagué	130
Tabla 33. Resumen viajes esperados del SBP – Ibagué	131
Tabla 34. Tarifas de sistemas hasta agosto del 2011	134
Tabla 35. Costes externos, Socio-ambientales del Transporte en euros	136
Tabla 36. Calculo ahorro Socio-ambiental de Ibagué en euros.....	137
Tabla 37. Calculo ahorro energético del SBP en euros	137
Tabla 38. Coste de inversión del SBP de Ibagué en euros.....	139
Tabla 39. Coste de mantenimiento del sistema al año en euros	139



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Con los altos costes de los carburantes, la preocupación por la contaminación atmosférica, el efecto invernadero y el elevado tráfico motorizado en las vías, numerosos países europeos han adoptado cambios de hábitos concernientes a la movilidad. Este es el caso de Ámsterdam, capital de Holanda, donde en el año 1966 se impulsó por primera vez el sistema de bicicleta pública por parte de un movimiento llamado “Provo”. Aunque esta innovación no obtuvo un éxito muy contundente, fue gracias a esa idea que hoy en día muchos países han implementado este servicio.

Con el pasar de los años los sistemas de bicicleta pública han cruzado fronteras y ahora están presentes en casi todo el mundo, Es el caso del sistema Vélib' en Paris (Francia) que en la actualidad es el más grande de Europa y cuenta con más de 24.000 bicicletas para los usuarios, mientras el sistema en Hangzhou (China) es el más grande del mundo con más de 60.000 bicicletas listas para el uso.

En Colombia la utilización de estos vehículos no motorizados se basa sobre todo en las actividades deportivas y recreativas. Sin embargo, ciudades como Medellín y Bogotá han visto recientemente este medio de transporte como una buena alternativa en la movilidad cotidiana. Para lograr este objetivo estas ciudades han puesto en marcha sistemas de bicicleta pública y han empezado la construcción de rutas ciclables en sus respectivos territorios.

La ciudad de Ibagué, como otras ciudades colombianas, experimenta diariamente grandes volúmenes de tráfico en su área urbana. Este factor conlleva a demoras en los tiempos de desplazamiento, contaminación ambiental y deficiencias en la salud de la población.

Con este trabajo se pretende brindar otro medio de transporte y de alternativa en la movilidad cotidiana para la ciudad de Ibagué, además de opciones para la implementación de un sistema de bicicleta pública y el diseño para rutas ciclables que son necesarias para la movilidad no motorizada. Con estas medidas se espera cambiarle la cara a la ciudad y mejorar la calidad de vida de los ibaguereños.



1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- El objetivo general es plantear un sistema de alquiler de bicicletas en la ciudad de Ibagué - Colombia, y proponer posibles rutas ciclables para el desplazamiento de este vehículo no motorizado en la ciudad.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar de información sobre las experiencias de la bicicleta pública a nivel Europa en especial España.
- Analizar la situación actual de la bicicleta pública en Colombia, Casos Valle de Aburrá (Medellín) y Bogotá distrito capital.
- Analizar de forma general la movilidad urbana de la ciudad de Ibagué – Colombia.
- Proponer un sistema alquiler de bicicletas en la ciudad.
- Plantear posibles rutas ciclistas en Ibagué – Colombia.
- Diseñar secciones tipo para las posibles rutas ciclistas.
- Plantear la tipología de firme para las posibles rutas ciclistas.

1.2 Alcance y delimitaciones

Para definir el alcance de este trabajo y al tratarse de un proyecto en base a la movilidad de la ciudad nombrada anteriormente, debemos definir un área de estudio que sería la zona metropolitana de Ibagué, esta ciudad está dentro de las diez ciudades más importantes del territorio Colombiano y que presenta un interesante desarrollo en su día a día.

Se pretende analizar la problemática de la movilidad, desde el aspecto del transporte público y privado que tantas afecciones está causando en la ciudad, además de plantear un medio de transporte sostenible que aún no ha sido explotado en este territorio.



Con esto podríamos dar una alternativa más de movilidad a la ciudad como es la bicicleta, gracias a esta, algunas ciudades han experimentado notables mejorías de movilidad, reducción de la contaminación atmosférica y mejora en la salud de la población que la usa.

1.3 Metodología

- Se realizará una recopilación de los principales datos geopolíticos de la ciudad, además de su economía, con información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Se realizara una búsqueda de los estudios o planes de movilidad que se ha realizado en la ciudad de Ibagué, datos de las páginas oficiales de la Administración central de la ciudad.
- Se buscará y analizara las experiencias que se han producido en torno a la bicicleta pública a nivel Europa caso específico en España, con ayuda de información del Ministerio de fomento, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Dirección general de tráfico.
- Se analizará la situación actual de Colombia con respecto a la bicicleta pública, se examinara los casos como en Valle de Aburrá (Medellín) y Bogotá distrito capital, con ayuda de las páginas oficiales de cada ciudad.
- Se analizará la información obtenida respecto a los medios de transporte, así como los estudios Origen – Destino, con ayuda del Plan de movilidad de la ciudad de Ibagué.
- Se planteará el sistema de alquiler de bicicletas como un medio de transporte sostenible para la ciudad, con ayuda de los diferentes manuales, guías y experiencias implementadas en España.
- Se planteará posibles rutas ciclistas teniendo en cuenta los sitios de atracción de la ciudad y la infraestructura vial o urbanística existente.
- Se planteará secciones tipo de las rutas ciclistas además de la tipología de explanada, firme y pavimento. Lo anterior teniendo en cuenta los manuales, guías y recomendaciones usados por instituciones españolas.



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN GEOPOLÍTICA Y ECONÓMICA DE IBAGUÉ - COLOMBIA

2.1 Límites, Extensión y Población

La ciudad de Ibagué es la capital del Departamento del Tolima, fue fundada el 14 de octubre del 1550 por el Capitán Andrés López de Galarza (1528-1579), nacido en Villabrágima provincia de Valladolid – España actualmente, su nombre inicial fue Villa de San Bonifacio de las Lanzas y fue ubicada inicialmente donde hoy se encuentra el municipio de Cajamarca pero por presión y disputas con tribus indígenas de la época fue trasladada a la actual ubicación. En 1886 un enviado francés conocido como Conde Gabriac bautizo a Ibagué como “Ciudad musical de Colombia” al ver que los habitantes de la época mostraban gran importancia y calidad hacia los ritmos musicales en su vida cotidiana, en la actualidad esto se refleja con las escuelas de danza y música que hay en la ciudad además de ser sede del Festival Folclórico Colombiano.

Ibagué limita en el norte con el municipio de Anzoátegui y el municipio de Alvarado, al oriente con municipio de Piedras y con el municipio de Coello, al sur con el municipio de San Luis y con el municipio de Rovira y al occidente con el municipio de Cajamarca.

La ciudad se encuentra a 202 km de la ciudad de Bogotá capital de Colombia, su extensión total es de 1.439 km² pero su área urbana es de 59,6 km².

Su población actual es de 523.000 habitantes en su casco urbano según el censo nacional del DANE con proyecciones para el 2015.

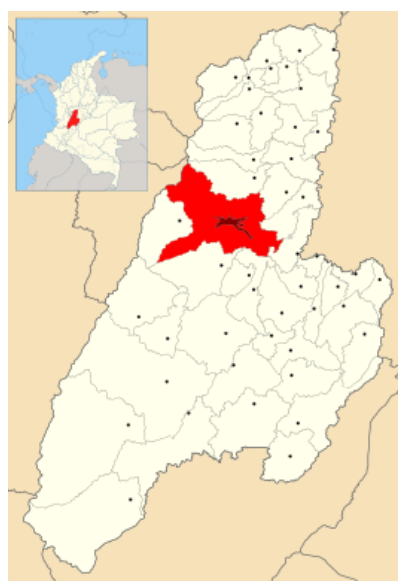


Figura 1. Ubicación de Ibagué - Tolima – Colombia
Fuente: es.wikipedia.org



2.2 Clima

La ciudad de Ibagué se encuentra en la vertiente oriental de la cordillera central de Colombia, y se encuentra a 1.225 metros sobre el nivel del mar por lo cual su clima es templado, la temperatura media máxima anual de 29,1°C y temperatura media mínima anual de 15,4°C.

En cuanto a las precipitaciones tratándose de una zona tropical muy cerca de la línea del Ecuador y donde hay fenómenos naturales como el del Niño y la Niña, presenta unos valores importantes ya que anualmente hay un promedio de 1.620 mm de precipitación.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima media (°C)	28.3	26.3	29.3	25.2	26.2	29.3	30.4	33.4	31.9	25.2	27.7	29.2	29.1
Temperatura mínima media (°C)	16.3	16.9	16.9	15.9	15.9	14.3	14.3	15.9	19.9	13.5	17.3	16.3	15.4
Precipitación total (mm)	76.7	95.6	138.5	203.4	240.4	116.9	76.8	88.3	155.0	212.6	164.6	110.4	1620

Fuente: The Weather Channel Interactive, Inc. ☞ Octubre de 2011, en el invierno del 2011, Ibagué ha registrado Bajas Temperaturas, e incluso Heladas, en el mes de octubre se registro una baja temperatura de 11,2°C el día 15 de octubre siendo una de la más bajas en los últimos años, y las precipitaciones aumentaron considerablemente.

Tabla 1. Medias de temperatura y precipitaciones en Ibague
Fuente: es.wikipedia.org

2.3 Organización Político Administrativa

Ibagué siendo la capital del Departamento del Tolima se concentra los poderes legislativos y judiciales: Gobernación del Tolima, Asamblea del Departamento del Tolima, Palacio de Justicia, por parte del municipio están los entes municipales como el Ayuntamiento de Ibagué y el Concejo municipal.

El casco urbano de la ciudad se divide en 13 comunas, cada una de esta compuesta por los siguientes barrios:

- Comuna 1: Centro - La Pola
- Comuna 2: Belén - Barrios Noroccidentales
- Comuna 3: Calambeo - San Simón - El Carmen
- Comuna 4: Piedra Pintada - Ambala
- Comuna 7: El Salado - Santa Ana
- Comuna 8: Jardín - Santander - Ciudadela Simón Bolívar - Florida
- Comuna 9: Picaleña - Mirolindo - Los Tunjos
- Comuna 10: Santa Elena - Estadio

- Comuna 5: Jordán
- Comuna 6: El Vergel - El Pedregal -La Gaviota
- Comuna 11: Las Ferias
- Comuna 12: Ricaurte
- Comuna 13: Boquerón.

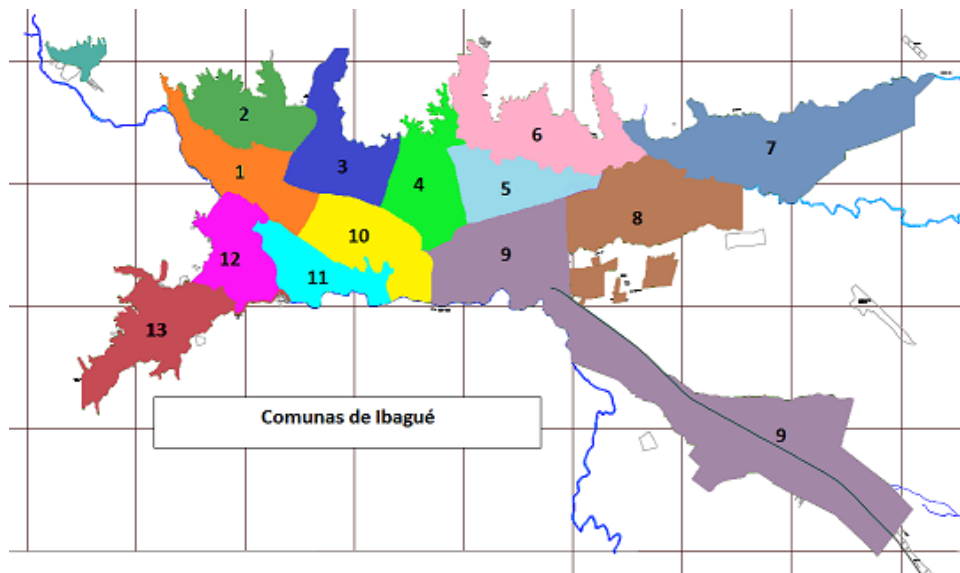


Figura 2. Localización comunas de Ibagué
Fuente: monumentosdeibague.es.tl

2.4 Economía

Ibagué tiene un presupuesto anual de 130 millones de euros aproximadamente, se caracteriza por su economía basada en la agricultura y ganadería, donde hay que resaltar la exportación de café de gran calidad, además el sector textil siendo la tercer ciudad más textilera del país después de Medellín y Bogotá.

A pesar de estar entre las 10 ciudades más importantes del país, Ibagué se ha visto en los primeros lugares de desempleo, en el 2001 llegó a tener un índice hasta del 20%, pero no todo es malo, en estos últimos años la ciudad ha repuntado y grandes inversiones se han visto como construcción de nuevos centros comerciales y urbanizaciones residenciales.

La ciudad tiene un potencial muy grande ya que se encuentra en el centro del país y el transporte en general tiene como paso obligado esta ciudad, esto la convierte en un eje principal para el desarrollo del país.



CAPÍTULO 3. EXPERIENCIAS EN EUROPA EN RELACIÓN CON LA BICICLETA PÚBLICA

3.1 Beneficios de la bicicleta

Veremos a continuación algunos beneficios que podemos obtener con el uso de la bicicleta como medio de transporte:

3.1.1 Salud

Obesidad y sobre peso: ir en bicicleta ayuda a adelgazar y no hace daño a las articulaciones ya que luego de estimular el metabolismo y quemar calorías, el peso no recae en las articulaciones lo que si sucede cuando se va a correr donde este peso se concentra en la cadera, una hora de bicicleta quema de 600 a 800 kilocalorías, después de los 20 minutos la energía utilizada para peladera se obtiene de la grasa corporal.

Colesterol: cuando se incrementa la grasa corporal se produce la arteriosclerosis e hipertensión que son enfermedades que incrementan un riesgo coronario, el uso de la bicicleta incrementa el colesterol bueno y reduce el malo, este es el que endurece las arterias y vasos sanguíneos que luego puede traer problemas mayores de circulación o hasta producir una trombosis.

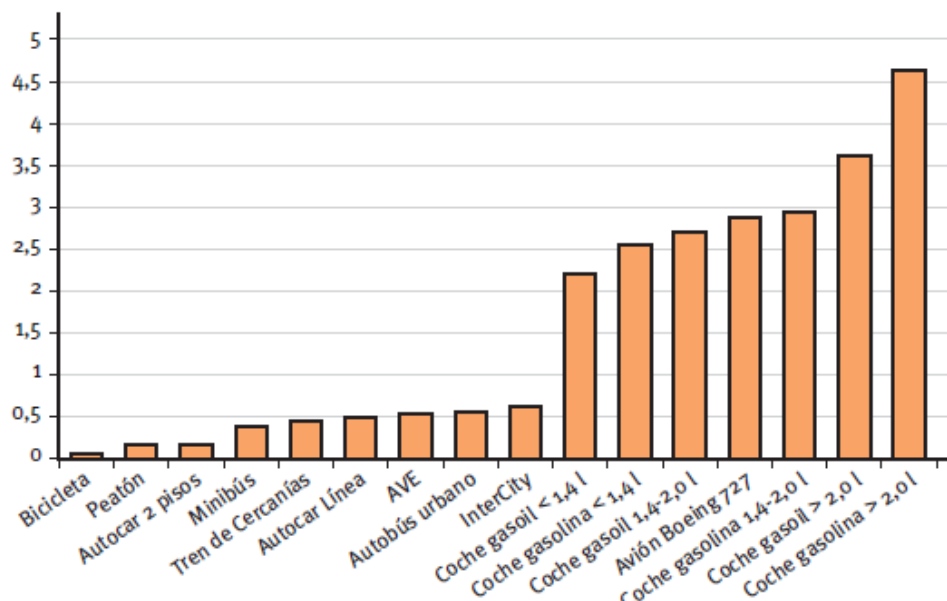
Estrés y depresión: recientes estudios reflejan que el deporte es una buena opción para combatir los comportamientos negativos del ser humano, después de 30 o 40 minutos usando la bicicleta se liberan endorfinas que también son llamadas hormonas de la felicidad, esto se produce para reducir el dolor del ejercicio pero que a su vez atacan los efectos depresivos de las enfermedades psicológicas.

Enfermedades cardiovasculares: Afectan principalmente a las arterias del corazón además de los riñones y miembros inferiores, pero ir en bicicleta hace que rebaje la frecuencia cardiaca que es la cantidad de sangre bombeada por un cierto tiempo, esta actividad física podría reducir en más de un 50% un ataque cardiaco.



3.1.2 Energía

Para fabricar una bicicleta solo se necesita una fracción mínima respecto a la energía que se necesita para fabricar un vehículo a motor, consume 12 veces menos energía respecto a un vehículo a motor con lleno de pasajeros y 50 veces menos en relación a un vehículo a motor transportando solo una persona.



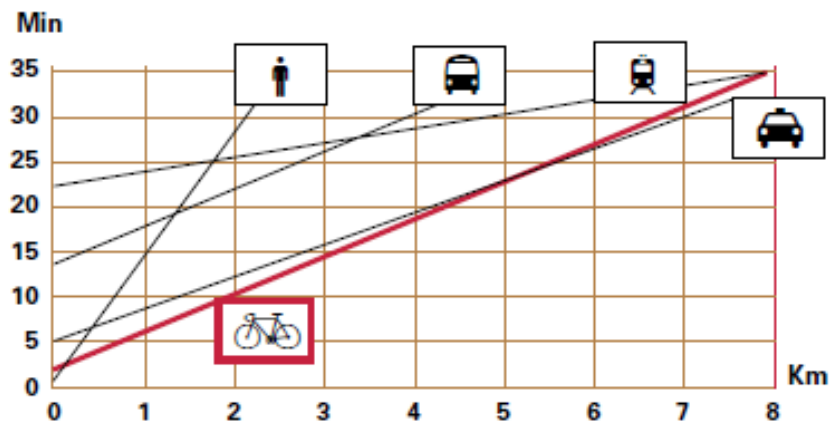
Grafica 1. Consumo de energía por kilómetro y pasajero (Valores en MJ)
Fuente: transportpublic.org

La energía que necesitamos para el uso de la bicicleta es la energía metabólica ósea energía que proviene de nuestro propio cuerpo, lo que no nos vuelve dependientes de otros países por la importación de combustibles fósiles, tampoco necesitamos instalaciones para el almacenamiento y suministro de estos combustibles fósiles, es accesible a todo el mundo respecto el punto de vista energético, ya que este recurso es inagotable y gratuito.

Si comparamos la bicicleta con ir andando podemos decir que es más eficaz energéticamente la bicicleta, ya que puede transportar un peso considerable en un margen de tiempo corto, lo que le resultaría difícil al cuerpo humano realizar una acción similar.

3.1.3 Rapidez

Teniendo en cuenta las velocidades medias de la bicicleta y analizando los ritmos de pedaleos, acciones del tráfico y diferentes obstáculos, concluimos que estas velocidades son en un entorno urbano de 15 a 20 km/h.



Gráfica 2. Cuadro comparativo de velocidades de desplazamiento en medio urbano
Fuente: Plan director ciclable Bizkaia

Además de esto la bicicleta puede ser el medio de transporte más rápido en llegar puerta a puerta gracias a que no se comporta como un transporte rígido como si los pueden llegar a ser una línea de bus o de metro, siempre en cuando las distancias de un punto a otro no sean mayores a 8 kilómetros aproximadamente. En España un 45% de los viajes urbanos son de menos de 3 kilómetros esta distancia se podría recorrer en 15 minutos en bicicleta aproximadamente esto significa que esta misma puede cubrir gran cantidad de viajes que se realizan en una ciudad. En ciudades como Ámsterdam, Copenhague y Viena le dan una gran prioridad al ahorro de tiempo frente a otros factores como el aspecto estético de ir en bicicleta, sin duda alguna prioridades que deberíamos tener muy en cuenta.

3.1.4 Ambiente

El uso de la bicicleta no refleja ningún inconveniente en cuanto a contaminación acústica, es muy insignificante este ruido a comparación de los que genera el transporte motorizado, pero estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud desvela que España es el segundo país más ruidoso del mundo después de



Japón, este ruido sobrepasa los 65 decibeles que una persona puede tolerar diariamente, el 80% de este ruido lo producen los vehículos a motor, el 10% las industrias y el restante se lo reparten los ferrocarriles, bares, locales públicos y talleres. Cabe destacar que por culpa del ruido se produce el 3% de las muertes por ataques cardiacos. Es por ello que el uso masivo de la bicicleta podría mejorar estas cifras tan desalentadoras brindando ha el ser humano una mejoría en su calidad de vida.

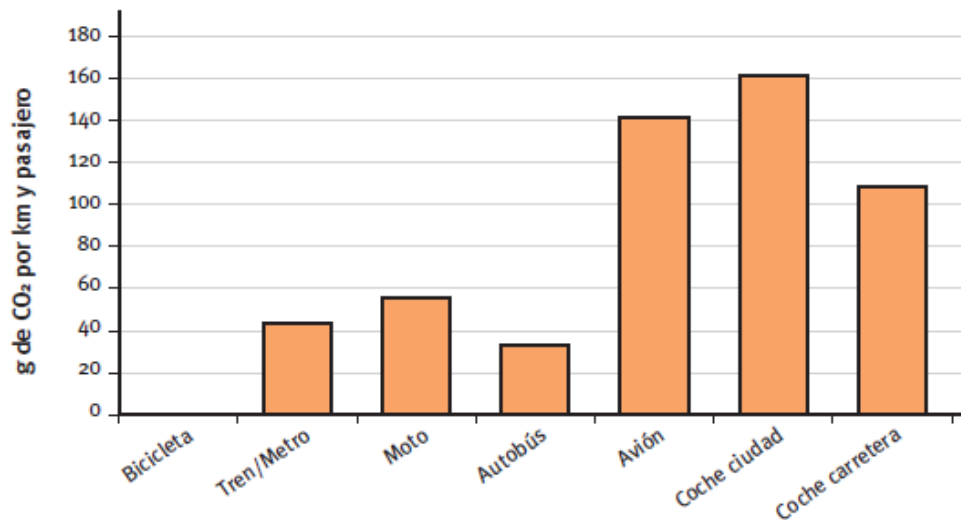
Hablando de los gases contaminantes que rodean a un ciclista y a un conductor de automóvil, podemos ver que un ciclista está rodeado de menos gases contaminantes que por el contrario un conductor de automóvil, ya que la concentración de estos gases se establecen en la cabina del conductor, el ciclista tiene un flujo de aire sin estancamiento de los mismos.

	Ciclista (g/m ³)	Automovilista (g/m ³)
Monóxido de carbono (CO)	2.670	6.730
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	156	277
Benceno	23	138
Tolueno	72	373
Xileno	46	193

Tabla 2. Medidas máximas de concentración de gases en una hora por ciclistas y conductores de coche en un mismo tramo y en un mismo momento

Fuente: The exposure of cyclists, car drivers and pedestrians to traffic-related air-pollutants, Van Wijnen/Verhoeff/Henk/Van Brugen, 1995 (Int. Arch. Occup. Environ. Health 67: 183-193)

Además la bicicleta es el único medio de transporte limpio donde no se genera ningún tipo de gas contaminante, ni que influya a un cambio climático y como ya hemos comentado acústicamente es casi nulo, en la siguiente grafica observamos que el coche de ciudad es el medio de transporte más contaminante por cada kilómetro y pasajero transportado ganándole a el avión.



Grafica 3. Emisiones de CO₂ por medio de transporte
Fuente: CeroCO2.org

3.1.5 Ocupación de espacio

Gracias a su pequeña ocupación, su velocidad y la facilidad de maniobrabilidad hacen que la bicicleta aproveche notablemente el uso del espacio que disponemos en nuestras urbes. En cuanto a infraestructura no se compara a la que necesitan los vehículos motorizados y los costos necesarios para su construcción y mantenimiento son mucho menores.

En la siguiente figura podemos observar 60 personas que viajan en automóviles, 60 personas que viajan en un bus y 60 personas que viajan en bicicletas. Vemos notablemente el espacio que se ocupa en cuanto a los vehículos motorizados, tal vez el bus haría competencia en cuanto a medio de transporte y ocupación de espacio, pero no podemos obviar las grandes infraestructuras que este necesita para su adecuado funcionamiento, así que la bicicleta tiene una gran ventaja en respecto al resto.



Figura 3. Espacio público utilizado para movilizar a 60 personas
Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP)

3.2 Tipos de sistemas de bicicleta pública

Principalmente tenemos tres sistemas de bicicletas que los iremos a mencionar pero hay uno que no se ajusta al de bicicleta pública.

3.2.1 Parques comunitarios de bicicletas

Es un sistema para una comunidad de suscriptores, por lo general comunidad de vecinos, ciudades pequeñas o barrios. La tipología de las bicicletas suele ser muy variada ya que es un sistema que recibe donaciones, no se considera un sistema de bicicletas públicas a menos que sea financiado por la administración local.

El sistema es el más adecuado para comenzar en comunidades pequeñas, ya que a pesar de que se necesita personal para el mantenimiento de las bicicletas y gestionar el servicio, se hace por medio de voluntarios reduciendo los costos de personal, estos voluntarios reciben un descuento en su suscripción al servicio.

El usuario se deberá registrar y siempre que use el servicio tendrá que identificarse, de este modo si se produce alguna incidencia se procederá a buscar a la persona que hizo uso de la misma, se sancionara a la persona que haga mal uso de la bicicleta. Siendo un sistema local solo será para el uso de una comunidad determinada, esto reduce el



número de bicicletas y de estaciones disponibles. Ejemplos: Mou-te en bici cada día (Castellbisbal - Barcelona), Bicinostrum (Barcelona).

3.2.2 Sistemas de atención personal manual

El usuario tendrá que identificarse ante el personal que de atención al cliente que se encuentre en la estación, si el sistema no tiene un registro previo el usuario tendrá que entregar una fianza o su documento de identidad.

Se suelen encontrar este tipo de estaciones de bicicletas en lugares representativos de la ciudad, monumentos, ayuntamiento, oficinas de turismo, centros cívicos. Esto es algo positivo económicamente ya que los mismos empleados de estas oficinas atienden el sistema manual de bicicletas, ahorrando costos en personal, pero el sistema sufre colapsos en horas punta ya que estos empleados se sobrecargan de actividades, sin mencionar que el sistema se limita a el horario de atención de estas oficinas, esto no lo hace un sistema sea eficiente para los usuarios en general.

Ha sido muy popular en el territorio español, pero si el sistema tiene éxito se complica su gestión, ya que tendrá que evolucionar y expandirse, esto hace que se necesite más personal en los puntos de atención, la coordinación de estos mismos llega a ser clave para el éxito del sistema. Ejemplos: Servicio de Bicicleta pública (Vitoria – Gasteiz), Santander, Suiza (SuisseRoule).

3.2.3 Sistemas automáticos

Son sistemas en ciudades grandes o donde su demanda es muy elevada además funciona las 24 horas, no hacen falta la presencia de atención al público en cada estación, solo existirá un punto o un par distribuidos por la ciudad para alguna queja, reclamo o atención en general, mas no para el préstamo de la bicicleta como si lo hacen los sistemas manuales.

De esta manera tenemos las estaciones automáticas donde se podrá hacer uso de la bicicleta previo a un registro y en algunos casos dejando una fianza mediante su cuenta bancaria, luego se obtendrá una tarjeta magnética que la usaremos para liberar



las bicicletas luego de pasarla por una torre donde obtendremos información sobre más puntos de bicicletas, bicicletas disponibles y anclajes libres.

Es el sistema más costoso, a pesar de que se reduce el personal de atención se continúa con el personal logístico, ya que se necesitan los técnicos para las reparación o mantenimiento en las torres, anclajes o bicicletas en sí, aparte de esto la red informática tiene que ser muy extensa debido a la tecnología que se necesita para la interacción de entre las estaciones.

La ventaja de estos sistemas informáticos es que se tiene de mano datos exactos tanto en tiempo real como el acumulado sobre el sistema, como puntos más usados, número de viajes diarios, tiempos de uso, etc. Esto se puede usar para regular tarifas donde estas sean más atractivas para el público y captar más usuarios. Ejemplos: Lyon (Francia), Bruselas (Bélgica), Oslo (Noruega), Estocolmo (Suecia), Valencia (España), Madrid (España).

3.3 La bicicleta pública en Europa

En Europa este sistema ha tenido grandes dificultades para su adaptación en el entorno urbano, a pesar de que la bicicleta ha sido un medio de transporte que ha perdurado por décadas, los ayuntamientos en general han visto con recelo la implementación, ya que se necesita una adaptación de la misma ciudad para este sistema, además la industria automotriz podría ver una pequeña amenaza de este medio de transporte.

El primer intento de bicicleta pública de Europa se realizó en Ámsterdam en 1966, impulsado por un movimiento llamado “Provos”, ellos contaban con una participación en el concejo de la misma ciudad y presentaron una plan llamado *Witte Fietsen o Bicicletas blancas*, la idea de este movimiento era prohibir la circulación de cualquier vehículo automotor privado por el centro de la ciudad, pretendiendo una reducción de los gases contaminantes y una mejoría en el transporte público, el ayuntamiento por su parte debería comprar 20.000 bicicletas al año, este plan no fue aprobado pero Los Provos no se quedaron con los brazos cruzados, distribuyeron 50 bicicletas pintadas de

color blanco por la ciudad, las personas las podían usar de forma gratuita y sin límite de tiempo, pero la policía terminó confiscándolas y devolviéndolas a el movimiento argumentado incitación al robo. Lo que parecería una jugada para algunos más de anarquistas, se convertiría en uno de los sistemas de transporte con mayor aceptación en toda Europa.



Figura 4. Witte Fietsen, Bicicletas blancas – Ámsterdam
Fuente: nva.org.uk

Teniendo como base Ámsterdam otras ciudades quisieron replicar este sistema, más precisamente en La Rochelle en Francia, se instalaron 350 bicicletas repartidas en tres grupos por el centro de la ciudad en el año 1974 totalmente gratis y sin límite de uso.

Unos años más tarde en 1990, tres pequeñas ciudades de Dinamarca Farsø, Grenå, y Naskov implementaron este sistema pero con unos cambios adicionales, consistía en un sistema de préstamo de bicicleta, donde la bicicleta ya no se dejaba en la calle para que cualquier ciudadano la pudiera tomar prestada, esta vez implementaron unos bastidores de bicicletas con un candado que se abría de forma electrónica, la persona que la quisiera usar tendría que introducir una moneda pero además de ello tendría que estar registrado, esta moneda se le devolvería en el siguiente bastidor o en ese mismo, tuvo cierto éxito y represento la segunda generación de este tipo de sistemas.



En 1995 en Copenhague se lanzó el primer sistema de bicicleta pública a gran escala contaba con 1.500 bicicletas, donde estas tenían partes y repuestos que no se podrían utilizar en las bicicletas convencionales pensado en evitar robos, además los usuarios tenían que pagar una fianza donde podían hacer uso de la misma ilimitadamente pero en un área determinada. El sistema conto con un gran apoyo del ayuntamiento de su época y seria el preámbulo a los sistemas de bicicleta pública en los siguientes años, además lograron el patrocinio de empresas externas como Coca Cola Company y se podía usar como medio de publicidad.



Figura 5. Bicyklen, Bici ciudad – Copenhague
Fuente: historyoftechnology.org

Un estudio realizado por *Euro Test Quality Safety Mobilit* sobre bicicleta pública en el año 2012, valoro a 40 sistemas de este tipo en 18 países Europeos. Los aspectos que entraron a valorar fueron los siguientes: Accesibilidad, Información, Facilidad de alquiler y la Bicicleta como tal.

Ningún sistema es exactamente igual a otro, cada sistema se adoptaba a las necesidades propias de la misma ciudad, teniendo grandes diferencias como el caso del Buga en Aveiro – Portugal, donde solo cuenta con una estación de Bicicletas ubicado en la estación de trenes, se ve un contraste respecto a otra sistema Europeo en este caso el Vélib en Paris – Francia, donde el sistema cuenta con aproximadamente 1.750 estaciones y 23.900 bicicletas disponibles para el público, cabe recordar que es el sistema más grande de bicicleta pública en Europa, seguido por el Barclays Cycle



Hire en Londres – Inglaterra, este sistema cuenta con aproximadamente 558 estaciones y 9.200 bicicletas.

EuroTest
QUALITY SAFETY MOBILITY

**EuroTest 2012:
Test of 40 Public Bicycle Schemes in European Cities**

City	System	weighting	Overall Rating				Overall Rating	City	System	weighting	Overall Rating				Overall Rating
			35%	26%	25%	14%					35%	26%	25%	14%	
F	Lyon	vélo'v	++	++	++	o	++	IRL	Dublin	dublinbikes	o	+	++	o	+
F	Paris	Vélib'	++	+	++	+	+	A	Vienna	Citybike Wien	o	+	+	o	+
B	Brussels	Villo!	+	++	++	+	+	CH	Biel	velospot	+	-	+	++	+
D	Berlin	Call a Bike	+	+	++	++	+	CH	Lausanne	velopass	+	+	o	o	+
D	Stuttgart	Call a Bike	+	+	++	++	+	CH	Lugano	velopass	o	+	o	o	o
L	Luxembourg	vel'oH!	+	++	++	o	+	DK	Aarhus	Aarhus bycykel	+	+	+	--	o
E	Valencia	Valenbisi	+	+	+	+	+	I	Parma	Punto Bici Bike Sharing	o	+	+	o	o
D	Hamburg	StadtRAD Hamburg	o	+	++	++	+	GB	London	Barclays Cycle Hire	o	o	+	o	o
I	Milan	BikeMi	o	++	++	o	+	PL	Wroclaw	WRM nextbike	o	-	++	+	o
I	Turin	[TO]BIKE	+	++	+	+	+	DK	Copenhagen	Bycyklen i København	+	-	++	--	o
E	Seville	SEVici	+	+	+	o	+	N	Oslo	Smartbike	-	+	+	o	o
F	Marseille	le vélo	+	+	++	o	+	F	Strasbourg	Véllhop	o	-	+	o	o
D	Munich	Call a Bike	o	+	+	++	+	E	Saragossa	Bizi	--	+	+	o	o
D	Cologne	Call a Bike	o	+	+	++	+	S	Stockholm	Stockholm City Bikes	--	++	+	o	o
D	Nuremberg	Norisbike	+	+	+	+	+	E	Barcelona	Bicing	--	++	o	o	o
B	Antwerp	Velo-Antwerpen	o	++	+	o	+	I	Bari	BARiinBici	-	-	o	o	-
D	Leipzig	nextbike	o	+	+	o	+	P	Aveiro	BUGA	o	-	--	o	-
SLO	Ljubljana	Bicikelj	o	++	+	o	+	NL	Utrecht	OV-fiets	--	-	--	o	--
CZ	Prague	HOMEPORT Praha	o	+	+	+	+	NL	Amsterdam	OV-fiets	--	-	--	o	--
A	St. Pölten	nextbike	o	++	+	o	+	NL	The Hague	OV-fiets	--	-	--	o	--

Rating ++ very good + good o acceptable - poor -- very poor

Tabla 3. Sistema de Bicicleta Pública en Europa
Fuente: EuroTest 2012

Según la tabla anterior correspondiente al estudio, 24 sistemas tienen una calificación positiva mientras que 11 de los mismos son aceptables, pero por sorpresa encontramos que los tres peores son holandeses.

Centrándonos el primer puesto vemos como Francia se lleva otra vez una buena calificación, Lyon con su Vélo'v obtiene el primer puesto, este sistema cuenta con 343 estaciones y 4.000 bicicletas disponibles las 24 horas todo el año, gratis los primeros 30 minutos no importa que sea turista, fácil registro en varios idiomas, estaciones automáticas y el sistema está integrado a el transporte público local.



Figura 6. Sistema de bicicleta pública de Lyon – Vélo'v
Fuente: Web Vélo'v

Respecto a la peor puntuada encontramos al Ov-Fiets en La Haya – Holanda, Cuenta con solo 4 estaciones y 258 bicicletas, además que el registro no es gratuito y es exclusivamente por internet, la información solo se encuentra en el idioma del país, las características de las bicicletas son muy limitadas sin suspensión ni marchas.

La ciudad insignia de las bicicletas Ámsterdam no se salva, su sistema Ov-Fiets lleva el mismo nombre como en La Haya o en Utrecht, ya que su administrador es la compañía ferroviaria nacional de Holanda, este sistema cuenta con 14 estaciones y 562 bicicletas, sus características son las mismas que el sistema de La Haya.

Los sistemas de Ámsterdam y Copenhague ciudades que fueron pioneras en el uso de la bicicleta, experimentan un fenómeno de las mismas ya que los sistemas no han sido mejorados en su totalidad y se ha visto un decrecimiento de los mismo, se puede llegar a una conclusión y es que los ciudadanos en su gran mayoría cuentan con una o más bicicletas propias, esto no hace muy funcional los sistemas de bicicleta pública en esas ciudades, la cultura del uso de la bicicleta ha llegado hasta un 35% en la movilidad de estas ciudades.

Los sistemas analizados en Alemania arrojan una buena calificación, el Call a Bike en Stuttgart, Aachen y Berlín son los únicos que disponen de bicicletas llamadas Pedelecs



(pedal electric cycle), estas bicicletas cuentan con un pequeño motor eléctrico de baja potencia, son bicicletas muy útiles en terrenos con pendientes altas o con fuertes vientos. Están legalmente clasificadas como bicicletas y no como ciclomotores o motocicletas como otras que cuentan con una mayor autonomía y potencia que si lo están.

En cuanto a los modos de gestión evaluados por el estudio, encontramos tres distintos que son usados en Europa:

- El valor total del sistema es asumido por la administración central de la ciudad, donde el costo para el usuario es muy bajo o a veces cero, se hace de esta forma para ayudar a mejorar la movilidad de la ciudad y disminuir los gases contaminaste, gestionándolo de esta forma traería grandes beneficios para la ciudad a largo plazo.
- Otra forma es que una empresa privada asuma el sistema en su totalidad, y estos por medio de publicidad podrán lucrarse, el costo para el usuario dependería directamente del rendimiento que tenga esta empresa, siendo menor o mayor el precio a pagar el usuario.
- La última opción es que una empresa pública o privada asuma el sistema, el usuario tiende a pagar por el servicio, la empresa debe instalar y mantener el mismo a cambio de beneficios recibidos por pagos de los usuarios, generalmente se refleja en precios altos para los usuarios.

El incentivo que tienen algunas administraciones locales con el fin de ayudar a mejorar la movilidad de la ciudad es dar gratis los primeros 30 o 60 minutos, captando la atención de los usuarios de viajes cortos. También se quiere limitar el tiempo de uso de este servicio, ya que habría tendencia al mal uso de la bicicleta, desde estar estacionada en algún sito hasta que esté en la casa de algún usuario sin ningún uso.



Figura 7. Resultado general de los sistemas analizados en Europa
Fuente: EuroTest 2012

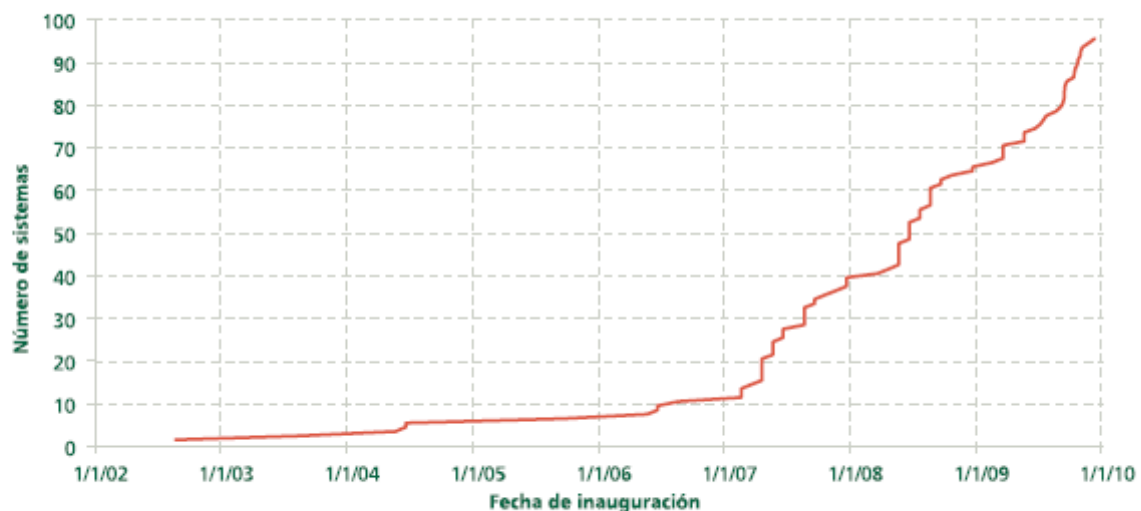
3.4 Experiencias en España

El diseño de políticas eficaces para el uso de la bicicleta en el territorio español ha traído grandes beneficios desde el punto de vista ambiental y social sobre la movilidad urbana, integrar este sistema de transporte no ha sido tarea fácil ya que se necesita un gran trabajo por parte de las administraciones locales para llegar a la aceptación de la comunidad en general.

La evolución de la empresa automotriz trajo una serie de desventajas para las ciudades, ya que el coche como tal se convirtió en un instrumento indispensable en nuestras vidas cotidianas, dividiendo los entornos urbanos con la construcción de grandes infraestructuras para su circulación. Esto generó un fenómeno de expansión sobre las poblaciones obligando a los grandes desplazamientos de los mismos.



Para algunos el desarrollo automotriz en las ciudades puede ser visto como un camino a la evolución socio económico de una ciudad, pero está comprobado que el exceso de coches hace que las ciudades sean menos atractivas, debido a los impactos ambientales y sociales, además es generador de una excesiva ocupación del espacio público, el colapso de las vías urbanas hace que el coche privado no sea un elemento eficaz para de movilidad.



Gráfica 4. Evolución del número sistemas de biciletapública en España
Fuente: BACC 2009

Analizando la gráfica anterior podemos notar que España ha cambiado este tipo de políticas y le esta brindado desde hace más de una década cuando comenzó en Vitoria Gasteiz – País Vasco el primer sistema de bicicleta pública en España, una alternativa sostenible para la movilidad urbana.

Notamos el avance casi exponencial desde los años 2007 hasta el 2010, y llegando a ese último año a tener casi los 100 sistemas de bicicleta pública en el territorio.

En la siguiente figura veremos el reparto de estos sistemas de bicicleta pública por toda España:



Figura 8. Mapa de los sistemas de bicicleta pública en España
Fuente: Esther Anaya

3.5.1 Servicio de Bicicleta pública en Vitoria – Gasteiz

Es un sistema manual que está presente en la capital del País Vasco. El Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria – Gasteiz (2010 – 2015), Refleja que este sistema no ha evolucionado notablemente desde el 2004, cuenta con varias estaciones manuales por toda la ciudad en total 17, tiene poco más de 300 bicicletas y al año 2010 llego a más de 54.000 usuarios inscritos. Es un servicio propio del ayuntamiento de la ciudad y es el primer Sistema de bicicleta pública (SBP) de España.

Cualquier persona puede usar el servicio solo tiene que darse de alta llenando un formato en los puntos de préstamo con su DNI, Pasaporte o carnet de conducir, el servicio se presta por 4 horas, antes de las 4 horas el usuario debe entregar la bicicleta pero puede hacer un nuevo préstamo una vez entregada, se le entrega una llave para abrir el candado correspondiente de la bicicleta.

El préstamo y devolución de las bicicletas se realizan en los puntos correspondientes y cuenta con un sistema informático, donde se controla la duración de los préstamos, además de informar al usuario las estaciones libres para entregar la bicicleta.



Figura 9. Accesibilidad de puntos de préstamo año 2010
Fuente: Sistema de información ambiental de Vitoria - Gasteiz

En la Figura anterior podemos ver los 17 puntos de préstamos repartidos por la ciudad, una cantidad importante en el centro de la ciudad, vemos el radio de acción de estos puntos a menos de 5 minutos caminado para llegar al mismo, además observamos la densidad de la población de color verde en diferentes tonos.

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Periodo	15 julio - 30 nov.	31 mayo - 30 nov.	10 abril - 30 nov.	30 marzo - 28 nov.	4 marzo - 30 dic.	15 enero - 30 dic.
Puntos de préstamo	9	11	10	11	13	15
Bicicletas disponibles	135	220	200	220	260	300
Nº de préstamos	25.426	49.099	85.239	85.651	110.155	154.898
Personas inscritas	10.623	19.543	29.613	37.498	46.110	54.716
Préstamos diarios	198	283	380	361	377	460

Tabla 4. Evolución de préstamos de bicicleta en Vitoria - Gasteiz (2004-2009)
Fuente: Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria – Gasteiz (2010 – 2015)



En la tabla anterior vemos el crecimiento que ha tenido el sistema desde el año 2004 al 2009, podemos observar que en el transcurso de estos años aumento los préstamos diarios en más de un 200%. Aun que se notó una disminución de préstamos diarios en el año 2007 posiblemente por el robo de bicicletas que luego fueron recuperadas o remplazadas.

Un estudio realizado por el centro de estudios ambientales y el ayuntamiento de Vitoria – Gasteiz a finales del año 2008, arrojó los siguientes datos:

- Del total de usuarios inscritos predominan los hombres con un 59,5%.
- La media de edad de los usuarios es de 34,6 años.
- Los usuarios que mayor usan el servicio son los comprendidos entre los 18 y 26 años.
- El 77,7% de los usuarios inscritos reside en Vitoria – Gasteiz.
- El 68,1% de los usuarios tiene bicicleta propia.
- El fin de semana especialmente los domingos baja el número de uso.
- El 54,4% lo considera un servicio de transporte más que un servicio de ocio.

Uno de los problemas que presenta el sistema es que cuenta con horarios ya que es de 10h a 21h afectando al usuario que pretende usarla, se está planteando modificar los horarios y cobrar por su uso a medida que se instaure el Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria – Gasteiz (2010 – 2015).



Figura 10. Punto de préstamo de bicicleta en Vitoria – Gasteiz
Fuente: Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria – Gasteiz (2010 – 2015)

3.5.1 Servicio de Bicicleta pública en Barcelona - Bicing

Este sistema inicio su operación en el año 2007, es un sistema automático presente en la ciudad de Barcelona capital de la comunidad autónoma de Catalunya, las bicicletas están ancladas en unos puntos específicos, el cierre y apertura de estos puntos se realizan mediante una tarjeta magnética que también identifica al usuario mediante un registro de datos.

Cuenta con 6.000 bicicletas de color blanco y rojo, tiene tres marchas y un diseño especial para evitar robos, hay más de 496 estaciones repartidas por la ciudad y a la fecha cuenta con más de 95.000 abonados, donde su tarifa actual es de 47,16 euros al año, los primeros 30 minutos de uso son gratis, pasado este tiempo se cobrara al usuario 0,74 euros hasta las dos horas y pasadas estas dos horas se penaliza a el usuario con 4,49 euros cada hora o fracción hasta entregarla, si el usuario no entrega la bicicleta antes de 24 horas se le cobrara 150 euros más los costos de uso en ese día.

Mensualmente el sistema maneja más de 1 millón de usos, con un tiempo medio de cada viaje de 13,39 minutos y cada bicicleta puede llegar a recorrer 488 kilómetros al mes, esto supone una reparación media de bicicletas al día de 219. Estos datos son obtenidos en la página web del servicio.



Figura 11. Sistema de bicicleta pública de Barcelona – Bicing
Fuente: Bicing.cat

Siguiendo las políticas ambientales que la Unión Europea ha venido adelantando en este territorio, se ha puesto en marcha un programa de bicicletas eléctricas, a finales del 2014 Barcelona ya contaba con 300 bicicletas eléctricas en el sistema Bicing, estas bicicletas estarán ubicadas en 45 estaciones por la ciudad, se pretende dar un paso más para convertir a Barcelona en una de las *Martes sities* más importantes.



Figura 12. Bicicleta eléctrica de Barcelona – Bicing
Fuente Ciclosfera.com



El abono anual de estas bicicletas eléctricas será de 14 euros, pero a diferencia de las bicicletas tradicionales los primeros 30 minutos de cada viaje costará 0,45 euros, después hasta las dos horas costará 0,80 euros, pasadas las dos horas se penalizará al usuario con 5 euros por hora o fracción y si el usuario no entrega la bicicleta antes de 24 horas se le cobrará 250 euros más los costos de uso en ese día, Datos obtenidos de la página web del sistema.

REPARTIMENT MODAL	BCN-BCN	BCN-Externs
No motoritzat	57,4% (57,4%)	3,9% (4,3%)
Transport públic	27,6% (29,2%)	53,9% (51,0%)
Transport privat	15,0% (13,3%)	42,2% (44,7%)
TRANSPORT PRIVAT	BCN-BCN	BCN-Externs
Cotxe	53,9% (59,6%)	84,1% (82,8%)
Moto	45,3% (39,3%)	14,3% (14,5%)
Altres	0,8% (1,1%)	1,6% (2,7%)

Tabla 5. Reparto modal y Transporte privado en Barcelona
Fuente: Ayuntamiento de Barcelona 2013

Respecto a la tabla anterior podemos observar el reparto modal en la ciudad de Barcelona (BCN) y la Región Metropolitana de Barcelona (Externs), vemos los datos del año 2013 y junto a ellos en paréntesis los datos del año 2012.

Solamente en la ciudad de Barcelona tenemos una tasa No motorizada donde se incluyen el modo en bicicleta o a pie de un 57,4%, el transporte público cuenta con 27,6% y el transporte privado con el 25%. Podemos ver que el transporte no motorizado cuenta con una gran participación en esta ciudad.

Pero si vamos más allá del área urbana de Barcelona, vemos que solo el 3,9% usa el modo No motorizado, ya que estos municipios continuos no cuentan con un sistema de bicicleta pública solo se usaría la bicicleta privada o ir a pie, lo que los obligaría a movilizarse en el transporte motorizado.

En Barcelona Capital, entre el año 2012 y el 2013 no vemos un cambio en el transporte No motorizado, pero si vemos una reducción del transporte público y un aumento en el transporte privado, Dato que no favorece a la movilidad de la ciudad.

3.5.3 Servicio de Bicicleta pública en Sevilla - Sevici

Es un sistema automático de bicicleta pública implantado en la ciudad de Sevilla capital de la comunidad autónoma de Andalucía en julio del año 2007, promovido por el ayuntamiento de Sevilla y que cuenta como operador la empresa JCDecaux. Este servicio está disponible las 24 horas todos los días del año.



Figura 13. Punto de préstamo de bicicleta en Sevilla – Sevici
Fuente: Sevilla.abc.es

El usuario se tiene que registrar al sistema y de este modo obtiene una tarjeta magnética, donde podrá hacer uso de las bicicletas además de realizar consultas en los puntos indicados y contratar los abonos de corta o larga duración.

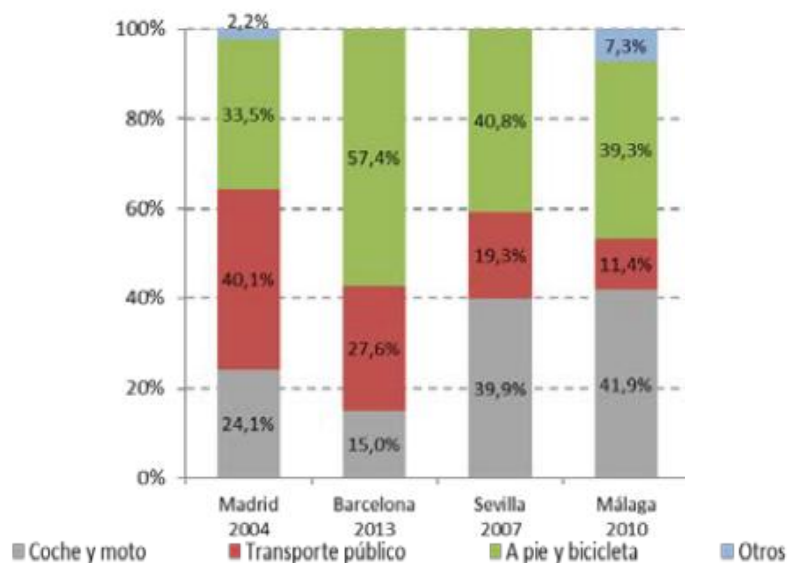
El abono de corta duración consiste en darse de alta en el sistema por 7 días consecutivos por un valor de 13,33 euros, los primeros 30 minutos son gratis pero pasado este tiempo y durante la primera hora se cobrará 1,03 euros más, en la segunda hora el servicio subirá a 2,04 euros.

El abono de larga duración consiste en poder hacer uso del servicio todos los días del año con una tarifa de 33,33 euros anuales, los primeros 30 minutos son gratis pero pasado este tiempo y durante la primera hora se cobrará 0,51 euros más, en la segunda hora el servicio subirá a 1,03 euros. Cabe aclarar que el cobro de estas tarifas



se cargara a una tarjeta bancaria y adicional a el cobro por uso se retendrá 150 euros por concepto de fianza.

El sistema cuenta con 2.650 bicicletas con partes especialmente diseñadas para evitar robos, cuenta con 260 estaciones y 5.163 puntos de anclaje para asegurar las bicicletas.



Grafica 5. Reparto modal de viajes realizados en ciudades capitales
Fuente: Informe del observatorio para la movilidad metropolitana 2013

En la gráfica anterior podemos observar que en año 2007 el reparto modal No Motorizado alcanzo un 40,8%, pero vemos que el transporte privado en cuanto a coches y motos es del 39,9% una cifra elevada si la comparamos con otras ciudades. Bien es cierto que en la actualidad el transporte privado ha disminuido y se ha incentivado el uso del transporte público mucho más.

Según la investigación sobre el uso de la bicicleta realizado por la Universidad de Sevilla en el año 2011, Refleja que hay 42.564 bicicletas en la ciudad y que se ha presentado un aumento del 9,75% de las mismas respecto al año 2009.

El Ayuntamiento de Sevilla, en el año 2013 revela que se realizaron 4.211.589 préstamos, respecto al año 2012 se notó una reducción de 741.825, ya que en ese año se realizaron 4.953.394 préstamos, esto supone una disminución del 17,6%. Según el



balance del Sevici respecto al año 2013 presentado por el Ayuntamiento de Sevilla, justifican que no pretenden acaparar toda la movilidad con este sistema, ya que ven a este como una medida transitoria entre la bicicleta pública y la bicicleta privada, donde incentivan a muchos usuarios en la compra de la bicicleta propia.

Básicamente se ha producido un descenso de los abonados de larga duración, en el año 2012 contaba con 51.251 abonados de este tipo, pero en el año 2013 el sistema solo tenía 44.797, esto supone una reducción del 12,6%. El ayuntamiento lo justifica por la compra de bicicleta propia como lo comentamos anteriormente y por culpa de la crisis donde estos usuarios también se han visto afectados.

En todos los sistemas un problema habitual son las bicicletas robadas o que tiene que salir fuera del servicio por su mal estado, poco más de 700 bicicletas han tenido que ser remplazadas desde la inauguración del servicio hasta el año 2011.

3.5.4 Servicio de Bicicleta pública en Valencia - Valenbisi

El sistema de bicicleta pública Valenbisi, es un sistema automático que está presente en la ciudad de Valencia capital de la Comunidad Valenciana, este sistema comenzó a funcionar desde el 21 de junio del 2010, es impulsado por el Ayuntamiento de Valencia y gestionado por la empresa JCDecaux, que también es la encargada en mayor parte del mobiliario urbano de esta ciudad.



Figura 14. Sistema de bicicleta pública de Valencia – Valenbisi
Fuente: elmundo.es



Basta con realizar una inscripción vía internet si quiere realizar un abono de larga duración, deberá aportar datos de su tarjeta de crédito o débito por concepto de fianza, luego de ello pasados 15 días llegara la tarjeta magnética a su domicilio donde después tendrá que activarla en las estaciones Valenbisi con código suministrado anteriormente. El abono anual tiene un costo de 29,21 euros, donde los primeros 30 minutos son gratis, pasado este tiempo y cada 30 minutos hasta llegar a los 60 minutos se cobrara 0,52 euros más, luego se pasara a un cobro de 2,08 euros cada 60 minutos, si antes de las 24 horas no se entrega la bicicleta en un punto correspondiente se procederá a una penalización.

Con el abono semanal se realiza en una estación de Valenbisi, se llenan unos datos y con el datafono se sigue unos pasos, tiene un costo de 13,30 euros, donde los primeros 30 minutos son gratis, pasado este tiempo y cada 30 minutos hasta llegar a los 60 minutos se cobrara 1,04 euros más, luego se pasara a un cobro de 3,12 euros cada 60 minutos, si antes de las 24 horas no se entrega la bicicleta en un punto correspondiente se procederá a una penalización.



Figura 15. Estación Valenbisi - Valencia
Fuente: Valenbisi.es



El servicio cuenta con 2.750 bicicletas repartidas en 275 estaciones por toda la ciudad, el servicio se presta las 24 horas del día, todos los días del año. Las bicicletas están debidamente diseñadas para evitar robos, y que lleguen a pasar como repuestos de otro tipo de bicicletas privadas. Además de tener un diseño característico que hace su fácil identificación del resto, tiene un diseño robusto que ayuda a alargar su vida útil además de evitar posibles malos usos por exceso de velocidad.



Figura 16. Ubicación de las estaciones Valenbisi – Valencia
Fuente: PMUS Valencia 2013

Actualmente el sistema reporta una cifra de 95.000 abonados y una media de viajes de 30.000 usos diarios, pero en el 2011 llegó a un máximo de 45.000 viajes diarios, en el año 2012 el sistema registró un máximo de 112.000 usuarios. Estas cifras fueron muy superiores de las que esperaba JCDecaux, tanto así que cuenta con el radio de rotación más elevado con una media de 9 usos en un día laborable, comparándolo con los sistemas de Barcelona que llega a 7,1 y Sevilla con 6,2.

El ayuntamiento de Valencia realizó una encuesta en relación al uso de la bicicleta y arrojó estos resultados:

- El 36,8% de las personas cuentan con una bicicleta que la usan diariamente o más de una vez por semana, esto refleja que no solo se trata de un transporte de ocio.
- Para las personas que no la usan y que tardan más de 10 a 30 minutos para ir al trabajo sus motivos al no uso son: accidentes, no apetece, es más cómodo otro medio de transporte, robos de bicicletas.
- Los usuarios habituales ven con buenos ojos el uso de la bicicleta ya que es un medio de transporte más económico, ayuda a la salud, es amigable con el medio ambiente y puedes ahorrar tiempo en desplazamientos.

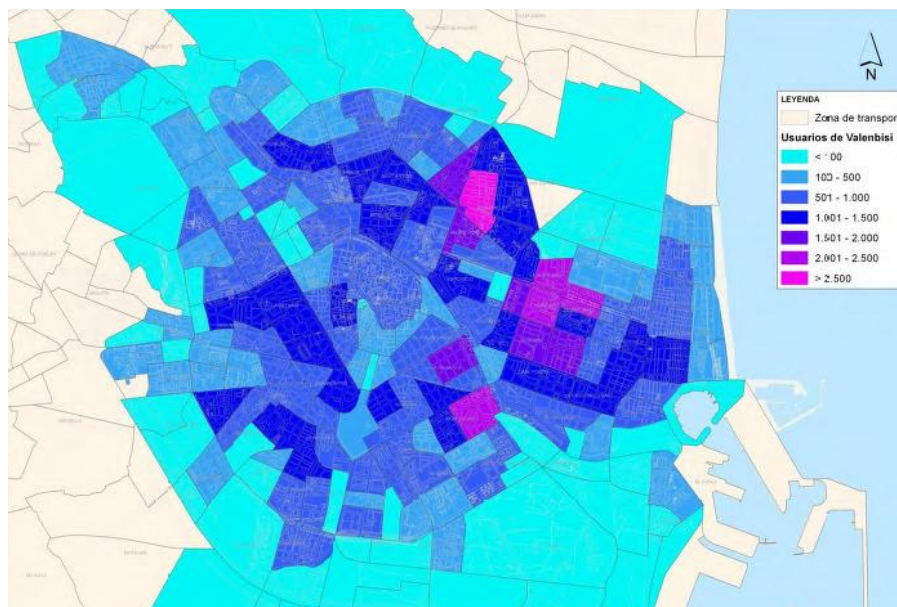
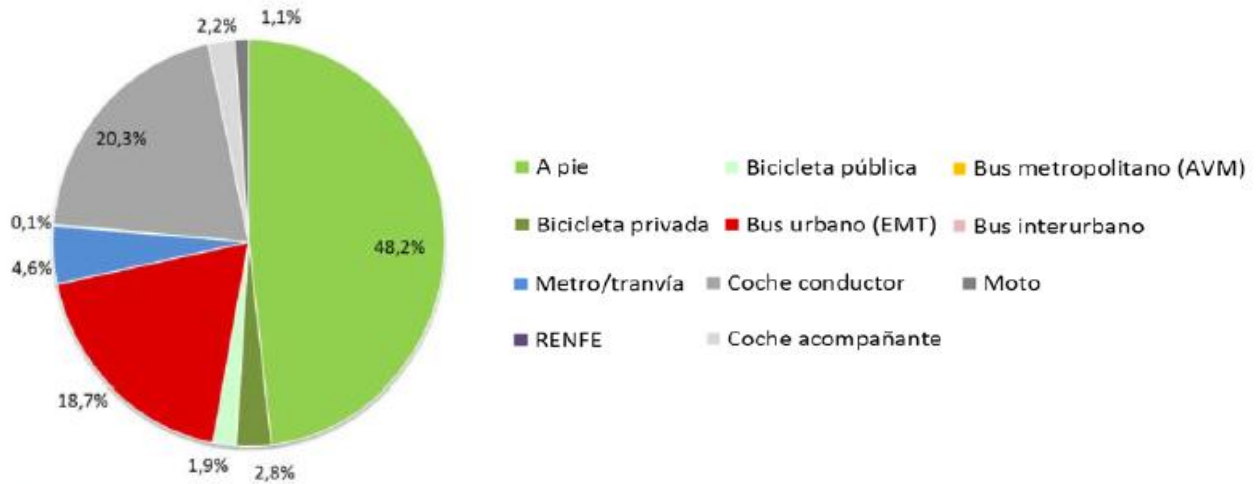


Figura 17. Distribución usuarios Valenbisi
Fuente: PMUS Valencia 2013

Se refleja en la figura anterior que los sectores donde los usuarios inician su viaje en bicicleta son prácticamente los mismos sectores donde hay más usuarios activos de Valenbisi, esto denota una correlación ya que además de iniciar su viaje también son puntos donde los usuarios vuelven, refleja que el servicio es un buen instrumento para un uso cotidiano de transporte. Además podemos observar que la mayor intensidad se presenta en zonas universitarias es ahí donde se encuentra la estación con más préstamos de bicicletas con un total de 450 préstamos diarios en sus 38 anclajes.



Grafica 6. Reparto modal interno – Valencia
Fuente: PMUS Valencia 2013

Una de las ventajas con las que cuenta la ciudad de Valencia, es su orografía ya que sus pendientes son muy mínimas o a veces nula, esto facilita en gran parte a los usuarios del servicio ya que el esfuerzo a realizar resultaría siendo muy bajo. Además su clima es muy favorable ya que por tener un clima mediterráneo hay muy pocas lluvias durante el año. Esto supone a un uso de la bicicleta es de más de 75.000 viajes diarios y el reparto modal de la bicicleta publica alcanza 1,9% y la privada 2,8%. Teniendo un dato muy significativo en cuento a la movilidad no motorizada que alcanzaría un 53% del reparto modal total.

CAPÍTULO 4. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA BICICLETA PÚBLICA EN COLOMBIA

4.1 Sistema de bicicleta pública del Valle de Aburrá– Colombia

4.1.1 Ubicación y población

El Valle de Aburrá es una sub región ubicada en el centro sur del departamento de Antioquia en Colombia, tiene alturas desde 1.350 hasta 2.800 metros sobre el nivel del mar. Este Valle tiene una longitud de 60 kilómetros y de ancho tenemos un promedio de 6 kilómetros aunque encontramos máximos de 10 kilómetros, tiene una topografía irregular con bastantes pendientes donde también observamos el río Medellín que lo atraviesa.



Figura 18. Ubicación del Valle de Aburrá
Fuente: metropol.gov.co

Está conformado por 10 municipios que son: Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, Envigado, La Estrella, Sabaneta y Caldas. Alberga la mayor población del departamento con más del 55% que corresponden a más de 3,7 millones de habitantes según datos del DANE del 2014.



4.1.2 Antecedentes

El Valle de Aburrá no contaba con un plan para la planificación del transporte en general, además según la Ley 105 de 1993 obliga a que las aéreas metropolitanas contaran con planes de movilidad.

Por tal motivo en noviembre del 2005, el área metropolitana del Valle de Aburrá emprendió la formulación del Plan maestro de movilidad del Valle de Aburrá.

Varios objetivos claves del Plan fueron:

- Revisar y analizar el sistema de transporte metropolitano para todos los modos (peatonal, bicicleta, vehicular (público y privado), ferroviario (pasajeros y carga), aéreo, ductos, entre otros), con especial énfasis en la infraestructura, para lograr una eficiente red multimodal ambientalmente sostenible.
- Crear zonas sin tráfico vehicular, las cuales serán áreas del territorio distrital o municipal, a las cuales únicamente podrán acceder quienes se desplacen a pie, en bicicleta, o en otros medios no contaminantes.

	CAMINATA	BICICLETA	MOTO
Viajes Kilómetros	361306	43261	204299
Viajes Totales (punta mañana)	288919	9909	34591
Distancia Promedio de Viaje (Km)	1,25	4,34	6,10
Viajes Interzonales	144885	6267	31197
Viajes Intrazonales	144094	3690	2289
% Viajes Interzonales	50,1	62,9	93,2
% Viajes Intrazonales	49,9	37,1	6,8

Tabla 6. Encuesta origen destino año 2005 del Valle de Aburrá

Fuente: UN Sede Medellín 2005

En la tabla anterior encontramos un gran potencial ya que se observa que la distancia promedio de los viajes a pie es de 1,25 kilómetros, estos viajes podrían realizarse en bicicleta. Además la mitad de los viajes se efectúan dentro de la misma zona (origen y destino en la misma zona). El 37% de los viajes en bicicleta son intrazonales, y los viajes internos representan solo un 7% en el caso de la moto. Los viajes en modo caminata y bicicleta constituyen más del 30% de los viajes que se realizan en el Valle de Aburrá;



debido a esto el Plan Maestro de Movilidad se pronuncia respecto a estos viajes generando un proyecto o plan de carriles bici.

En el 2012 se realizó la segunda encuesta origen destino con base a la Resolución Del Ministerio de Transporte 2252 de 1999, La información más relevante que se obtiene de la encuesta es:

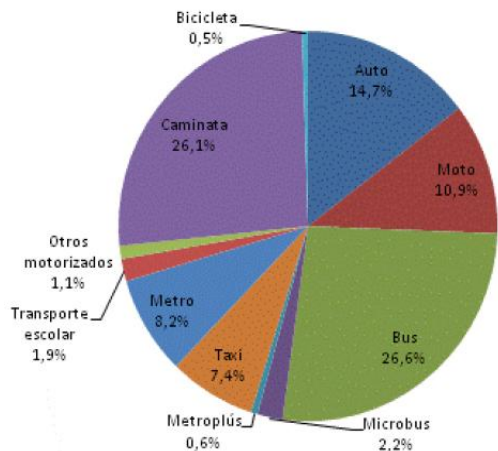
- Cantidad de viajes, por zona, por modo, por motivo, por
- horario.
- Etapas de un viaje - trasbordos
- Tiempo promedio de viaje en los diferentes modos
- Horas pico y valle de la región.
- Características socioeconómicas de la población que viaja.

La Encuesta se realizó en la zona metropolitana del valle de Aburrá y en los principales corregimientos de Medellín. Se encuestaron 20.000 hogares en el Valle de Aburrá para una muestra de un 2%,y para Medellín 12.500 hogares. También se realizaron Aforos en más de 300 puntos en diferentes sectores de la región.

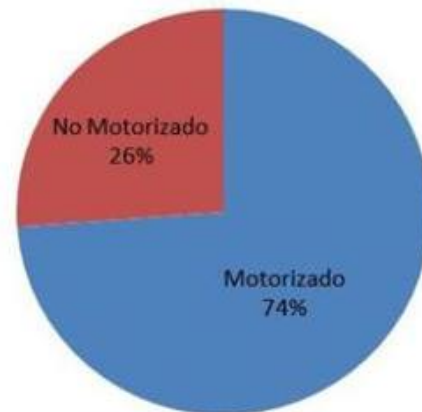
Un primer cálculo arroja 4.8 millones de viajes/día al expandir la encuesta al total de viviendas, pero esos datos requieren un ajuste llamado Validación, ascendiendo a 5.6 millones de viajes/día como observamos en la siguiente tabla.

Modo	Medellín	Otros municipios del Valle de Aburrá	Departamento	Total
Auto	598.435	222.427	105	820.968
Moto	444.943	175.720	139	620.802
Bus	1.083.201	330.264	207	1.413.672
Microbus	87.672	55.873	0	143.545
Metroplús	23.108	1.283	0	24.391
Taxi	301.392	82.860	78	384.330
Metro	333.783	169.669	0	503.452
Transporte escolar	75.559	34.443	0	110.001
Otros motorizados	44.304	25.557	248	70.109
Caminata	1.063.874	422.073	0	1.485.946
Bicicleta	20.925	15.927	0	36.852
Otros no motorizados	101	122	0	223
	4.077.296	1.536.218	778	5.614.292

Tabla 7. Valores en número de Viajes/día (Encuesta origen destino 2012) VA
Fuente: Alcaldía de Medellín – Área metropolitana del Valle de Aburrá



Gráfica 7. Porcentaje movilidad en el Valle de Aburrá General



Gráfica 8. Porcentaje movilidad motorizado y no motorizado en el Valle de Aburrá

Fuente: Alcaldía de Medellín – Área metropolitana del Valle de Aburrá

También la encuesta arroja los siguientes datos:

- 30% de la Población no viaja.
- Las personas que viajan realizan 2.4 viajes/día.
- El 74% de los viajes son motorizados.
- El tiempo promedio de viaje en 2012 es de 33 minutos, creció un 30% respecto a 25 minutos respecto al estudio del 2005.
- El 75% de los viajes tienen como origen y destino la ciudad de Medellín.

4.1.3 Situación actual

El sistema de bicicleta pública del Valle de Aburrá– Colombia, recibe el nombre de Encicla, se encuentra en el Área metropolitana de la misma y fue Inaugurado en 2011. Está integrada a la actual infraestructura de carriles bici y a los sistemas de transporte masivo y colectivo de la ciudad de Medellín inicialmente, es aquí donde este sistema ha tenido gran acogida y luego fue adopta por los municipios cercanos donde se comenzó la construcción de más kilómetros de carriles bici en el Valle de Aburrá para luego poder llegar el servicio de bicicletas públicas en sí.

Se está trabajando en una segunda etapa que consiste en una adecuación de infraestructura que permite la creación de nuevos carriles bici, andenes compartidos e

implementación de señalización vertical y horizontal que permitan el tránsito seguro de ciclistas y peatones.



Figura 19. Estaciones manuales Encicla
Fuente: encicla.gov.co



Figura 20. Estaciones automáticas Encicla
Fuente: encicla.gov.co

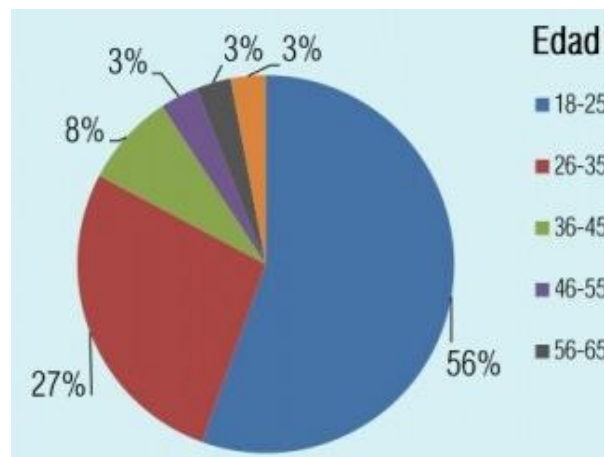
Se caracteriza por ser un servicio gratuito a la comunidad, solo basta con registrarse en su página web, con el documento de identidad y otros datos básicos, se podrá obtener el carnet o identificación que te habilita para usar el servicio.

Este programa cuenta hasta la fecha con 18 estaciones manuales, se pretende que para finales el 2015 llegar a las 50 estaciones, además cuenta con un total de 420 bicicletas pero se tiene proyectado llegar a las 1520 bicicletas finalizando el 2015. El plan de ordenamiento territorial (POT) contempla la construcción de hasta 400 kilómetros de ciclo rutas por todo el Valle de Aburrá, según expertos esto ayudaría a una conectividad más eficaz por todo el valle.



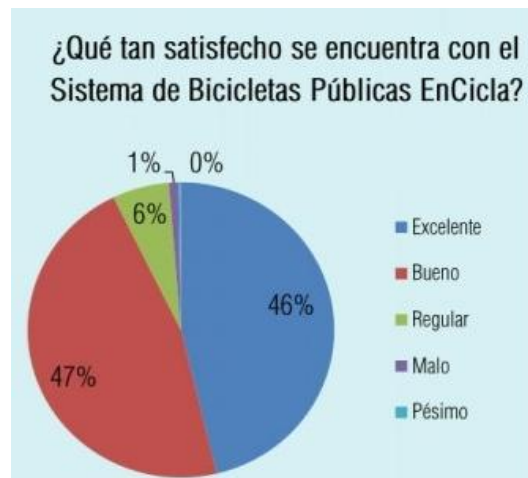
Figura 21. Sistema de bicicleta publica del Valle de Aburrá (Encicla)
Fuente: encicla.gov.co

Según la encuesta de satisfacción realizada en el primer trimestre del 2015, vemos que ya se han realizado más de 1 millón de préstamos de bicicletas desde su inauguración en el año 2011 y que se han recorrido más de 2.1 millones de kilómetros en este servicio.



Grafica 9. Promedio edades usuarios Encicla 2015
Fuente: encicla.gov.co

Según la gráfica anterior vemos que los usuarios principales son personas entre los 18 y los 25 años con una participación del 56% esto también se debe a que el sistema comenzó en las zonas universitarias, en segundo lugar encontramos a usuarios entre 26 y 35 años con una participación del 27%. Además en la encuesta pudimos ver reflejado que según el género los usuarios masculinos usan el sistema en un 75%.



Gráfica 10. Encuesta satisfacción Encicla 2015
Fuente: encicla.gov.co

El sistema de bicicleta pública del Valle de Aburrá (Encicla) es un sistema de tercera generación, donde los usuarios pueden usar este servicio gratuitamente, es un servicio subvencionado por el gobierno regional. El sistema obtuvo un 93% de satisfacción donde podríamos decir que la cultura ciclista va por buen camino en el Valle de Aburrá, pero se deberá trabajar y evolucionar para brindando un buen servicio al usuario.

Este sistema está presupuestado en su totalidad por un valor de 13 millones de euros según fuentes de la administración local y pretende ahorrar al ciudadano un promedio de 15 euros mensuales, además de unos 6 a 15 minutos en sus desplazamientos.

4.2 Sistema de bicicleta pública en Bogotá – Colombia

4.2.1 Ubicación y población

La ciudad de Bogotá es la capital de la República de Colombia y se encuentra ubicada en el centro del país, en la cordillera oriental de los Andes, su extensión es de aproximadamente 33 kilómetros de norte a sur y 16 kilómetros de oriente a occidente, sus coordenadas son las siguientes Latitud Norte: 4°35'56" y Longitud Oeste de Greenwich: 74°04'51", la ciudad capital está ubicada en la sabana de Bogotá sobre el altiplano cundiboyacense.



Figura 22. Ubicación Bogotá – Colombia

Fuente: <http://www.zonu.com/fullsize/2011-08-25-14512/Mapa-politico-de-Bogota-2007.html>

La ciudad de Bogotá se encuentra ubicada al sur con el municipio de Soacha, al norte con el municipio de Chía, al occidente con el Río Bogotá y al oriente con los cerros orientales, siendo los más importantes Guadalupe y Monserrate.

Datos de interés de la ciudad:

- Nombre Oficial: Bogotá Distrito Capital
- Extensión total: 1775,98km²
- Área urbana: 307,36 km²
- Área suburbana: 170,45 km²
- Área rural: 1298,15 km²
- Habitantes: 7.467.864 hab(Expediente distrital revisión POT 2012)
- Lengua oficial: español
- Moneda: Peso colombiano

El clima de Bogotá tiende hacer moderadamente frio, con una media anual de 14°C pero que puede variar entre 6°C a 22°C.

Se presentan periodos de lluvia comprendidos entre los meses de marzo a mayo y los meses de octubre a noviembre, coincidiendo con los equinoccios de primavera y otoño del hemisferio norte.



Por otra parte las temporadas más secas del año son entre enero a febrero y de julio a agosto, además la humedad relativa es del 76% pero gracias a vientos que en ocasiones se presentan hace que la ciudad se mantenga un poco más seca.

En ocasiones las fuertes lluvias o tormentas ocasionan el fenómeno llamado granizo, este fenómeno se presenta 3 veces en el año aproximadamente.

La ciudad se encuentra a una altura 2.630 msnm aproximadamente, aunque las zonas montañosas del distrito alcanzan hasta una altura de 3.250 msnm, lo que hace de ella la ciudad capital más alta del mundo y con mayor población. La ciudad se encuentra donde antiguamente fue un lago y lo podemos observar debido a los humedales que cubren algunos sectores no urbanizados en Sabana y en la localidad de Suba.

Al oriente se encuentra un sistema montañoso donde podemos observar los cerros de Monserrate 3.152 msnm y Guadalupe 3.250 msnm, la ciudad se encuentra comunicada con el cerro de Monserrate mediante los servicios de transporte de teleférico y funicular.

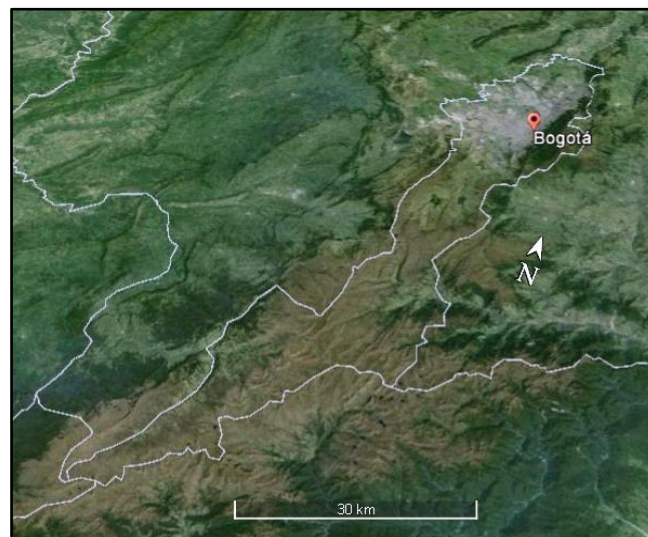


Figura 23. Relieve Bogotá - Colombia

Fuente: Google Earth

Bogotá posee un río que lleva su nombre con una longitud de 380 km, pero desafortunadamente presenta elevados niveles de contaminación por esta razón no es navegable, el gobierno distrital ha liderado varios para llegar a una descontaminación razonable.



La zona en donde está ubicada la ciudad, es una zona que presenta una gran actividad sísmica ya que se trata de la placa sudamericana, durante su historia ha sufrido varios terremotos como son en los años 1785, 1827, 1917 y 1948. Por culpa de los dos últimos Bogotá sufrió varios incendios que destruyeron parte de su casco histórico.

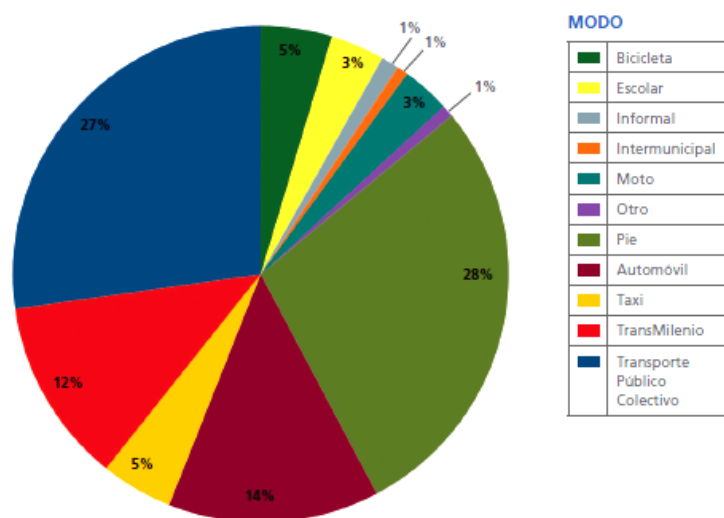
4.2.2 Antecedentes

La secretaria de movilidad de Bogotá en el año 2010, encargo una encuesta teniendo como objeto la caracterización de la movilidad urbana de la ciudad de Bogotá y de los 17 municipios vecinos de la misma. A continuación veremos algunos resultados arrojados.

Los medios de transporte por carretera en la ciudad de Bogotá son los siguientes: Pie, Bicicleta, Moto, Taxi, Automóvil, Informal, Escolar, Intermunicipal, Transmilenio (Bus Rapid Transit), Transporte Público Colectivo, Otros.

El sistema de transporte de Bogotá es el más grande de Colombia ya que se realizan aproximadamente 17.6 millones de viajes al día en 16.000 kilómetros de vía con los que cuenta la ciudad.

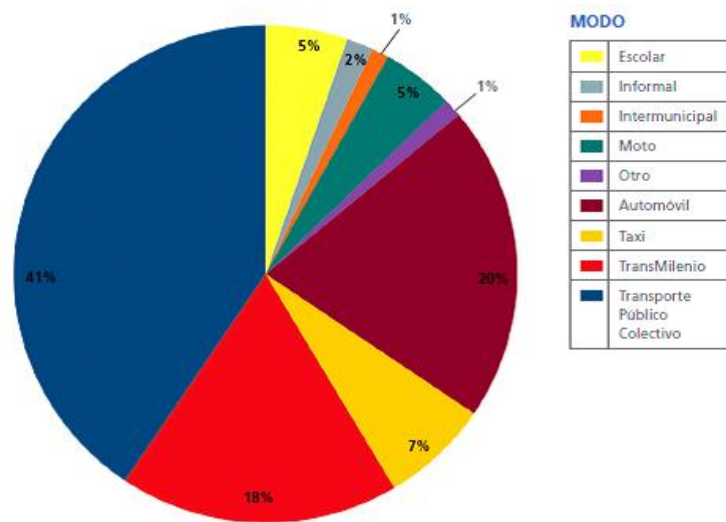
Estos viajes se reparten así:



Grafica 11. Partición modal con viajes mayores a 15 minutos
Fuente: Encuesta Movilidad Bogotá 2011

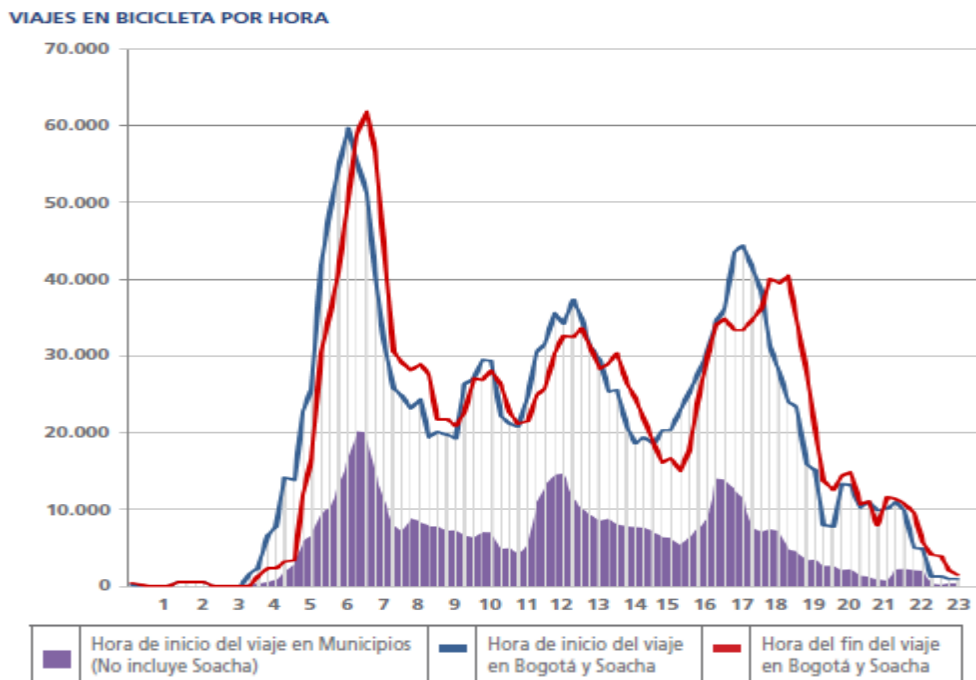


Podemos observar en la gráfica anterior que solamente se registra un 28% de número de viajes realizados a pie en un tiempo mayor a 15 minutos, tal vez por las condiciones climatológicas de la ciudad o por la inseguridad que esta misma presenta, en cuanto a los viajes en bicicleta vemos un 5%, pero además de ello el Transporte Público Colectivo representa otra gran parte de este total, Transmilenio (BRT) se encuentra en la tercera posición pero sigue siendo insuficiente para prestar un buen servicio a la ciudad.



Grafica 12. Partición modal en viajes motorizados
Fuente: Encuesta Movilidad Bogotá 2011

Vemos que en la participación modal en viajes motorizados, el Transporte Público Colectivo es el mayor participante en cuanto a viajes motorizados de la ciudad con el 41%, el Automóvil le sigue con un importante 20% del total, Transmilenio ocupa la tercera posición con poco más de 2 millones de viajes día un 18% del total. En los estratos más altos el Automóvil es parte vital de su movilidad y en los estratos más bajos la Moto y el Transporte Público Colectivo juega un papel muy importante, en estratos medios Transmilenio, el Transporte Público colectivo y el taxi son los más usados.



Grafica 13. Distribución de viajes en bicicleta Bogotá y Soacha
Fuente: Encuesta Movilidad Bogotá 2011

La concentración más grande de viajes en bicicleta se realiza en la hora de la mañana sobre las 6:15 y 7:15, a esta misma hora vemos reflejado el máximo de viajes en bicicleta realizado en los municipios cercanos. En Bogotá y Soacha la demanda máxima de bicicleta es de unos 60.000 viajes a esa hora, mientras que en los municipios cercanos esta demanda es de 20.000 viajes.

El total de viajes en bicicleta en la zona de estudio es de 611.000 viajes en un día típico, además no se ve claro un periodo valle, ya que presentan varios picos en la zona horaria entre la mañana y la tarde.

Cabe resaltar la gran cantidad de viajes que se realizan después de las 19 horas, después de esta hora las condiciones de luz son casi nulas, presentando un gran riesgo para ciclistas y el entorno que los rodea.

4.2.3 Situación actual

La administración local de Bogotá D.C, puso a concurso una concesión para el Sistema de bicicleta pública de esta ciudad, esta concesión tendrá un término de seis años con prórroga hasta nueve años y comenzara a funcionar a mediados del 2016.



Lo que pretende la administración local es poner en marcha un sistema de 3.000 bicicletas y 400 estaciones en gran parte de la ciudad con un plazo de 36 meses, pero se puede comenzar a operar en zonas que se encuentren listas para prestar el servicio.

Las bicicletas tendrán que ser anti robo, sus partes serán de fabricación especial evitando que se puedan remplazar en bicicletas que comúnmente usa la comunidad, además sus estaciones tendrán que ser móviles solo el concesionario podrá mover las mismas en común acuerdo con la secretaria de movilidad de Bogotá y que consideren modificar su ubicación.

El cobro de la subscripción anual no podrá sobrepasar los 27 euros, y tenido en cuenta que Colombia no es un país con una gran bancarización y que muchos de los ciudadanos no cuentan con una tarjeta de crédito con la que puedan respaldar una fianza, donde esta misma se necesita para cobrar en caso de pérdida o mal uso de la bicicleta, se cobrara por medio de un ingreso bancario y cuando el usuario se quiera dar de baja del sistema se le devolverá el dinero ingresado.

Las zonas escogidas para implementar el sistema en una primera faso son las siguientes:

- Chapinero Chicó + Centro
- Kennedy
- Teusaquillo
- Galerías
- Los Alcázares
- Polo
- Usaquén
- Santa Bárbara

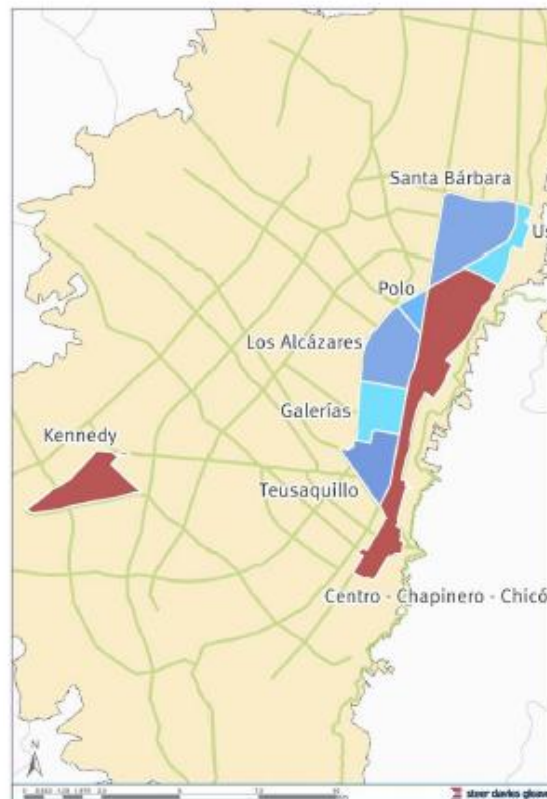


Figura 24. Zonas de operación SBP Bogotá

Fuente: Secretaria de Movilidad Bogotá – Steer Davies Gleave

La comunidad se encuentra a la expectativa ya que hay bastantes cuestionamientos a la empresa ganadora UNIÓN TEMPORAL BICIBOGOTA para entrar a operar el sistema, empresas como JCDecaux que opera en Paris, Chear Channel que opera en Barcelona y Serco que opera en Londres, se han retirado del concurso ya que veían manejos inadecuados y que por algún motivo la experiencia con la que contaban no era un punto muy valorado para ganar la concesión.

Sin embargo Bogotá tiene una gran ventaja ya que cuenta con una gran red de carriles bici por la ciudad, en total son aproximadamente 400 kilómetros de estos carriles o ciclo rutas como mejor los conocen en la ciudad. La Alcaldía de Bogotá realiza continuas campañas para el uso de la bicicleta y su seguridad vial, Una de ellas es “Mi estilo es bici” con el que pretenden incentivar a la comunidad de utilizar este medio de transporte no motorizado y brindarles más apoyo e información que hasta ahora no se había suministrado a la ciudad.



Propuesta para el sistema de bicicleta pública y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia

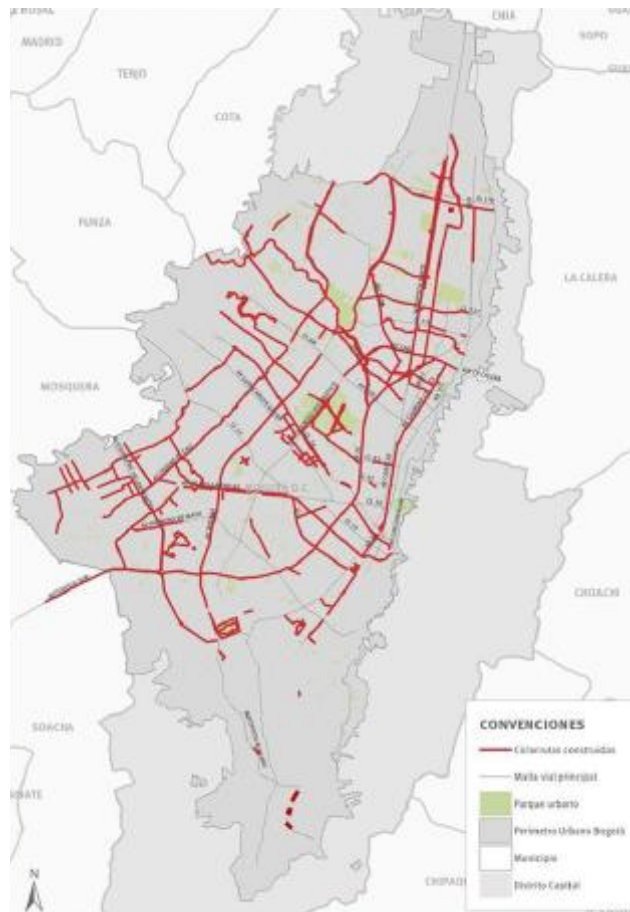


Figura 25. Red de ciclo rutas hasta abril 2013

Fuente: Formulación y estructuración para promover el uso de la bicicleta en Bogotá - Steer Davies Gleave

Con la puesta en marcha del Sistema integrado de transporte público de la ciudad y la posible construcción de la primer línea de Metro de Bogotá, la red de ciclo rutas y el sistema de bicicleta pública tiene gran importancia ya que debe facilitar la intermodalidad entre los futuros sistemas de transporte, además de que pueda aliviar los atascos producidos diariamente en la capital de Colombia, disminuyendo el modo de transporte motorizado e incrementando el no motorizado.



CAPÍTULO 5. INFORMACIÓN BÁSICA DE MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ - COLOMBIA

5.1 Caracterización de la zona según PMM

Teniendo como base el Plan Maestro de Movilidad para la ciudad de Ibagué de junio del 2010, que se encuentra formulado en el Plan de Desarrollo periodo 2008 – 2011 y contratado por la Secretaria de Transito, transporte y Movilidad de Ibagué a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, pretende promover acciones sostenibles para la movilidad y estructurar el sistema de transporte para que este contribuya a un desarrollo productivo para la ciudad.

Ibagué es la capital del Departamento del Tolima y cuenta con un área urbana de 59,6 km², es una ciudad intermedia con una población de 523.000 personas aproximadamente, además esta vista como un ciudad polo de desarrollo para Colombia, ya que se encuentra en el centro del país y se establecen una serie de interconexiones hacia el norte, occidente o sur oriente del país.

Desafortunadamente la ciudad no ha sido planificada y presenta un mal desarrollo del espacio urbano, la infraestructura urbana es deficiente y en cuanto a espacios para peatones vemos que su geometría no cumple para la comodidad y seguridad de los mimos, en cuanto a las vías ciclistas ya que son nulas en el entorno urbano.



Figura 26. Espacio público Carrera 5 con calle 37 - Ibagué



Figura 27. Espacio público Carrera 5 con calle 31 - Ibagué

Fuente: Google Earth 2014

La zonificación en el Plan Maestro de Movilidad se tuvo en cuenta en base a estudios anteriores realizados por la Universidad Nacional de Colombia en el estudio de actualización de línea base. Están conformadas por 90 zonas urbanas o intermedias y 6 zonas externas, las primeras van numeradas desde el 1 al 90, y las externas comienzan desde el 101 al 106 que corresponden a los accesos que tiene la ciudad.

- 101 salida hacia Rovira
- 102 salida hacia la vereda el Salado
- 103 salida hacia el Nevado
- 104 salida hacia Armenia
- 105 salida hacia Bogotá
- 106 salida hacia Alvarado

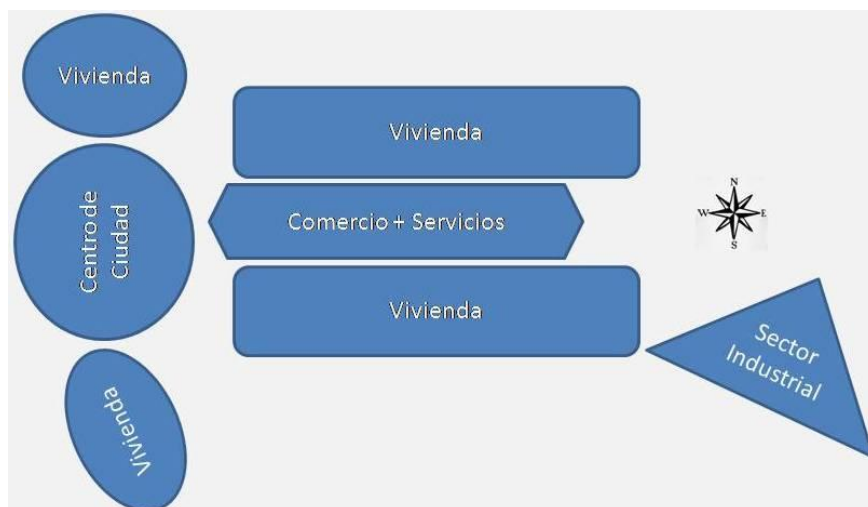


Figura 28. Estructura de la ciudad de Ibagué
Fuente: Sistema estratégico de transporte de Ibagué 2008

Según los datos que el estudio obtuvo la malla vial total es de 175,6 km, de los cuales 72,4 km corresponden a la red vial principal, 29,4 km corresponden a la red secundaria y la local 73,8 km. Respecto a el estado de las vías solamente unos 50 km se encuentran en buen estado, lo que significa que en general la mayor parte de la red se encuentra regular o en mal estado.

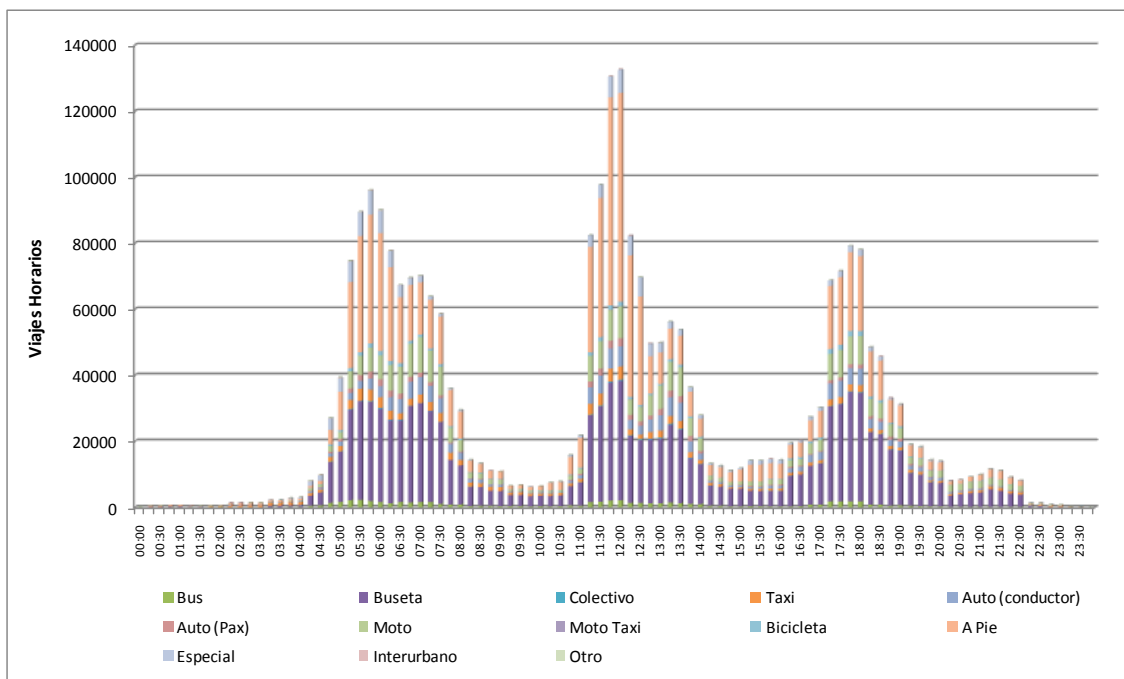


5.2 Estudio Origen – Destino

En el Plan Maestro de Movilidad 2010 (PMM), no se realizó encuestas Origen – Destino ya que en el año 2008 en la actualización de la línea base se realizaron este tipo de encuestas domiciliarias realizados por la Universidad Nacional de Colombia, arrojando datos como los siguientes:

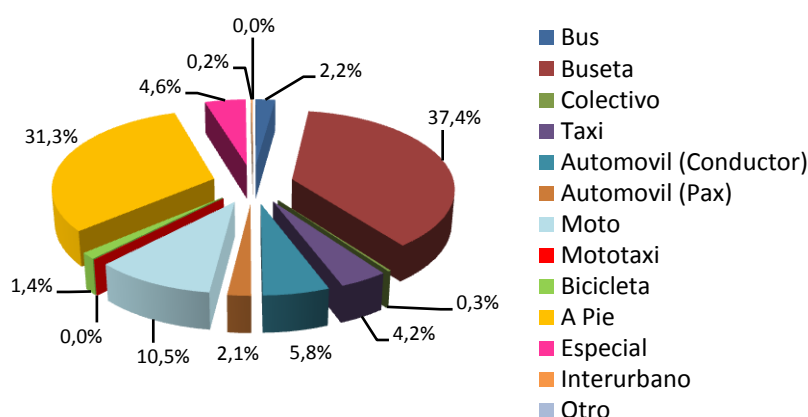
En el 2008 se encontraron en promedio 3,7 personas por hogar, el 39,9% son trabajadores el 29,9% son estudiantes, además se encontraron 15,4% de los hogares tienen vehículo particular y el 5,71% poseen motocicleta, el estudio aclara que la tasa de motocicletas ha aumentado significativamente desde esa época.

En la siguiente figura podemos observar que hay tres picos en el día respecto a los viajes realizados, el primer pico se presenta desde las 5:30 a las 7:30, el segundo desde las 12:00 a las 13:00 este es el punto máximo de viajes en todo el día donde se pueden presentar hasta 132.000 viajes y el tercero desde las 17:30 a las 18:30.



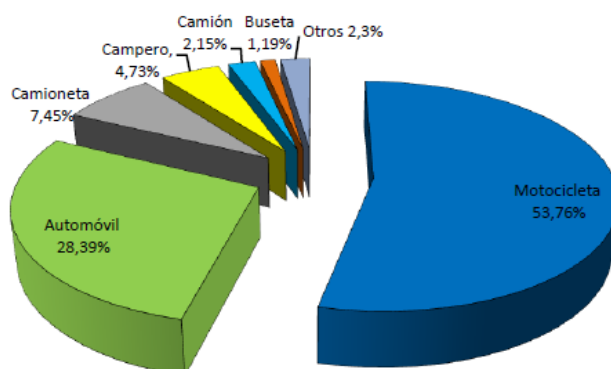
Grafica 14. Histograma de viajes totales al día en Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008

La mayor participación respecto a modo de transporte que vemos en la siguiente grafica corresponde al Transporte público (Bus, Buseta, Colectivo) con un 39,9%, le sigue el no motorizado con un 32,7%, el Automóvil (Conductor y Pasajero) y las motos que son el transporte particular registra un 18,4% con aproximadamente 130.000 viajes diarios. Queda reflejado que los modos no motorizados y el transporte público son los usados.



Gráfica 15. Viajes diarios por modos en Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008

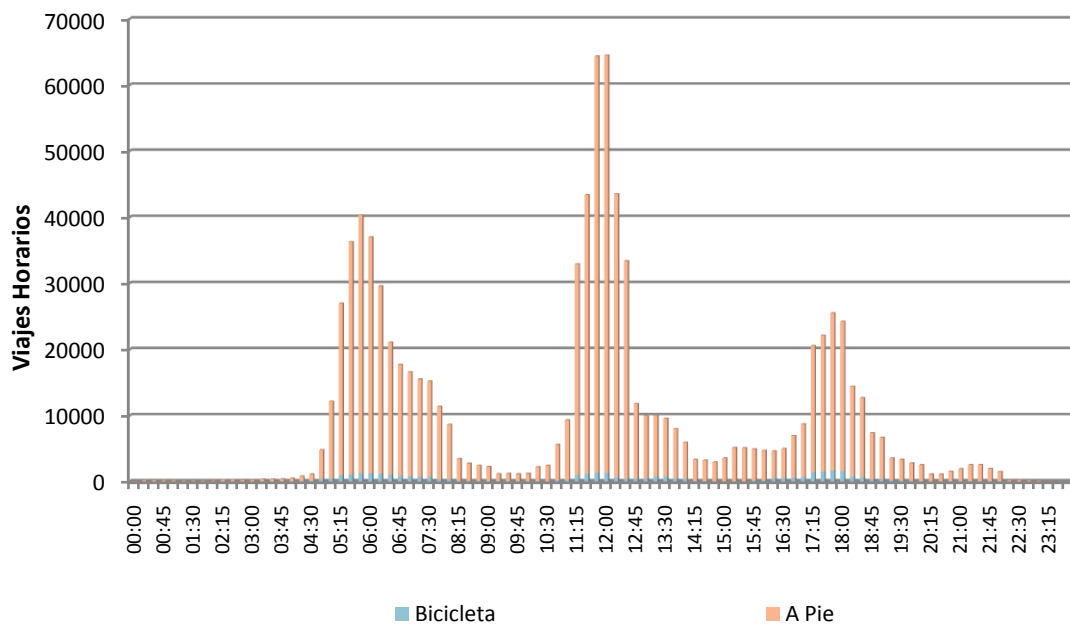
Pero tenemos que recordar que el parque automotor particular ha aumentado, básicamente en cuanto a motocicletas desde los datos obtenidos del 2008 al 2013, este aumento se produce por las facilidades de pago en las que las ofrecen y el bajo costo comparándolo con un vehículo de cuatro plazas, a continuación vemos que las motocicletas llegan hasta un 53,76% de todo el parque automotor.



Gráfica 16. Participación parque automotor en Ibagué 2013
Fuente: Secretaria de Transito, Transporte y la Movilidad de Ibagué



En el siguiente histograma respecto a los modos de transporte no motorizados, podemos observar tres picos que se presentan a lo largo del día, el primero comienza aproximadamente a las 5:30 hasta las 7:30, el segundo desde las 11:30 hasta las 12:30 siendo más corto pero el más intenso con algo más de 60.000 viajes en esa hora, y el último desde las 5:15 a las 18:45.

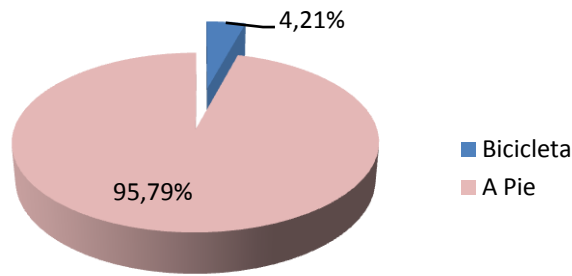


Grafica 17. Histograma de viajes no motorizados al día en Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008

En cuanto a los viajes en bicicleta tenemos que decir que solo cuenta con una participación del 1,4% sobre los viajes diarios totales, y del 4,21% respecto a los viajes no motorizados. Vemos una poca participación de la bicicleta pero sin duda la falta de infraestructura, y la no promoción de la misma como alternativa de transporte confirman estos datos.

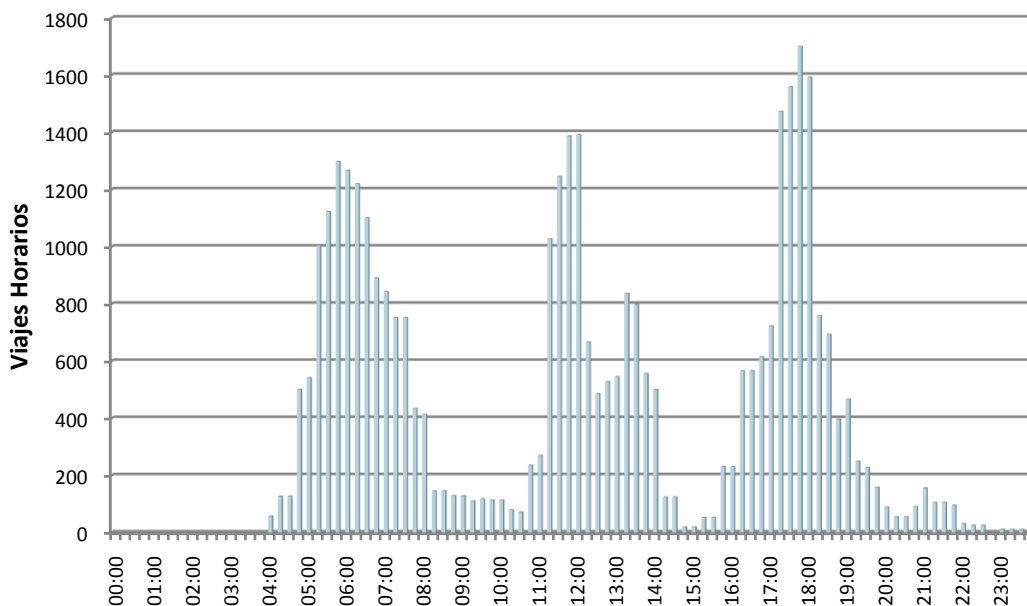


Propuesta para el sistema de bicicleta pública y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia



Grafica 18. Porcentaje viajes no motorizados en Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008

Hemos visto en los histogramas anteriores que se presentan tres picos a lo largo del día, en modo bicicleta no es la excepción los dos primeros tenemos un promedio de 1.300 viajes horarios y el más alto se presenta de 17:30 a 18:30 con aproximadamente 1.600 viajes horarios.

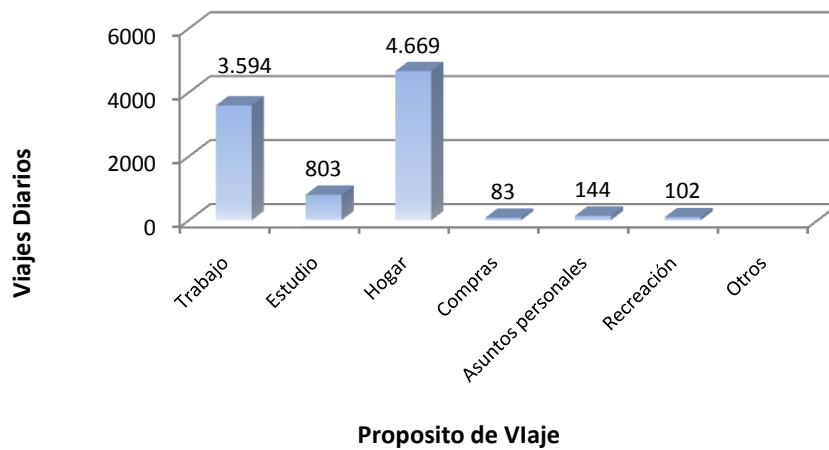


Grafica 19. Histograma diario de viajes en bicicleta en Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008

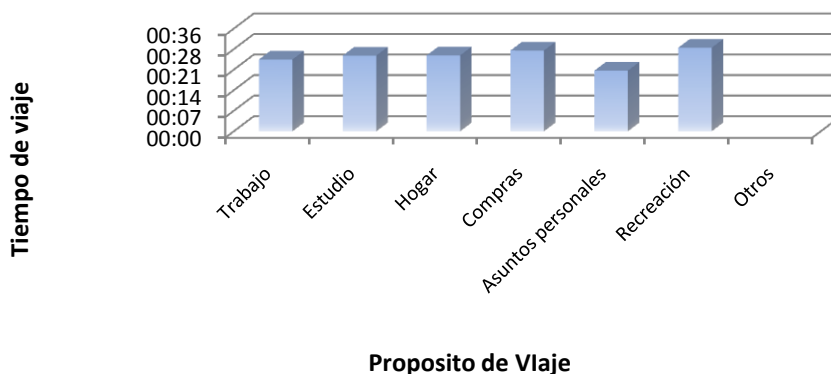
A los siguientes dos histogramas vemos en primer lugar el motivo de viaje Hogar con más de 4.600 viajes diarios, en segundo lugar tenemos el Trabajo con algo más de 3.500 viajes diarios, en tercer lugar pero muy por debajo respecto a los dos primeros



encontramos el motivo Estudio con algo más de 800 viajes diarios. Sin duda el sector estudiantil podría ser explotado para captar más viajeros, fomentando el uso de la bicicleta se crearía una cultura respecto a ella y se podría prevenir problemas de salud en la población más joven a largo plazo, las rutas escolares disminuirían esto traduciría un alivio en el tráfico. A demás de esto vemos unos tiempos de viaje de 20 minutos aproximadamente en cada propósito de los mismos ya sea hacia el Hogar, Trabajo o Estudio. El total de viajes diarios en bicicleta es de 9.395, respecto a todos los propósitos de viaje.



Gráfica 20. Viajes en bicicleta por propósito de Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008



Gráfica 21. Tiempos de viaje en bicicleta por propósito en Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008



En los siguientes mapas vemos el comportamiento que tienen los Ibaguereños respecto al uso que le dan a la bicicleta en la ciudad: en el primero vemos un volumen de bicicletas en hora pico de 12:00 a 13:00, podemos observar el paso de hasta 200 bicicletas en estos puntos específicos, gran cantidad en el centro occidental de la ciudad donde se encuentra parte del centro administrativo y comercial de la misma. En el segundo observamos igualmente observamos los viajes en la hora pico donde vemos una concentración en la carrera quinta y en el occidente y sur occidente de la ciudad, En el tercero vemos el Origen y Destino de los viajes en hora pico de 12:00 a 13:00 y por último tenemos los viajes diarios realizados en bicicleta volvemos a observar una elevada concentración en el occidente de la ciudad con más de 200 viajes realizados entre zonas y en la parte oriental por la carrera quinta de hasta 150 viajes diarios.



Propuesta para el sistema de bicicleta pública
y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia

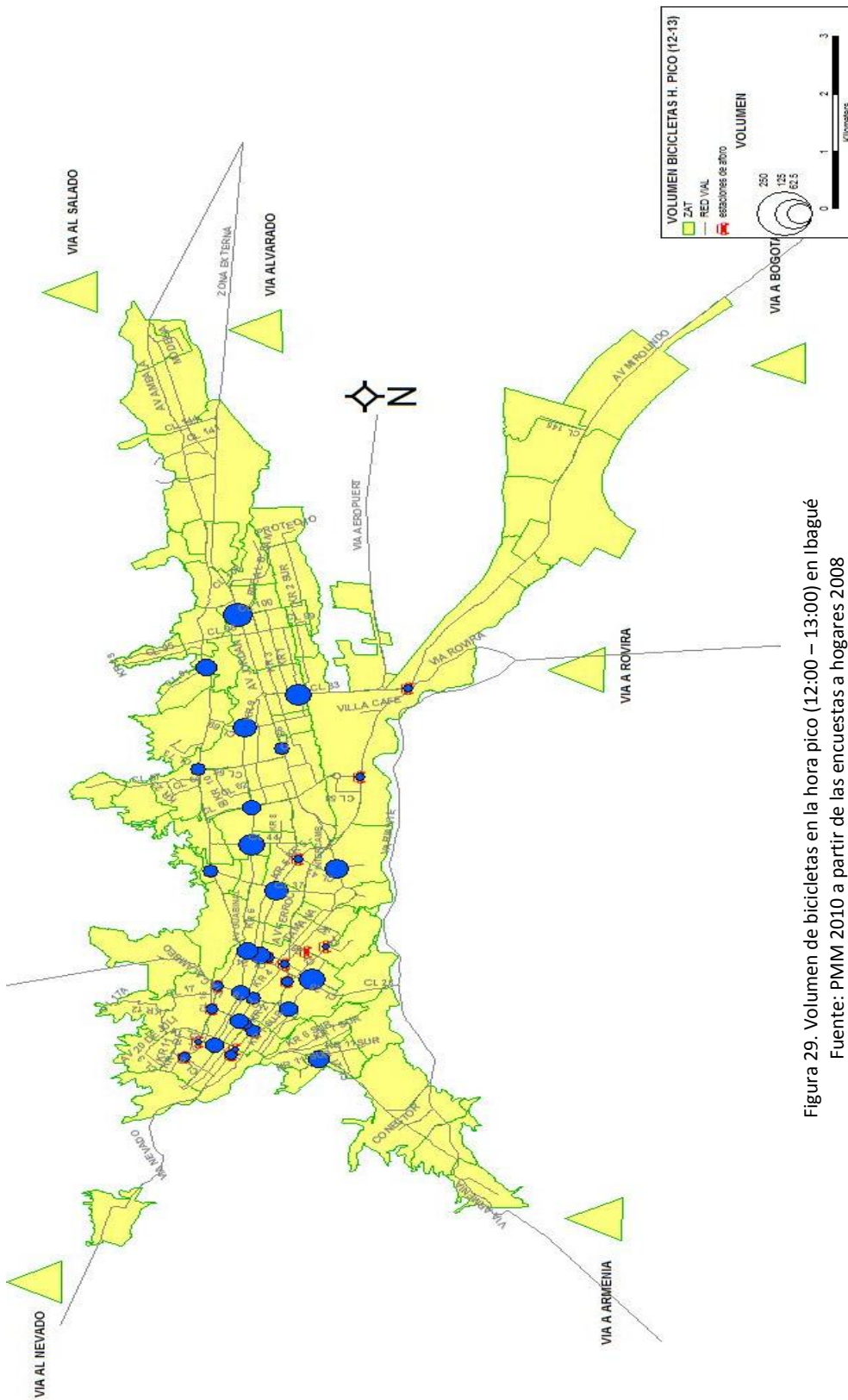


Figura 29. Volumen de bicicletas en la hora pico (12:00 – 13:00) en Ibagué
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008



Propuesta para el sistema de bicicleta pública y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia

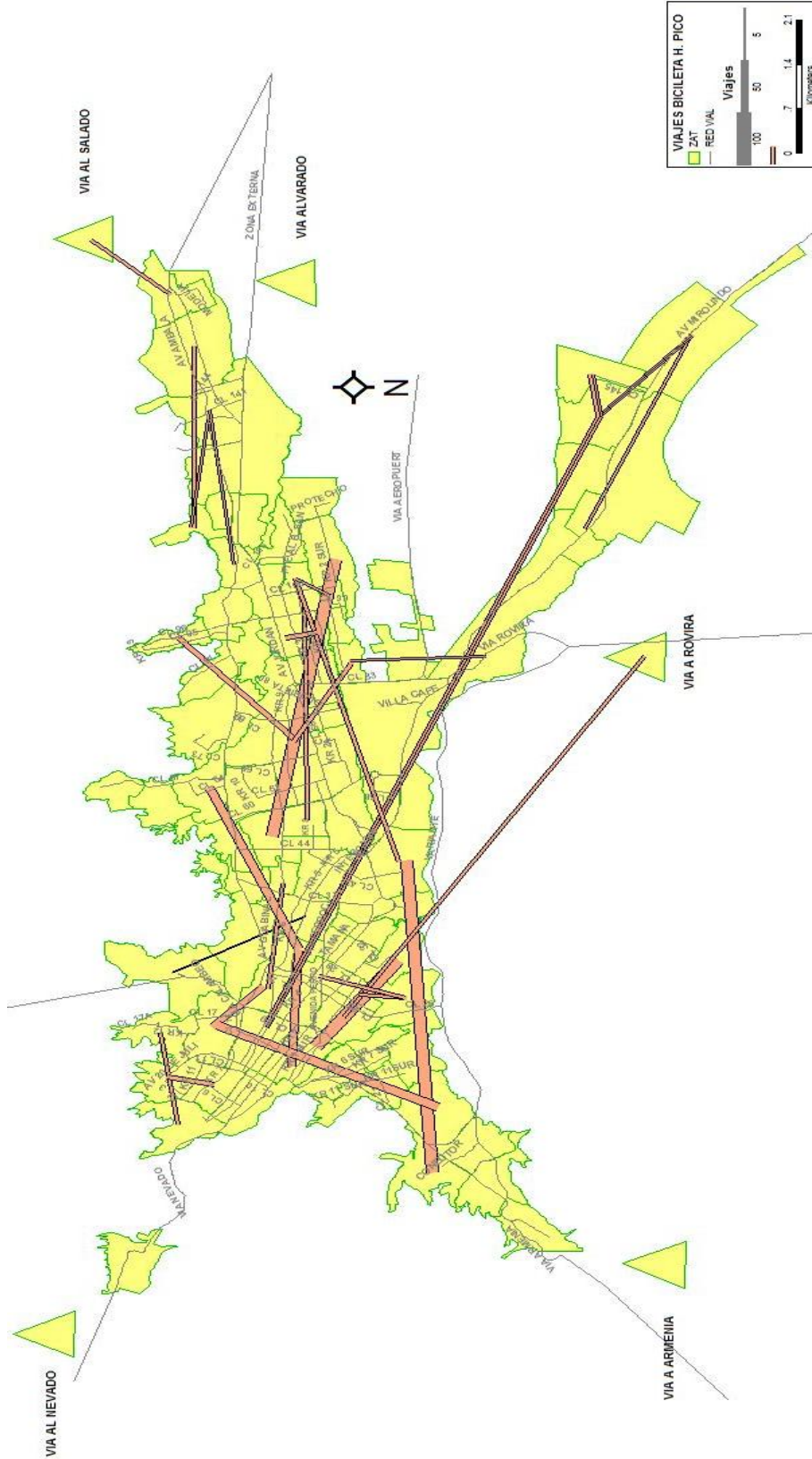


Figura 30. Viajes en bicicleta hora pico en Ibagué
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008

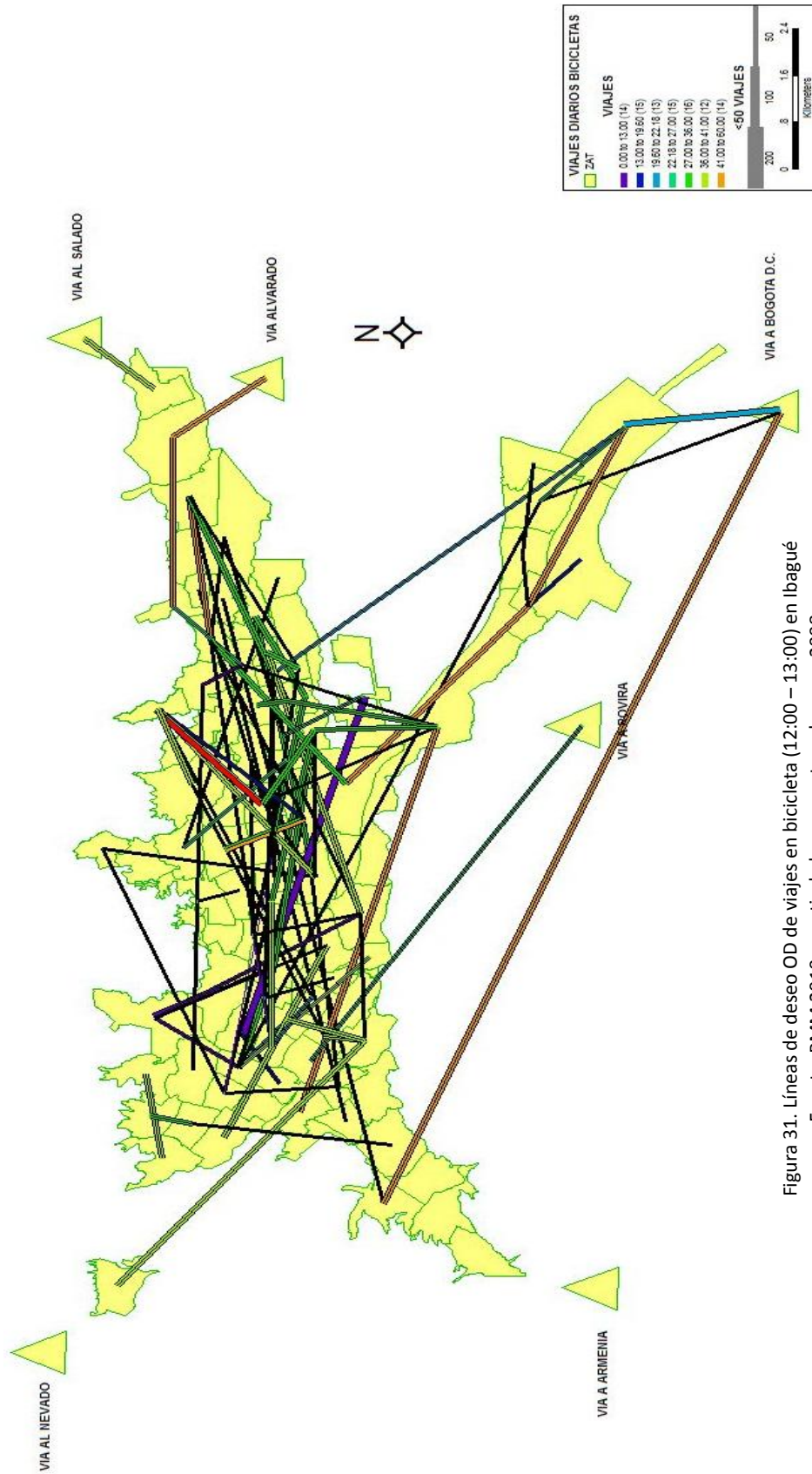


Figura 31. Líneas de deseo OD de viajes en bicicleta (12:00 – 13:00) en Ibagué
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008



Figura 32. Viajes diarios en bicicleta en Ibagué
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008



5.3 Transporte público en Ibagué

El transporte público de Ibagué, se basa en la concesión de rutas a unas empresas operadoras, la tarifa para los usuarios la autoriza la administración central, con pautas a seguir desde el gobierno nacional respecto al aumento del precio del petróleo en la zona. Sin duda la falta de regulación hacia las empresas operadoras es un factor negativo, ya que dejan a su libre albedrío decisiones vitales para un servicio que tendrá que usar la comunidad.

Se han planteado opciones para reorganizar el transporte público en la ciudad, desde locuras como buses elevados tipo monorriel, líneas de tranvía y hasta sistemas como el Transmilenio usado en la capital de Colombia. En mi opinión no se necesitan inversiones tan grandes como las propuestas anteriormente para lograr ese objetivo, pero sin duda Ibagué necesita un cambio para mejorar la calidad de vida en la ciudad.

El transporte público se divide entre el Colectivo (Buses, Busetas, Colectivos) y el Individual (Taxis), datos obtenidos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), para Ibagué nos indican que 4.120 vehículos ruedan por la ciudad prestando un servicio de transporte público legalmente.

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Buses	7
Busetas	912
Colectivos	140
Taxis	3.061

Tabla 8. Parque automotor transporte público en Ibagué I trimestre 2015
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE)

EMPRESA	RUTAS
Expreso Ibagué	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 15
Logalarza	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 38
Cambulos	50, 53, 52
Cotrautol	31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43
Ibaguereña	81, 82, 83, 86
Transporte La Independencia	48, 14
Tures Tolima	28, 29, 30

Tabla 9. Empresas y Rutas de Transporte público Colectivo en Ibagué 2010
Fuente: Secretaría de Tránsito, Transporte y de la Movilidad de Ibagué

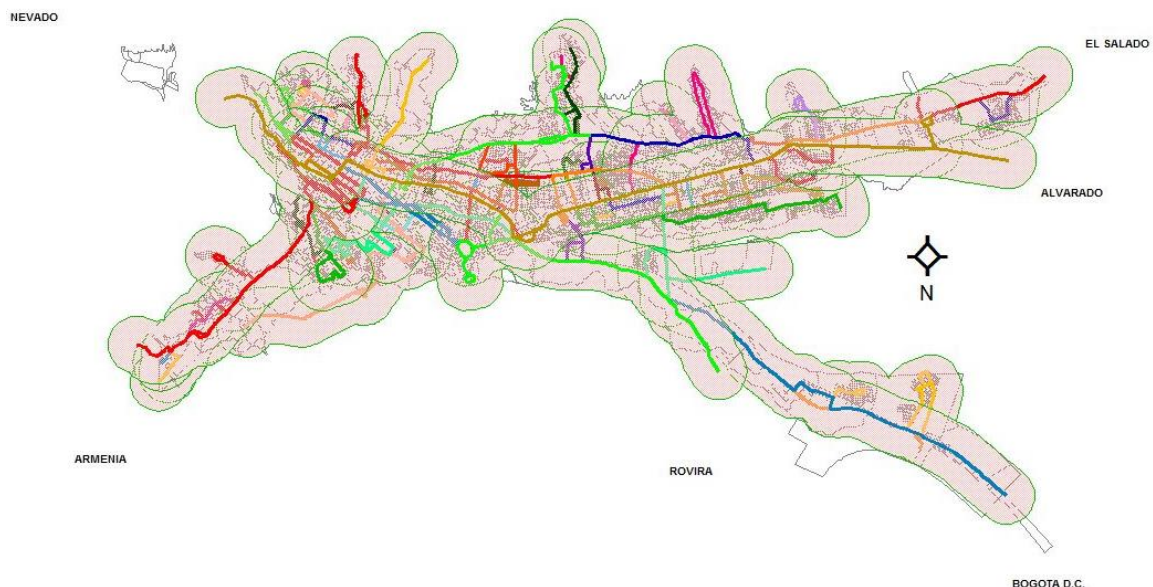
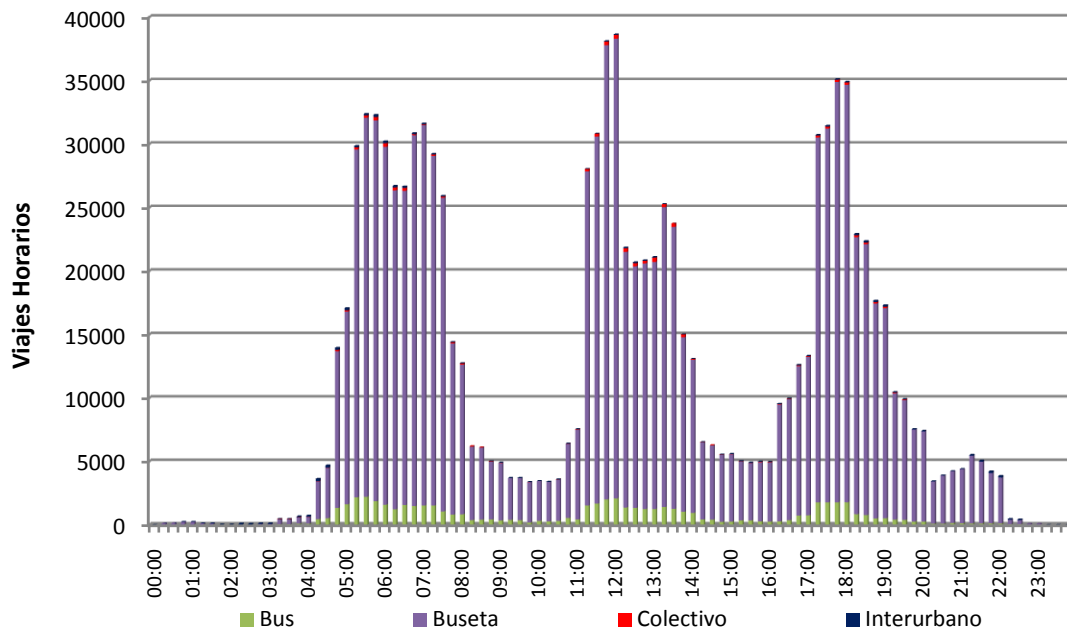


Figura 33. Cobertura de rutas transporte público colectivo en Ibagué
Fuente: PMM 2010 a partir de la actualización línea base 2008

Como vimos anteriormente el transporte público representa el 44,1% del total de viajes realizados en la ciudad, en la gráfica siguientes vemos que la buseta es la más usada ya que son las que mayor participación tienen en el parque automotor de la ciudad en cuanto a transporte público, además vemos los tres picos horarios en el



histograma, el de las 12:00 llegaría a un máximo de 39.000 viajes en esa hora, el tiempo de espera es alrededor de 10 minutos, pero el tiempo de viaje puede ser hasta de 30 minutos dependiendo desde donde se toma el servicio.



Grafica 22. Histograma diario de viajes en transporte público colectivo en Ibagué
Fuente: PMM 2010 a partir de la actualización línea base 2008



CAPÍTULO 6. POSIBLES RUTAS CICLABLES EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ - COLOMBIA

6.1 Selección de posibles rutas ciclables

Como bien he comentado a lo largo de este trabajo escrito sobre las ventajas de la bicicleta, también tenemos que saber que la bicicleta necesita infraestructura adecuada, ya que el usuario de este medio tiende a ser un usuario vulnerable respecto a otros medios de transporte como el automóvil o el autobús.

Para esto se planteara unas rutas en base a:

- Mapas Origen Destino analizados en anteriores capítulos correspondientes al PMM de las encuestas a hogares 2008.
- Sitios de interés más importantes como Ayuntamiento, Catedral, Universidades, sitios de comercio y servicio etc.
- Dimensiones del viario existente, según mapa topográfico de la ciudad.

Se tendrá la ayuda de textos como La Bicicleta en la ciudad del Ministerio de Fomento de España o El Plan Director Ciclable de Bizkaia y el programa informático gratuito Google Earth.

Zonas de origen de viajes en bicicleta

Ubicaremos en primera medida las zonas de origen que por lo general son zonas residenciales donde comienzan el viaje en bicicleta como lo muestran los mapas correspondientes al PMM 2010 superpuestos. En total tendremos 6 zonas.

Zona 1: Noroeste Comunas 1 y 2

Zona 2: Suroeste Comuna 12 y 13

Zona 3: Suroeste Comuna 10 y 11

Zona 4: Norte Comuna 4

Zona 5: Norte Comuna 6

Zona 6: Este Comuna 8



Figura 34. Zonas origen de viajes en bicicleta Ibagué
Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Zonas de destino de viajes en bicicleta

Luego procederemos a ubicar algunos de los sitios de interés los cuales son sitios donde los usuarios frecuentan ir en su día a día, estos sitios en su mayoría son por movilidad obligada ya sea sitios de trabajo o sitios de estudio.

Sitios de interés

- Almacén Éxito
- Almacén Home Center
- Ayuntamiento de Ibagué
- Calle 25 con carrera 5ª Zona comercial y servicios
- Catedral de Ibagué
- Centro comercial Aqua
- Centro comercial Combeima



- Centro Comercial La Estación
- Centro comercial Multicentro
- Centro Médico Nueva Eps
- Centro Médico Saludcoop
- Centro Tecnológico San José
- Colegio San Simón, Zona comercial y servicios
- Complejo deportivo de la calle 42 con carrera 5ª
- Corporación Unificada Nacional (Cun)
- Cortolima
- Estadio municipal Manuel Murillo Toro
- Estación de Autobuses Ibagué
- Gobernación del Tolima
- Hospital Manuel Elkin Patarroyo
- Iglesia del Carmen
- Instituto Técnico Femenino + Zona comercial y servicios
- Palacio de Justicia
- Parque Centenario
- Parque de la Música
- Plaza Bolívar
- Plaza Murillo Toro
- Teatro Tolima
- Universidad Cooperativa de Colombia
- Universidad de Ibagué + Zona
comercial y servicios
- Universidad del Tolima



Procedemos a la ubicación por zonas de destino, estas se repartirán de la siguiente forma, en la imagen siguiente veremos ubicadas las zonas además de tener de imagen de fondo los viajes diarios realizados en bicicleta:

Zona A: Palacio de Justicia, Parque Centenario, Parque de la Música, Plaza Bolívar, Plaza Murillo Toro, Ayuntamiento de Ibagué, Catedral de Ibagué, Centro comercial Combeima, Corporación Unificada Nacional (Cun), Teatro Tolima, Universidad Cooperativa de Colombia.

Zona B: Iglesia del Carmen, Centro Tecnológico San José.

Zona C: Calle 25 con carrera 5ª Zona comercial y servicios.

Zona D: Colegio San Simón, Zona comercial y servicios.

Zona E: Centro Médico Nueva Eps, Complejo deportivo de la calle 42 con carrera 5ª, Cortolima.

Zona F: Estadio municipal Manuel Murillo Toro.

Zona G: Universidad del Tolima.

Zona H: Centro Médico Saludcoop, Centro comercial Multicentro, Hospital Manuel Elkin Patarroyo.

Zona I: Centro comercial Aqua.

Zona J: Centro Comercial La Estación.

Zona K: Universidad de Ibagué + Zona comercial y servicios.

Zona L: Instituto Técnico Femenino + Zona comercial y servicios.

Zona M: Almacén Éxito, Almacén Home Center.

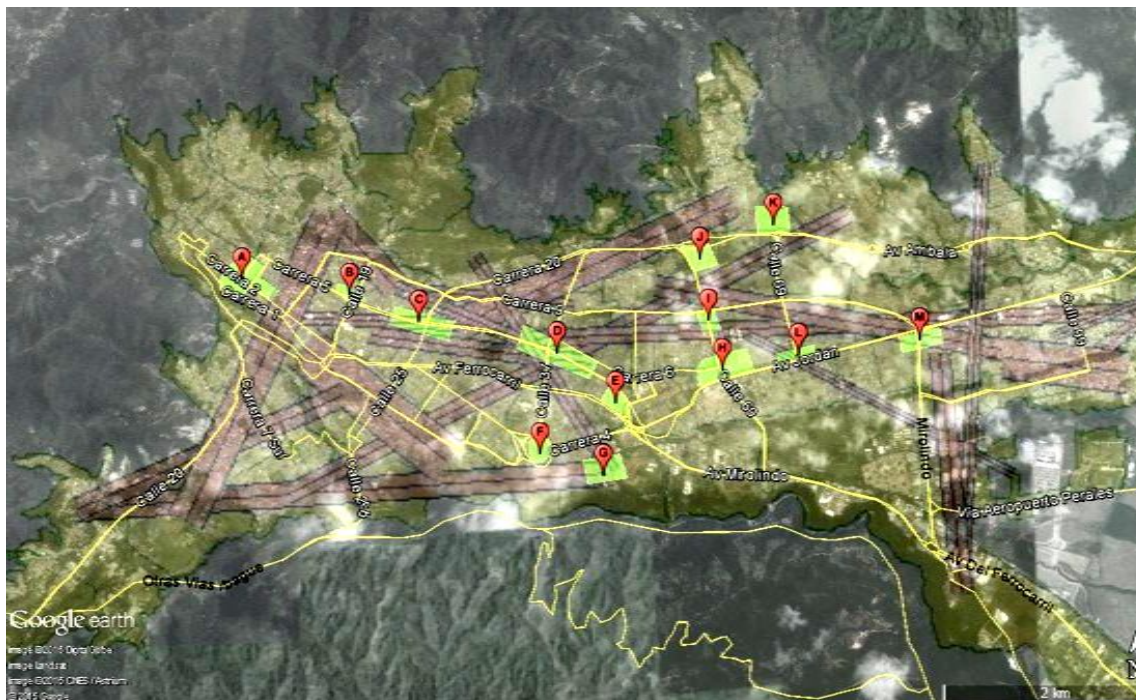


Figura 35. Zonas destino de viajes en bicicleta Ibagué
Fuente: Elaboración propia

6.1.3 Líneas de Deseo

Siguiendo con la metodología tendremos que unir los orígenes y destinos, esto se convertirá en nuestras líneas de deseo de los desplazamientos ciclistas. Las líneas de deseo pueden ser rectas, sin necesidad de seguir la estructura de la ciudad ya que representas unos movimientos deseados.

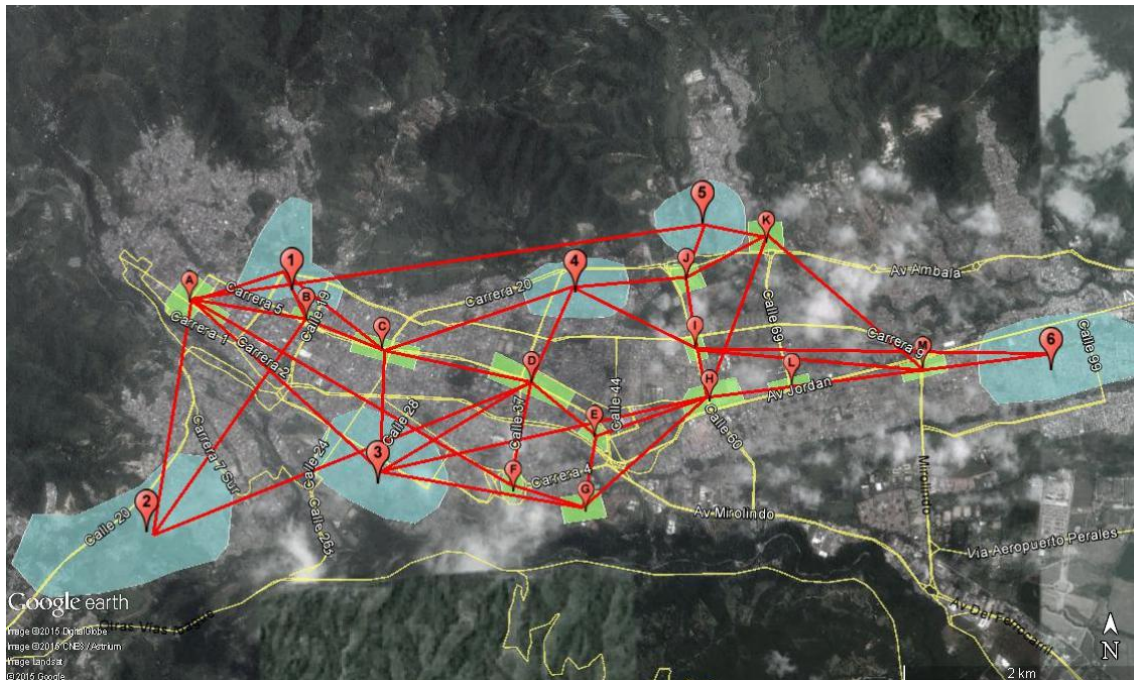


Figura 36. Líneas de deseo Ibagué
Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Dimensiones del viario existente

Teniendo en cuenta las posibles calles de la ciudad de Ibagué por donde irán nuestras rutas, tomaremos unos datos con el fin de conocer los dimensionamientos del viario estas medidas son a modo de información ya que en algunas vías no presentan una continuidad de las mismas medidas en toda su longitud.

Tendremos la ayuda del plano topográfico de la ciudad cedido por el Ayuntamiento de la ciudad y del programa informático gratuito Google Earth.

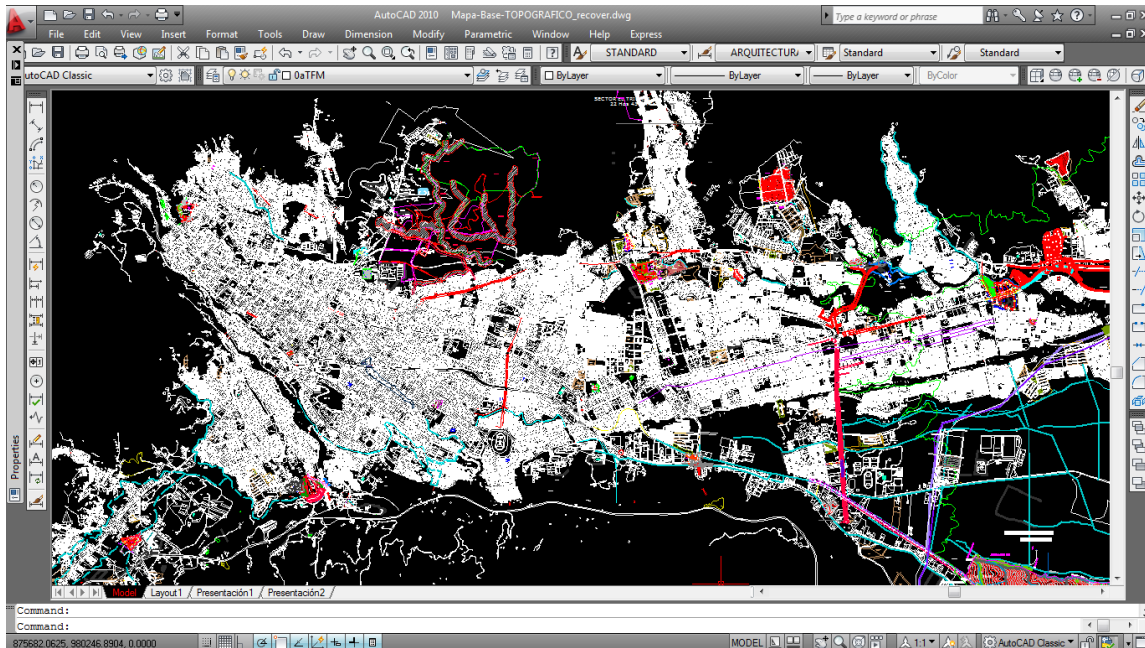
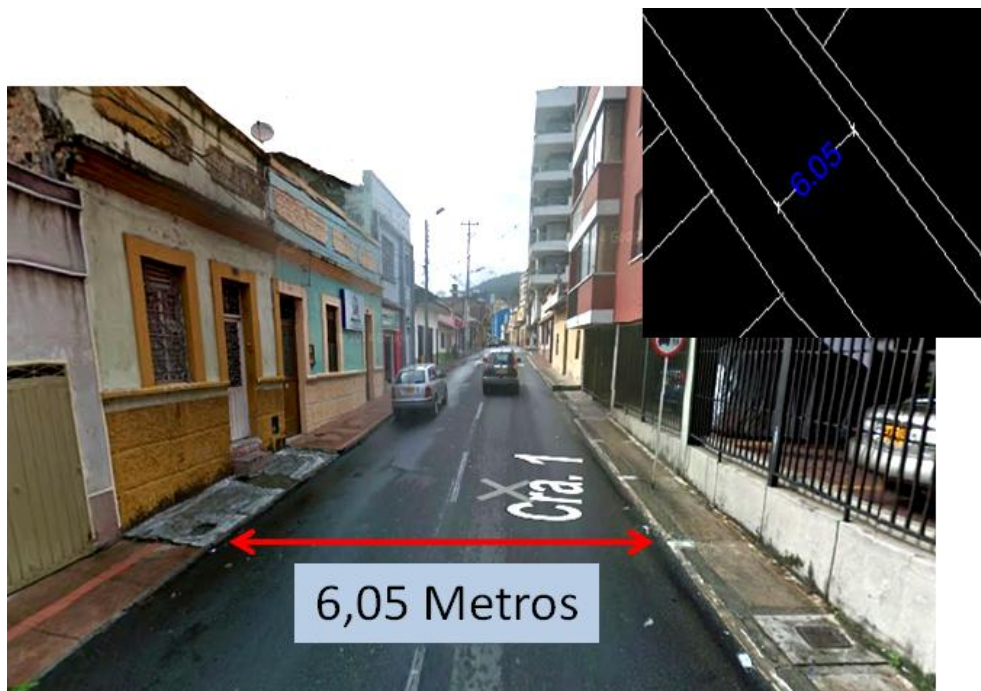


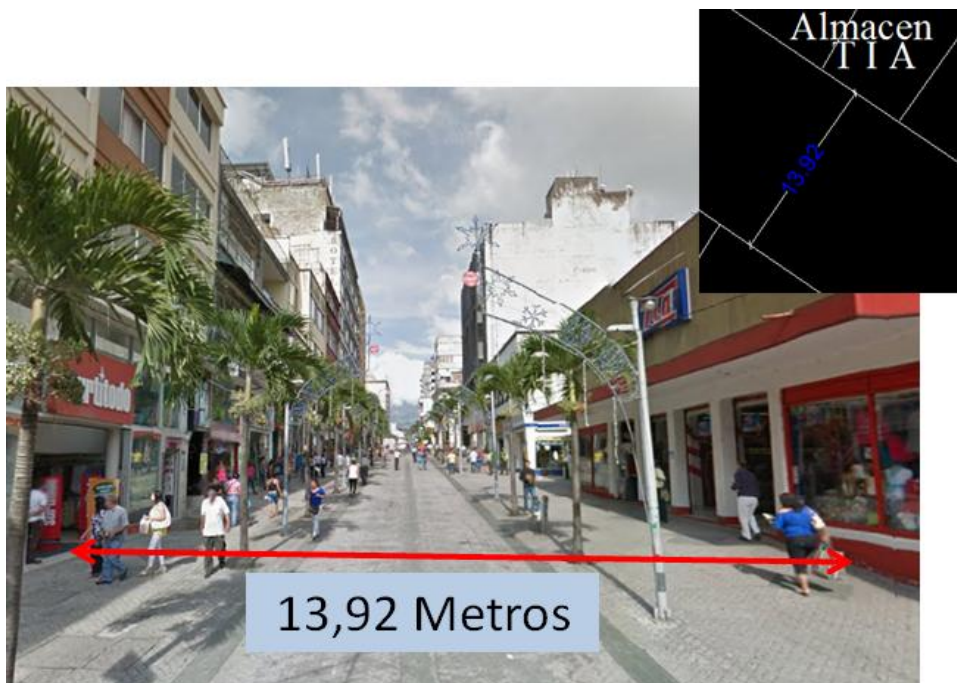
Figura 37. Plano topográfico de Ibagué
Fuente: Ayuntamiento de Ibagué



Carrera 1 entre Calle 8 y Calle 9 (Este-Oeste)
Fuente: Google earth



Calle 6 entre Cra 5 y Cra 6 (Sur-Norte)
Fuente: Google earth



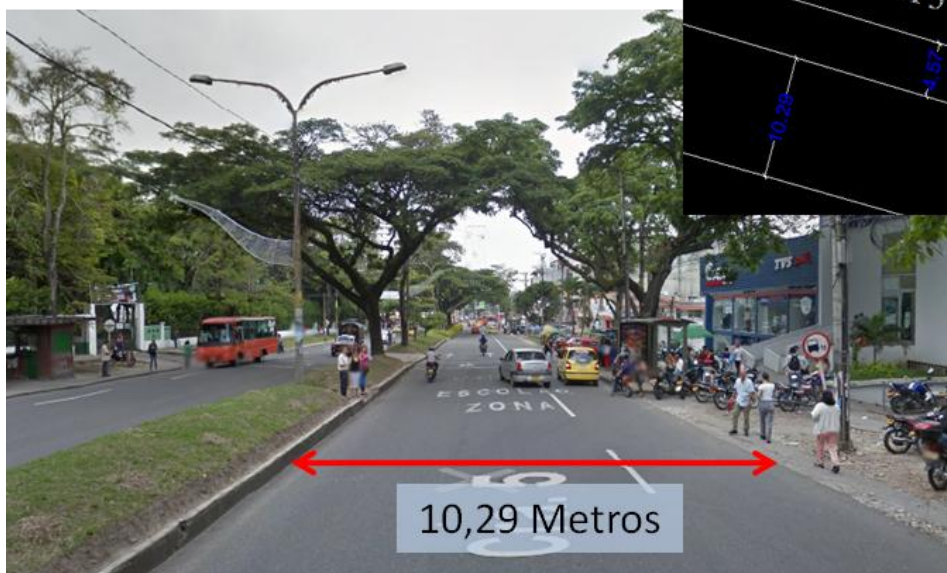
Cra 3 entre Calle 14 y Calle 13 (Peatonal desde la Calle 10 a la Calle 15 Este-Oeste)
Fuente: Google earth



Propuesta para el sistema de bicicleta pública y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia



Cra 5 entre calle 25 y Calle 24 (Este-Oeste)
Fuente: Google earth



Cra 5 entre calle 35 y Calle 34 (Oeste-Este)
Fuente: Google earth



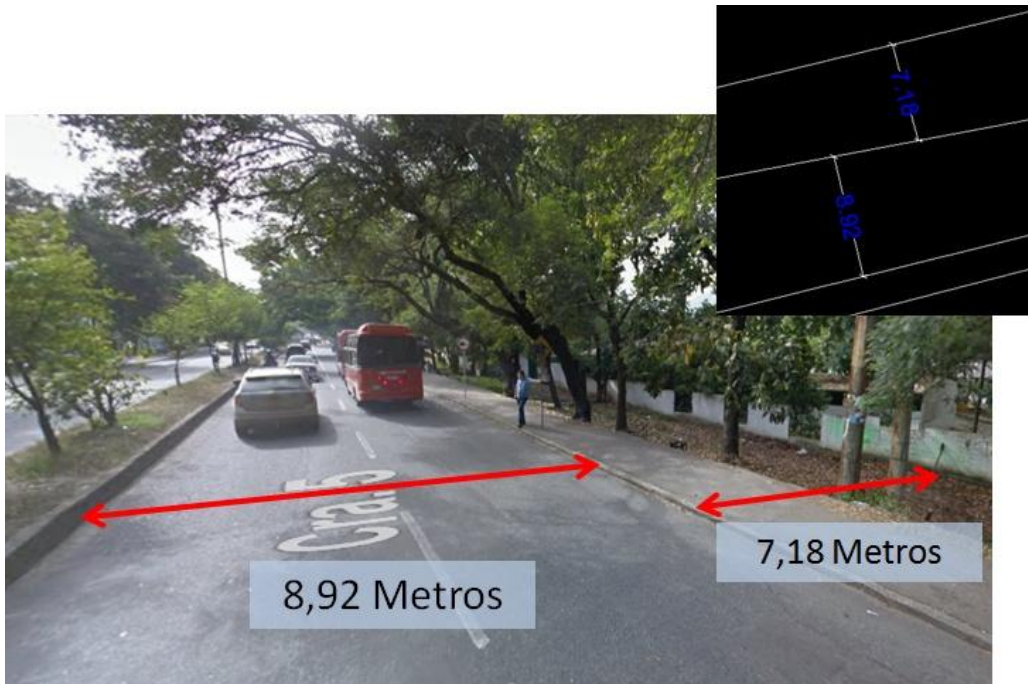
Av Ambala entre Calle 32 y Calle 31 (Este-Oeste)
Fuente: Google earth



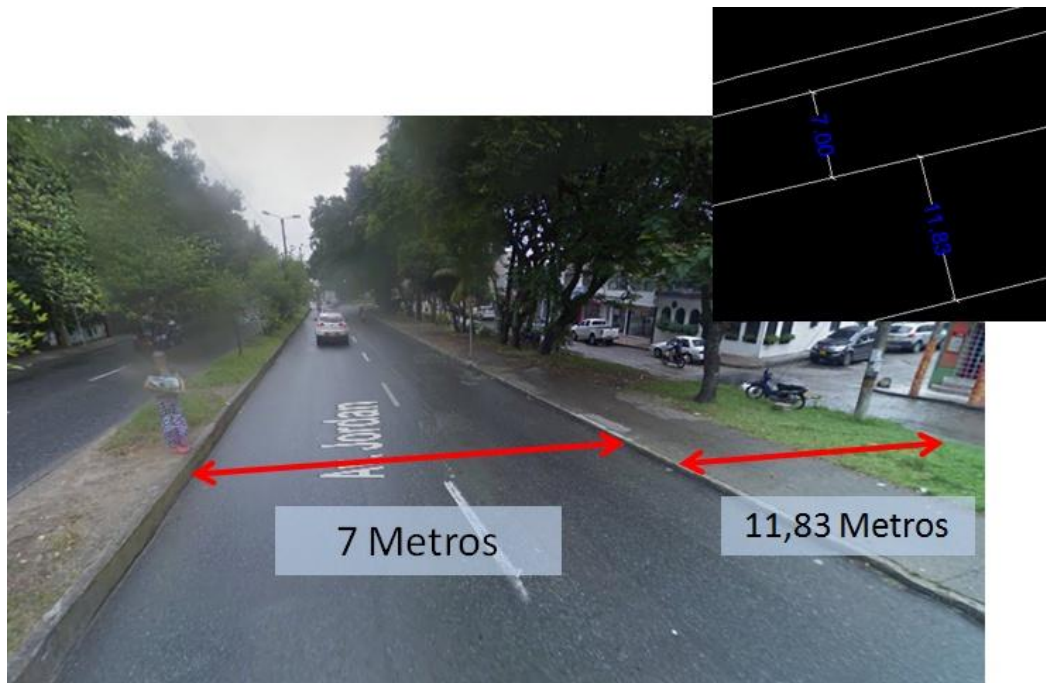
Cra 4 entre Calle 42 y Calle 42A (Oeste-Este)
Fuente: Google earth



Propuesta para el sistema de bicicleta pública y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia



Cra 5 entre Calle 69 y Calle 70 (Oeste-Este)
Fuente: Google earth



Cra 5 entre Calle 69 y Calle 70 (Este-Oeste)
Fuente: Google earth



6.1.4 Red Teórica

Tendremos que realizar un trazado inicial con una serie de itinerarios adaptados a las líneas de deseo, usando la estructura urbana y el viario existente, tiene que ser una red rápida, continua y sin complicaciones.

Se trató de llevar la ruta por las calles principales, pero tratándose de una red teórica se tendrá que modificar algunos tramos para evitar complicaciones al usuario.

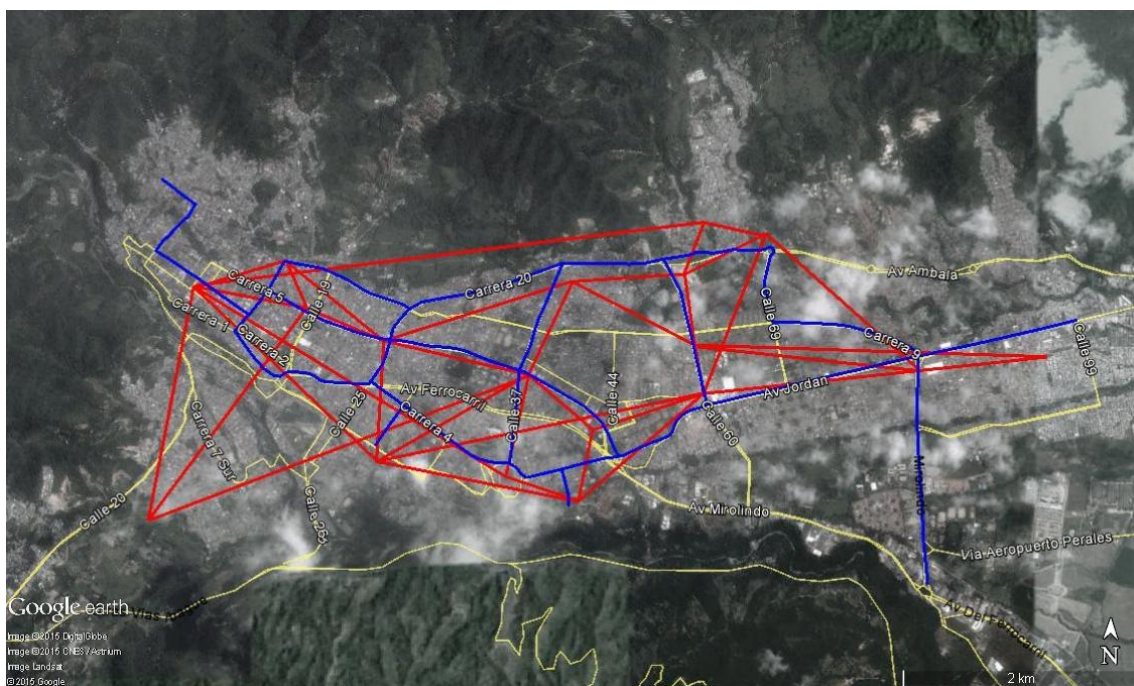


Figura 38. Red teórica con líneas de deseo Ibagué
Fuente: Elaboración propia

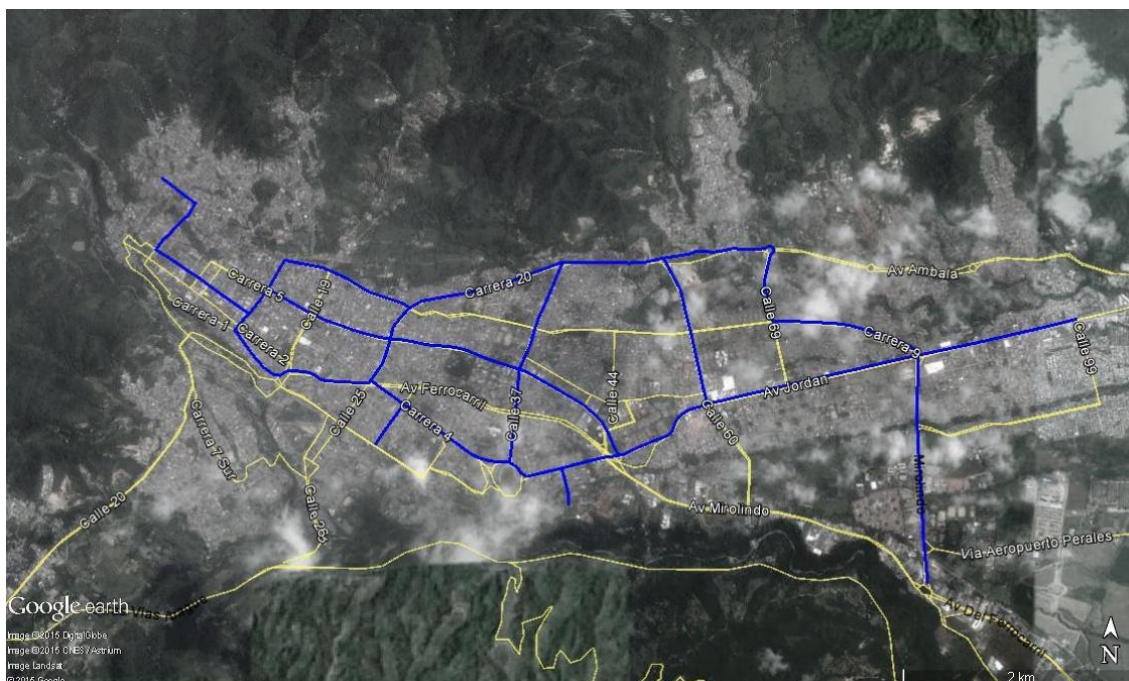


Figura 39. Red teórica sin líneas de deseo Ibagué
Fuente: Elaboración propia

6.1.5 Red Primaria

Se basa en los criterios de seguridad, coherencia, rapidez, atractivo y comodidad, luego de tener claros cada uno de ellos se agrupan algunas rutas, hay que tener en cuenta la infraestructura existente por donde va a pasar, ya que algunas no cuentan con unas dimensiones óptimas para la red pero se pueden en un modificar o realizar obras adicionales para cumplir con las medidas correspondientes.

Se dividieron en rutas y arrojó como total 26,15 Km de red en 13 rutas, pero esta no es el final ya que se puede expandir o modificar de acuerdo con los intereses de la ciudad.

1. Ruta Cra 5, Calle 25 – Cra 10, Calle 2
2. Ruta Cra 5, Calle 25 – Cra 10, Calle 2
3. Ruta Cra 5, Calle 15 – Cra 10, Calle 6
4. Ruta Cra 3, Calle 15 – Cra 5, Calle 25
5. Ruta Cra 9, Calle 15 – Cra 9, Calle 25
6. Ruta Cra 5, Calle 25 – Cra 7, Calle 60



7. Ruta Cra 4, Calle 25 – Cra 4, Calle 42
8. Ruta Cra 5, Calle 25 – Av Ambala, Calle 69
9. Ruta Cra 5, Calle 37 – Av Ambala, Calle 37
10. Ruta Cra 1, Calle 42 – Cra 5, Calle 42
11. Ruta Av Ambala, Calle 60 – Cra 5, Calle 60
12. Ruta Cra 5, Calle 60 – Av Mirolando, Calle 60
13. Ruta Av Ambala, Calle 69 – Cra 9, Cra 5

Tabla 10. Rutas para la red primaria ciclista de Ibagué
Fuente: Elaboración propia

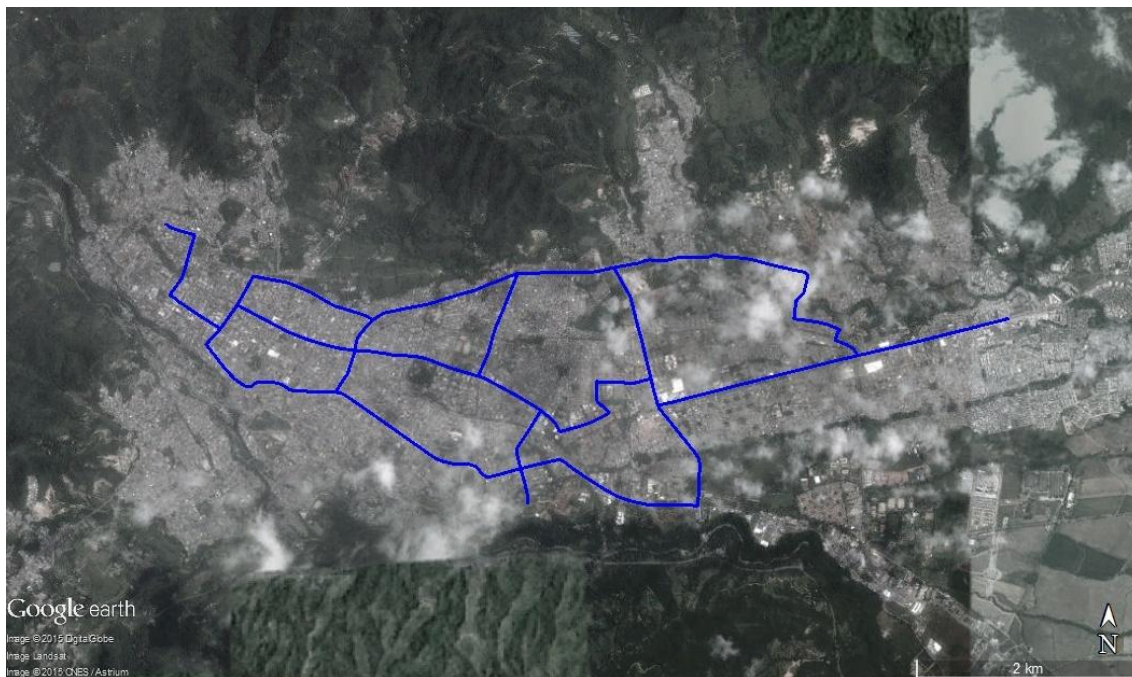


Figura 40. Red primaria ciclable en Ibagué
Fuente: Elaboración propia

6.2 Tipología de rutas ciclables

Según el manual sobre el Diseño de rutas ciclables de Bizkaia (Plan Director Bizkaia) y el texto Proyectar vías ciclistas (Diputación de Valencia), veremos a continuación las posibles tipologías que podremos utilizar en nuestras rutas.



Ciclista	0,75
Automóvil	1,75
Vehículo pesado	2,60
Ciclista - Bordillo	0,25 – 0,50
Ciclista - Aparcamiento	0,75 – 0,90 (0,50 mínimo estricto)

	En calzada con veloc. máxima 30 km/h	En calzada con veloc. máxima 50 km/h
Ciclista - Vehículo circulando	0,85	1,05
Vehículo circul. - Vehículo circul.	0,30	0,80
Vehículo circul. - Bordillo	0,25	0,50
Vehículo circul. - Vehículo aparcado	0,50	0,70

Tabla 11. Magnitudes de referencia para anchos de rutas ciclables urbanas
Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia (en metros)

	CONFORMACIÓN DE SU PLATAFORMA EN RELACIÓN A OTROS MODOS		
	Comparte plataforma con el viario motorizado	Comparte plataforma con la acera	Plataforma propia e independiente
Uso exclusivo de la plataforma ciclable (segregación)	■ Carril-bici protegido	■ Pista acera-bici	■ Pista-bici
Uso compartido de la plataforma ciclable (no segregación)	■ Carril-bici ■ Carril bus-bici ■ Vía señalizada compartida ■ Vía convencional	■ Senda acera-bici ■ Acera-bici compartida	■ Senda ciclable

Tabla 12. Tipologías de las vías de circulación en bicicleta
Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

Básicamente nos centraremos en las siguientes tipologías teniendo en cuenta las características geométricas que presenta los espacios urbanos de la ciudad de Ibagué:

- Carril-bici
- Carril-bici protegido
- Pista acera-bici
- Senda acera-bici
- Vía señalizada compartida

6.2.1 Carril-bici

El Carril-bici ocupa parte de la calzada como espacio exclusivo para la circulación de los ciclistas, este carril no está segregado físicamente pero si va acompañado de unas marcas viales para que los vehículos motorizados puedan respetar su espacio.

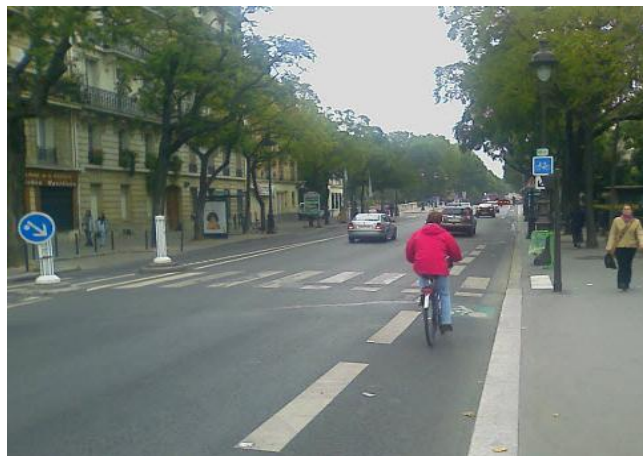


Figura 41. Carril-bici unidireccional, Paris
Fuente: enbicipormadrid.es

Ventajas

- Facilidad de implementación, ya que esta sobre la misma calzada y usa el mismo trazado.
- Bajo costo ya que se usa la misma calzada, solo se necesitaría señalización.
- Buena visibilidad entre ciclistas y otros usuarios llegando a intersecciones.

Desventajas

- Se puede presentar conflictos en aparcamientos en vía, entradas y/o salidas de edificios entre los ciclistas y vehículos motorizados.
- Probable invasión de carril, ya sea circulando o aparcando por parte de vehículos motorizados.
- Poca sensación de seguridad para los ciclistas al no verse protegidos por un separador.

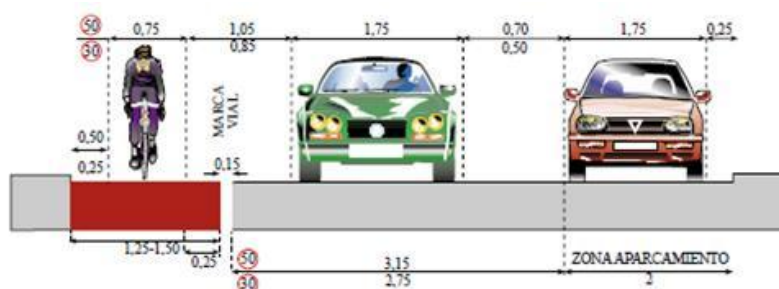


Figura 42. Modelo unidireccional Carril-bici velocidades 50-30 km/h
Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

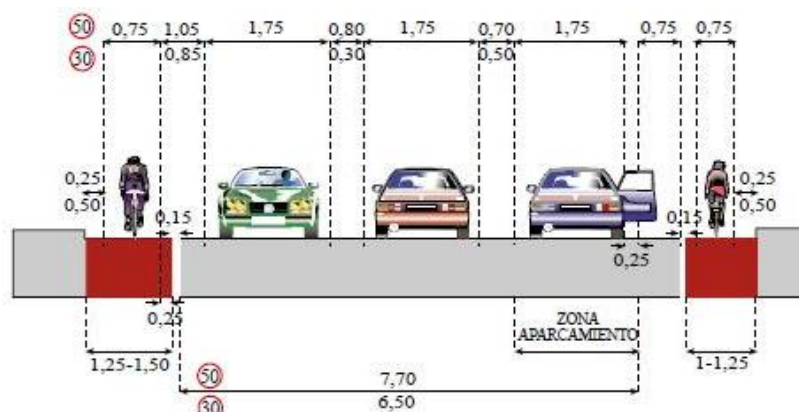


Figura 43. Modelo dos bandas Carril-bici velocidades 50-30 km/h
Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Unidireccional (m)</i>	1,50	≥ 1,50	1,50-2,00	1,70-2,30
<i>Bidireccional (m)</i>	3,00	-	-	-

Tabla 13. Anchos carril-bici
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

6.2.2 Carril-bici protegido

Este carril se encuentra segregado físicamente de la calzada pero su superficie sigue siendo la misma del pavimento correspondiente, esta segregación se hace por medio de bolardos o elementos elevados del plano de rodadura como los separadores de plástico. Es mucho más seguro que el carril-bici normal ya que hay una separación del tráfico vehicular con los ciclistas, pero se considera que pueden presentar peligrosidad en las intersecciones por la falta de percepción de los conductores en los vehículos respectivos, puede ser bidireccional pero se recomienda unidireccional en el sentido de la calzada correspondiente.



Figura 44. Carril-bici protegido bidireccional, Zaragoza

Fuente: zicla.com

Ventajas

- Sensación de seguridad de los ciclistas ya que cuentan con una vía exclusiva para ellos.
- Fácil implementación ya que se usa la misma calzada existente y el mismo trazado.
- Costos menores ya que su implementación solo se basa en señalización, separación y reorganización del espacio, no se necesita de construcción de obras nuevas.

Desventajas

- Probable ocupación del espacio reservado por parte de vehículos motorizados, dependiendo del tipo de separador.
- Posible exposición a los ciclistas de gases vehiculares, contaminación acústica, y sensaciones térmicas.
- Dificultad en las intersecciones respecto a su sincronización.

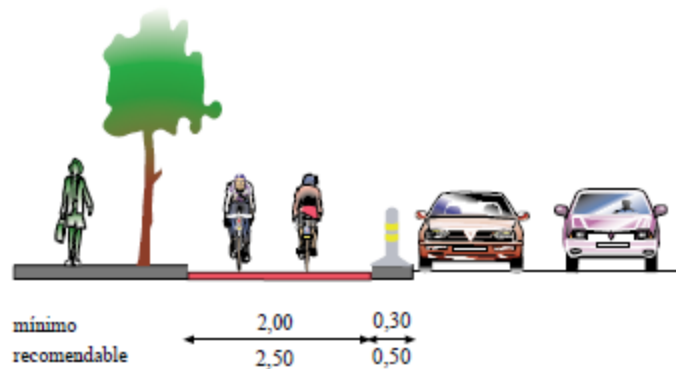


Figura 45. Modelo bidireccional Carril-bici protegido
Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

6.2.3 Pista acera-bici

Es una vía sobre la acera que está segregada al tráfico motorizado y peatonal por medio de elementos como vegetación, mobiliario urbano, bolardos, etc. La sección de pista puede variar en su color respecto al resto de la acera, de igual forma tiene que estar debidamente señalizada.



Figura 46. Pista acera-bici bidireccional, Krommenie
Fuente: fahrenheitmagazine.com

Ventajas

- Comodidad para el ciclista ya que se encuentra separado del tráfico peatonal y motorizado.
- Facilita una mayor intensidad de tráfico ciclista gracias a su comodidad para circular.

- Mayores velocidades de circulación frente a usuarios más lentos debido a sus dimensiones.

Desventajas

- Se puede presentar un exceso de confianza en las intersecciones si estas no están debidamente diseñadas.
- Se necesita un espacio importante para su implantación, costes aumentan.
- No es factible aplicar en los centros urbanos.

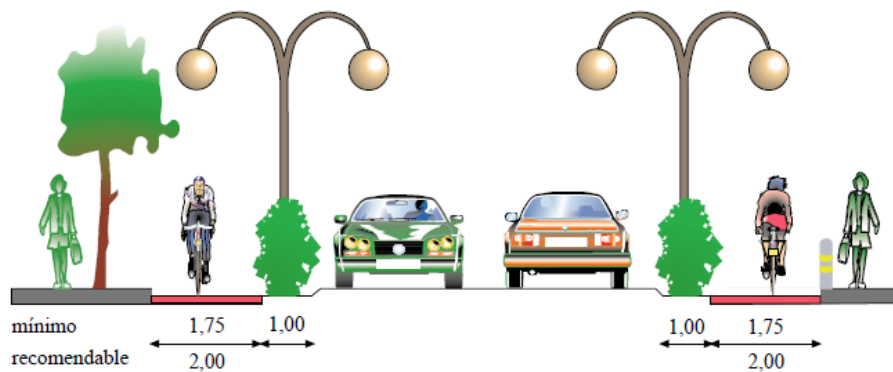


Figura 47. Modelo unidireccional Pista acera-bici

Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

	<i>Catalunya</i> (2007)	<i>Guipúzcoa</i> (2006)	<i>Madrid</i> (2001)	<i>DGT</i> (2001)
<i>Unidireccional (m)</i>	$\geq 1,50$	1,20-1,50	$\geq 2,00$	$\geq 2,00$
<i>Bidireccional (m)</i>	2,50	2,20-2,50	$\geq 3,00$	2,50-3,00

Tabla 14. Anchos Pista-bici

Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

6.2.4 Senda acera-bici

Es una vía ciclista que discurre en la misma cota y en continuidad de la acera formando parte de esta, la utilización de esta en la red se debe realizar en puntos donde el tráfico motorizado es intenso, puentes estrechos, etc. Debe estar debidamente señalizada y cambio de color en su pavimento.



Figura 48. Senda acera-bici Bidireccional, Valencia
Fuente: Google Earth

Ventajas

- Comodidad para el ciclista ya que se encuentra separado del tráfico motorizado.
- Fácil de implantar, costes bajos ya que ocupa parte del espacio peatonal.
- Atractiva para usuarios de escasa experiencia por su segregación con el tráfico motorizado.

Desventajas

- Posibles conflictos con los peatones al ocupar parte de su espacio.
- Incómoda para algunos peatones especialmente para niños y adultos mayores por la ocupación del espacio.

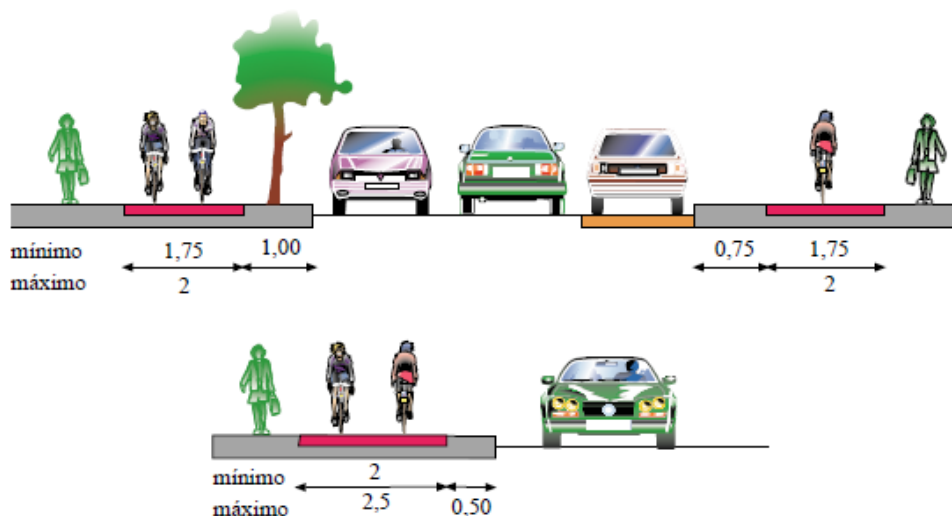


Figura 49. Modelo de sendas acera-bici unidireccional y bidireccional
Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Unidireccional (m)</i>	1,50-1,75	1,50	2,00	1,75-2,50
<i>Bidireccional (m)</i>	2,20-2,50	-	2,50-3,00	2,75-3,50

Tabla 15. Anchos Aceras-bici
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

6.2.5 Vía señalizada compartida

Consiste en una vía donde los ciclistas y el tráfico motorizado comparten una misma calzada, el ciclista puede ocupar uno o más carriles. Para poder llevarlo a cabo la intensidad del tráfico y las velocidades de las mismas tendrán que ser reguladas y que estas sean compatibles con el tráfico ciclista. Las ciclo calles o zonas 30 hacen referencia a un límite de velocidad de 30 km/h, esto trae una reducción significativa de la accidentalidad y de las víctimas, especialmente en ciclistas.



Figura 50. Vía señalizada compartida Zona 30, Madrid
Fuente: enbicipormadrid.es

Ventajas

- Se puede generar una red ciclista de forma más fácil por toda la ciudad.
- Reduciendo velocidad e intensidades del tráfico motorizado, bajan los niveles contaminantes y de accidentalidad.

Desventajas

- Más sensación de inseguridad para el ciclista al compartir la calzada sin un elemento de segregación.
- Conflictos en las intersecciones respecto a los cambios de dirección entre ciclistas y tráfico motorizado.

Propuesta para el sistema de bicicleta pública y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia

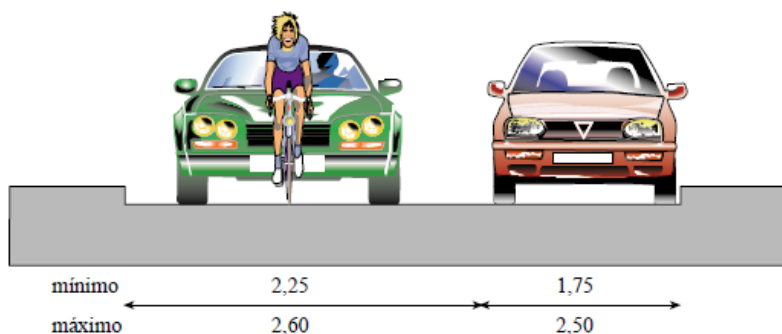


Figura 51. Modelo unidireccional en Vía señalizada compartida de velocidad max 30 km/h con resguardo de apertura de puertas de los vehículos aparcados no se puede adelantar al ciclista

Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

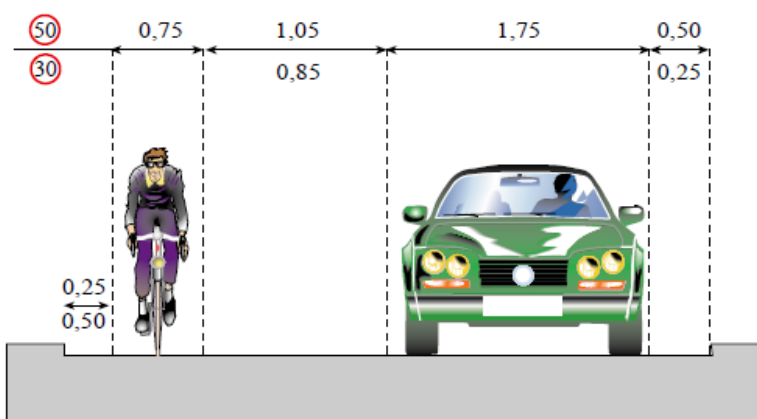


Figura 52. Modelo unidireccional en Vía señalizada compartida según velocidades se permite el adelantamiento de las bicicletas

Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia

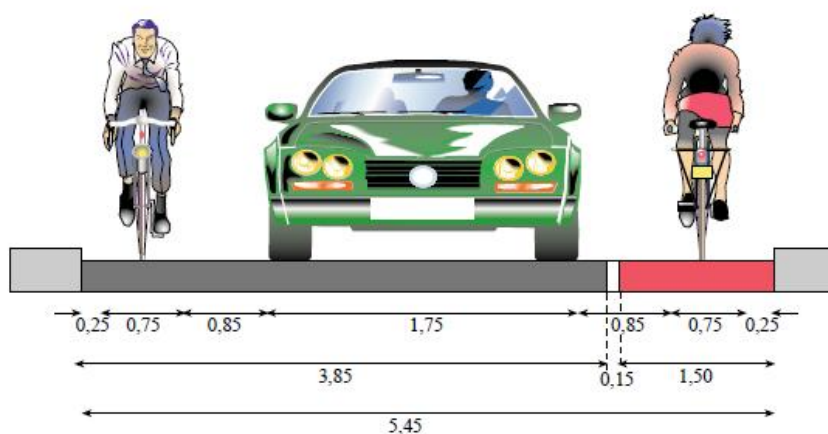


Figura 53. Modelo unidireccional en Vía señalizada compartida con un carril contra corriente límite de velocidad 30 km/h se permite el adelantamiento del ciclista

Fuente: Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables Bizkaia



	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Unidireccional (m)</i>	-	2,25-2,60	2,25-2,60	2,25-2,60
<i>Bidireccional (m)</i>	-	4,30-6,00	4,30-6,00	-

Tabla 16. Anchos Vías mixtas o compartidas con tráfico motorizado
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

6.3 Secciones tipo para posibles rutas ciclistas

Teniendo en cuenta las diferentes tipologías y características geométricas de los espacios viales vistos anteriormente, procederemos a realizar una serie de recomendaciones en cuanto a secciones tipo de las mismas, no tenemos que olvidar que para lograr estos objetivos se tendrá que hacer una serie de obras nuevas tanto en la parte vial como en los espacios públicos de la ciudad, además se tendrá que redistribuir las dimensiones de los espacios viales de ser necesario.

Se escogió un ancho de Carril-bici de 1,25 metros, lo recomendable sería 1,50 metros pero en el texto La bicicleta en la ciudad del Ministerio de fomento, considera el ancho mínimo de 1 metro unidireccional y 2 metros bidireccional, con la medida escogida podemos dar maniobrabilidad al ciclista y se ganara espacio en las calzadas ya existentes. Además se recomienda respetar una distancia de 1,05 metros entre el ciclista y el vehículo motorizado en vías urbanas donde no sobre pasan los 50 km/h, esto para proteger el ciclista en la maniobra de adelantamiento.

En el caso de Pista acera-bici y Senda acera-bici, se recomienda usara 1,50 metros unidireccional y 2,0 metros bidireccional según los manuales de diseño vistos anteriormente, siempre y cuando el municipio esté dispuesto a recuperar espacios públicos para este tipo de obras.

En cuanto a las vías señalizadas compartidas la velocidad máxima es de 30 km/h, si es una vía donde se permite adelantar al ciclista se tendrá la misma distancia de resguardo entre el ciclista y el vehículo motorizado como en el Carril-bici. Estas vías tendrán que estar debidamente señalizadas para evitar confusiones y excesos de velocidad.

6.3.1 Carril-Bici

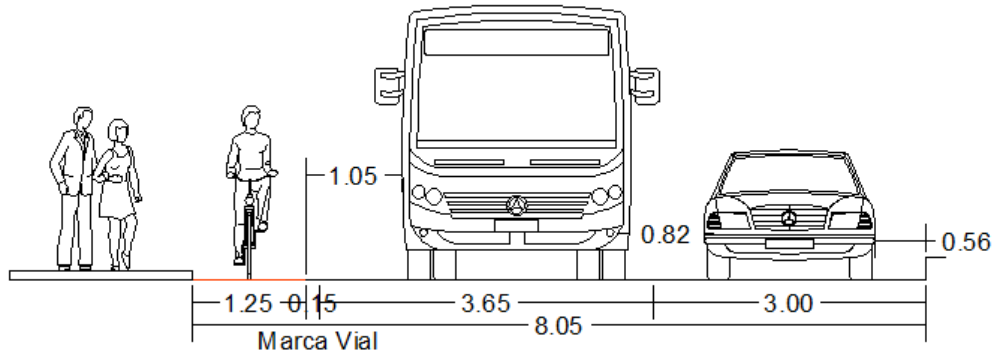


Figura 54. Vista frontal Carril bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

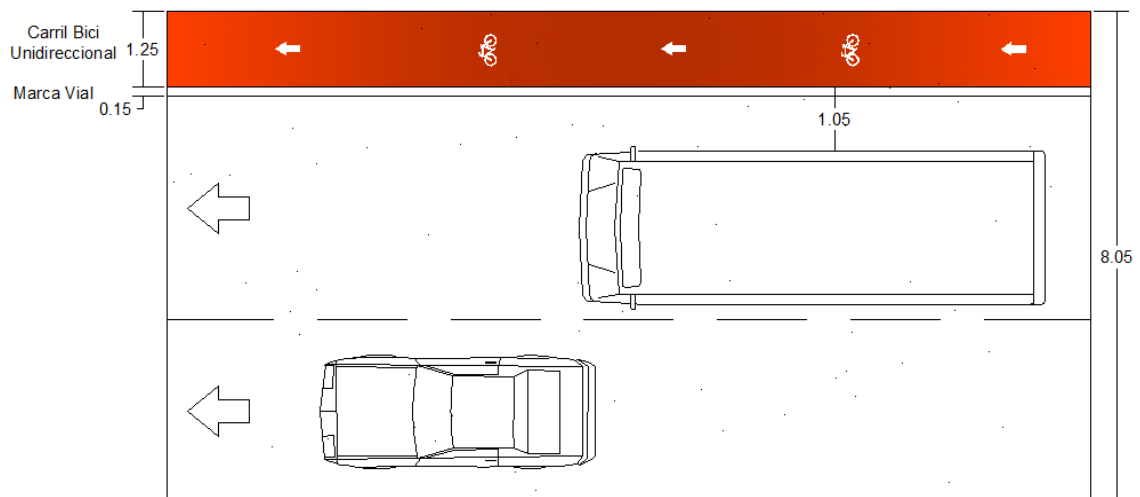


Figura 55. Vista en planta Carril-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros



6.3.2 Carril-bici protegido

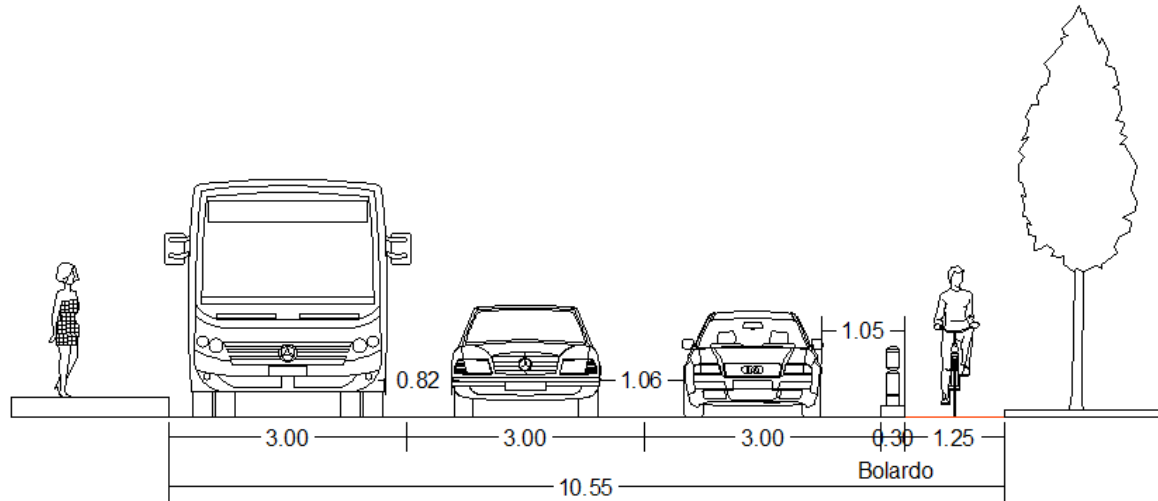


Figura 56. Vista frontal Carril-bici protegido unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

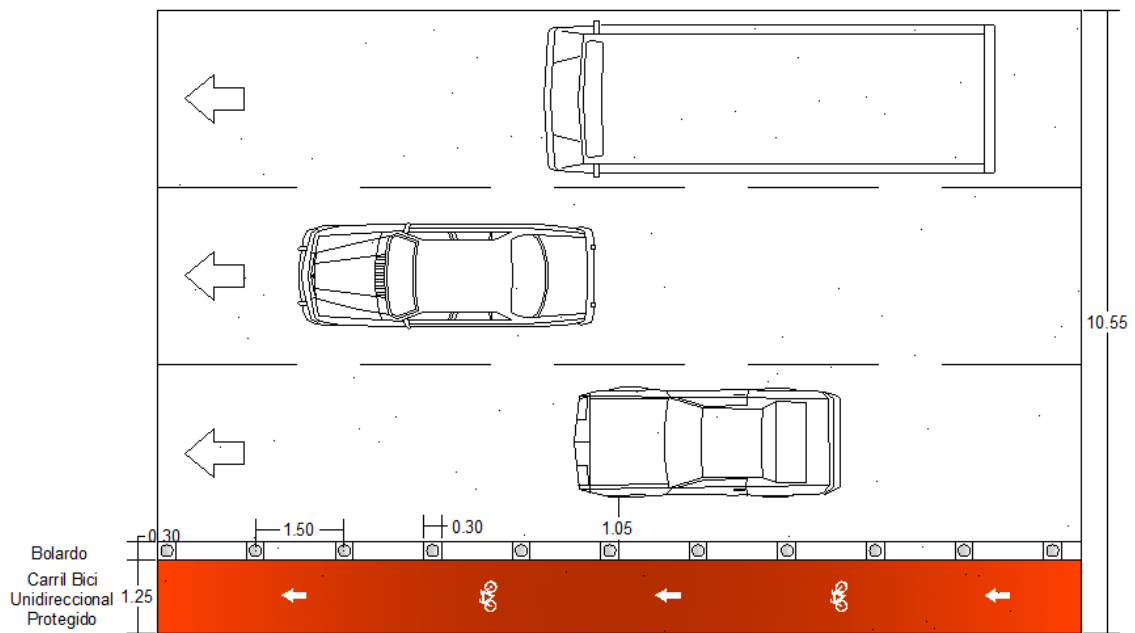


Figura 57. Vista en planta Carril-bici protegido unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

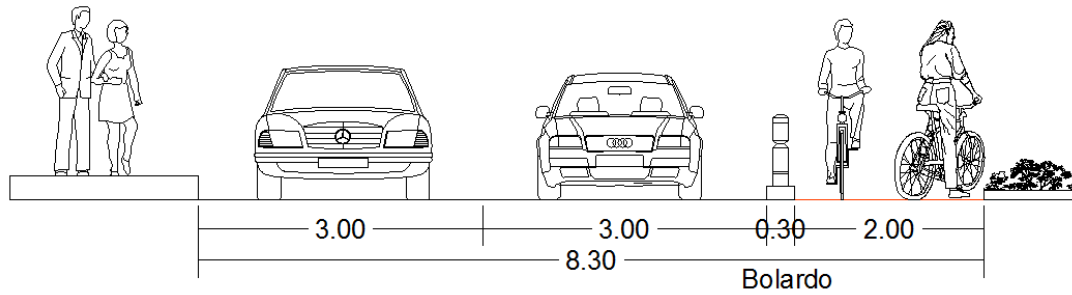


Figura 58. Vista frontal Carril-bici protegido bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

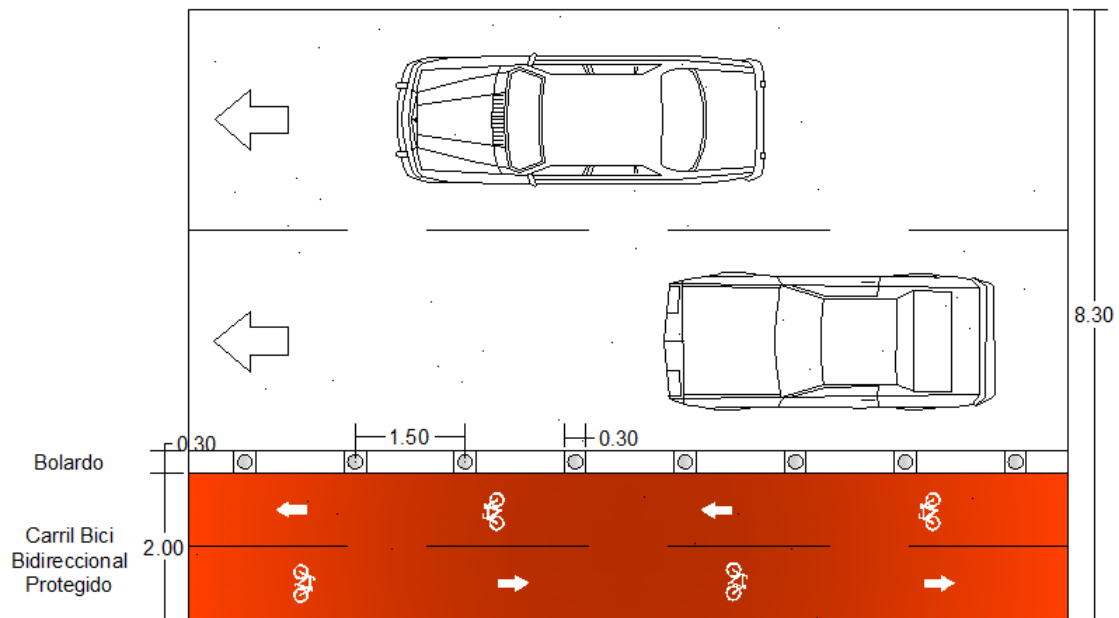


Figura 59. Vista en planta Carril-bici protegido bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

6.3.3 Pista acera-bici

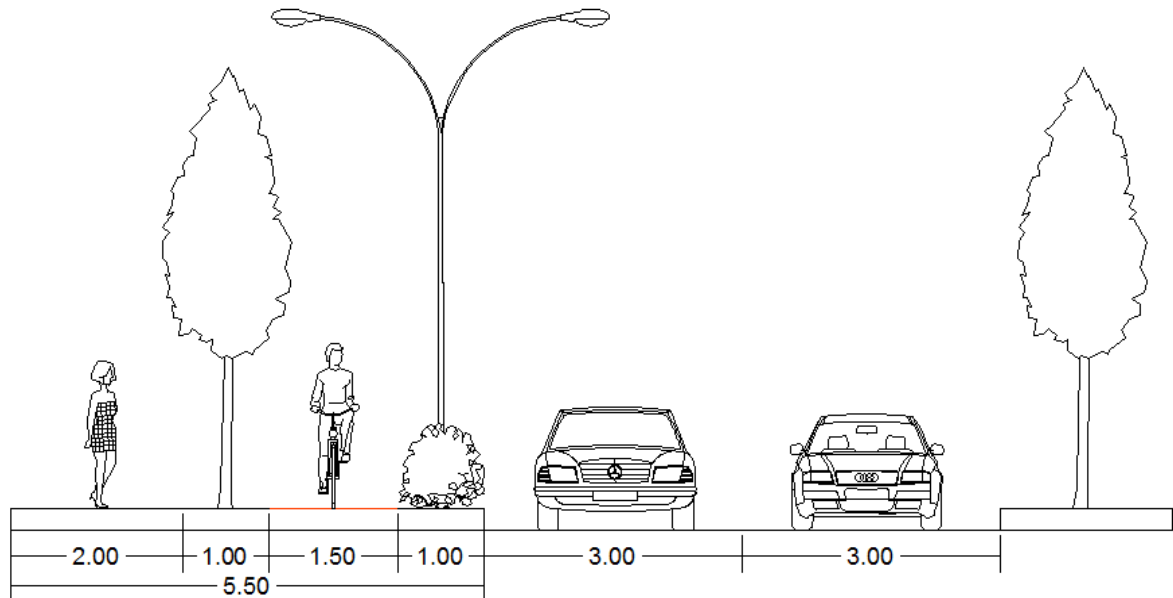


Figura 60. Vista frontal Pista acera-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

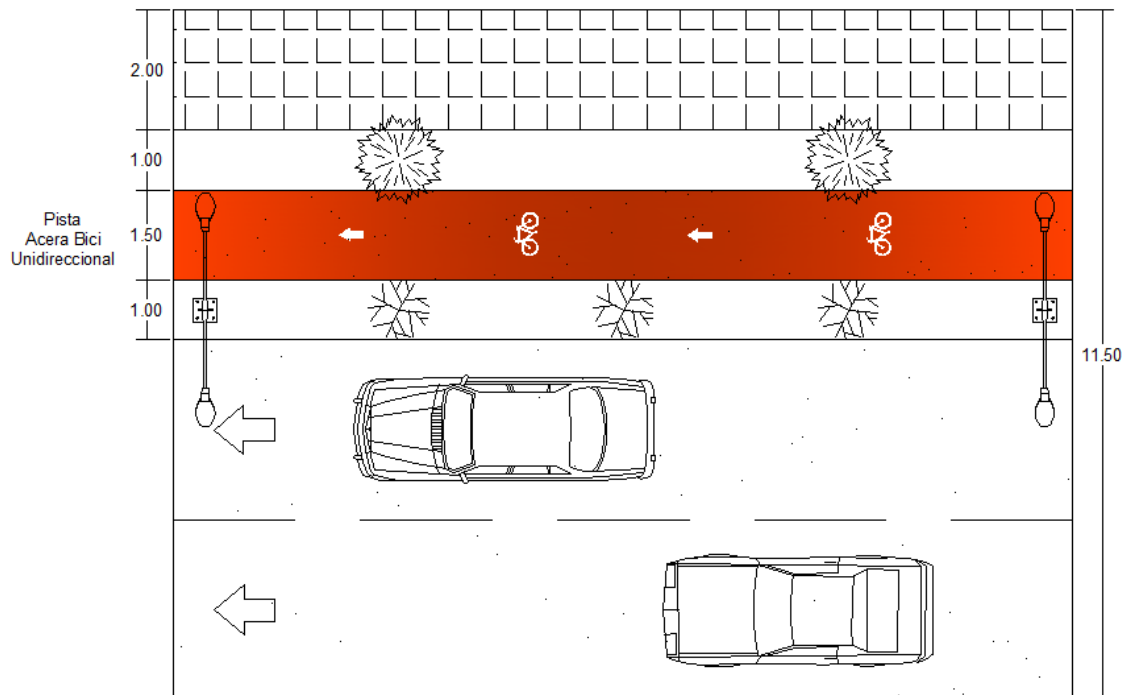


Figura 61. Vista en planta Pista acera-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

6.3.4 Senda acera-bici

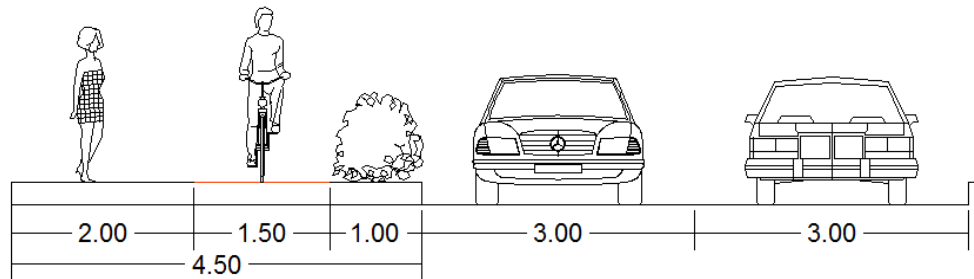


Figura 62. Vista frontal Senda acera-bici unidireccional

Fuente: Elaboración propia

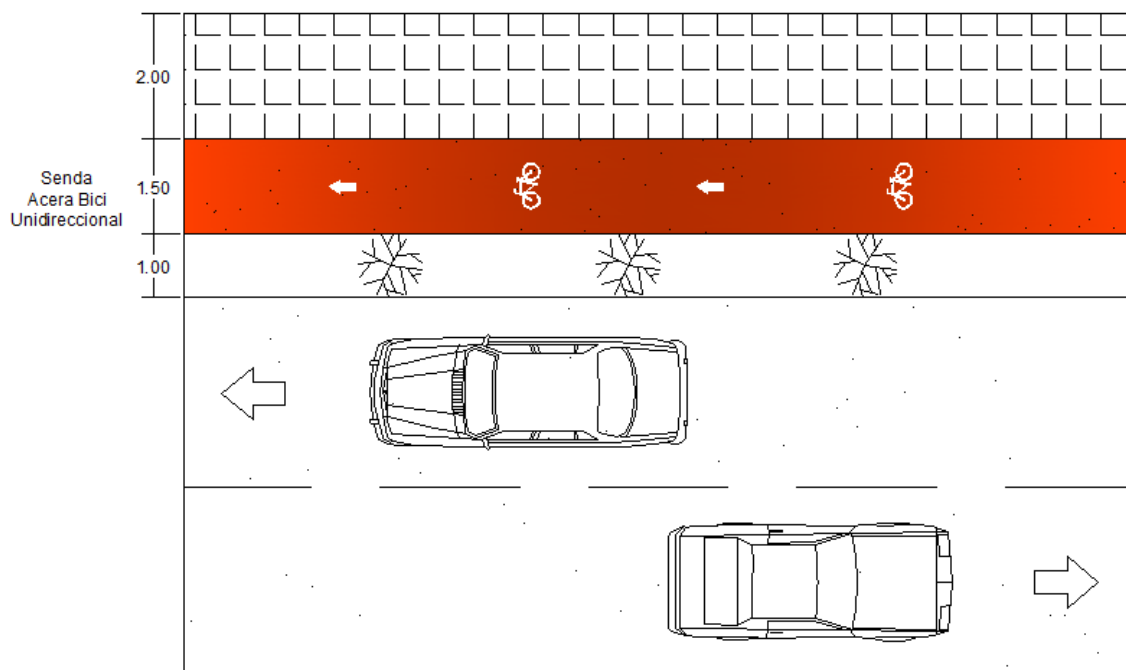


Figura 63. Vista en planta Senda acera-bici unidireccional

Fuente: Elaboración propia en metros

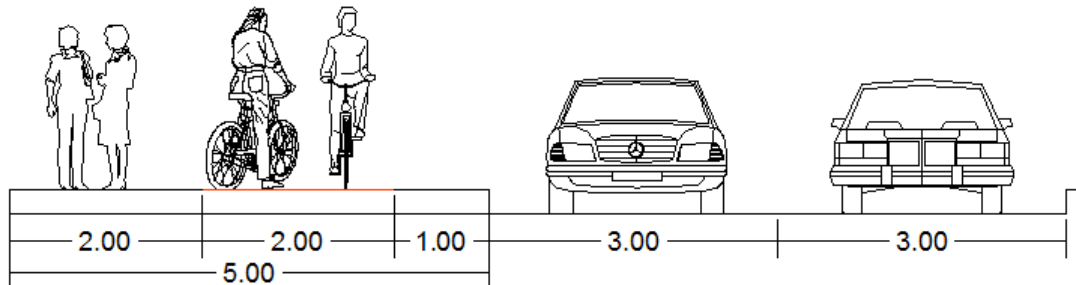


Figura 64. Vista frontal Senda acera-bici bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

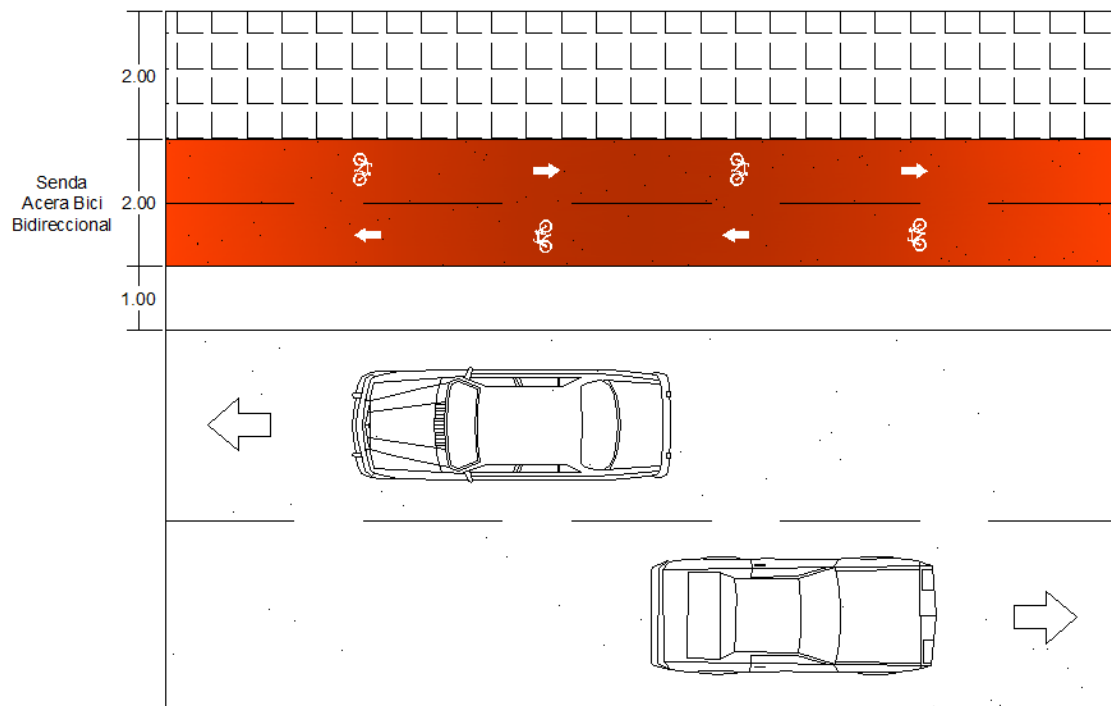


Figura 65. Vista en planta Senda acera-bici bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

6.3.5 Vía señalizada compartida

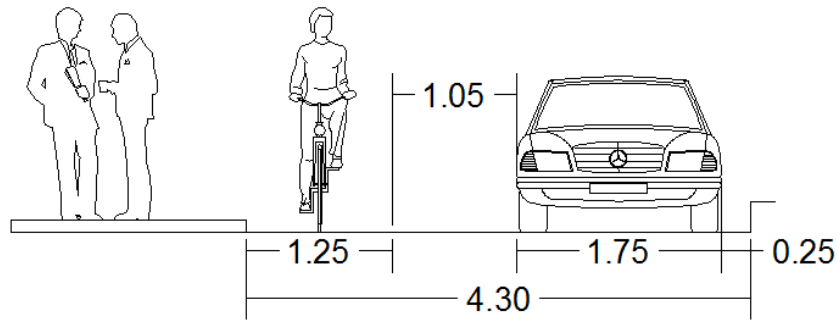


Figura 66. Vista frontal Vía señalizada compartida unidireccional vel 30 km/h se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros

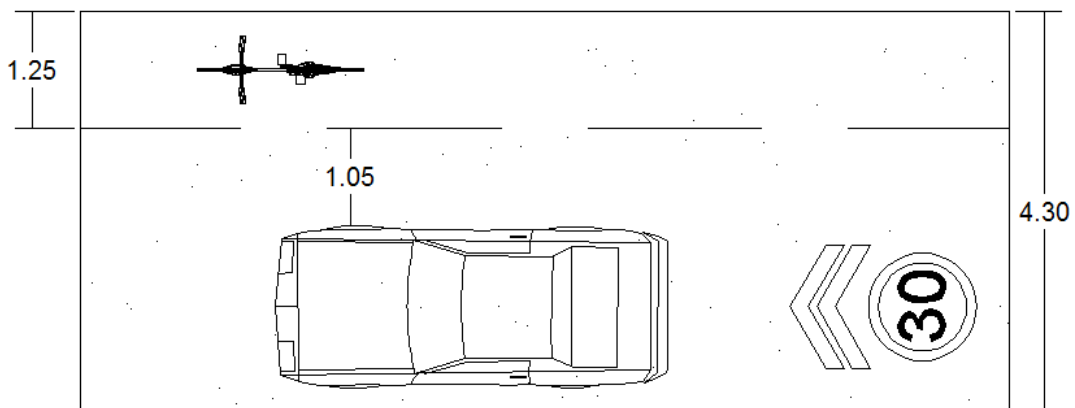


Figura 67. Vista en planta Vía señalizada compartida unidireccional vel 30 km/h, se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros

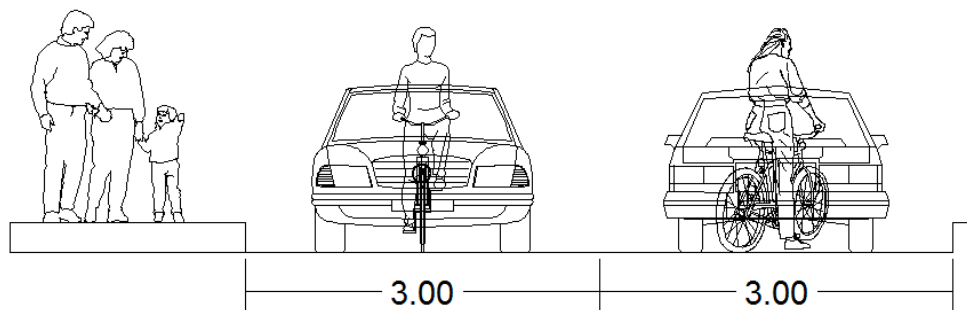


Figura 68. Vista frontal Vía señalizada compartida bidireccional vel 30 km/h, No se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros

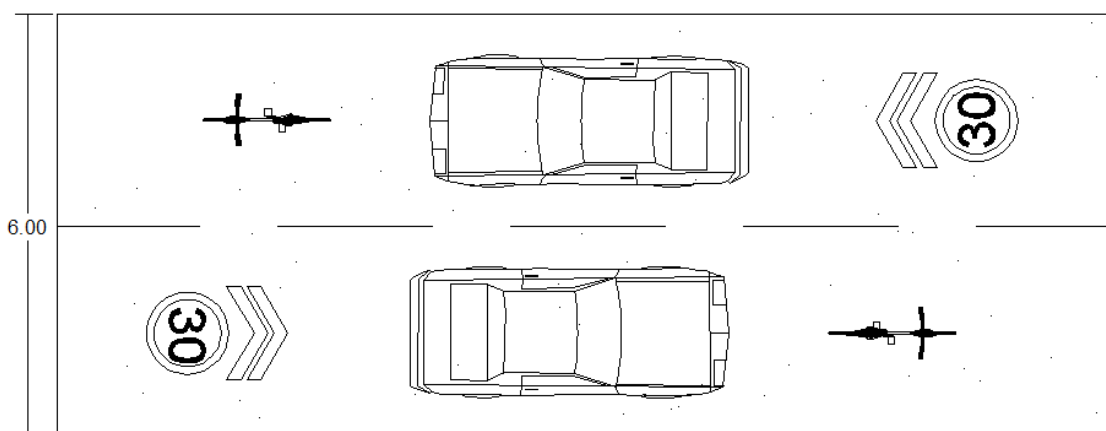


Figura 69. Vista en planta Vía señalizada compartida bidireccional vel 30 km/h, No se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros

6.4 Tipología de explanada, firmes y pavimentos para posibles rutas ciclistas

De acuerdo a la tipología de nuestras rutas ciclistas escogeremos la explanada y los firmes más recomendables para nuestras rutas ciclistas, esto quiere decir que tratándose de vías urbanas nos centraremos en el Carril-bici, Anden-bici y Senda-bici.

6.4.1 Explanada

La explanada es la superficie donde se asienta el firme, se dimensiona de acuerdo al tipo de vehículo y la frecuencia de paso, las cargas de tráfico realmente son las que producirá la maquinaria que realizara la construcción y el mantenimiento a lo largo de su vida útil, ya que las cargas generadas por los ciclistas son realmente bajas tanto que se podrían despreciar.

De acuerdo a el texto Proyectar vías ciclistas de la Diputación de Valencia hace una recopilación de los Manuales de Guipúzcoa, las recomendaciones de la Comunidad de Madrid y la Dirección general de tráfico, señalan como suficiente el tipo E1 de la Norma 6.1 1.C sección de firmes de la instrucción de carreteras.

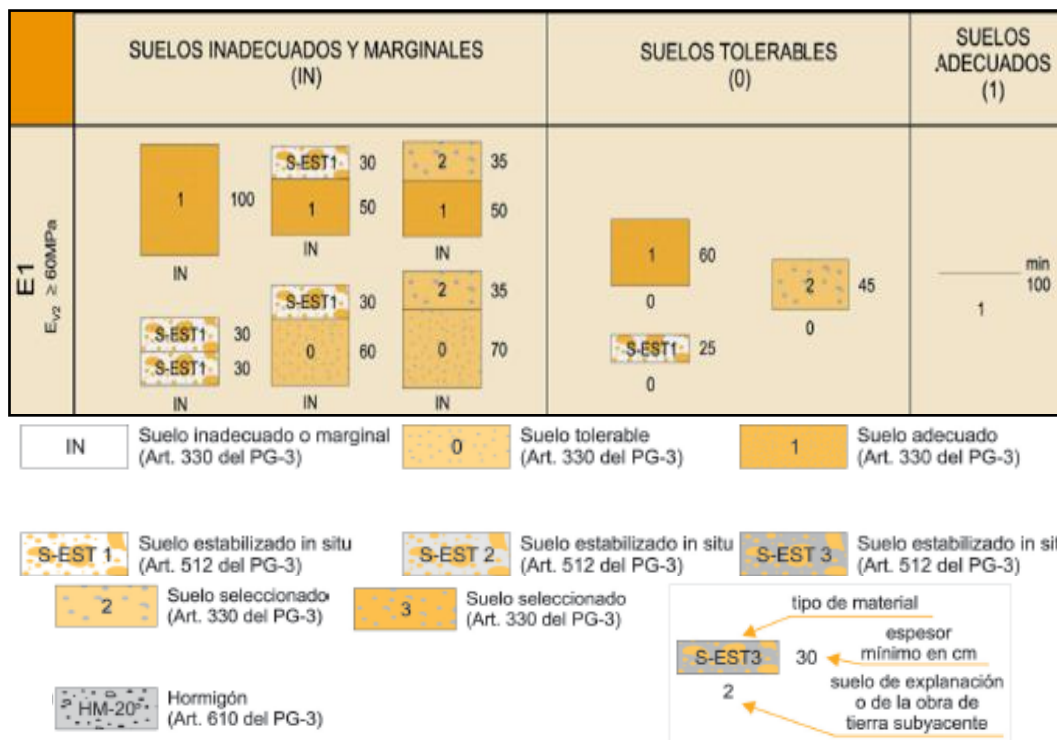


Tabla 17. Tipos de suelo y formación de la explanada E1
Fuente: Norma 6.1 1.C sección de firmes de la instrucción de carreteras

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR ≥ 3 (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO ₃) < 1%. - Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	- CBR ≥ 5 (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

(*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.

(**) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR ≥ 6 y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR ≥ 12 . Así mismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobresuelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Tabla 18. Materiales para la formación de explanadas
Fuente: Norma 6.1 1.C sección de firmes de la instrucción de carreteras



6.4.2 Firmes

El firme es un material seleccionado, este va ubicado sobre la explanada y sus principales funciones son distribuir las cargas de tráfico hacia la explanada además de protegerla de factores atmosféricos.

El firme está compuesto por la subbase, la base y el pavimento que lo trataremos más adelante, la subbase es la primera capa que va sobre la explanada esta ayuda a formar un cimiento estable para la base, la base es la siguiente capa, principalmente esta absorbe los mayores esfuerzos verticales. Tratándose de una vía ciclista se desestimara la subbase ya que las cargas que generan los ciclistas son muy bajas.

A continuación describiremos algunos materiales usados para la capa base del firme de acuerdo al texto Proyectar vías ciclistas que se basa en las exigencias del Pliego de prescripciones técnicas generales para las obras de carreteras y puentes (PG-3):

Zahorra natural y artificial (ZN/ZA)

Está compuesto por materiales granulares que debe cumplir unos requisitos en cuanto a limpieza, contenido de materia orgánica, granulometría y demás, todo esto establecido por el PG-3.

Se puede usar en algunas vías ciclistas como capa de rodadura, es el caso de zonas boscosas retiradas del entorno urbano donde no se necesita una vía de gran calidad.

Tiene como ventaja su aspecto natural y los costes de mantenimiento son muy bajos, pero no se recomienda usarla en zonas muy lluviosas ya que se podría erosionar.

Suelo cemento (SC)

Es una mezcla de material granular con cemento, el cemento a usar es de aproximadamente el 3% del peso de suelo a tratar. Gracias al uso del cemento



se reduciría en gran parte los espesores de la estructura del firme, pero pueden tener inconvenientes frente a los cambios fuertes de temperaturas.

Hormigón en masa y armado (HM/HA)

Este se puede colocar como capa base del firme sobre un terreno natural siempre y cuando no exista tráfico motorizado y presente buenas características.

Cuando se coloca una malla de acero en su interior se le denomina hormigón armado, esto se hace para evitar fisuras por retracción en el hormigón, se tendrán que realizar juntas transversales. Podemos decir que es muy resistente, tiene poco mantenimiento, pero sus costes de construcción son más elevados que los otros.

6.4.3 Pavimentos

El pavimento es un elemento muy importante en las vías ciclistas, ya que este se encuentra en contacto más directo con los usuarios, no solo por la parte estética, también la seguridad y la comodidad son muy importantes, se tiene que garantizar una adecuada adherencia para evitar accidentes al usuario, por otra parte la durabilidad de el mismo juega un papel muy importante teniendo en cuenta que habrán fases de construcción y mantenimiento sobre este.

Se tendrá que diferenciar de forma razonable una vía ciclista respecto al tráfico peatonal y motorizado, esto es para la seguridad de los diferentes usuarios lográndose mediante cambios de textura de las superficies, color o ambas combinaciones.

A continuación trataremos 4 tipologías de pavimentos que son las más usadas en el entorno urbano de una ciudad.

Mezclas bituminosas (MBC)

Es una mezcla compuesta por un ligante hidrocarbonado con áridos puede presentar aditivos, los áridos quedan recubiertas por una película de el ligante donde luego se compacta a altas temperaturas hasta los 120°C.



Figura 70. Carril-bici protegido MBC Pont de les Arts, Valencia

Fuente: valenciaenbici.org

	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Espesores capas de firme (cm)</i>				
<i>MBC</i>	3 - 5	5	3 - 5	5
<i>ZN/ZA</i>	15 - 30	25	15 - 20	15 - 30 ⁽¹⁾

MBC
ZN/ZA

Explanada

El manual de la DGT establece el espesor de la capa de ZN/ZA en función de la categoría de explanada.
E1:15 cm ZN + 15 cm ZA
E2:20 cm ZA
E3:15 cm ZA

Tabla 19. Espesores mezclas bituminosas con ZN/ZA
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Espesores capas de firme (cm)</i>				
<i>MBC</i>	3 - 5	5 ⁽²⁾	NO	5
<i>SC</i>	15 - 30	20	NO	15 - 20 ⁽³⁾

MBC
SC

Explanada

El manual de la DGT establece el espesor de la capa de SC en función de la categoría de explanada.
E1:15 cm ZN + 15 cm SC
E2:20 cm SC o ZA
E3:15 cm SC o ZA

Tabla 20. Espesores mezclas bituminosas con SC
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia



Entre sus ventajas encontramos la comodidad para el usuario, resistencia, superficie flexible, buena adherencia, se puede cambiar de color con pigmentos para asfaltos, durabilidad elevada, costes de mantenimiento bajo, pero su coste de instalación y reparación son más elevados.

Hormigón en masa y armado (HM/HA)

Esta tipología también se puede usar como capa de rodadura, se extiende la capa de hormigón en masa sobre una base de grava o arena, también se puede acentuar sobre la explanada siempre y cuando está presente unas características favorables según las recomendaciones de la DGT y la Norma 6.1 1.C, si es hormigón armado se puede usar una malla electro soldada de 8 mm con cuadrículas de 15x15 cm de lado.



Figura 71. Senda acera-bici HM pigmentado, Lleida
Fuente: serraciments.com



	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Espesores capas de firme (cm)</i>				
<i>Hormigón</i>	5 - 10	15	No específica	15
<i>ZN/ZA</i>	No específica	15	No específica	15 ⁽¹⁾

Hormigón
ZN/ZA

Explanada

El manual de la DGT considera la explanada E1.

Tabla 21. Espesores Hormigón con ZN/ZA
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

Entre sus ventajas podemos resaltar la resistencia, la buena adherencia, la durabilidad, el bajo coste de mantenimiento y se puede variar el color, pero para los usuarios la rodadura no resulta muy cómoda por las juntas de retracción, además una vía ciclista en hormigón puede aumentar los costos en su construcción y se tiene el riesgo de la rotura de losas por asentamientos del terreno.

Adoquín

Para asentar el adoquín se necesita como base una capa de hormigón, luego se extiende otra capa de arena o mortero, se finaliza con el relleno de las juntas con arena, para su confinamiento es necesario la construcción de bordillos laterales, algunos manuales los recomiendan para tramos cortos y para la integración paisajística además en zonas donde se pretende reducir la velocidad.



Figura 72. Adoquín en paseo marítimo, Benicasim
Fuente: Google earth

	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Espesores capas de firme (cm)</i>				
<i>Adoquín</i>	No especifica	No especifica	6	4 - 6
<i>Mortero/ Arena</i>	No especifica	3	3	3 ⁽¹⁾
<i>Hormigón</i>	No especifica	10 ⁽²⁾	12 - 15	10 - 15 ⁽³⁾

Adoquín
Mortero o Arena
Hormigón

Explanada

El manual de la DGT establece únicamente mortero además que establece el espesor de la capa de HM/HA en función de la categoría de explanada.

E1:15 cm
E2:12 cm
E3:10 cm

Tabla 22. Espesores adoquín con mortero o arena y HM/HA
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

Entre sus ventajas encontramos que se pueden colorear, tiene aspecto natural y se puede integrar con el medio ambiente, el mantenimiento resulta más fácil, pero la rodadura no resulta muy cómoda, con altas lluvias es poco adherente para los ciclistas, su resistencia es media.

Baldosa

Para el uso de la baldosa necesitamos como base una capa de hormigón, luego procederemos a colocar una capa de mortero y finalizamos con la baldosa, para evitar el desplazamiento de las baldosas debemos confinarlas con un encintado lateral, sus usos son muy similares al adoquín.



Figura 73. Baldosa como pavimento, Sevilla
Fuente: Sevilla21.es

	<i>Catalunya</i>	<i>Guipúzcoa</i>	<i>Madrid</i>	<i>DGT</i>
Baldosa	No especifica	No especifica	No especifica	4 - 6
Mortero/ Arena	No especifica	3	3 - 5	3
Hormigón	No especifica	10 ⁽¹⁾	12 - 15	10 - 15 ⁽²⁾

Baldosa
Mortero/ Arena
Hormigón
Explanada

El manual de la DGT establece el espesor de la capa de HM/HA en función de la categoría de explanada.

E1:15 cm

E2:12 cm

E3:10 cm

Tabla 23. Espesores adoquín con mortero o arena y HM/HA

Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

Tiene un aspecto natural y se integra fácilmente a el ambiente, la rodadura es incomoda por presentar juntas muy repetidas en cortas distancias, tiene baja adherencia en lluvia lo que resulta un riesgo para los ciclista, su coste es elevado.

Lechada bituminosa pigmentable

Es una mezcla fabricada a temperatura ambiente a diferencias de las MBC, está formado por una emulsión bituminosa, áridos finos, agua y aditivos, estas mezclas también se conocen como Slurry. Se pueden usar sobre hormigón o aglomerado asfáltico.



Figura 74. Slurry en vías ciclistas
Fuente: pavidepor.com

	<i>Catalunya (2007)</i>	<i>Guipúzcoa (2006)</i>	<i>Madrid (2001)</i>	<i>DGT (2001)</i>
<i>Espesores capas de firme (cm)</i>				
<i>LB pigm.</i>	No especifica	1 – 3 mm	No especifica	NO
<i>Pavimento</i>	-	10 Horm.	-	-
<i>ZN/ZA</i>	-	15 ⁽¹⁾	-	NO

LB pigmentable
Pavimento
ZN/ZA

Explicada

El manual de Guipúzcoa añade 10 cm de hormigón entre LB y ZN/ZA, se puede colorear una capa de lechada bituminosa pigmentable directamente sobre el firme existente.

Tabla 24. Espesores LB pigmentable y HM/HA
Fuente: Proyectar vías ciclistas – Diputación de Valencia

Entre sus ventajas encontramos la adherencia de un pavimento desgastado ya existente, aumenta la visibilidad del pavimento por su cambio de color, aumenta la comodidad, mejora la impermeabilidad y por ende la durabilidad.



6.5 Sección tipo de explanada, firmes y pavimentos para posibles rutas ciclistas

De acuerdo a las recomendaciones vistas anteriormente, procederemos a plantear algunos tipos de estructuras para pavimento en nuestras vías ciclistas.

En la siguiente figura en el numeral 1 encontramos la Mezcla bituminosa en caliente (MBC) y Zahorras (ZA/ZN), estas especificaciones solo son para carriles de nueva construcción, ya que en algunas calzadas solo tendremos que redistribuir los anchos de carril y añadir nuestro nuevo carril-bici, esto quiere decir que no construiremos nuevos carriles y aprovecharemos la estructura de pavimento ya existente.

En el numeral 2 encontramos otra MBC pero en este caso cambiaremos nuestra Zahorra artificial por un Suelo cemento, depende del material que se tenga a disposición y las recomendaciones por los técnicos en la obra se podría realizar este cambio.

En el numeral 3 tenemos una capa de Hormigón (HM) y Zahorra natural, el Hormigón aunque en su fase de construcción es más costoso tenemos a favor su durabilidad, comodidad y adherencia.

En el numeral 4 vemos el Adoquín o baldosa, tienen un trato similar en su construcción, es decir usaremos arena para asentarlos y una capa de hormigón como su base.

Cabe recordad que para vías ciclistas la DGT recomienda según la Norma 6.1 1.C sección de firmes de la instrucción de carreteras, la explanada tipo E1, la señala como suficiente, es por esto que usaremos en todas este tipo, pero se tendrán que hacer ensayos de laboratorio para estabilizar o reemplazar si es necesario el material de nuestro suelo a lo largo de las rutas.

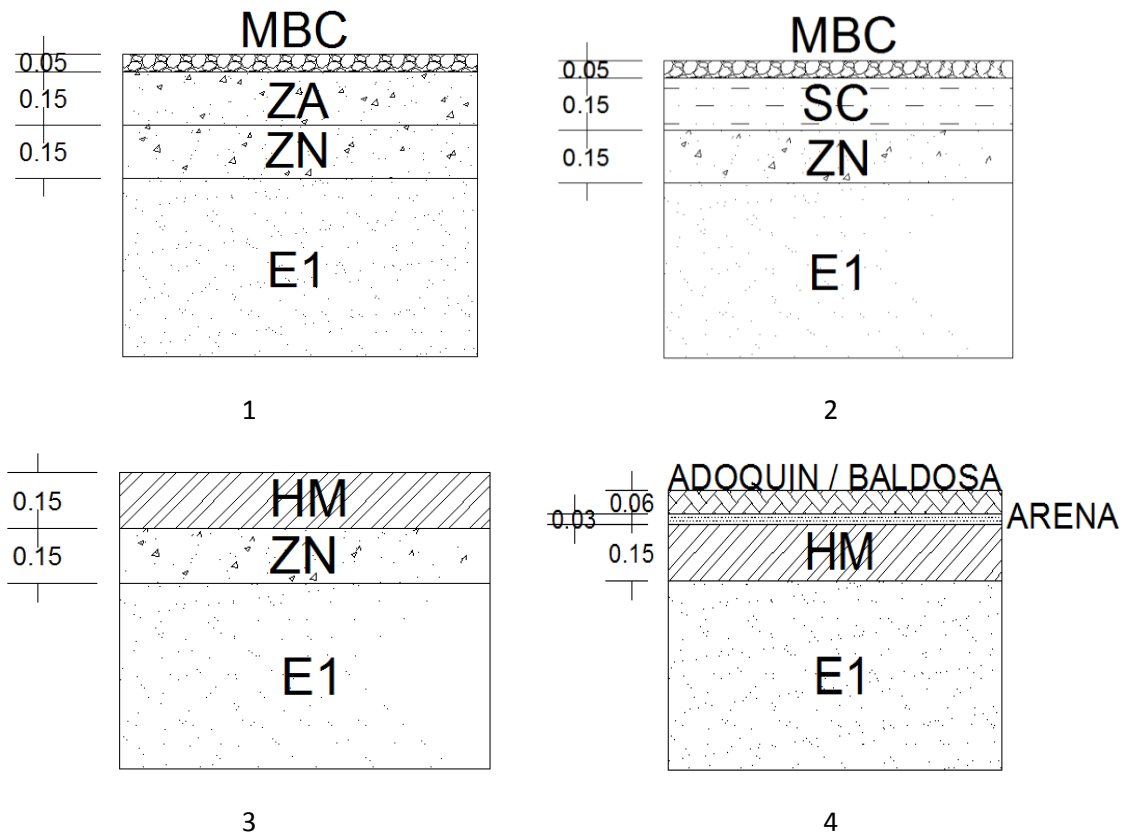


Figura 75. Secciones tipo para pavimentos en vías ciclistas
Fuente: Elaboración propia en metros

Por otra parte se recomienda usar en andenes los pavimentos en MBC y HM ya que cuentan con una mayor adherencia, son más cómodos, si su construcción es adecuada son más durables y se podrían cambiar de color para una mejor visibilidad, los pavimentos en Adoquín y Baldosa se recomiendan usar en tramos cortos, cuando sea necesaria una integración con el ambiente o reducir la velocidad, estos pavimentos no son muy cómodos para los ciclistas y tienen una baja adherencia en días lluviosos, esto sería una dificultad para una ciudad como Ibagué que cuenta con un promedio anual de precipitaciones de 1.620 mm, la ciudad de Valencia tiene un promedio de 480 mm anuales.



CAPÍTULO 7. PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE BICICLETA PÚBLICA EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ -COLOMBIA

7.1 Características para implantar el sistema de bicicleta pública

7.1.1 Factores exógenos

En Colombia las políticas hacia la movilidad sostenible son muy escasas, las entidades responsables del transporte en el país siempre se han enfocado en los medios de transporte motorizados, es por esto que tomaremos como referencia manuales Europeos y algunos Españoles ya que desde hace algunos años se han visto grandes avances en políticas sobre este tema y en concientizar a la población la importancia sobre la bicicleta como medio de transporte alternativo.

Tamaño de la población

El municipio de Ibagué cuenta con una población de 523.000 habitantes en su casco urbano, dato obtenido del censo nacional con proyecciones hacia el 2015 del DANE.

Con los datos anteriores y la siguiente tabla correspondiente a la Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España (GMISBPE), nos aconseja un Sistema Automático distribuidos por toda la ciudad, ya que la población supera los 200.000 habitantes. Como hemos visto en el apartado 3.2.3, es el sistema más costoso pero no quiere decir que no se pueda hacer, ya que hay diferentes modos de gestión.



Población del municipio	Densidad	Tipo de sistema recomendado	Puntos de recogida y entrega de bicicletas
M > 200.000	Alta	Automático	Distribuidos por toda la ciudad
	Baja	Automático	Concentrados en centro de la ciudad o zonas más densas
200.000 > M > 50.000	Alta	Automático	Distribuidos por toda la ciudad
	Baja	Manual	Ubicados en equipamientos públicos (centros cívicos, polideportivos...) y estaciones de transporte público
50.000 > M	Alta	Automático	Puntos de más movimiento (estación central de transporte, centros de oficinas, ayuntamiento, fábricas...)
	Baja	Manual	Ubicados en equipamientos públicos (centros cívicos, polideportivos...) y estaciones de transporte público

Tabla 8. Sistema aconsejado en relación al tamaño y la densidad de población del municipio.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Sistema en relación al tamaño y la densidad de población del municipio
Fuente: Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España

Son sistemas en ciudades grandes o donde su demanda es muy elevada además funciona las 24 horas, no hacen falta la presencia de atención al público en cada estación, solo existirá un punto o un par distribuidos por la ciudad para alguna queja, reclamo o atención en general.

Se podrá hacer uso de la bicicleta previo a un registro y en algunos casos dejando una fianza mediante su cuenta bancaria, luego se obtendrá una tarjeta magnética que la usaremos para liberar las bicicletas, en las estaciones obtendremos información sobre más puntos de bicicletas, bicicletas disponibles y anclajes libres, Ejemplos: Lyon (Francia), Bruselas (Bélgica), Oslo (Noruega), Estocolmo (Suecia), Valencia (España), Madrid (España).

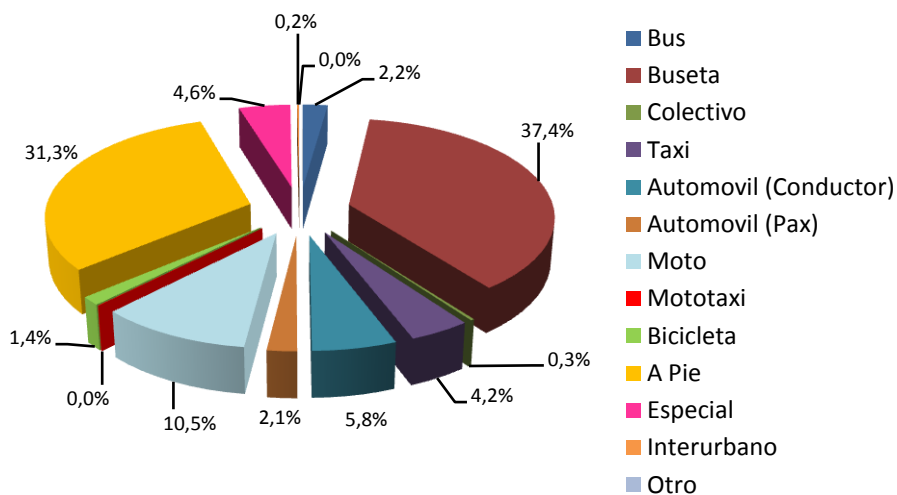


Datos de movilidad

En la ciudad de Ibagué la bicicleta representa el 1,4% del total de la movilidad de la ciudad, esto traduce a 9.395 desplazamientos diarios, sin tener una infraestructura como son las vías ciclistas aun así se realizan estos viajes.

Total población	523.000	
Desplazamientos totales	671.000	
Desplazamientos no motorizados	219.417	32,7%
Desplazamientos motorizados	451.583	67,3%
Movilidad media por persona	1,28	Viajes/Personas
Movilidad media por persona no motorizado	0,42	Viajes/Personas
Movilidad media por persona motorizado	0,86	Viajes/Personas

Tabla 26. Características de la movilidad diaria de los ciudadanos de Ibagué
Fuente: Elaboración propia según apartado 5.2



Gráfica 23. Viajes diarios por modos en Ibagué 2008
Fuente: PMM 2010 a partir de las encuestas a hogares 2008



Topografía

La ciudad de Ibagué se encuentra en la vertiente oriental de la cordillera central de Colombia, esto quiere decir que tienen cuestas o pendientes que sobre pasan los 6-8% como la gran parte de las ciudades colombianas. Según la Guía de implantación de sistemas de bicicletas públicas en España no es imposible ponerlo en marcha, ya que se pueden optar medidas para un correcto funcionamiento del sistema, como una flota de bicicletas eléctricas o la logística para transportar las bicicletas que se acumulan desde el punto más bajo al más alto, no podemos olvidar que aun que Ibagué presente este tipo de topografía, diariamente se realizan 9.395 viajes en bicicleta, este es un número importante y tal vez tendríamos que replantear que tanto afecta la topografía en el uso de este medio de transporte.

Desnivel	Sistema
Calles > 8%	Dificultad para el éxito del sistema de bicicleta pública
	Flota de bicicletas eléctricas
8% > Calles > 4%	Redistribución de bicicletas con camión desde puntos bajos a altos
4% > Calles	Facilidad para el éxito del sistema de bicicleta pública

Tabla 27. Sistema aconsejado según el desnivel del territorio

Fuente: Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España

Tejido urbano

La superficie urbana de la ciudad es de 59,6 km², pero tiene zonas muy dispersas en cuanto a usos, encontramos zonas residenciales en el extremo oriental de la ciudad mientras que zonas comerciales y de servicios están en el otro extremo, como bien se ha demostrado los SBP funcionan mucho mejor en espacios densos y con diversidad de usos.

De esta forma se tendría que comenzar a implantar desde las zonas más céntricas de la ciudad, donde se concentren parte del comercio y los servicios ya que son sitios de interés general, para luego ir expandiendo el sistema a las zonas periféricas de la misma.



Demografía

La estructura demográfica de la ciudad no es de gran relevancia ya que cualquier persona no minusválida puede aprender a usar la bicicleta, además de aprender el funcionamiento del sistema, de igual forma el perfil socio-profesional no influye ya que puede ser usado por personas de cualquier estrato social.

7.1.2 Factores endógenos

Los SBP cambian a medida de las características dadas por los factores exógenos, ya que las ciudades tienen sus propios datos desde población hasta datos de movilidad esto hace que cada sistema tenga componentes diferentes para su servicio.

Bicicletas

- Deben ser robustas para evitar el vandalismo o daño, pero se tendrá que llegar a un equilibrio en su peso ya que podría incomodar al usuario en desniveles.
- También tendrán que ser adaptable para los usuarios, el sillín tendrá que ser ajustable pero además se deberá tener en cuenta la altura de la población.
- El diseño debe ser único para evitar robo de piezas y además de ser más visibles en espacios públicos.
- Se recomienda que tengan tres cambios o marchas debido a la topográfica de la ciudad, los frenos deberán ser tipo V - brike en las dos ruedas
- Deberá contar con un espacio reservado para publicidad dependiendo de la explotación del sistema.
- Para comodidad del usuario deberá tener una cesta o portamochila además de candado o guaya para asegurar la bicicleta temporalmente.
- Deberá tener luz trasera y delantera con un sistema de energía independiente, además de los reflectantes laterales en los radios de la rueda y pedales.
- Un timbre para dar aviso a los peatones o vehículos en el trayecto.



Bicicleta publica Vélib, Paris–René Smit

SISTEMA	PESO	COLOR	ACCESORIOS	VALOR ESTIMADO	
				(Moneda Origen)	(Pesos Col)
Vélib (París)	22Kg	Gris ratón nacarado	lucos delanteras y traseras, tragalucos en las ruedas, cambio de marchas, sillín graduable y canasta delantera	USD\$ 1300	\$2.297.477
Bicing (Barcelona)	14,5Kg	Blanco y rojo	Cambio de marchas, lucos delanteras y traseras que se encienden por sensor fotoeléctrico en la noche, sillín graduable. Están enumeradas y tienen un diseño característico para evitar robos.	300 €	\$766.227
Bixi (Montreal)	20Kg	Gris ratón nacarado	Lucos led integradas al marco, cadena interna, partes exclusivas para reducir el riesgo del robo.	1.270 €	\$3.243.694
SAMBA (Río de Janeiro)			6 cambios Shimano, gancho para asegurar la bicicleta, cuenta con componentes muy sencillos.	R\$ 1.350,00	\$1.505.628
Ecobici (Ciudad de México)	16 Kg	Rojo	Ruedas con cubierta reforzada tanto en la parte delantera como en la trasera, lucos led delanteras y traseras, 3 velocidades (Shimano), soporte tipo portafolio con tensor.	USD\$ 500	\$883.645
B'easy (Santiago de Chile)	18Kg	Azul	La bicicletas es de relación fija (sin cambios) y todas tienen dinamo (generalmente ubicado en la manzana delantera) para activar la luz frontal.	80.000 CLP	\$301.937

Tabla 28. Características específicas de la bicicleta en seis sistemas

Fuente: Estado del arte, Proyecto de bicicletas públicas de Bogotá

Estaciones

- Las estaciones no deberán obstruir el tráfico tanto peatonal como vehicular.
- Pueden ser fijas, esto le daría una mayor seguridad a las estaciones frente al vandalismo, pero dependiendo del sistema a imprimir se pueden usar



portátiles, dependiendo de la evolución del sistema o las necesidades de la ciudad.

- Deberá contar con un sistema electrónico para el préstamo y devolución de la bicicleta a los usuarios, este sistema estará conectado con el centro de control (Sistema Back end – Front end).
- Las estaciones tendrán una torre o tótem donde el usuario podrá identificarse con una tarjeta magnética personal, estas torres tendrán información correspondiente a estaciones cercanas y anclajes disponibles de forma electrónica.
- Tendrán un panel informativo con mapa de la zona, código de la estación, logo del servicio, logo de la ciudad, teléfono y correo de atención al usuario y de ser necesario espacio para publicidad.
- Dependiendo del número de anclajes en la estación, esta deberá tener como mínimo 5 anclajes adicionales.
- En caso de que no se encuentren anclajes disponibles y si se está cumpliendo los 30 minutos gratis que la mayoría de SBP ofrecen, el sistema electrónico debe garantizar hasta 15 minutos más de tiempo para que el usuario pueda encontrar un anclaje disponible en la estación más próxima.



Torre y anclajes Valenbisi - Residenciauniversitariasfj.es



Centro de control, atención al usuario, y seguimiento del sistema

Este centro multipropósito deberá estar en un lugar central y permanente, además de tener espacio para ocupar lugares de trabajo como son la atención al usuario físicamente o telefónicamente, deberá contar con un sistema electrónico conectado a la red de estaciones de toda la ciudad, esto ayudara a saber en tiempo real el balance de la flota de bicicletas y a gestionar estrategias para la redistribución de bicicletas en el entorno urbano.

Mantenimiento y redistribución de bicicletas

El mantenimiento del sistema se hará de forma preventiva y correctiva, de esta forma se asegurara que las torres presenten una adecuada conexión con el centro de control, como las bicicletas estén en buen estado para circular.

- Revisión, mantenimiento y reparación de bicicletas
- Mantenimiento de las torres
- Redistribución de las bicicletas

En el caso de la redistribución de las bicicletas, se busca que no se acumulen las bicicletas en unas cuantas estaciones, eso dificultaría la búsqueda de anclajes libres o la búsqueda de bicicletas disponibles por los usuarios, además la ciudad tiene una topografía brusca y es probable que estas se acumulen en los puntos más bajos, si se cuenta con un vehículo este podría transportar de 20 a 50 bicicletas.



Vehículo para redistribución Estocolmo - Tim Birkholz, choice



Ciclo-taller de mantenimiento

Se deberá contar con un ciclo-taller de un tamaño y ubicación adecuado para el mantenimiento del total de las bicicletas y los componentes de las estaciones. Deberá contar con técnicos expertos en reparación de bicicletas además de expertos en mantenimiento de los sistemas electrónicos que componen las estaciones, este ciclo-taller estará conectado con el centro de control en tiempo real en caso de tomar medidas especiales en el sistema.

Modos de gestión y financiación

Existen muchas opciones para poner en marcha un SBP, esto depende de la voluntad y la capacidad que tenga la ciudad para comprometerse con estos sistemas, en publicaciones como Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, deja claro que cualquier ciudad podría implementar este sistema pero depende del alcance y la importancia que vaya a tener en la ciudad, se puede comenzar con una prueba piloto para analizar resultados y ajustar detalles y luego el proyecto definitivo, a continuación veremos los modos más implementados.

- El valor total del sistema es asumido por la administración central de la ciudad, donde el costo para el usuario es muy bajo o a veces cero como es el caso de Encicla en Medellín, estos recursos se podrían obtener directamente del gobierno nacional o de organizaciones que apoyen los proyectos de movilidad sostenible como el Banco Interamericano de Desarrollo.
- Otra forma es que una empresa privada asuma el sistema en su totalidad, y estos por medio de publicidad podrán lucrarse, el costo para el usuario dependería directamente del rendimiento que tenga esta empresa, siendo menor o mayor el precio a pagar el usuario.
- La última opción es que una empresa pública o privada asuma el sistema, el usuario tiende a pagar por el servicio, la empresa debe instalar y mantener el mismo a cambio de beneficios recibidos por pagos anuales por usuarios, generalmente se refleja en precios altos para los usuarios.



Infraestructura e implementación	Porcentaje de los costes totales
Implementación de la estación: terminales, plazas de estacionamiento y tecnología de cierre, planificación de la estación, trabajo preliminar y cableado	70 %
Bicicletas	17 %
Operaciones de configuración: talleres y logística	6 %
Comunicación	5 %
Administración	2 %

Costes de funcionamiento	Porcentaje de costes totales
Redistribución de bicicletas	30 %
Mantenimiento de bicicletas	22 %
Mantenimiento de estación	20 %
Sistema Back-end	14 %
Administración	13 %
Reemplazos (bicicletas, estaciones)	1 %

Tabla 29. Ejemplo costes de implementación y funcionamiento Bicing - Barcelona
Fuente: Optimización de sistema de bicicleta publica en Europa - OBIS

7.2 Diseño del servicio

Como hemos visto en los numerales anteriores la densidad de la población juega un factor muy importante en cuanto al tipo de servicio se quiere prestar, Ibagué cuenta con una población de 523.000 habitantes, esto quiere decir que tendremos que usar un sistema automático las 24 horas, pero si queremos hacer una prueba piloto del sistema podríamos usar uno manual, donde un personal encargado esta en cada estación brindando apoyo a los usuarios, la dificultad de este sistema es que no se prestaría las 24 horas.

7.2.1 Calculo de bicicletas, estaciones, anclajes

A continuación con ayuda de los fondos europeos de la Agencia Ejecutiva de Cooperación e Innovación (AECI), en el programa de Optimización de sistema de bicicleta publica en Europa (OBIS), donde se analizó 51 sistemas de bicicleta publica en 48 ciudades de 10 países europeos como, Alemania Australia, Francia, Italia, Polonia, España, a continuación haremos un cálculo dependiendo del tamaño de la población de Ibagué.



	Valor	Promedio Ciudades Grandes	Promedio Ciudades Medianas	Promedio Ciudades Pequeñas
Bicis por 10,000 habitantes a	Promedio	15.6	14.4	14.0
	Mediana	6.2	6.8	12.7
Estaciones por 10,000 habitantes	Promedio	1.5	1.3	1.8
	Mediana	0.5	0.8	1.4
Plazas de estacionamiento por bici	Promedio	1.8	1.8	1.2
	Mediana	1.7	2.0	1.2
Bicis por estación	Promedio	9.5	23.5	22.9
	Mediana	10.2	8.7	6.2

Tabla 30. Promedio y mediana de cifras clave del SBP en la muestra OBIS
Fuente: Optimización de sistema de bicicleta publica en Europa - OBIS

	Promedio ciudades grandes > 500.000 hab		Ibagué
Bicicletas por 10.000 hab	15,6	Bicicletas por 523.000 hab	815,9
Estaciones por 10.000 hab	1,5	Estaciones por 523.000 hab	78,4
Plazas de estacionamiento por bicicleta	1,8	Plazas de estacionamiento (Anclajes)	1.468,6
Bicicletas por estación	9,5	Bicicletas por estación	10,4

Tabla 31. Calculo según OBIS de bicicletas, Estaciones y Anclajes para Ibagué
Fuente: Elaboración propia

- Si aprovechamos las vías ciclistas que hemos diseñado en capítulos anteriores podemos tener la mayoría de las 78 estaciones cada 300 metros que es lo aconsejable en sistemas urbanos, esto para que tenga una debida cobertura en la red ciclista y para comodidad del usuario.
- Cada estación podrá contar con 18,7 anclajes, los cuales deberán estar ocupados por 10,4 bicicletas.

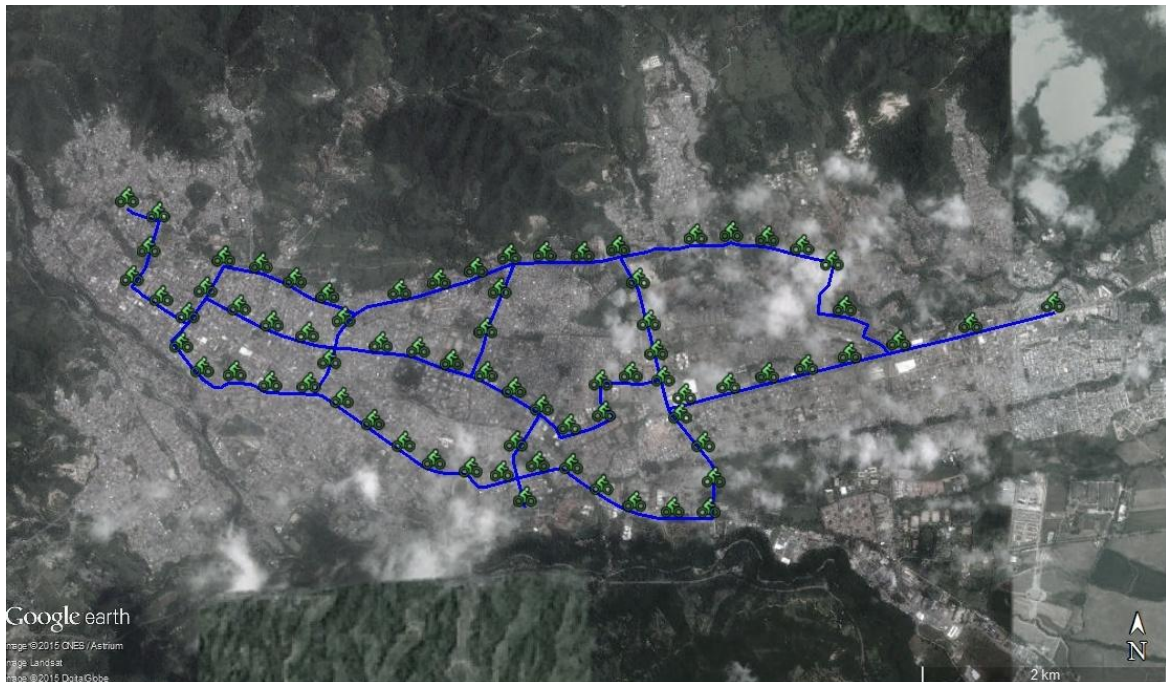


Figura 76. Red ciclista con 78 estaciones cada 300 metros según OBIS - Ibagué
Fuente: Elaboración propia ([Enlace Google Maps](#))

El sistema se puede dividir en dos fases, la primera fase comenzara desde el occidente hasta el centro de la ciudad donde se concentra los puntos de atracción más importantes como el Ayuntamiento, Catedral, Gobernación, Palacio de justicia, Estación de autobuses, universidades, centros comerciales, en este caso redondearemos los resultados y usaremos el 58,9% de los cálculos anteriores.

	1ª Fase (58,9%)	2ª Fase (41,1%)	Fase final
Bicicletas	480	336	816
Estaciones	46	32	78
Anclajes	865	604	1.469
Bicicletas por estación	10		
Anclajes por estación	19		

Tabla 32. Resumen bicicletas, Estaciones y Anclajes del SBP - Ibagué
Fuente: Elaboración propia



Figura 77. Red ciclista con estaciones cada 300 metros, 1ª fase del SBP – Ibagué

Fuente: Elaboración propia

Suponiendo que cada bicicleta realiza una media de 10 viajes diarios (Dato según JCDecaux en Valenbisi), nos daría 4.800 viajes al día en la primera fase, con esto obtendríamos un aumento del 2,1% entre privado y pública que sería un objetivo a cumplir en esta primera fase de implementación.

Para la fase final se esperarían 8.160 viajes diarios implementando las 816 bicicletas públicas, si sumamos los viajes diarios de la bicicleta pública y privada obtendríamos 17.555 viajes diarios esto significa 2,6% del total de la movilidad.

	Privada	1ª Fase publica	2ª Fase publica	Total
Viajes bicicleta por día	9.395	4.800	3.360	17.555
Porcentaje sobre la movilidad	1,4%	0,7%	0,5%	2,6%

Tabla 33. Resumen viajes esperados del SBP – Ibagué

Fuente: Elaboración propia

La idea es implementar el servicio gradualmente y brindar a los ciudadanos otro medio de transporte en la ciudad, un medio de transporte sostenible y que pueda brindar grandes beneficios como es la reducción del tráfico motorizado sobre todo en el sector de las motocicletas que ocupa el 10,5% de toda la movilidad.



7.2.2 Registro, Tarifas e Información al usuario

Registro

El registro se puede realizar mediante una página web como en el sistema Encicla, este se caracteriza por ser un servicio gratuito que con tan solo un registro de datos, adjuntando el documento de identidad y una factura de servicios públicos, el usuario se puede dar de alta en el sistema, luego de unos días tras el estudio de los datos se aprueba para luego entregar una tarjeta magnética personal a el usuario.

Pero en otros sistemas aparte del registro de datos exigen una tarjeta de crédito, básicamente es para el cobro directo dependiendo del exceso de uso de la bicicleta, por otra parte se asegura el cobro de una fianza en caso de robo o vandalismo.

En el SBP de Bogotá no se dejara cobrar más de 27 euros anuales y como opción a las tarjetas de crédito ya que Colombia no cuenta con una bancarización elevada, se podrá hacer un ingreso en forma de consignación en los bancos, de tal manera que servirá como fianza en caso de robo o vandalismo como hemos mencionado anteriormente.

En el caso de Ibagué, si el gobierno municipal no cuenta con los recursos necesarios para garantizar un servicio gratuito, se puede optar por el ingreso o consignación de la fianza a un banco respectivo, en caso de superar los límites de tiempo establecidos se podrá sancionar con la prohibición del sistema por días o dependiendo de la falta hasta la expulsión del sistema y no devolución de la fianza.



Bicicleta vandalizada– Valenbisi

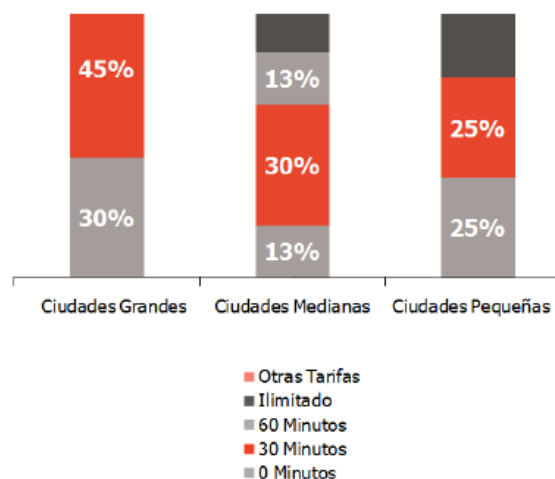


Tarifas

Las tarifas pueden variar dependiendo del servicio que se quiera dar a la comunidad, en la mayoría de los SBP analizados por OBIS, los primeros 30 minutos son gratis, pero después de este tiempo se comenzara a cobrar un valor y este va aumentando de manera exponencial, la idea de los SBP es fomentar la movilidad diaria de corta distancia.

En el sistema Encicla el usuario podrá usar la bicicleta por un tiempo de 1 hora, tratándose de un sistema gratuito, donde no se exige una fianza ni una tarjeta de crédito, se penalizara con el no uso del sistema por días o hasta la expulsión del mismo dependiendo de la falta, en caso de robo o vandalismo el usuario tendrá que responder ante el gobierno local pagando multas administrativas.

En conclusión se tendrá que realizar un estudio económico detallado y determinar el tipo de servicio que se quiere prestar para luego definir el tiempo de uso gratuito y los cobros respectivos cuando se excede estos límites de tiempo.



Grafica 24. Minutos gratis por tamaño de la ciudad según OBIS
Fuente: Optimización de sistema de bicicleta publica en Europa - OBIS

SISTEMA	30 minutos	1 hora	1 h 30	2 horas
Vélib (París)	Grátis	1,00 €	3,00 €	7,00 €
Bicing (Barcelona)	Grátis	0,50 €	1,00 €	1,50 €
Bixi (Montreal)	Grátis	0,95 €	1,90 €	3,80 €
SAMBA (Río de Janeiro)	Grátis	R\$ 3,00	R\$ 7,00	R\$ 11,00
Ecobici (Ciudad de México)	Grátis	10MXN		35MXN
B'easy (Santiago de Chile)	Modalidad mensual 1000 CLP (APROX 2USD) y Modalidad Anual 8000 CLP (APROX 16 USD). Tiempo máximo de uso por viaje es de 60 minutos.			

Tabla 34. Tarifas de sistemas hasta agosto del 2011
Fuente: Estado del arte, Proyecto de bicicletas públicas de Bogotá

Información al usuario

Existen diferentes medios de comunicación para los usuarios, uno de ellos es la página web, esta aparte de ofrecer una opción para registrarse al servicio, también puede ofrecer un mapa interactivo donde podrá conocer las estaciones de toda la ciudad, las bicicletas y anclajes disponibles, además se informara al usuario las diferentes anomalías que pueda presentar el servicio día a día.



Figura 78. Página web Valenbisi
Fuente: valenbisi.es

Otra opción es el teléfono de atención al usuario, este especialmente se usa para alguna emergencia que se llegue a presentar o alguna duda del sistema muy específica, las informaciones más complejas estarán en la página web.

Siguiendo el ritmo de la tecnología se ha visto con buena aceptación las aplicaciones para teléfonos móviles o smartphones, estas aplicaciones son capaces de seguir en tiempo real el sistema en general, desde bicicletas disponibles y anclajes hasta fallos en el sistema que el operador quiera advertir al usuario, se caracterizan por ser muy rápidas y de información precisa siempre y cuando se tenga una conexión a internet.

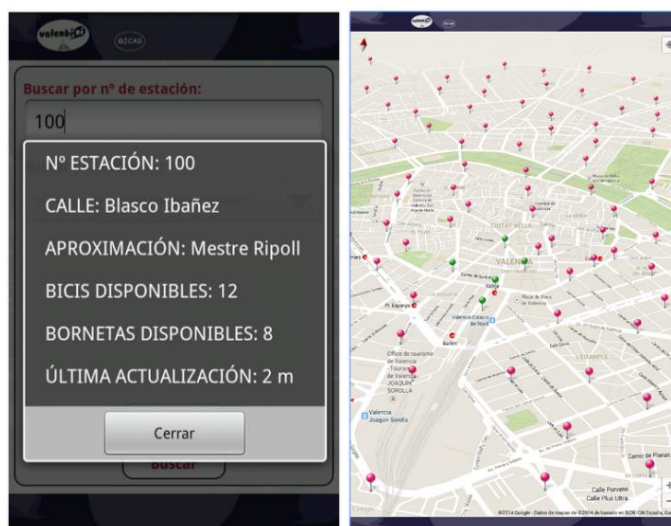


Figura 79. App móvil Valenbisi
Fuente: Easymobile

7.3 Sostenibilidad del sistema de bicicleta pública en Ibagué

La sostenibilidad de un proyecto se puede valorar teniendo en cuenta el periodo de retorno del proyecto, este se obtiene analizando datos de acuerdo a el coste/beneficios del proyecto en sí, tratándose de un proyecto público, donde la comunidad se vería beneficiada de cierta forma, se tomaran en cuenta factores sociales y ambientales comúnmente llamados costes externos.



Los costes de Inversión inicial y de Mantenimiento anual van desde un estudio de movilidad, compra de bicicletas, obras civiles e instalación del sistema en su fase inicial, mientras que el mantenimiento se compone desde las bicicletas hasta las estaciones y los sistemas electrónicos.

$$T = \frac{I}{E + AS - M}$$

T = Periodo de retorno de la inversión (Años)

I = Inversión inicial (Euros)

E = Ahorro energético anual (Euros/Años)

AS = Ahorro Socio-ambiental (Euros/Años)

M = Costes de mantenimiento (Euros/Años)

Factor		Automóvil	Motocicleta	Autobús
Sociales	Efectos Urbanos	0,0016	0,0011	0,0004
	Accidentes	0,0309	0,1886	0,0024
Ambientales	Ruido	0,0052	0,016	0,0013
	Contaminación atmosférica	0,0101	0,0033	0,0169
	Cambio climático	0,0176	0,0117	0,0083
	Naturaleza y paisaje	0,00287	0,00207	0,00069

Tabla 35. Costes externos, Socio-ambientales del Transporte en euros
Fuente: Costes externos del transporte, Estudio de actualización, Infras 2004
<http://www.transportpublic.org/images/pdf/20041000-infras-costosexterns.pdf>

Calculo del Ahorro Socio-ambiental

Supondremos que cada bicicleta tendrá una media diaria de 10 km, 8160 km por día de la flota (816 bicicletas), esta misma recorrería 2.978.400 km en el año y con esto valoraríamos los efectos sobre la ciudad según el factor.



Factor		Automóvil		Motocicleta	
		(€/km año)	(€/año)	(€/km año)	(€/año)
Sociales	Efectos Urbanos	0,0016	4.765,44	0,0004	3.276,24
	Accidentes	0,0309	92.032,56	0,0024	561.726,24
Ambientales	Ruido	0,0052	15.487,68	0,0013	47.654,40
	Contaminación atmosférica	0,0101	30.081,84	0,0169	9.828,72
	Cambio climático	0,0176	52.419,84	0,0083	34.847,28
	Naturaleza y paisaje	0,00287	8.548,01	0,00069	6.165,29
Sub total			203.335,37		663.498,17
Total ahorro Socio-ambiental anual				866.833,54	

Tabla 36. Calculo ahorro Socio-ambiental de Ibagué en euros
Fuente: Elaboración propia

Calculo del ahorro energético

- Promedio consumo de gasolina de un automóvil cada 10 km en ciudad 1 litro.
- Total de kilómetros que recorre el SBP al año es 2.978.400 km (816 Bicicletas).
- Ahorro gasolina al año 297.840 litros. Ahorro por bicicleta 365 litros al año.
- Precio litro de gasolina en Colombia 08/2015 es 0,7 euros.

Precio litro gasolina (08/2015)	Ahorro gasolina bici al año(Litros)	Ahorro gasolina bici al año (Euros)	Unidades bici SBP	Total
0,7	365	255.5	816	208.488

Tabla 37. Calculo ahorro energético del SBP en euros
Fuente: Elaboración propia



En cuanto al ahorro de emisiones de Co2, la página web Ecourbano.esnos ofrece una herramienta para la conversión de litros de gasolina (297.840 litros) a Toneladas equivalentes de petróleo (Tep), que es igual al equivalente a la energía obtenida por la combustión de 1 tonelada de petróleo.

Calculadora Energética B
E
C
O
L
O
G
I
A

exponente **exponente**

(x1) Giga(x10⁹) (x1) Giga(x10⁹)
 Deca(x10) Tera(x10¹²) Deca(x10) Tera(x10¹²)
 Kilo(x1000) Peta(x10¹⁵) Kilo(x1000) Peta(x10¹⁵)
 Mega(x10⁶) Eta(x10¹⁸) Mega(x10⁶) Eta(x10¹⁸)

Energía **Energía**

 = kWh Kg
 kWh Kg (masa) Joule Kg Uranio
 Joule termies Termies barril petrolio
 tep Kg Uranio litro gasolina 1 Tm torba
 tec barril petrolio litro gasoil 1 Tm madera
 litro gasolina 1 Tm torba m3 GN tep
 litro gasoil 1 Tm madera Kg GLP tec
 m3 GN caloria caloria
 Kg GLP x10⁰

Calcular

Figura 80. Conversión del carburante - Litros a Tep
Fuente: http://ecourbano.es/calculadora_energetica.asp

Teniendo en cuenta que nuestro ahorro será 238 Tep al año, y que 1 Tep equivale a 2,9 Toneladas de Co2según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), obtendremos un ahorro final de 690 Toneladas de Co2 al año, esto ayudaría a la reducción de contaminación atmosférica y el efecto invernadero en la ciudad.

Calculo de Inversión

La inversión inicial estará sujeta a la compra de las bicicletas, compra e instalación de las estaciones y la obra civil que estas supones. Estos pueden Se deja claro que el precio de la bicicleta en será de 300 euros que es un precio similar a el precio utilizado en los sistemas de Barcelona y Medellín, Tabla 28.



Descripción	Unidades	Coste unitario	Total
Estación (Anclaje, torre, etc) incluye instalación	78	15.000	1.170.000
Bicicleta	816	300	244.800
Obra civil por estación	78	1.500	117.000
Total Inversión			1.531.800

Tabla 38. Coste de inversión del SBP de Ibagué en euros
Fuente: Elaboración propia

Coste del mantenimiento del sistema automático y bicicleta

Teniendo en cuenta el coste de mantenimiento aproximado en un sistema automático según Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España oscila entre 1.400 y 3.900 euros al año con la bicicleta, el precio se eleva cuando la flota está compuesta de bicicletas eléctricas, de esta manera y teniendo en cuenta el salario mínimo en Colombia optaremos por 1.000 euros.

Descripción	Unidades	Coste unitario	Total
Coste aproximado de mantenimiento por año	816	1.000	816.000

Tabla 39. Coste de mantenimiento del sistema al año en euros
Fuente: Elaboración propia

$$T = \frac{1.531.800}{208.488 + 866.833 - 816.000} = 5,9 \approx \mathbf{6 \text{ Años}}$$

Tengamos en cuenta que este es un ejercicio práctico donde algunos valores pueden ir variando con el tiempo y el mercado en general, pero lo que se quiere plasmar es el ahorro energético y socio-ambiental que se pueden conseguir implementando un SBP, si bien es cierto estos factores son muy difíciles de calcular pero se ha conseguido cifras cuantitativas donde vemos como el automóvil y la motocicleta causan grandes afecciones en cuanto a la contaminación atmosférica, ruido, accidentes y cambio climático, implementado este SBP donde se recuperaría la inversión en un plazo de 6 años y veríamos el aumento de los viajes no motorizados y posiblemente la reducción de los factores antes mencionados.



CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

- Se obtuvo una red de 26,15 kilómetros de rutas ciclables, que pretenden cambiarle la cara a la ciudad brindando unas vías más seguras para los usuarios de la bicicleta.
- Se propone secciones tipo y estructuras de pavimento para los tramos de la red, dependiendo de los anchos viales y tipo de suelos.
- Con la puesta en marcha del sistema de bicicleta pública de Ibagué, se espera un aumento de los viajes en bicicleta del 1,4% al 2,6% sobre la movilidad total.
- Implementando el SBP se obtendrían 8.160 viajes al día, frente a los 9.395 de la bicicleta privada actualmente, sin olvidar que cada bicicleta pública puede atraer 3 privadas aumentando los viajes de estas.
- El SBP nos ayudaría a ahorrar 297.840 litros de gasolina al año, que es igual a 690 toneladas de Co2 menos en el ambiente, gracias a esto la ciudad reduciría la contaminación atmosférica y el efecto invernadero.
- Se espera aumentar la movilidad no motorizada en la ciudad (Bici, Peatón), debido a la adecuación de algunas rutas ciclables los espacios peatonales se verían beneficiados.
- El acompañamiento por los organismos municipales es muy importante, ya que la ciudad no cuenta con un Plan director ciclista, además se necesitan medidas que proporcionen una debida comodidad y seguridad para el usuario de la bicicleta.
- Se espera un cambio de hábitos en la comunidad, brindando otro medio de transporte en la ciudad se puede mejorar la calidad de vida de los mismos, ya que mejoraría aspectos relacionados con la salud pública, ahorro energético y disminuiría factores ambientales negativos como el ruido, contaminación atmosférica y cambio climático.



CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA

- La bicicleta en la ciudad – Ministerio de Fomento de 1996
- Plan de movilidad urbana sostenible – Ayuntamiento de Valencia del 2013
- La bicicleta como medio de transporte – Diputación foral de Bizkaia del 2002
- Estudio sobre las estrategias de promoción de la bicicleta en las ciudades españolas – Bicicleta club de Catalunya del 2011
- La bicicleta en los países bajos - Secretaria de Estado de Transportes y Obras Públicas de los Países Bajos del 2009
- Manual de recomendaciones de diseño, construcción, infraestructura, señalización, balizamiento, conservación y mantenimiento del carril bici - (Madrid, Ministerio del Interior - DGT del 2000)
- Plan estratégico para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano en grupos poblacionales específicos - Secretaría Distrital de Movilidad Bogotá Colombia
- Informe Transporte Urbano de Pasajeros IV trimestre 2014 – DANE Colombia
- Plan maestro de Movilidad de Ibagué, Decreto 0238 del 26 de marzo del 2012
- Revisión y ajuste del plan de ordenamiento territorial de Ibagué, Decreto 0192 del 12 de marzo del 2012
- Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros IV trimestre 2014 – DANE Colombia
- Proyectar vías ciclistas – Monografías Diputación de Valencia del 2008
- Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España – Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del 2007
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE
- Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá del 2009
- Encuesta Origen y Destino de Hogares 2012 del Valle de Aburrá



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Propuesta para el sistema de bicicleta pública
y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

- Optimización de sistema de bicicleta publica en Europa – OBIS del 2011
- Costes externos del transporte, Estudio de actualización, Infras 2004
- <http://www.metropol.gov.co/> - Gobierno local del Valle de Aburrá



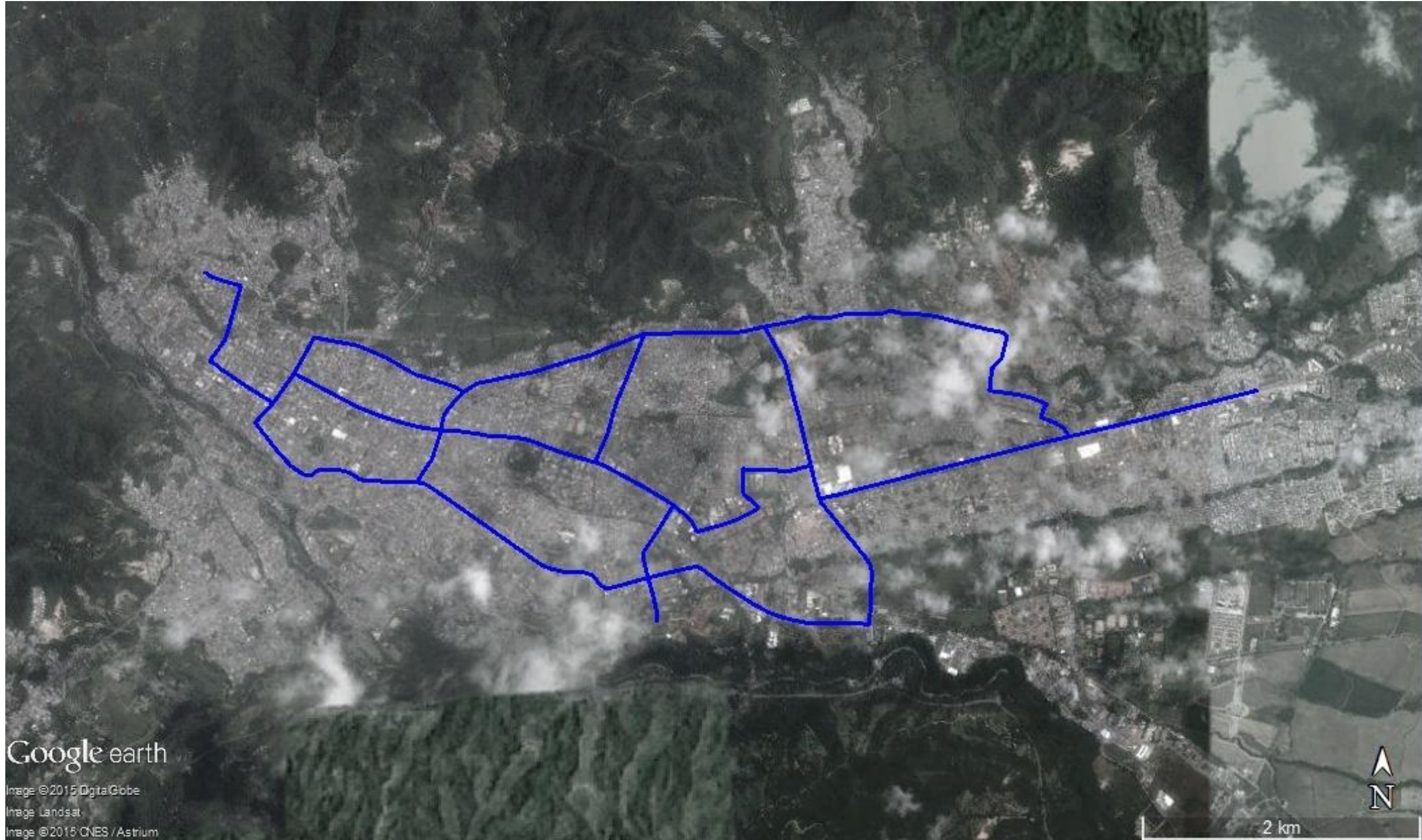
UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Propuesta para el sistema de bicicleta pública
y posibles rutas ciclables en Ibagué – Colombia

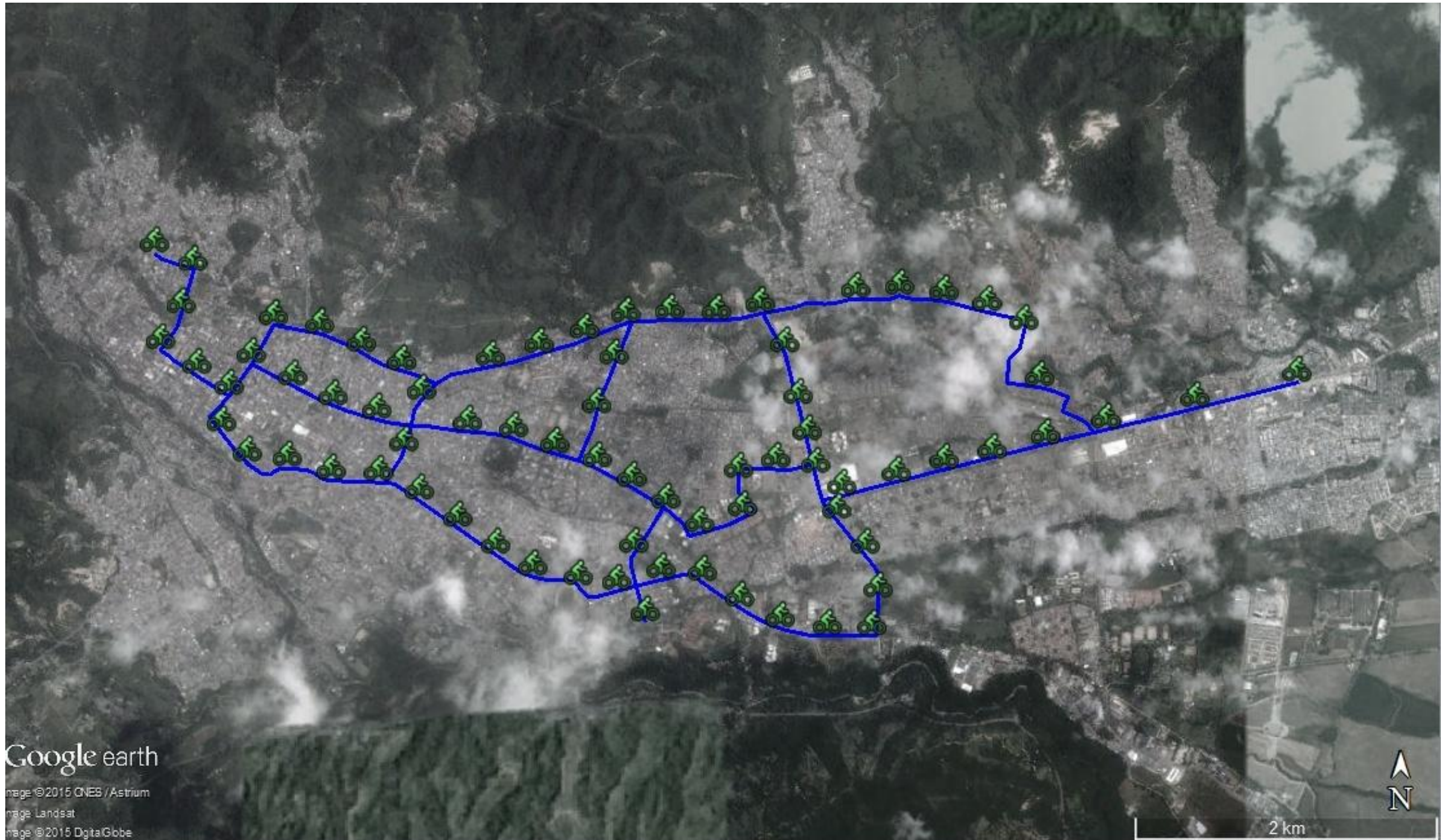


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

CAPÍTULO 10. ANEXOS



Red primaria ciclable en Ibagué
Fuente: Elaboración propia



Red ciclista con 78 estaciones cada 300 metros según OBIS - Ibagué
Fuente: Elaboración propia ([Enlace Google Maps](#))



Red ciclista con estaciones cada 300 metros, 1ª fase del SBP – Ibagué
Fuente: Elaboración propia

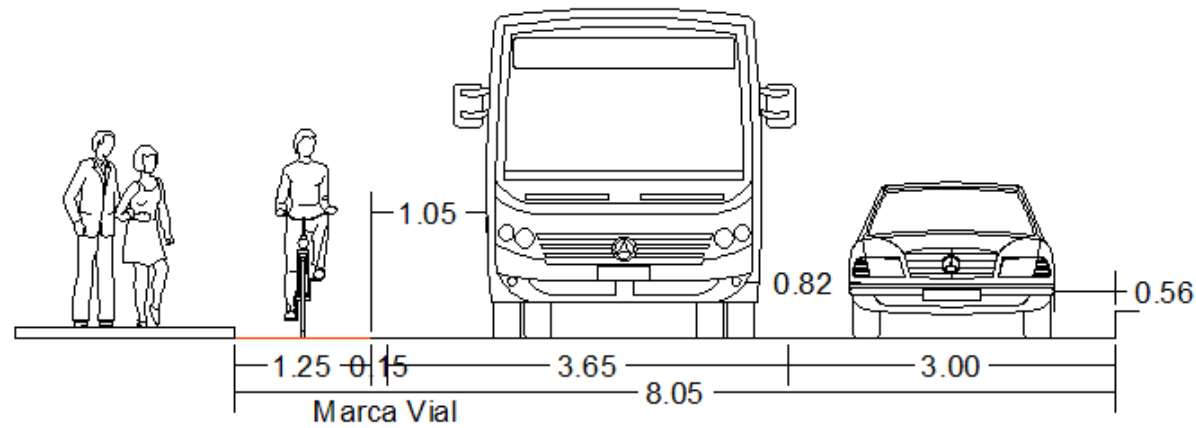


Figura 1. Vista frontal Carril bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

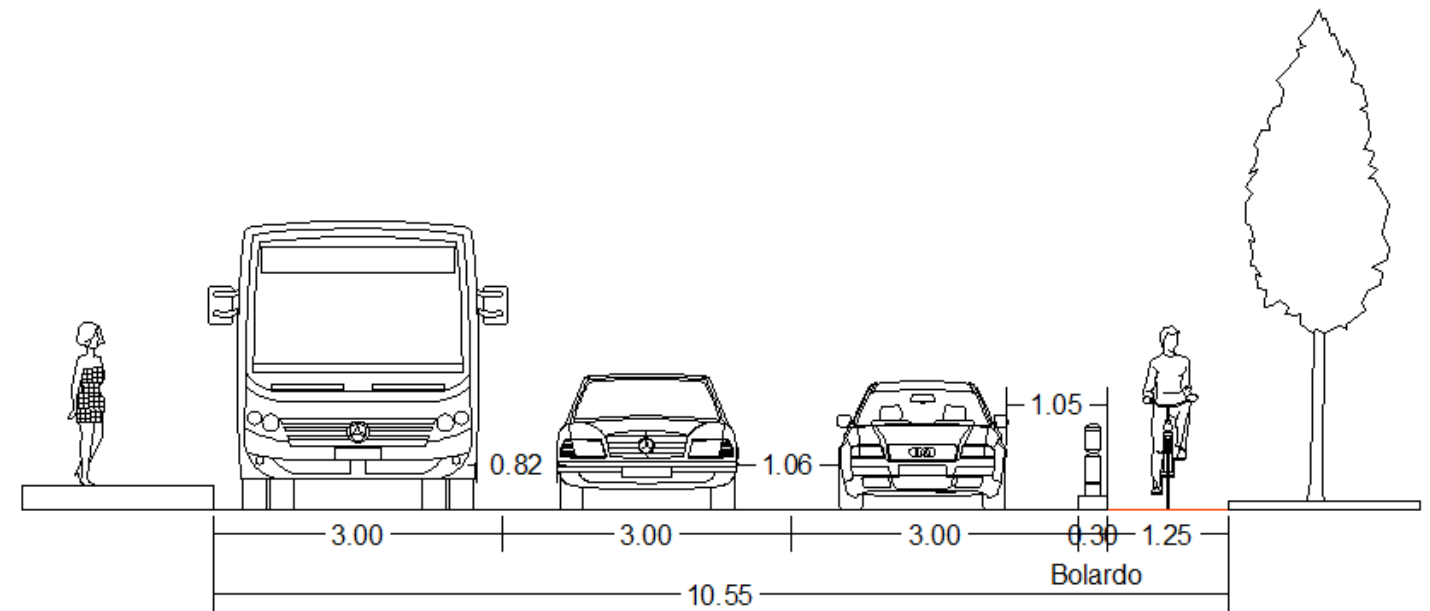


Figura 3. Vista frontal Carril-bici protegido unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

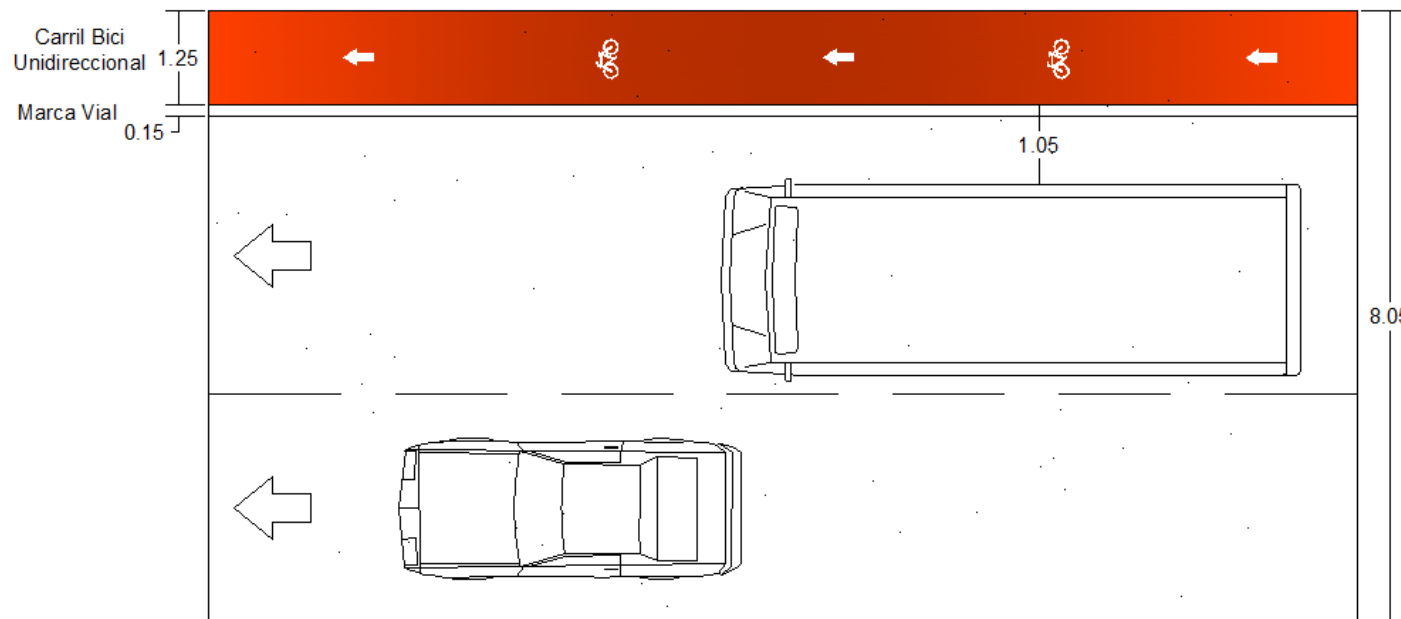


Figura 2. Vista en planta Carril-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

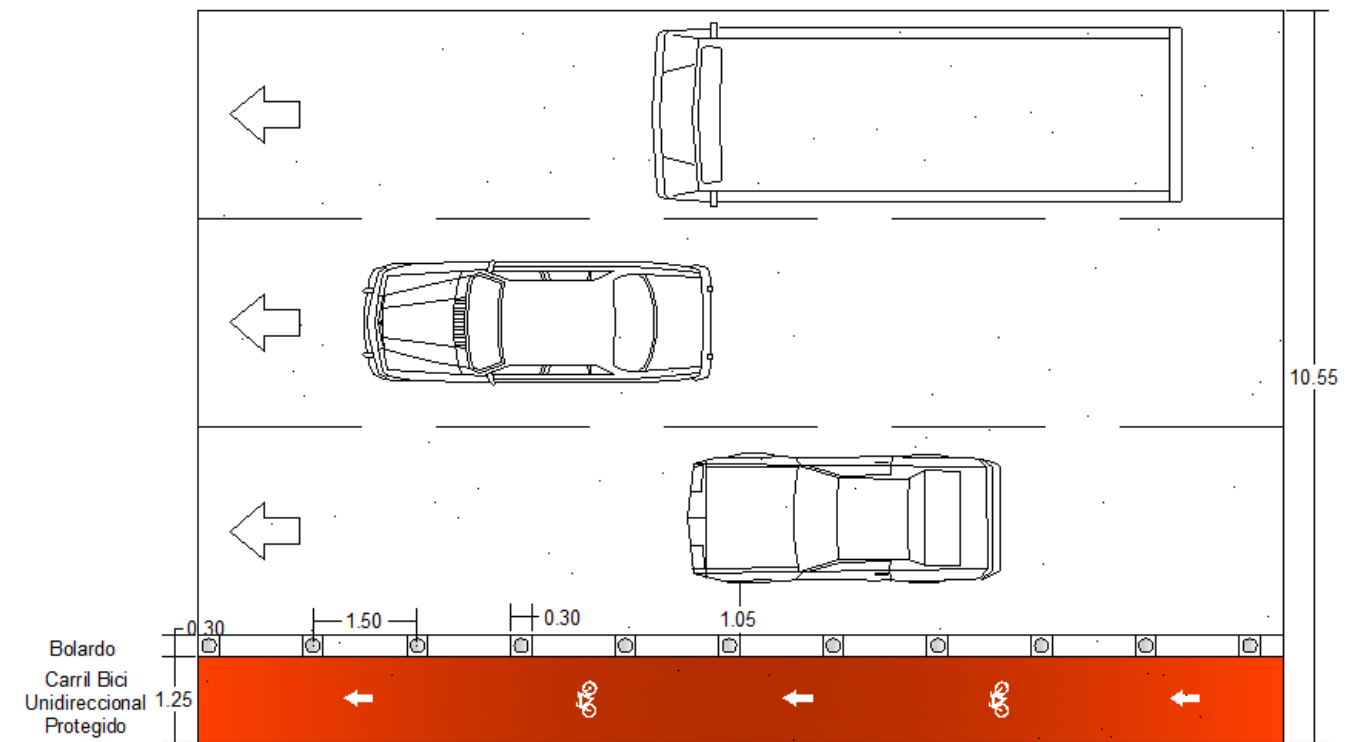


Figura 4. Vista en planta Carril-bici protegido unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

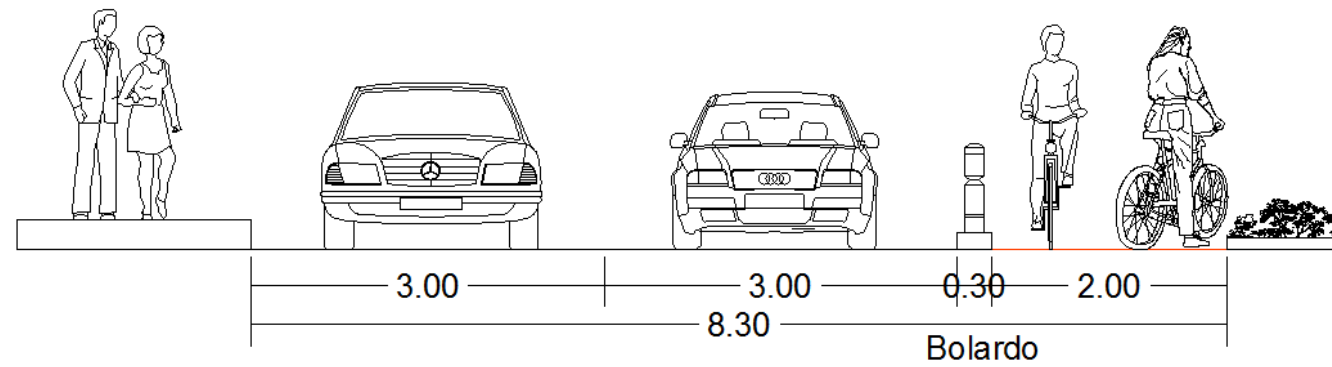


Figura 5. Vista frontal Carril-bici protegido bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

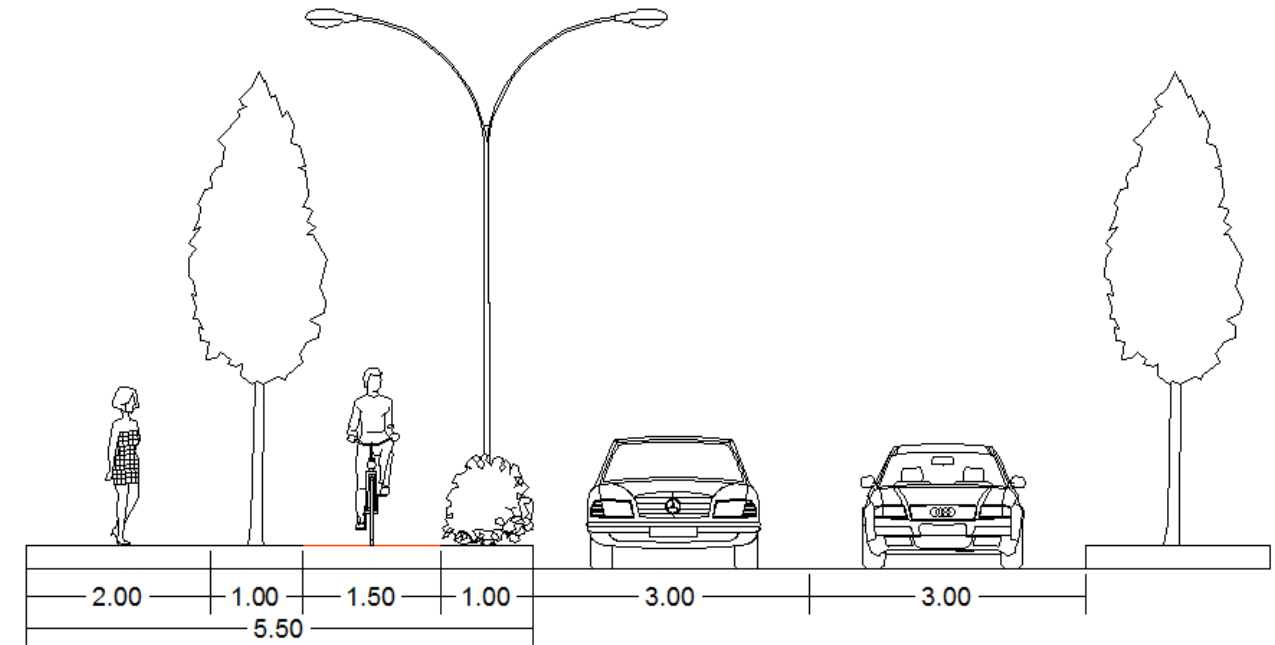


Figura 7. Vista frontal Pista acera-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

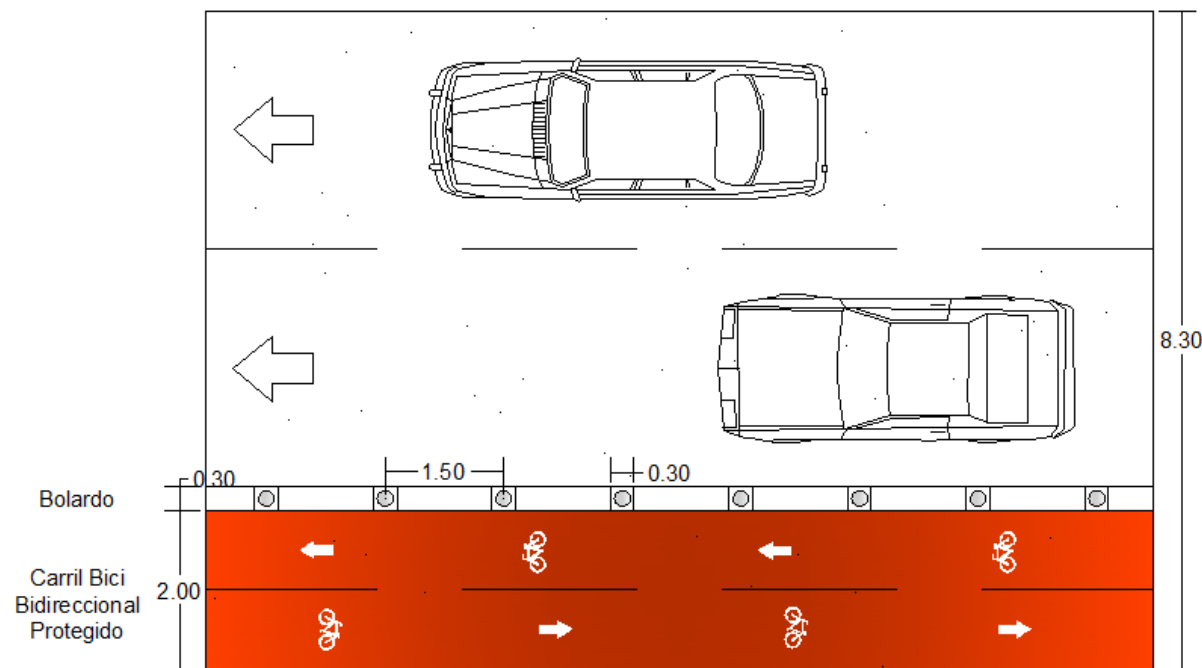


Figura 6. Vista en planta Carril-bici protegido bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

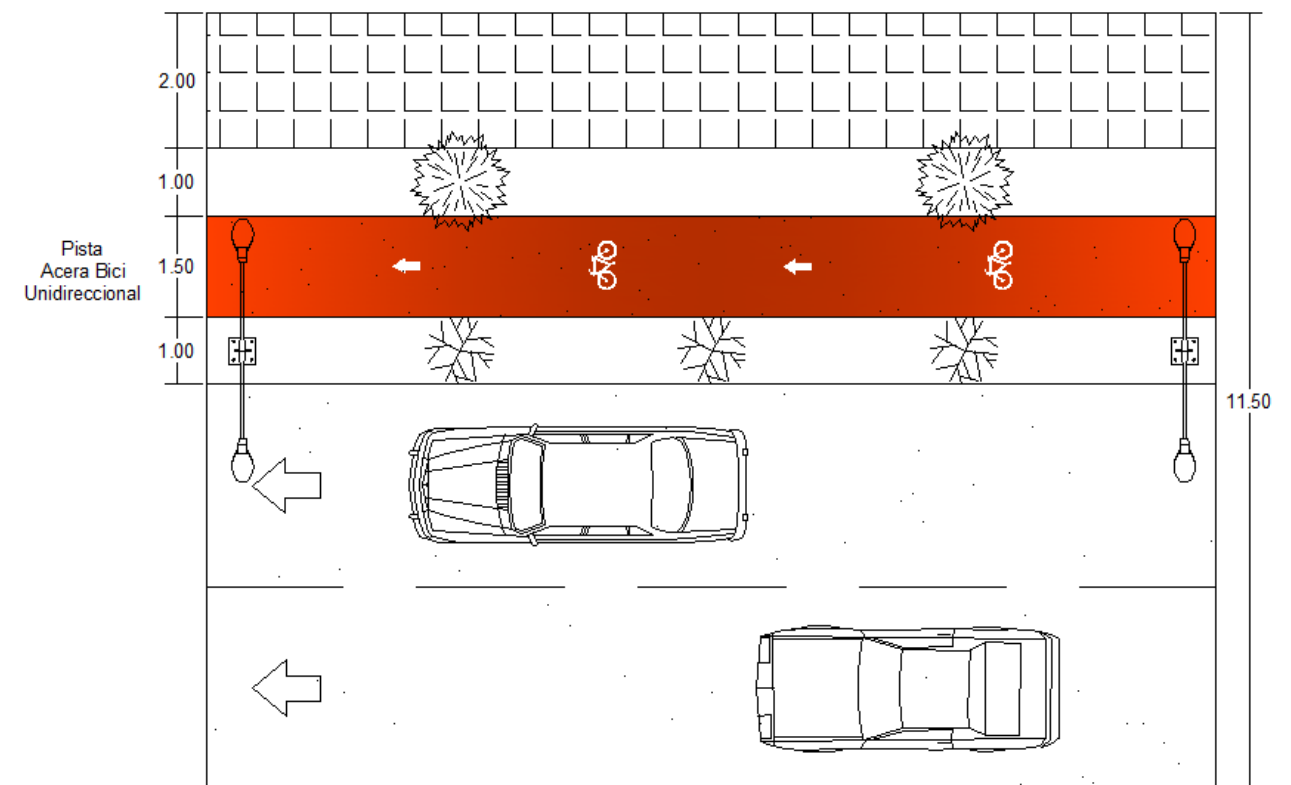


Figura 8. Vista en planta Pista acera-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

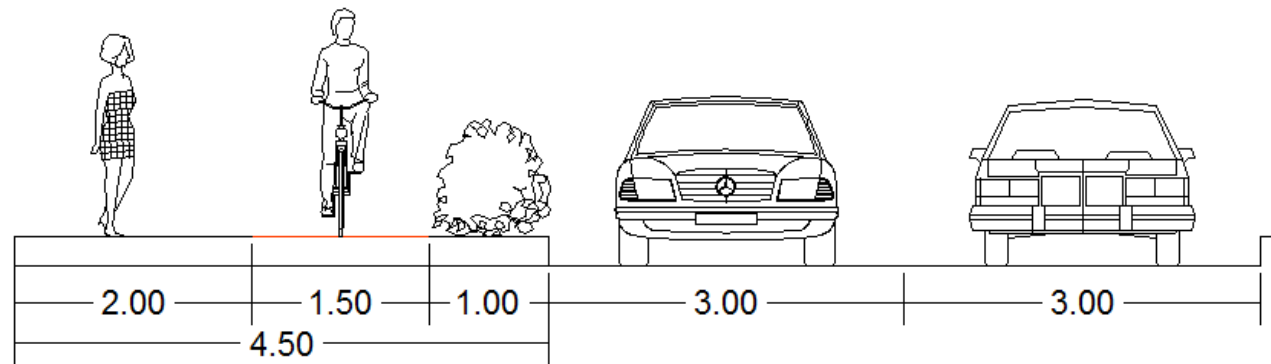


Figura 9. Vista frontal Senda acera-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia

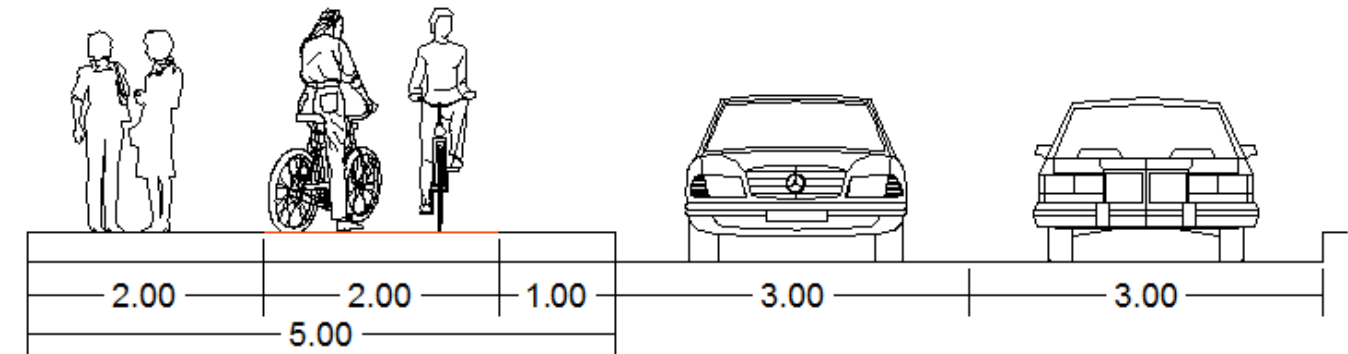


Figura 11. Vista frontal Senda acera-bici bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

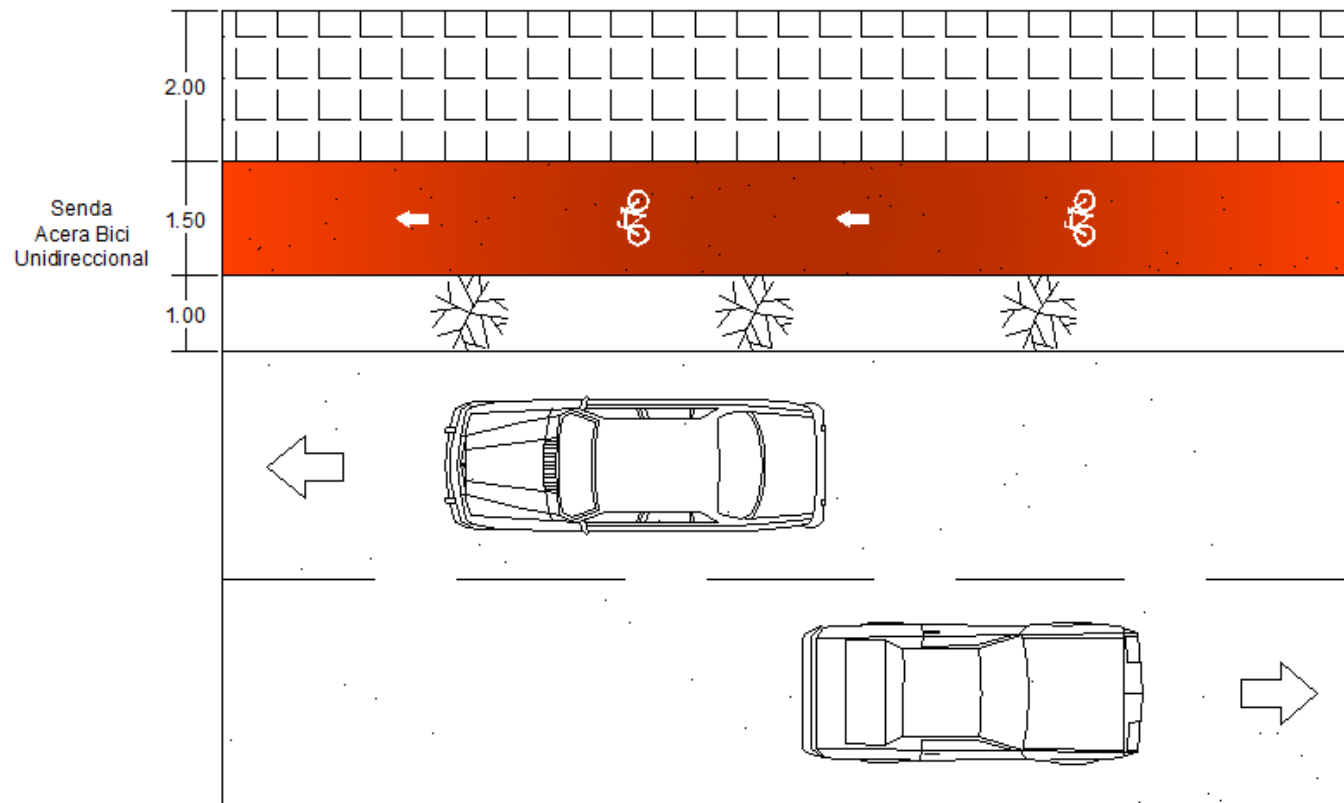


Figura 10. Vista en planta Senda acera-bici unidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

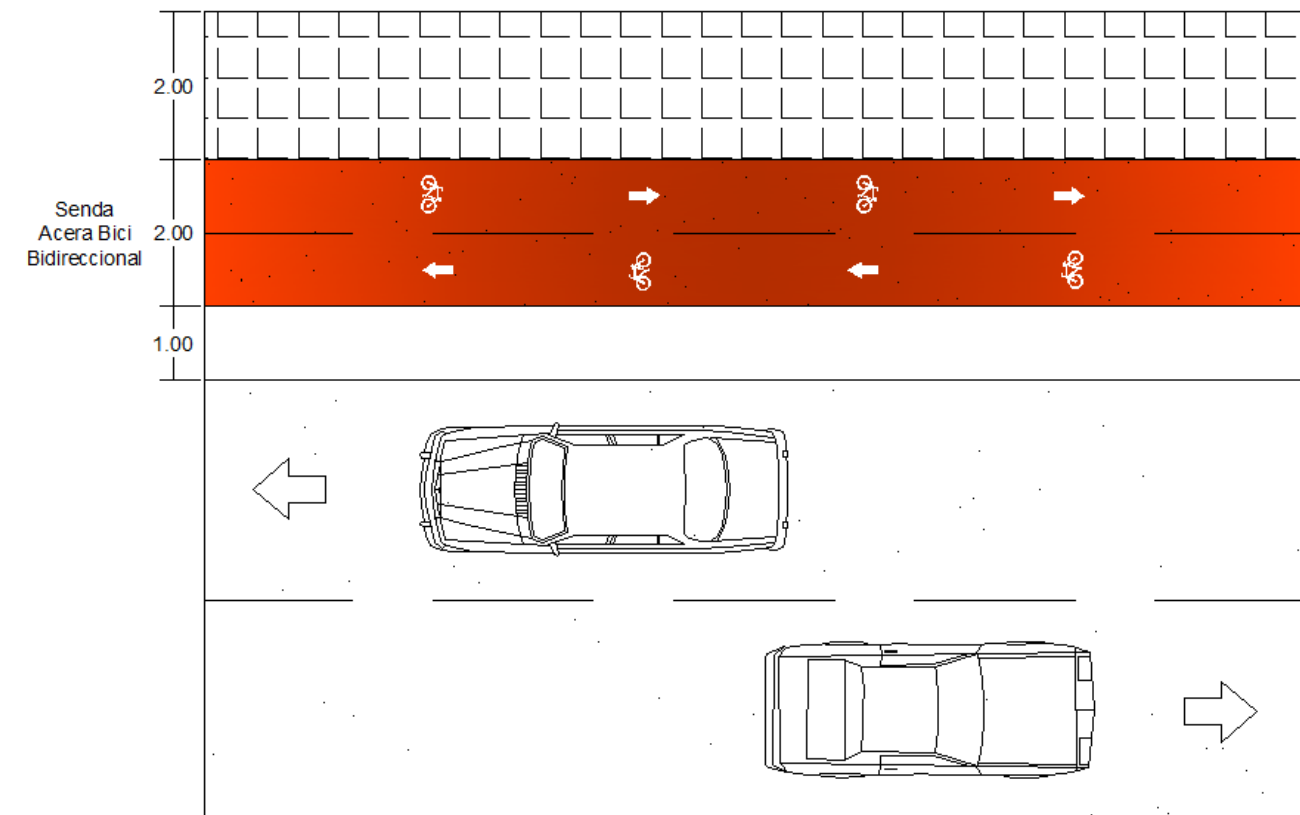


Figura 12. Vista en planta Senda acera-bici bidireccional
Fuente: Elaboración propia en metros

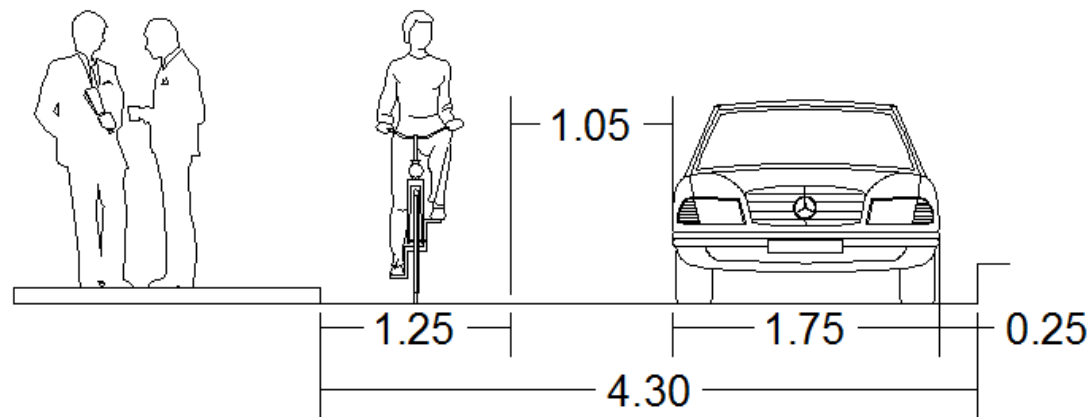


Figura 13. Vista frontal Vía señalizada compartida unidireccional vel 30 km/h,
se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros

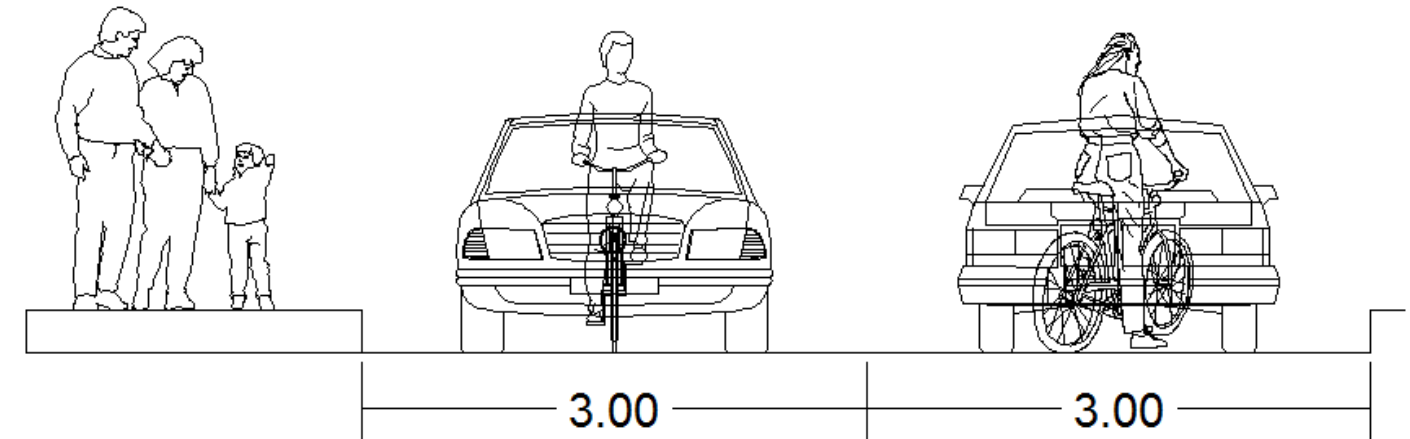


Figura 15. Vista frontal Vía señalizada compartida bidireccional vel 30 km/h,
No se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros

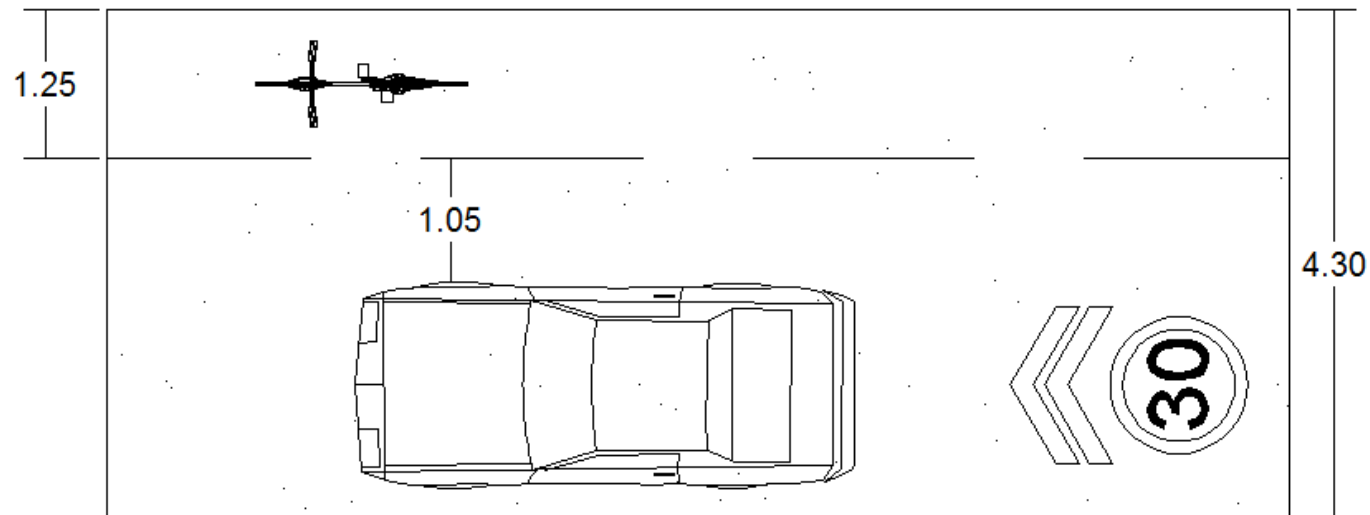


Figura 14. Vista en planta Vía señalizada compartida unidireccional vel 30 km/h,
se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros

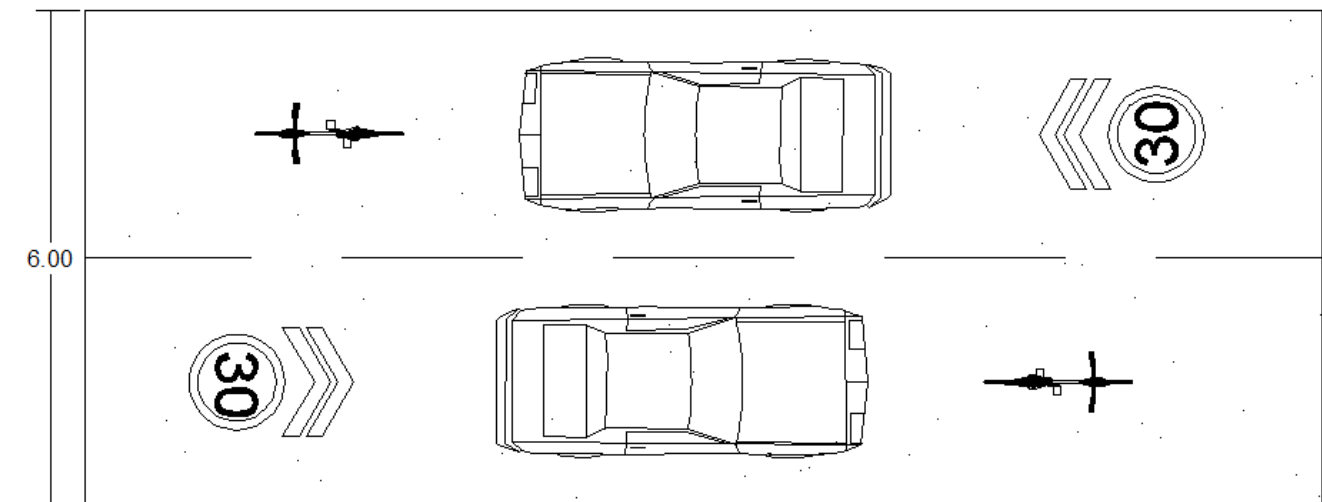


Figura 16. Vista en planta Vía señalizada compartida bidireccional vel 30 km/h,
No se permite adelantar
Fuente: Elaboración propia en metros